



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 kV SIMPLE CIRCUITO

MODIFICACION DE LA ÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1
(TRAMO DE T-9 A SE SAN MARTÍN)

Provincias afectadas

Islas Baleares

Zaragoza, mayo de 2025

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV SIMPLE CIRCUITO

MODIFICACION DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1
(TRAMO T-9 A SE DE SAN MARTÍN)

ÍNDICE

	<u>Nº Páginas</u>
DOCUMENTO 1 MEMORIA.....	61
DOCUMENTO 2 CÁLCULOS	64
DOCUMENTO 3 PLANOS	46
DOCUMENTO 4 PRESUPUESTO	11
DOCUMENTO 5 ESTUDIO DE SEGURIDAD	47
DOCUMENTO 6 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS.....	12
DOCUMENTO 7 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	11
DOCUMENTO 8 GESTIÓN DE RESIDUOS	13



Zaragoza, mayo de 2025

El Ingeniero Industrial
al servicio de SATEL

David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del
C.O.I.I.A.R

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE
DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 kV SIMPLE CIRCUITO

MODIFICACION DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1
(TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTIN)

DOCUMENTO 1
MEMORIA

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA

1	ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN	4
2	OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA.....	6
3	TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	7
4	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA.....	8
4.1	TRAMO AÉREO PROYECTADO.....	8
4.2	TRAMO AÉREO A DESMONTAR.....	9
4.3	TRAMO SUBTERRÁNEO.....	9
5	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA.....	11
5.1	ALINEACIONES	11
5.2	RELACIÓN DE APOYOS	14
6	CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO	15
6.1	CABLE DE POTENCIA	15
6.2	TERMINALES.....	19
6.3	PARARRAYOS	27
6.4	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	28
6.4.1	Conexionado de pantallas a tierra.....	28
6.4.2	Cajas de puesta a tierra	28
6.5	OBRA CIVIL	29
6.5.1	Instalación tubular hormigonada	29
6.5.2	Cámaras de empalme.....	32
6.5.3	Arquetas de telecomunicaciones.....	32
6.5.4	Mandrilado	34
6.6	TENDIDO.....	36
6.7	COMUNICACIONES.....	43

6.8 ENSAYOS.....	44
7 CRUZAMIENTOS DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA	44
7.1 TRAMO AÉREO	44
7.1.1 Normas generales sobre cruzamientos.....	44
7.1.2 Relación correlativa de cruzamientos.....	53
7.2 TRAMO SUBTERRÁNEO.....	54
7.2.1 Normas generales sobre cruzamiento y paralelismos	54
7.2.2 Relación correlativa de cruzamientos y paralelismos	56
8 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS NECESARIAS PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DEL REAL DECRETO 1432/2008.....	58
8.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN	58
8.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA COLISIÓN.....	58
9 ACCESOS.....	59
9.1 NORMAS GENERALES SOBRE ACCESOS	59
9.2 CRITERIO Y SELECCIÓN DE APOYOS	59
10 RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERIAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA	60
11 RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS.....	61

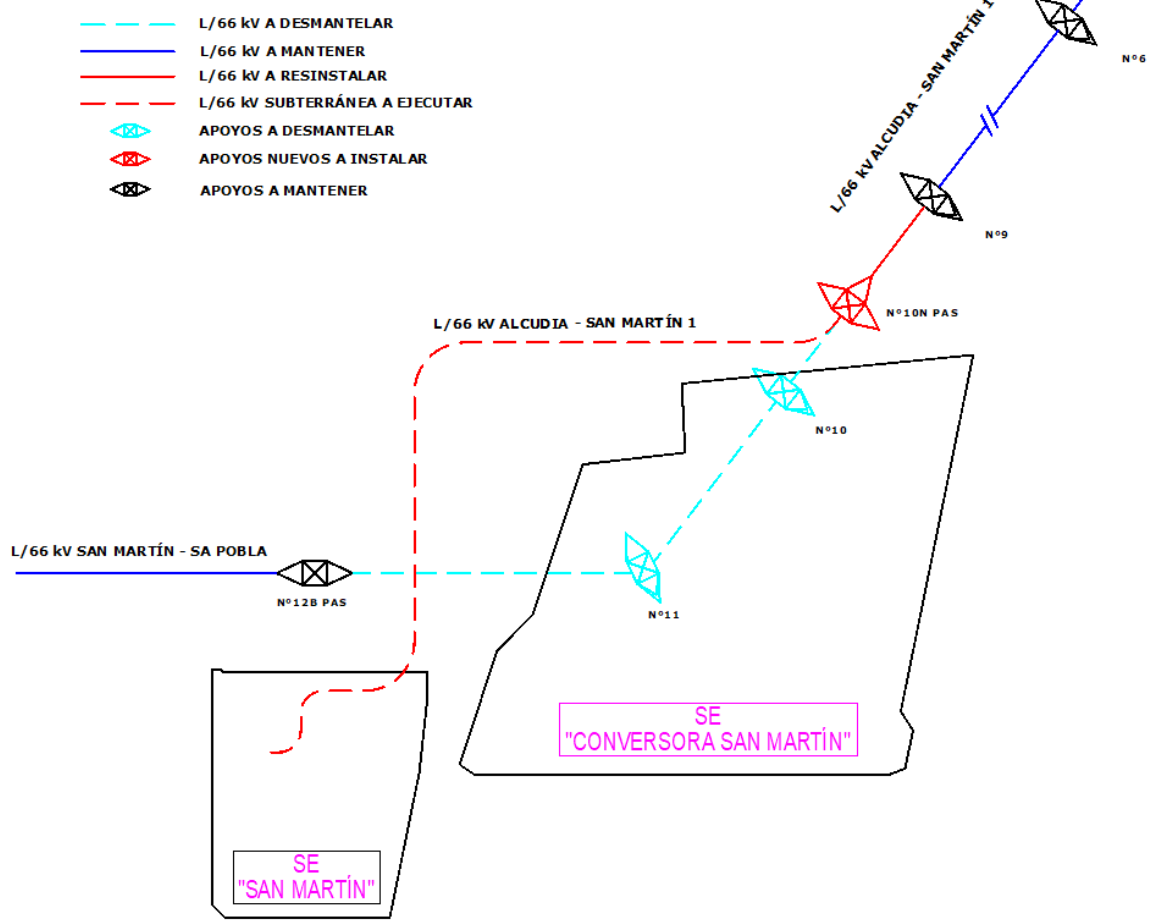
1 ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de las anteriores funciones, ha proyectado construir una línea aérea-subterránea de transporte de energía eléctrica, de simple circuito a 66 kV, con una longitud de 0,65 kilómetros, que comenzará en el apoyo existente T-9, situado en el término municipal de Alcudia (provincia de Islas Baleares), y terminará en la subestación de San Martín sita en el término municipal de Alcudia (provincia de Islas Baleares), que formará parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013.

La citada actuación se encuentra recogida en un Acuerdo por el que se modifican aspectos puntuales del plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica 2021-2026, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 22 de marzo de 2022, por el que se aprueba la Planificación de la Red de Transporte de Energía Eléctrica Horizonte 2026. El anexo con nombre «Modificación de Aspectos Puntuales de la Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026», aprobado por el Consejo de Ministros con fecha 16 de abril de 2024 fue publicado por Resolución de la Secretaria de Estado de Energía en el Boletín Oficial del Estado n.º 100, de 24 de abril de 2024. Dicha instalación está incluida en la citada Planificación con el nombre “Modificación L/San Martín-Alcudia 66 kV”.

La citada Planificación eléctrica es vinculante para RED ELÉCTRICA como sujeto que actúa en el sistema eléctrico y en su elaboración las Comunidades Autónomas han participado en las propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, en cumplimiento de lo dispuesto en la referida Ley 24/2013 de 26 de diciembre y en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575/AEBFCHB verificable en <https://coiiar.e-gestion.es>

2 OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

A los efectos previstos en la citada Ley 24/2013, en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, constituye el objeto de este Proyecto de Ejecución, a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de las correspondientes Resoluciones relativas a:

- Autorización administrativa previa.
- Declaración, en concreto, de Utilidad Pública. con los efectos del artículo 56 y siguientes de la ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector eléctrico.
- Autorización administrativa de construcción.

Asimismo, al formar parte la instalación proyectada de la Red de Transporte de energía eléctrica, se hace constar que, a su vez, el presente Proyecto de Ejecución deberá tramitarse expresamente en los correspondientes requerimientos de informes o condicionados a las Administraciones con competencia urbanística y de ordenación del territorio, a los efectos de lo establecido en las disposiciones adicionales duodécima, segunda y tercera de la Ley 13/2003 de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de Obras Públicas (B.O.E. de 24-05-2003).

En el orden técnico, su objeto es el informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo preceptuado en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09 y al 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 líneas eléctricas de alta tensión.



3 TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El domicilio Social del Titular es:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177

28.109 – Alcobendas (Madrid)

Y a efectos de notificación en:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177

28.109 – Alcobendas (Madrid)

4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

Línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

- Sistema.....Corriente alterna trifásica
- Tensión nominal 66 kV
- Tensión más elevada de la red..... 72,5 kV
- Origen de la línea de alta tensión..... Apoyo 9
- Final de la línea de alta tensión..... SE San Martín
- Nº de circuitos 1

4.1 TRAMO AÉREO PROYECTADO

- Temperatura máxima de servicio del conductor 85 °C
- Capacidad térmica de transporte por circuito:
 Verano:90 MVA/circuito
Invierno: 108 MVA/circuito
- Nº de circuitos 1
- Nº de conductores por fase 1
- Tipo de conductor CONDUCTOR AL/AW GULL
- Nº de cables compuesto tierra-óptico 1
- Tipo de cable compuesto tierra-óptico..... OPGW Tipo 1
- Aislamiento Aislador de goma silicona (Tipo 20)
- Apoyos..... Torres metálicas de celosía
- CimentacionesMonobloque
- Puestas a tierra.....Anillos cerrados de acero descarbonado.
- Longitud 0,158 km (retender).
- Provincia afectada:.....Islas Baleares (T.M. Alcudia)

4.2 TRAMO AÉREO A DESMONTAR

-Temperatura máxima de servicio del conductor	50 °C
-Nº de circuitos	1
-Nº de conductores por fase	1
-Tipo de conductor	CONDUCTOR AL/AW GULL
-Nº de cables compuesto tierra-óptico	1
-Tipo de cable compuesto tierra-óptico.....	OPGW Tipo 1
-Aislamiento	Aislador de goma silicona
-Apoyos a desmontar	T-10 y T-11, torres metálicas de celosía
-Cimentaciones	Zapatas individuales
-Puestas a tierra.....	Anillos cerrados de acero descarbonado.
-Longitud a desmontar	0,4 km.
-Provincia afectada:.....	Islas Baleares (T.M. Alcudia)

4.3 TRAMO SUBTERRÁNEO

-Factor de carga.....	100 %
-Capacidad de transporte por circuito.....	89,24 MVA
-Nº de cables por fase	1
-Tipo de cable	CAB 72,5 RHZ1-RA+2OL(AS)1X1000KAI+H135
-Cortocircuito en la pantalla	
• Intensidad de cc a soportar	kA
• Duración del cortocircuito	0,5 s
• Temperatura inicial / final en la pantalla	80 / 250 °C
-Disposición de los cables	Tresbolillo
-Tipo de canalización.....	Tubular hormigonada
-Profundidad de zanja (máx.)	1600 mm
-Conexión de pantallas.....	Single Point
-Origen línea subterránea	Terminal exterior
-Nº unidades terminales origen	3
-Final línea subterránea	Terminal GIS



- Nº unidades terminales final.....3
- Nº de empalmes..... 0
- Longitud de traza de la línea subterránea (nueva zanja)..... 0,57 (0,49) km
- Provincia afectada:..... Islas Baleares

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575AEBFCHB verificable en <https://coliar.e-gestion.es>

5 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

La línea partirá desde el nuevo apoyo PAS T-10N, situado en la alineación entre los actuales T-10 y T-9, al norte del apoyo T-10 existente. En este apoyo realiza la conversión de aéreo a subterráneo y discurre por una zanja de simple circuito al lado de un camino hasta que llega justo al norte de la SE San Martín, donde realiza un giro hacia el sur para entrar en la misma. Dentro de la subestación, la zanja en proyecto se unirá con la zanja de la línea existente, de la cual se aprovechará el último tramo hasta la entrada en el sótano GIS.

En el plano “Perfil longitudinal y Planta” incluido en el Documento nº 3 – Planos, del presente proyecto, se indica el trazado de la línea.

5.1 ALINEACIONES

La parte aérea de esta línea a 66 kV de simple circuito que se proyecta tiene una longitud de 0,158 km, está formada por una alineación y discurre por la provincia de Islas Baleares.

A continuación, se detalla la relación de alineaciones y cruzamientos de las líneas proyectada y a desmontar:

Alineaciones línea proyectada:

Alineación nº	Apoyo inicio	Longitud (m)	Ángulo con alineación anterior (g)	Términos municipales	Provincia	Cruzamientos nº
1	T-9	158	-	Alcudia	Islas Baleares	-

Tabla 1. Relación de alineaciones línea en proyecto

Alineaciones línea a desmantelar:

Alineación nº	Apoyo inicio	Longitud (m)	Ángulo con alineación anterior (g)	Términos municipales	Provincia	Cruzamientos nº
1	T-9	431	-	Alcudia	Islas Baleares	1-1 a 1-2 y 2-1 a 2-4
2	T-11	128	37,3	Alcudia	Islas Baleares	3-1 a 3-3

Tabla 1.1. Relación de alineaciones línea a desmontar

Cruzamientos línea a desmantelar:

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM ETRS 89	
Nº de cruzamiento	Nº de alineación	Apoyo inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
1-1	1	T-9	Tubería	Tubería de abastecimiento de agua	Abaqua		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508324	4407382
1-2		T-9	Línea Eléctrica Subterránea	LSAT 66kV San Martín-Alcudia 1	Red Eléctrica		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508321	4407376

Relación de cruzamientos											
Nº de cruzamiento	Nº de alineación	Apoyo inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
2-1	2	T-10	Línea Eléctrica Subterránea	LSAT 66kV	Red Eléctrica		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508322	4407376
2-2		T-10	Línea Eléctrica Aérea	LAMT	E-Distribución		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508309	4407352
2-3		T-10	Gasoducto	Gasoducto	Redexis		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508211	4407166
2-4		T-10	Camino	Camino acceso	Ayuntamiento de Alcudia		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508214	4407170
3-1	2	T-11	Tubería	Tubería Saneamiento	Ayuntamiento de Alcudia		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508108	4407101
3-2		T-11	Línea eléctrica aérea	LABT	E-Distribución		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508100	4407096
3-3		T-11	Línea Eléctrica Subterránea	LSAT 660kV San Martín – Alcudia 1	Red Eléctrica		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508098	4407095

Tabla 2. Relación de cruzamientos línea a desmontar

5.2 RELACIÓN DE APOYOS

Nº	Vano (m)	Distancia origen (m)	Ángulo	Cota Terreno (m)	Tipo	Código Altura	Altura Total (m)
T-9	158,12	0		16,26	Existente		23,5
T-10N	0	158,12	10,22	10,12	S1B 1CT	A00	21,4

Tabla 3. Relación de apoyos

6 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

6.1 CABLE DE POTENCIA

El cable aislado de 36/66 kV requerido para el presente tramo subterráneo es el siguiente:

RHZ1-RA+2OL(AS) 36/66 kV 1x1000KAL+H135: Cable aislado de aislamiento XLPE 36/66 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x1000 mm² de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm² de sección y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductor extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

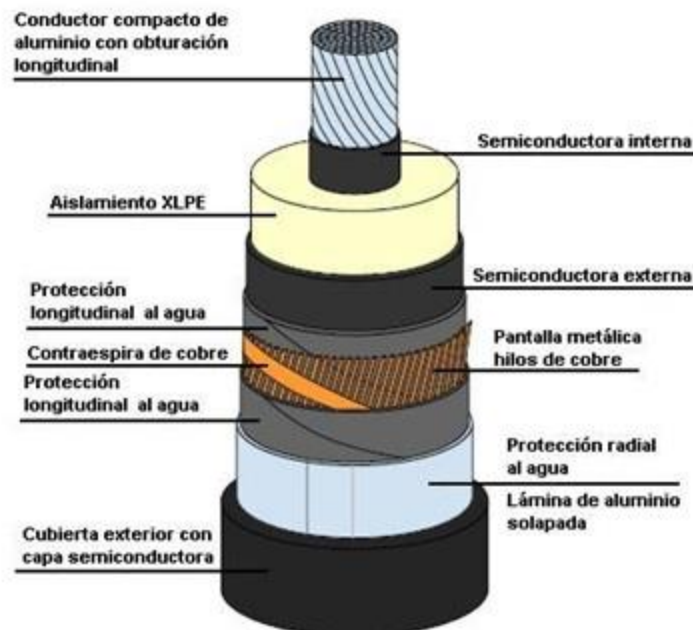
Características eléctricas

Corriente	Alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión asignada	66 kV
Tensión más elevada para el material.....	72,5 kV
Categoría de la red.....	A (según UNE 20435)
Tensión soportada a impulso tipo rayo.....	325 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min).....	90 kV
Intensidad mínima admisible en cortocircuito en el conductor:	≥ 31,5 kA
○ Duración del cortocircuito:	0,5 s
○ Temperatura inicial:	90 °C
○ Temperatura final:	250 °C
Intensidad mínima admisible en cortocircuito en la pantalla:	≥ 31,5 kA
○ Duración del cortocircuito:	0,5 s
○ Temperatura inicial:	80 °C
○ Temperatura final:	250 °C
Resistencia en continua a 20 °C del conductor.....	≤ 29,1 uΩ/m
Gradiente eléctrica semiconductor interna	≤ 5,0 kV/mm
Gradiente eléctrico semiconductor externa.....	≤ 3,5 kV/mm
Capacidad nominal.....	≤ 0,37 uF/km

Composición

La composición general de los cables aislados con pantalla constituida por hilos de cobre para tensión asignada de 66 kV es la que se muestra a continuación:

- Conductor: sección circular de aluminio de cuerda compacta redonda con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material semiconductor.
- Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE) super clean.
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor.
- Protección longitudinal al agua: cinta hinchable de estanqueidad colocada antes de la pantalla.
- Pantalla: corona de alambres de cobre arrollados helicoidalmente.
- Contraespira: fleje de cobre que cortocircuita todos los alambres de cobre y garantiza su sujeción frente a esfuerzos electrodinámicos.
- Protección longitudinal al agua: cinta hinchable de estanqueidad colocada después de la pantalla.
- Protección radial al agua: lámina de aluminio solapada termopegada adherida a la cubierta.
- Cubierta de poliolefina (Z1) de color gris con capa exterior semiconductora de color negro extrusionada conjuntamente con la cubierta. Características mecánicas DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS) para instalación en galería, sótano GIS y enlaces transformadores.



Características constructivas

- CONDUCTOR
 - Material hilos de aluminio
 - Sección 1000 mm²
 - Tipo: sección circular de aluminio de cuerda compacta redonda clase 2 con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo. No se permite la obturación mediante polvos.
 - Diámetro nominal aprox..... 38,0 mm

- SEMICONDUCTORA INTERNA
 - Materialcapa extruida de material semiconductor
 - Espesor nominal..... $E_{nom} \geq 1,5$ mm
 - Espesor medio..... $E_{med} \geq E_{nom}$

- AISLAMIENTO
 - Material polietileno reticulado (XLPE) super clean
 - Espesor nominal..... $E_{nom} \geq 9$ mm
 - Espesor medio..... $E_{med} \geq E_{nom}$
 - Espesor mínimo absoluto en cualquier punto $E_{min_abs} \geq 0,9 \times E_{nom}$
 - Excentricidad..... $\frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max}} \leq 0,15$
 - Tg δ $\leq 0,0010$
 - Temperatura máxima admisible en régimen permanente..... 90 °C
 - Temperatura máxima admisible en cortocircuito 250 °C

- SEMICONDUCTORA EXTERNA
 - Materialcapa extruida de material semiconductor
 - Espesor nominal..... $E_{nom} \geq 1,5$ mm
 - Espesor medio..... $E_{med} \geq E_{nom}$

El método de fabricación será por triple extrusión simultánea mediante cabezal triple y reticulación en seco de:

- Semiconductor interna.
- Aislamiento.
- Semiconductor externa.

- **PROTECCIÓN LONGITUDINAL AL AGUA**

La pantalla metálica se obturará para evitar la propagación longitudinal del agua. Esta obturación se realizará debajo de la pantalla metálica y su diseño deberá cumplir el ensayo de penetración de agua según norma UNE 211067 y sus materiales deberán ser compatibles con el resto de materiales que esté en contacto.

- **PANTALLA**

- MaterialAlambres de cobre
- Sección mínima 135 mm²

- **CONTRAESPIRA**

- Material Cinta de cobre
- Sección $\geq 1 \text{ mm}^2$

- **PROTECCIÓN LONGITUDINAL AL AGUA**

La pantalla metálica se obturará para evitar la propagación longitudinal del agua. Esta obturación se realizará encima de la pantalla metálica y su diseño deberá cumplir el ensayo de penetración de agua según norma UNE 211067 y sus materiales deberán ser compatibles con el resto de materiales que esté en contacto.

- **PROTECCIÓN RADIAL AL AGUA**

- Materiallámina de aluminio solapada termopegada
- Espesor nominal..... $E_{nom} \geq 0,2 \text{ mm}$
- Sección $\geq 30 \text{ mm}^2$

- **CUBIERTA EXTERIOR**

- Material: Cubierta de poliolefina (Z1) de color gris con capa exterior semiconductora de color negro extrusionada conjuntamente con la cubierta.
- Color cubierta gris
- Color capa exterior semiconductora negro
- Espesor nominal..... $\geq 4,0 \text{ mm}$
- Espesor medio..... $E_{med} \geq E_{nom}$
- Espesor mínimo absoluto en cualquier punto $\geq 0,85 \times E_{nom} - 0,1 \text{ mm}$
- Características mecánicas.....DMZ2
- Propiedades ante la reacción al fuego..... Clase mínima B2ca-s1b,d2,a1

- **CARACTERÍSTICAS CABLE TERMINADO**

- Diámetro exterior nominal aprox..... 75,9 mm
- Peso aprox7,7 kg/m

- **CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

- Radio curvatura mínimo:
 - Durante el tendido
 - Directamente enterrado o al aire 1,9 m
 - En banco de tubos 8,0 m
 - En instalación definitiva..... 1,5 m
- Esfuerzo máximo de tiro3000 kg

6.2 TERMINALES

Las características técnicas de los terminales tipo exterior de tensión asignada 66 kV serán conforme a la especificación técnica ET176 de RED ELÉCTRICA, debiendo ser compatibles con los cables y condiciones de operación de la instalación.

El terminal deberá estar diseñado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para la instalación.

Características eléctricas

Corriente.....	Alterna trifásica
Frecuencia.....	50 Hz
Tensión asignada.....	66 kV
Tensión más elevada para el material.....	72,5 kV
Categoría de la red	A (según UNE 20435)
Tensión soportada a impulso tipo rayo.....	325 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min)	90 kV
• Intensidad mínima admisible en cortocircuito:	≥ 31,5 kA
• Duración del cortocircuito:	0,5 s
• Temperatura inicial:	90 °C
• Temperatura final:	250 °C

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada por el terminal deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación.

Composición

- CONEXIÓN AÉREA

El diámetro y material de la boma de conexión deberá estar dimensionada para soportar la corriente de cortocircuito del conductor, así como los esfuerzos termodinámicos tanto en el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito.

Tipo de boma de conexión Varilla cilíndrica

- DEFLECTOR DE TENSION

Material Aluminio

- AISLADOR EXTERIOR

Deberá proporcionar una adecuada protección contra la corrosión de todos los elementos expuestos en intemperie.

Material..... Polimérico

Refuerzo interno Tubo de fibra de vidrio reforzada epoxy

Línea de fuga a la tensión más elevada fase-fase:

- Nivel V (Especial) 35 mm/kV

- FLUIDO AISLANTE DE RELLENO

Material..... Aceite

Presión Atmosférica

No se requiere dispositivos de control de presión.

- AISLAMIENTO PRINCIPAL

El aislamiento principal del terminal será prefabricado constituido por una única pieza, normalmente en forma de cono. El material será de alta constante dieléctrica y su función es distribuir el campo eléctrico del cable a lo largo del terminal.

El aislamiento principal deberá estar ensayado completamente en fábrica.

Tipo: cono premoldeado

Material..... EDPM o goma de silicona

Temperatura máxima de operación..... $\geq 90^{\circ}\text{C}$

- **BASE SOPORTE Y AISLADORES SOPORTE**

La base soporte se fijará con tornillos a la chapa de sujeción del terminal exterior instalada en la parte superior del soporte del terminal en el caso de subestaciones tipo intemperie o en la plataforma de los apoyos de paso aéreo-subterráneo.

Material base soporteAluminio
 Pernos de fijación Acero inoxidable
 Aisladores soporte Cerámicos

- **CONEXIÓN PUESTA A TIERRA**

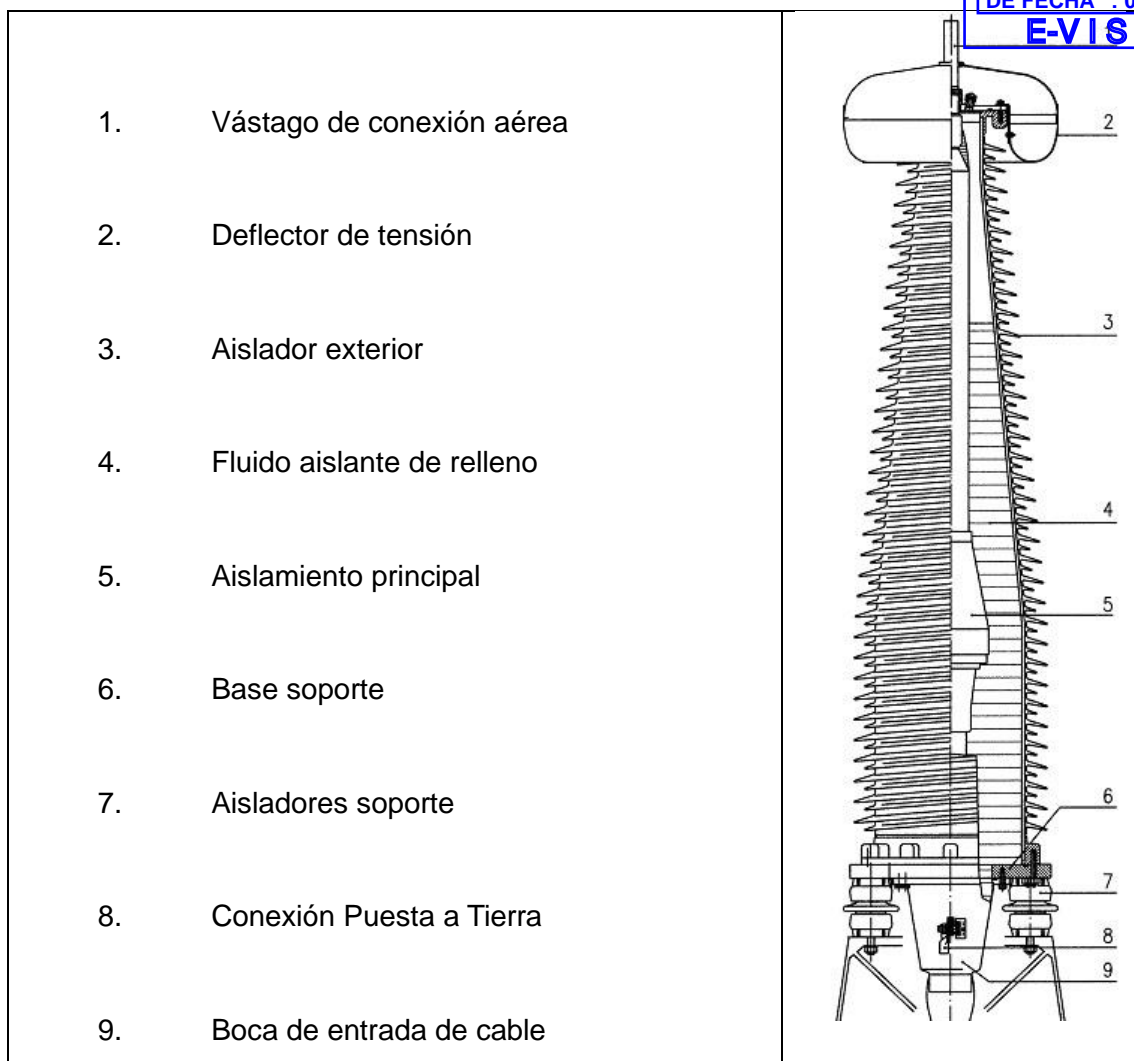
El terminal tipo exterior deberá estar provisto en su parte inferior de una conexión de puesta a tierra que permita unir directamente a tierra o a través de un descargador la pantalla metálica de los cables. En este último caso, el descargador se deberá instalar en el interior de una caja de conexión de pantallas, para evitar contactos accidentales con los puntos en tensión de las pantallas, y el cable de conexión de pantallas deberá ser aislado.

- **BOCA DE ENTRADA**

Se dispondrá de los dispositivos necesarios para garantizar la estanqueidad de la entrada del cable en el terminal.

Deberá proporcionar suficiente protección mecánica de la unión en el funcionamiento normal del cable, en cortocircuito y durante los procesos de montaje.

A continuación, se muestra un croquis con las partes básicas que deberá tener el terminal:



Pruebas y ensayos

Los terminales tipo exterior deberán cumplir con los ensayos requeridos por la especificación técnica ET176 de RED ELÉCTRICA.

Los terminales tipo GIS de tensión asignada 66 kV serán terminales del tipo seco conforme a la especificación técnica ET174 de RED ELÉCTRICA.

Este tipo de terminal tiene un componente de control de campo eléctrico en contacto con la barrera aislante (aislador) que sirve de separación entre el gas de la celda GIS y el aislamiento del cable. El terminal del cable no requiere ningún fluido aislante en su interior.

Los terminales tipo GIS deberán cumplir con la norma IEC 62271-209 con objeto de poder establecer una intercambiabilidad entre el terminal del cable y la celda GIS a la que se conecte, así como fijar los límites del suministro entre el fabricante del terminal del cable y el fabricante de la celda GIS.

El diseño del terminal GIS deberá permitir ser suministrado en dos partes o fases:

1. La parte “hembra” o aislador del terminal que deberá ser instalado por el fabricante del cable conjuntamente con un kit de ensayo o tapa que permita realizar los ensayos de la celda GIS sin estar el cable instalado. Este kit o tapa será propiedad del fabricante y, por tanto, lo recuperará una vez finalizados los trabajos.
2. La parte “macho” del terminal. Una vez realizadas las pruebas de la celda GIS el fabricante del cable retirará la tapa o kit de ensayos e instalará el cable en el interior del terminal GIS.

Características eléctricas

Corriente	Alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión asignada	66 kV
Tensión más elevada para el material.....	72,5 kV
Categoría de la red.....	A (según UNE 20435)
Tensión soportada a impulso tipo rayo.....	325 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min)	90 kV
Intensidad mínima admisible en cortocircuito:	≥ 31,5 kA
○ Duración del cortocircuito:	0,5 s
○ Temperatura inicial:	90 °C
○ Temperatura final:	250 °C

Tensión soportada envolvente metálica GIS – pantalla metálica cable

- Tensión alterna en “seco” 20 kV durante 15 minutos
- Tensión soportada a impulso tipo rayo en “seco”
 (10 de cada polaridad) 50 kV
- Tensión alterna “bajo lluvia” 20 kV durante 15 minutos
- Tensión soportada a impulso tipo rayo “bajo lluvia”
 (10 de cada polaridad) 50 kV

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación a la que va destinado.

Características constructivas

- SUMINISTRO Y DIMENSIONES

El tipo de terminal a suministrar será un terminal “tipo seco” independientemente del tipo de campana de la celda GIS. En los casos en los que las campanas de las celdas GIS sean para terminales “tipo fluido”, dimensiones diferentes que para “tipo seco”, el terminal del cable se suministrará con las piezas adaptadoras necesarias (suministro de estas piezas por parte del suministrador del terminal del cable) para adaptarse a la campana.

Las dimensiones del terminal de cable se ajustarán a las indicadas en la figura 5 de la norma IEC 62271-209 para terminales “tipo seco”.

En los casos en los que la campana de la celda GIS corresponda con la antigua norma IEC 60859, tanto para terminales “tipo seco” (fig. 4) como “tipo fluido” (fig. 2), será el suministrador del terminal del cable el que se adaptará a las dimensiones de la campana bajo lo especificado en la norma IEC 62271-209.

El límite en el suministro entre el fabricante del terminal del cable y el fabricante de la celda GIS será el indicado en la figura 4 de la norma IEC 62271-209.

Será suministrado por parte del fabricante del cable tanto la parte “hembra” como la parte “macho” del terminal del cable. Además, el suministro incluirá:

- Todas las piezas y pequeño material necesario para la confección del terminal del cable (masillas, cintas, etc...).

- Cable de conexión de la pantalla del cable con la caja de conexión de la pantalla.
- Kit de ensayo o tapa que junto con la “hembra” del terminal del cable permita realizar los ensayos del compartimento de la GIS en el que se instalará el terminal del cable.
- En caso de ser necesario, las piezas para adaptar el terminal del cable normalizado “tipo seco” según fig. 5 de la norma IEC 62271-209 a una campana “tipo fluido” o a una campana según normas anteriores.
- Descargadores según norma UNE-EN 60099-4 entre la envolvente metálica de la GIS y la pantalla metálica del cable. Se deberán suministrar 3 descargadores con envolvente polimérica por cada terminal del cable.
- La conexión entre la envolvente metálica de la GIS y el descargador se realizará con pletina de cobre de ancho mínimo 30 mm y la conexión entre el descargador y la pantalla metálica del cable se realizará con trenza de cobre estañado de ancho mínimo 30 mm o cable de cobre redondo de sección mínima 95 mm².
- La tensión asignada de estos descargadores dependerá del tipo de conexión de las pantallas metálicas de los cables.
 - Conexión de las pantallas metálicas de los cables rígida o directa a tierra: Tensión asignada 1 kV de los descargadores entre la envolvente metálica de la GIS y la pantalla metálica del cable.
 - Conexión de las pantallas metálicas de los cables a través de descargador en sistema de conexionado “Single-Point”: Tensión asignada de los descargadores entre la envolvente metálica de la GIS y la pantalla metálica del cable igual o superior que la tensión asignada del descargador o LTP de la pantalla metálica del cable en el sistema de conexionado “Single-Point”.

La tapa que se suministra junto con la “hembra” del terminal del cable debe estar diseñada para soportar las condiciones de ensayo de la aparamenta blindada. Los niveles de aislamiento asignados para las tensiones asignadas de los equipos están regidos por la norma IEC 62271-203, tabla 2, apartado 4.2.

Cualquier desviación de la norma IEC 62271-209, tanto en las dimensiones de los elementos que componen el terminal como en el alcance del suministro, deberán someterse a aprobación de REE.

- **COMPOSICIÓN**

El conector del terminal del cable con la celda GIS deberá cumplir con las dimensiones indicadas en la figura 5 de la norma IEC 62271-209 correspondiente a los terminales tipo seco.

El conector del terminal estará embebido en un aislador de resina epoxy. Este aislador servirá de barrera aislante entre el gas SF₆ de la celda GIS y el interior del terminal del cable. El terminal deberá estar diseñado con un sistema de estanqueidad que asegure que no haya contaminación por penetración de gas SF₆ en el interior del terminal.

El terminal del cable deberá estar diseñado para soportar la presión del gas SF₆ de la celda GIS según establece la norma IEC 62271-209 en los apartados 5.6 y 6. Igualmente, cada terminal se ensayará en fábrica según se establece en el apartado 8 de la norma IEC 62271-209.

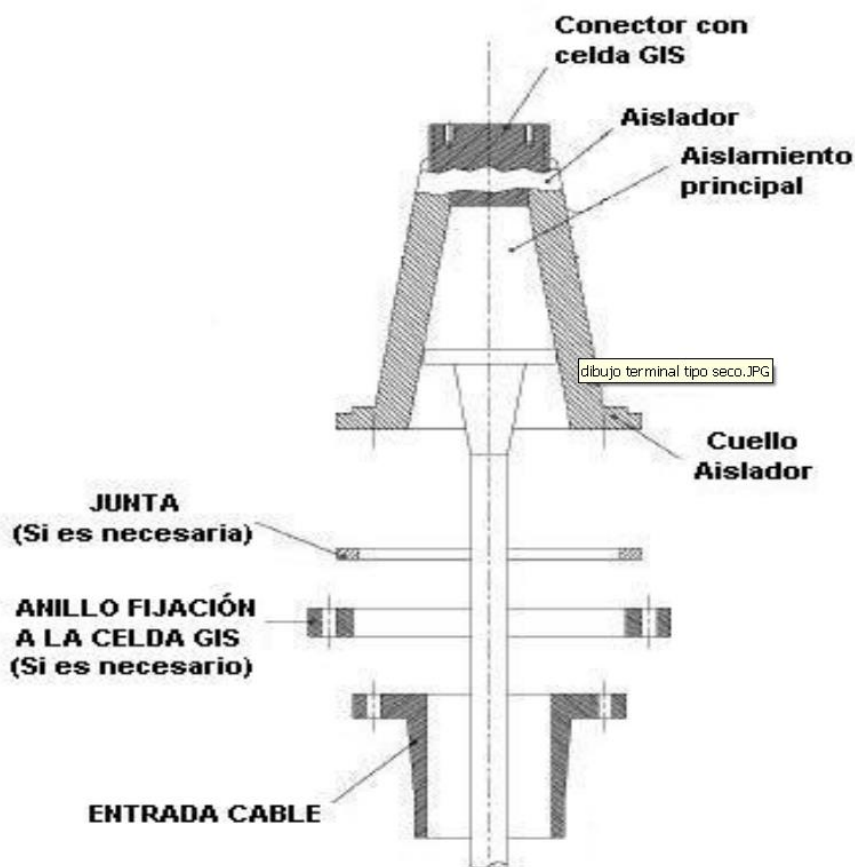
El interior del terminal no deberá estar relleno de ningún fluido.

El aislamiento principal del terminal será prefabricado constituido por una única pieza, normalmente en forma de cono. El material será de alta constante dieléctrica y su función es distribuir el campo eléctrico del cable a lo largo del terminal. La presión contra el cable se mantendrá mediante la memoria elástica de los materiales empleados.

El terminal deberá estar diseñado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para el cable correspondiente.

Los terminales deberán estar diseñados de forma que permitan la instalación de descargadores entre la pantalla metálica del cable y la puesta a tierra de la subestación con objeto de poder realizar un sistema de conexionado de las pantallas metálicas de los cables tipo "Single-Point". En este caso el descargador se deberá instalar en el interior de una caja de conexión de pantallas, para evitar contactos accidentales con los puntos en tensión de las pantallas, y el cable de conexión de pantallas deberá ser aislado.

A continuación, se muestra un croquis con las partes básicas que deberá tener el terminal:



Pruebas y ensayos

Los terminales tipo GIS deberán cumplir con los ensayos requeridos por la especificación técnica ET174 de RED ELÉCTRICA.

6.3 PARARRAYOS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en los extremos de los cables unipolares, en caso de terminal exterior.

La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo.

Las características exigidas serán como mínimo las mismas que para los terminales de exterior, disponiendo de la misma línea de fuga y de una corriente de descarga nominal de al menos 10 kA.

El aislador de la autoválvula será polimérico.

6.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

6.4.1 Conexionado de pantallas a tierra

El plano J-085-L9273L004 “Esquema de conexionado de las pantallas” se encuentra indicado el sistema de puesta a tierra del tramo subterráneo.

La longitud de los tramos se describe en la tabla siguiente:

INICIO	FINAL	TIPO CABLE	LONGITUD (m)	LONGITUD CABLE (m)	TIPO P.A.T.
T-10N	SE San Martín	SISTEMA CABLES 66kV 1000Al+H135 terminal P-V (AS)	572,92	603,92	Single Point

Tabla 4. Longitud de tramos.

6.4.2 Cajas de puesta a tierra

Son cajas de conexión con envoltura estanca en tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas o en intemperie.

En el interior de las cajas, las conexiones a tierra se realizarán mediante pletinas desmontables de latón, ya sea directamente a tierra o a través de los correspondientes limitadores de tensión de pantalla (LTP) de óxido metálico conectados a tierra.

Además, se pondrán a tierra todos los soportes metálicos de sujeción de cables o terminales.

El cable de tierra que conecta los terminales o empalmes con las cajas de puesta tierra no podrá tener una longitud superior a 10 metros.

6.5 OBRA CIVIL

6.5.1 Instalación tubular hormigonada

La zanja tipo tendrá unas dimensiones de 700 mm de anchura y 1250/1600 mm de profundidad. Solo se ejecutará zanja de simple circuito desde el apoyo PAS hasta el P.K. 0,49. En ese punto se juntará la zanja con la existente de doble circuito, cuyas dimensiones son 1400 mm de anchura y 1250 mm de profundidad. Esta zanja existente será compartida con el circuito de la L66 kV San Martín – Sa Pobla que sale de la SE “San Martín”.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 160 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de color rojo de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad según ET140.

Para la colocación de cada terna de tubos se empleará el separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE012 incluido en el Documento 3 – Planos. Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada. En las líneas de simple circuito el separador de los tubos se instalará cada metro cambiando la ubicación del testigo de un separador al siguiente de tal forma que el testigo se encuentre en la misma posición cada 2 m.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará dos tubos de polietileno de color verde doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo “Single Point” (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas “Single Point”, pero se incluirá, aunque no sea éste el tipo de conexión de pantallas utilizado. Además, al igual que los tubos de los cables de potencia, este tubo estará sujeto mediante el mismo separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE012 incluido en el Documento 3 – Planos.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar 1 tubo rígido corrugado de color verde de polietileno de doble pared de 160 mm de diámetro exterior según ET140, en cuyo interior se instalarán 3 monotubos de polietileno de 1 x 40 mm de diámetro exterior. En el caso de las líneas de simple circuito se colocarán 2 tubos rígidos corrugados de color verde de polietileno de doble pared de 160 mm de diámetro exterior según ET140, sujetándose cada tubo en separadores alternos, de tal forma que el

separador en su instalación se gira alternativamente quedando el testigo con un tubo en el soporte a la derecha y en el siguiente soporte a la izquierda.

Los monotubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 8 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el montaje de los tubos y siempre antes del hormigonado, se irá colocando en el interior de cada uno de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento una cuerda guía continua entre cámaras de empalme, es decir, sin ningún tipo de nudo o unión. Esta cuerda será de $\varnothing \geq 10$ mm y carga de rotura ≥ 1850 kg para tubos destinados a cables de potencia. Los tubos de telecomunicaciones no precisarán de cuerda guía salvo en las perforaciones dirigidas que se instalará una cuerda guía de $\varnothing \geq 6$ mm y carga de rotura ≥ 500 kg. Deberá prestarse especial atención durante el proceso de unión de dos tubos contiguos para que estos hagan tope con la cara interior de la conexión y que la cuerda guía colocada en el interior de la canalización no quede enganchada con la misma.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, los tubos de los cables de acompañamiento y los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones se procederá al hormigonado de los mismos hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones. Durante el vertido se emplearán los medios necesarios para que el hormigón penetre totalmente dentro del haz de tubos, dejando un prisma sin bolsas de aire o coqueas, no estando permitido el empleo de vibradores mecánicos salvo autorización expresa de Red Eléctrica. Se deberá prestar especial atención en no verter hormigón directamente sobre los tubos para evitar deformarlos por efecto del impacto que causa la

masa al caer desde el camión hormigonera.

Se evitará pisar los tubos durante las labores de instalación y hormigonado de los mismos. Asimismo, se evitará sujetar los tubos al suelo o entre ellos con alambre o cable metálico, estando permitido el empleo de cuerda o bridas de plástico para este cometido.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia, tubos de los cables de acompañamiento y los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación cuando cumplan con el criterio mínimo de "terreno adecuado" y cuando éstas permitan alcanzar el grado de compactación requerido del 95% P.M. (Proctor Modificado). Si las tierras extraídas no fuesen aptas para el relleno se realizará mediante tierra de préstamo. Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 250 mm del dado de hormigón, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según ET141.

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

La reposición de pavimentos y superficies no pavimentadas se realizará según las normas de los organismos, servicios afectados y de Red Eléctrica, empleando material nuevo de las mismas características que el existente antes de realizar el trabajo.

Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que los organismos, servicios y Red Eléctrica indiquen otra cosa. Será de aplicación el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3).

Las losas, losetas, mosaicos, etc. A reponer, serán iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos.

Una vez se haya finalizado la ejecución de la zanja tubular hormigonada, se instalarán en cada una de las zanjitas 2 monotubos 1x40 mm de telecomunicaciones en el interior de cada uno de los 2 tubos de diámetro 160 mm mediante subconductado entre extremos de arquetas dobles de telecomunicaciones.

6.5.2 Cámaras de empalme

No se instalan cámaras de empalme en el presente proyecto.

6.5.3 Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

Las arquetas serán dobles de 900 mm x 1425 x 1200 mm.

En los planos de perfil y planta del Documento 3 – Planos se indica el tipo y la ubicación de las arquetas de telecomunicaciones.

Los cables de telecomunicaciones no se deberán introducir en las cámaras de empalme de los cables de potencia para lo cual se realizará un desvío por fuera de la cámara de empalme desde la zanja conjunta de los cables de potencia y de los cables de telecomunicaciones hasta la arqueta doble de telecomunicaciones situada en las proximidades de la cámara de empalme.

La zanja tipo de telecomunicaciones para la conexión de los tubos de telecomunicaciones con las arquetas de telecomunicaciones se realizará según el plano nº LST008 y LST009 incluido en el Documento 3 – Planos.

Las arquetas serán según ET202 de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o polipropileno reforzado con cargas minerales con nervaduras exteriores para soportar la presión exterior y según los planos LST003 del Documento 3 – Planos.

Las arquetas se emplearán como “encofrado perdido” relleno sus laterales tanto paredes como solera con hormigón de 25 cm de espesor mínimo en las arquetas dobles. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo hasta recoger el cerco de la tapa de fundición.

En la base de cada arqueta se dispondrá un hueco sumidero con forma circular de 150 mm de diámetro para facilitar el drenaje de las aguas que pueda recoger el conjunto. Debajo de la arqueta se dispondrá un dado de 500x500x500mm de tamaño de árido 20 mm para facilitar el drenaje.

Las arquetas dispondrán de las correspondientes tapas de fundición homologadas con el logotipo de Red Eléctrica, según se trate de instalación en calzada (D-400) o acera (B-125), según se indica en la documentación constructiva.

Los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones entrarán en las arquetas en el punto medio de la cara menor y de forma perpendicular a ella, a una altura de 250 mm desde el suelo de la arqueta. El corte del prefabricado para la entrada de los tubos se realizará mediante corona de corte circular. En ningún caso se permitirá romper el prefabricado a golpes o por cualquier otro medio que no sea el anteriormente descrito.

Las arquetas dobles se instalarán siempre en cada cámara de empalme, al principio y al final de cada perforación dirigida, en la base del apoyo PAS (Paso Aéreo-Subterráneo) y en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie. Estas arquetas serán las arquetas dobles finales de tramo.

En el resto del trazado, se instalarán arquetas dobles intermedias respetando las distancias indicadas en la siguiente tabla:

Instalación arquetas dobles intermedias telecomunicaciones	
Distancia (m) entre cámaras de empalme / cámara de empalme y subestación o cámara de empalme y apoyo transición aéreo-subterráneo	Nº arquetas doble intermedias
≤ 500	0
$500 < x \leq 1000$	1
$1000 < x \leq 1500$	2

Tabla 5. Distancias para instalación de arquetas dobles intermedias de telecomunicaciones

Adicionalmente, se podrán instalar arquetas dobles en los puntos singulares del trazado, en el caso de que el proyectista de la instalación lo considerase necesario.

En todas las arquetas dobles intermedias de telecomunicaciones tanto los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones y los 3 monotubos 1x40 mm instalados en su interior quedarán en paso. Únicamente podrán cortarse, tanto los tubos corrugados de diámetro 160 mm como los monotubos, en las arquetas dobles finales de tramo situadas en las cámaras de empalme, en la base del apoyo PAS (paso aéreo-subterráneo) y en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.

Para asegurar que el enlace de telecomunicaciones se ha ejecutado convenientemente, se llevará a cabo entre tramos completos comprendidos entre arquetas dobles finales de tramo, un ensayo de estanqueidad de todos los monotubos. Se hará taponando un extremo del monotubo, ejerciendo por el otro extremo a través de un compresor de aire dotado de manómetro una presión interna de 7 bares durante 15 min.

Se considerará que el ensayo es apto si una vez estabilizada la presión inicial de ensayo, no se producen variaciones de la misma (o lo que es lo mismo, no se producen pérdidas de aire) durante los 15 minutos de monitorización posterior.

6.5.4 Mandrilado

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos (tubos de los cables de potencia, tubos de los cables de acompañamiento y tubos de telecomunicaciones).

Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo, debiendo ser el diámetro de las esferas $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

En aquellos casos en los que un mismo tramo conste de tubos de características variables (por ejemplo: cuando ese tramo conste de una perforación dirigida) deberá realizarse un mandrilado parcial en cada uno de los subtramos con los mandriles adecuados a las dimensiones interiores de los tubos de cada tramo, así como un mandrilado completo de todo el tramo utilizando en este caso un mandril cuyas dimensiones garanticen que el diámetro de las esferas sea $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandricular.

Para los tubos de los cables de potencia y de los cables de acompañamiento las dimensiones de los mandriles se indican en el Documento 3 – Planos, en los planos nº LSMA003 y LSMA004 respectivamente.

La operación de mandrilado de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento se realizará según se describe a continuación:

- Tirando de la cuerda guía existente en los tubos se instalará en su interior un cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm.
- En uno de los extremos de la canalización se conectará al cable piloto el conjunto antigiratorio+cepillo+mandril y en el otro extremo el cabrestante (o máquina de tiro que disponga de registradora digital, como mínimo cada 5 m, de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido)
- A continuación, se realizará el tarado de la registradora digital, de tal forma que el origen de los registros coincida con el origen de la canalización entubada y el final del registro del tramo coincidirá con el final de la canalización entubada.
- El conjunto antigiratorio+cepillo+mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deberá deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar a su vez un nuevo cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm que permitirá extraer el mandril por el lado contrario en caso de quedar atrapado.
- Después se tirará del cable piloto instalando una cuerda guía de $\varnothing \geq 10$ mm y carga de rotura ≥ 1850 kg que sirva para el tendido posterior de los cables de potencia y acompañamiento.

No se permitirá el mandrilado de los tubos de los cables de potencia o acompañamiento tal forma que la cuerda guía arrastrase directamente al conjunto antigiratorio, cepillo y mandril. El esfuerzo durante el mandrilado deberá ser inferior a 750 kg de forma continuada, permitiendo valores de pico máximos de 1000 kg. Por tanto, el esfuerzo máximo de tiro de la máquina de tiro quedará limitado en ese valor.

La operación de mandrilado de los tubos de telecomunicaciones se realizará según se describe a continuación:

- El mandrilado se hará mediante impulsión neumática o “soplado” de un calibre con sonda entre arquetas dobles consecutivas.

Una vez realizado el mandrilado no será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos excepto en los tramos de perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de $\varnothing \geq 6$ mm y carga de rotura ≥ 500 kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación.

6.6 TENDIDO

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización. Antes de empezar el tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin antes de iniciar el tendido de los cables se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación.

Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo, debiendo ser el diámetro de las esferas $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

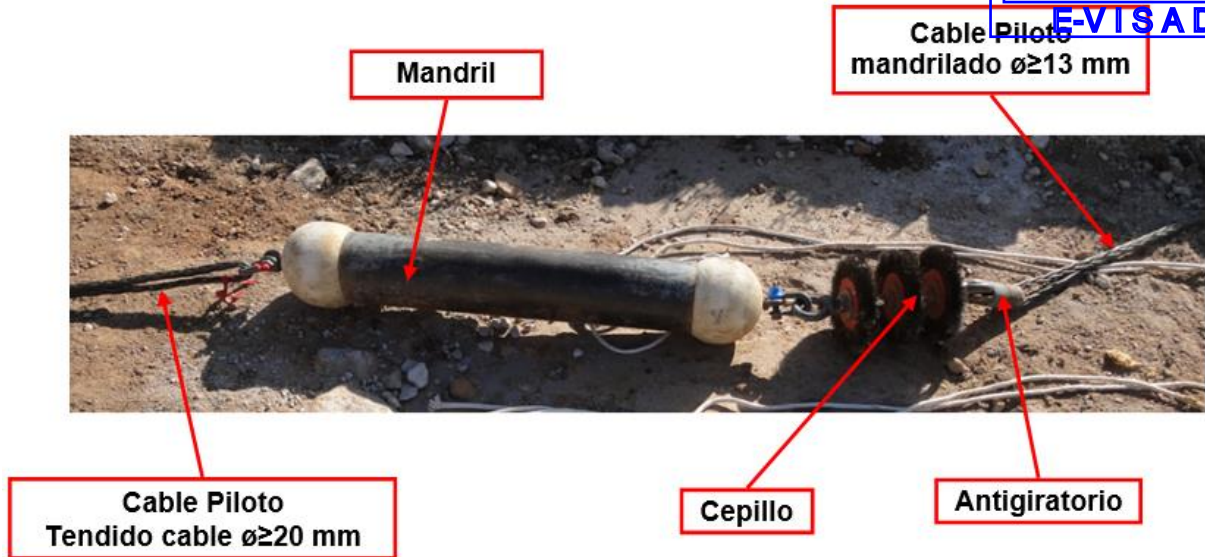
En aquellos casos en los que un mismo tramo conste de tubos de características diferentes (por ejemplo: cuando ese tramo conste de una perforación dirigida) deberá realizarse un mandrilado parcial en cada uno de los subtramos con los mandriles adecuados a las dimensiones interiores de los tubos de cada tramo, así como un mandrilado completo de todo el tramo utilizando en este caso un mandril cuyas dimensiones garanticen que el diámetro de las esferas sea $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

Para los tubos de los cables de potencia y de los cables de acompañamiento las dimensiones de los mandriles se indican en el Documento 3 – Planos, en los planos nº LSMA003 y LSMA004 respectivamente.

La operación de mandrilado de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento se realizará según se describe a continuación:

- Tirando de la cuerda guía existente en los tubos se instalará en su interior un cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm.
- En uno de los extremos de la canalización se conectará al cable piloto el conjunto antigiratorio+cepillo+mandril y en el otro extremo el cabrestante (o máquina de tiro que disponga de registradora digital, como mínimo cada 5 m, de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido)
- A continuación se realizará el tarado de la registradora digital, de tal forma que el origen de los registros coincida con el origen de la canalización entubada y el final del registro del tramo coincidirá con el final de la canalización entubada.
- El conjunto antigiratorio+cepillo+mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deberá deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar a su vez un nuevo cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 20 mm que permitirá extraer el mandril por el lado contrario en caso de quedar atrapado.
- Tirando de este último cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 20 mm se instalará el cable de potencia en el interior de los tubos.

No se permitirá el mandrilado de los tubos de los cables de potencia o acompañamiento de tal forma que la cuerda guía arrastrase directamente al conjunto antigiratorio, cepillo y mandril. El esfuerzo durante el mandrilado deberá ser inferior a 750 kg de forma continuada, permitiendo valores de pico máximos de 1000 kg. Por tanto, el esfuerzo máximo de tiro de la máquina de tiro quedará limitado en ese valor.



El cable piloto para el mandrilado deberá ser de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm y el cable piloto para el tendido de los cables de potencia deberá ser de acero trenzado de diámetro ≥ 20 mm y carga de rotura ≥ 24000 kg (esfuerzo máximo de tiro permitido x coeficiente de seguridad 3).

El cabezal de tiro debe tener forma de “ogiva” o “bala” con aristas redondeadas. Deberá soportar un esfuerzo de tiro ≥ 12000 kg (esfuerzo máximo de tiro permitido x coeficiente de seguridad 1,5).

El cabezal de tiro se unirá al conductor del cable y no se permitirá un diseño de cabezal que transmita ningún esfuerzo sobre el resto de capas del cable.

La conexión entre el cabezal de tiro y el cable piloto se realizará a través de un dispositivo antigiro sin ningún otro elemento de conexión (grilletes, etc...).



Igualmente, antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo y así mismo poder asignar el extremo de la instalación desde donde se debe realizar el esfuerzo de tiro. En el caso de trazado con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 10°.

Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso, próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

En el caso de que la bobina esté protegida con duelas de madera, debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

El manejo de la bobina se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se deberá hacer sobre suelo blando, y deberá evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y **AVISADO**. Tanto el cabrestante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

Los cabrestantes se utilizarán para tirar de los cables por medio de cables pilotos auxiliares y estarán accionados por un motor autónomo que deberá permitir el control de la velocidad de tendido y del esfuerzo de tiro. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de dispositivo de parada automática y registrador digital de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido como mínimo cada 5 metros. Deberá cumplir con lo estipulado en el RD 1215/97, marcado CE o la legislación correspondiente en vigor. Antes del inicio de los trabajos, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizará en función de las tracciones a realizar. La máquina de tiro y su registrador digital deberá disponer del correspondiente certificado de calibración vigente.

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado. Los pies de soporte del eje deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. El cable, al salir de la bobina, se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades y para que el cable no pueda adoptar radios de curvaturas inferiores al mínimo permitido. Deberá disponer de dinamómetro y el sistema de frenado deberá ser adecuado a la bobina a tender. Deberá cumplir con lo estipulado en el R.D. 1644/08 (marcado CE) o adecuación según RD 1215/97 o la legislación correspondiente en vigor. El dispositivo de frenado deberá ser reversible y actuar de cabrestante en caso de necesidad

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.)

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radioteléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radioteléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido. A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina.

La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la posición de la misma alrededor de su eje y en el sentido indicado por el fabricante.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, o mediante boquillas protectoras.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre los rodillos y tubos.

El desenrollado deberá ser lento, para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión con el consiguiente trabado del cable.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hará que ésta siga desenrollando cable, lo que llevará a la formación de un bucle.

Queda terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

El esfuerzo durante el tendido de los cables deberá ser inferior a 6000 kg de forma continuada permitiendo valores de pico máximos de 8000 kg y/o inferiores a los esfuerzos máximos de tiro especificados en la ficha técnica del fabricante del cable. Se deberá limitar la máquina de tiro al esfuerzo de tiro máximo permitido. La velocidad máxima de tendido será 20 m/min. Será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de las bobinas.

Se deberá realizar un estudio de las tracciones necesarias para efectuar el tendido, con el fin de que, debido al trazado de la línea, no sea preciso sobrepasar las tracciones antes mencionadas.

Para disminuir el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, se deberá poner en la cubierta exterior del cable, siguiendo las instrucciones del fabricante, antes de introducirlo en el tubo. Estará prohibido el tendido de cables por el interior de tubos sin aplicar grasa neutra.

Igualmente, para reducir el esfuerzo de tiro se podrán usar arquetas intermedias utilizando rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo, para evitar el rozamiento entre el cable y el tubo. En el caso de que las arquetas sean provisionales, se les dará continuidad, una vez tendido el cable, mediante tubos cortados o medias cañas que, a su vez, serán hormigonados.

Se deberá tener especial cuidado cuando el tendido de la bobina llegue a su final, ya que se deberá tener previsto un sistema, que sujete la cola del cable y a la vez mantenga la tensión de tendido.

En el caso de temperaturas inferiores a 5 °C, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 °C no se permitirá realizar el tendido del cable.

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos en las cámaras de empalme y en los sótanos GIS para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante un procedimiento de impermeabilización aprobado por Red Eléctrica.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja, zonas de empalme y terminales, sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termo retráctiles.

Cuando dos cables vayan a ser empalmados sus puntas se tenderán hasta el final de la cámara de empalme para conseguir el suficiente solapamiento que permita realizar el empalme con seguridad, ya que al haber sido sometidas las puntas de los cables a un mayor esfuerzo, podrían haberse producido desplazamientos entre las capas que constituyen los cables.

6.7 COMUNICACIONES

Para el sistema de comunicaciones se tenderá 1 cable dieléctrico antirroedores monomodo de 48 fibras ópticas que mantendrá el mismo trazado que el cable de potencia.

Estos cables irán alojados en los tubos de telecomunicaciones de diámetro 40 mm según se indica en el plano LSZ017.

6.8 ENSAYOS

Los cables de potencia y accesorios utilizados deberán cumplir todos los ensayos de rutina, ensayos tipo y ensayos de precalificación indicado en la norma siguiente:

- UNE 211632-1: "Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m=42kV$) hasta 150 kV ($U_m=170$ kV). Parte 1: "Métodos de ensayo y requisitos."

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, terminales, etc.) se han instalado correctamente se deberán realizar los siguientes ensayos sobre la instalación totalmente terminada según establece la Especificación Técnica de Red Eléctrica de España número ET160 "Ensayos de puesta en servicio de líneas subterráneas".

1. Ensayo de verificación del orden de fases.
2. Ensayo de medida de la resistencia del conductor
3. Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla
4. Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable.
5. Ensayo de descargas parciales
6. Ensayo de tensión sobre el aislamiento.
7. Ensayo de medida de la capacidad
8. Ensayo de medida de impedancias
9. Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra.

7 CRUZAMIENTOS DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

7.1 TRAMO AÉREO

7.1.1 Normas generales sobre cruzamientos

Las normas aplicables a los cruzamientos de la línea están recogidas en el apartado 5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero

La seguridad en los cruzamientos se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

- En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.
- El conductor y el cable de tierra tienen una carga de rotura muy superior a 1.200 daN.

A continuación, se incluye la tabla base para determinar distancias y se detallan distintos casos de cruzamiento con las distancias de seguridad para este proyecto.

Tensión más elevada de la red (kV)	D _{el} (metros)	D _{pp} (metros)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

Tabla 6. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

Este apartado corresponde al punto 5.4.2 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} , con un mínimo de 0,2 m.

El valor de D_{el} viene indicado en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la red, siendo D_{el} para líneas de 66 kV igual a 0,7 m.

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

Este apartado corresponde al punto 5.5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima al terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables vendrá dada por la fórmula.

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

con un mínimo de 6 m.

Los valores de D_{el} se indican en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la línea. Por tanto, la distancia mínima será de 6 m para líneas de 66 kV

Distancias a líneas eléctricas aéreas ó líneas aéreas de telecomunicación

Este apartado corresponde al punto 5.6 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas de baja tensión.

En el cruce con líneas eléctricas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada.
 En este caso, la línea proyectada es de tensión superior a la que se cruza.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, atendiendo a los criterios que se exponen a continuación:

La distancia entre los conductores de la línea inferior y los elementos más próximos de los apoyos de la línea superior no será inferior al valor dado por la fórmula:

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

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión 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.

Los valores de D_{el} se indican en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la línea de inferior tensión.

La distancia vertical mínima entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

Tomando el valor de D_{add} que corresponda para la tensión nominal de la línea según la tabla siguiente:

Tensión nominal de la red (kV)	D_{add} (m)
66	2,5
132	3
220	3,5
400	4

Tabla 7. Distancias de aislamiento adicional

La distancia mínima vertical entre fases en el punto de cruce resulta de 3,5 m para líneas de 66 kV.

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea inferior, en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

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

Por tanto, esta distancia mínima será 2,2 m para líneas de 66 kV.

Distancias a carreteras, ferrocarriles, tranvías y trolebuses

Este apartado corresponde a los puntos 5.7, 5.8 y 5.9 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de las carreteras o sobre las cabezas de los carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar viene dada por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 7 m.

Para líneas de categoría especial, D_{add} tiene el valor de 7,5 m. y D_{el} se indica en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima según la ITC-LAT de 8,2 m para líneas de 66 kV.

Para los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su flecha máxima vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de:

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

con un mínimo de 4 m.

D_{el} se indica en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la red. Si no se indica tanto la distancia mínima de 4,2 m para líneas de 66 kV

Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Este apartado corresponde al punto 5.11 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima entre los conductores y la superficie del agua, para el máximo nivel que pudiera alcanzar ésta, viene dada por la fórmula:

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

siendo G el gálibo. Los valores de D_{el} se indican en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la línea.

Para líneas de 66 kV de tensión nominal y con gálibo no definido, la distancia mínima según el Reglamento debe ser de 8,9 metros.

Paso por zonas de bosques, árboles y masas de arbolado

Este apartado corresponde al punto 5.12.1 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Frecuentemente los árboles entran en contacto con las líneas eléctricas debido principalmente al crecimiento natural del árbol, al desprendimiento de una rama por el viento o a la caída del árbol, bien por la mano del hombre o por el efecto de los vientos huracanados, reduciéndose así la distancia entre sus copas y los conductores. Esto provoca accidentes personales o interrupciones del servicio, ya que se generan intensidades elevadas que al descargar en forma de arcos producen incendios que pueden propagarse.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de

la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada por la misma distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

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

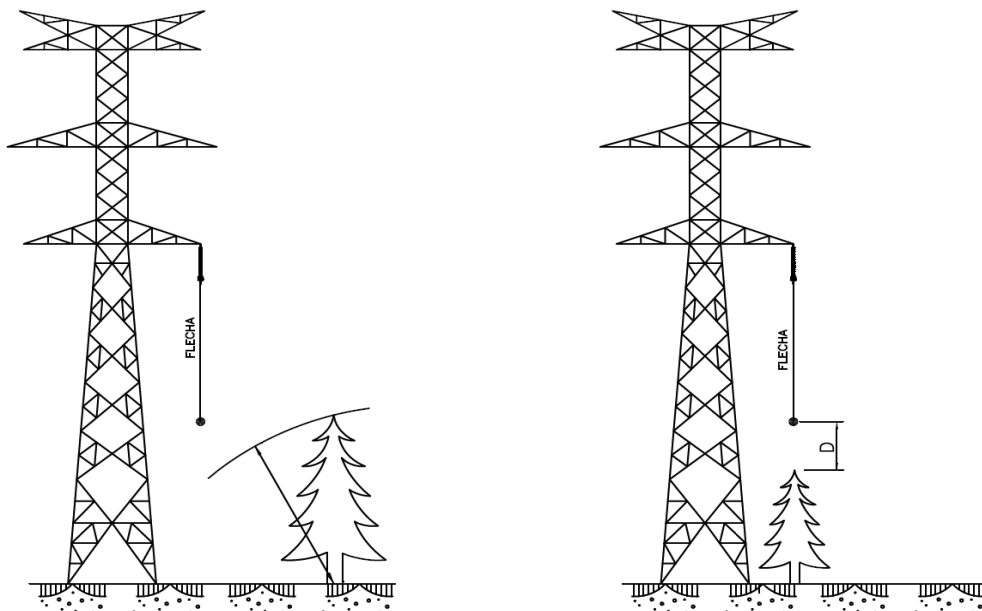
con un mínimo de 2 metros. Los valores de D_{el} se indican en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la línea.

Por tanto, la zona de corta de arbolado se extenderá a las distancias explosivas que se indican a continuación, de forma que los árboles queden siempre a esta distancia mínima del conductor de 2,2 m para líneas de 66 kV.

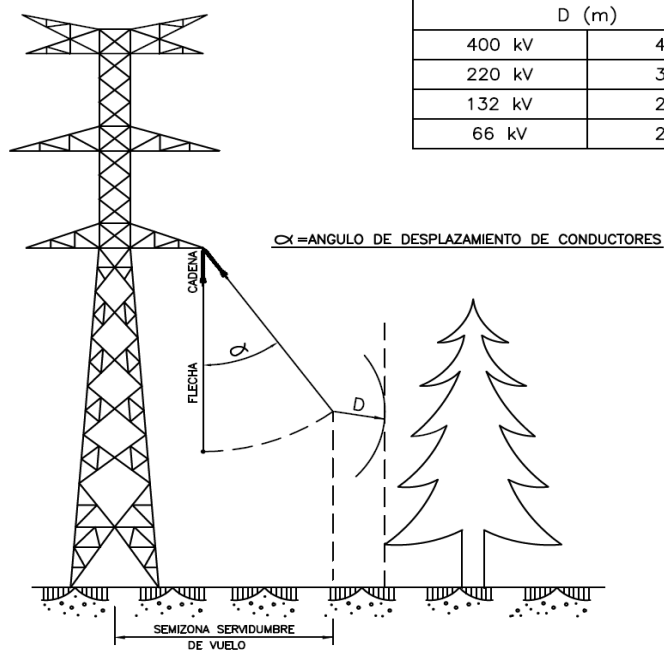
Con el fin de evitar una deforestación innecesaria y un perjuicio para los propietarios, la zona a ocupar no será constante a lo largo de la línea, pues dependerá de la altura del arbolado y su posición con respecto a la línea. Si el terreno está inclinado la zona de influencia no será simétrica, debiendo desplazarse hacia la parte que alcanza mayor altura. La otra parte podría reducirse hasta alcanzar una separación de la distancia explosiva con la vertical del conductor. En un barranco los conductores quedan muy por encima de las copas de los árboles, por lo que la zona de corta de arbolado sería mínima.

Se adjunta en la presente memoria unos planos en los que se muestra lo anteriormente expuesto en este epígrafe.

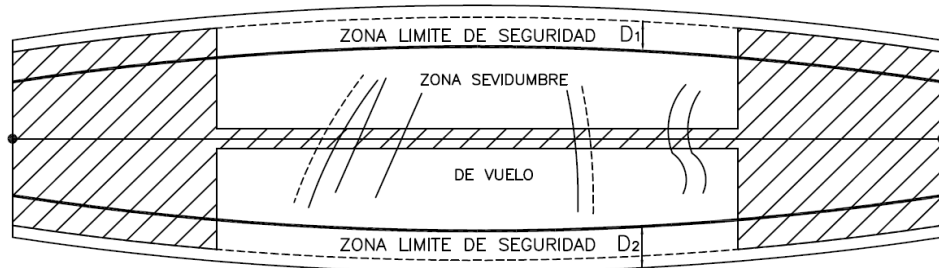
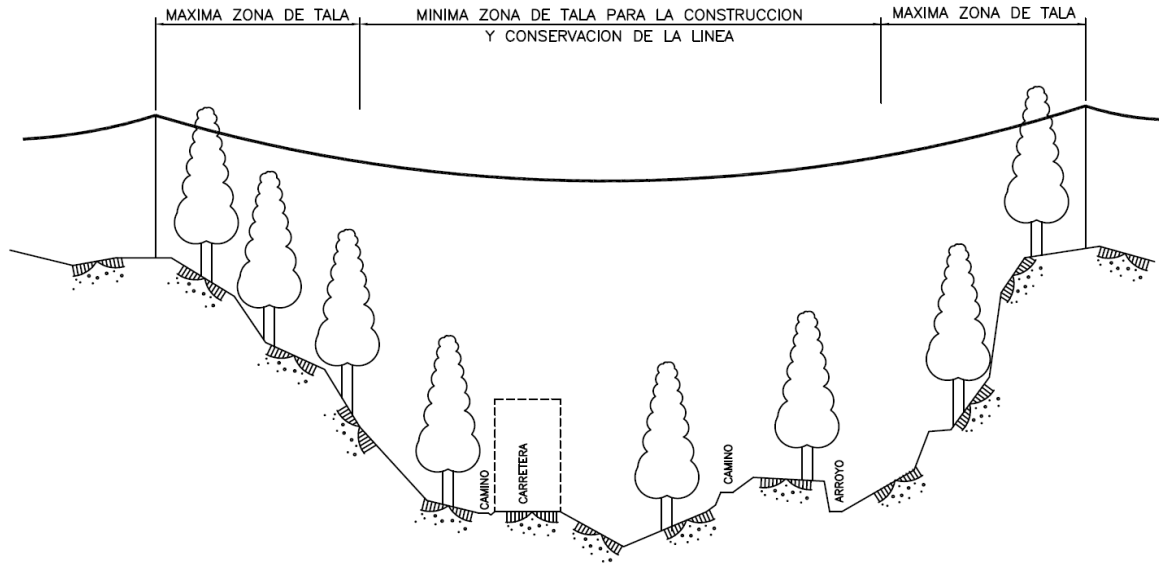
SERVIDUMBRE DE VUELO DISTANCIA EXPLOSIVA



DISTANCIA AL ARBOLADO D (m)	
400 kV	4,30
220 kV	3,20
132 kV	2,70
66 kV	2,20



SERVIDUMBRE DE VUELO ZONAS DE SEGURIDAD



	ARBOLADO D1 (m)	EDIFICACIONES D2 (m)
400 kV	4,30	6,10
220 kV	3,20	5,00
132 kV	2,70	5,00
66 kV	2,20	5,00



Proximidad a parques eólicos

Este apartado corresponde al punto 5.12.4 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, queda prohibida la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja de terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura total del aerogenerador, incluida la pala, más 10 m.

7.1.2 Relación correlativa de cruzamientos

Relación de cruzamientos línea a desmantelar:

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM ETRS 89		Hoja en L002
Nº de cruzamiento	Nº de alineación	Apoyo inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y	
1-1	1	T-9	Tubería	Tubería de abastecimiento de agua	Abaqua		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508324	4407382	2
1-2		T-9	Línea Eléctrica Subterránea	LSAT 66kV San Martín-Alcudia 1	Red Eléctrica		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508321	4407376	2
2-1		T-10	Línea Eléctrica Subterránea	LSAT 66kV	Red Eléctrica		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508322	4407376	2
2-2		T-10	Línea Eléctrica Aérea	LAMT	E-Distribución		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508309	4407352	2
2-3		T-10	Gasoducto	Gasoducto	Redexis		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508211	4407166	2
2-4		T-10	Camino	Camino acceso	Ayuntamiento de Alcudia		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508214	4407170	2
3-1	2	T-11	Tubería	Tubería Saneamiento	Ayuntamiento de Alcudia		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508108	4407101	2
3-2		T-11	Línea eléctrica aérea	LABT	E-Distribución		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508100	4407096	2
3-3		T-11	Línea Eléctrica Subterránea	LSAT 660kV San Martín – Alcudia 1	Red Eléctrica		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508098	4407095	2

Tabla 8. Relación de cruzamientos línea a desmantelar

7.2 TRAMO SUBTERRÁNEO

7.2.1 Normas generales sobre cruzamiento y paralelismos

Los cables de energía eléctrica cruzarán por debajo de las instalaciones existentes en la medida de lo posible. En casos en los que la profundidad sea excesiva se podrá considerar una configuración de los cables en un plano horizontal, con el fin de garantizar la correcta disipación de calor.

En la siguiente tabla se indican las condiciones que deben cumplir los cruzamientos y paralelismos de los cables subterráneos con otros servicios, en los distintos casos particulares:

Instalación afectada	Tipo de afección	Condiciones
Otros cables de energía eléctrica: Líneas de BT y líneas de AT	Cruce	≥ 25 cm entre cables de energía eléctrica. Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión
	Paralelismo	≥ 25 cm entre cables de energía eléctrica
Cables de telecomunicación	Cruce	≥ 20 cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones. Distancia del punto de cruce al empalme ≥ 1 m
	Paralelismo	≥ 20 cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones
Agua	Cruce	≥ 20 cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas ≥ 1 m del punto de cruce
	Paralelismo	20 cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas ≥ 1 m del punto de cruce. Distancia mínima ≥ 20 cm en proyección horizontal. Entre aristas importantes de agua y cables eléctricos ≥ 1 m, La canalización de agua por debajo del nivel de los cables eléctricos
Gas	Cruce	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable ≥ 40 cm. Empalmes y juntas ≥ 1 m
	Paralelismo	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable ≥ 40 cm. Empalmes y juntas ≥ 1 m
Saneamiento de pluviales y fecales	Cruce	Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas.
	Paralelismo	-
Calles y carreteras	Cruce	Canalización entubada hormigonada. $\geq 0,8$ m desde la parte superior del tubo a la rasante del terreno. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del vial
	Paralelismo	-

Instalación afectada	Tipo de afección	Condiciones
Ferrocarriles	Cruce	Canalización entubada hormigonada. $\geq 1,1$ m desde la parte superior del tubo a la cara inferior de la traviesa. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del ferrocarril
	Paralelismo	-

Tabla 8. Cruzamientos

1. En paralelismo se procurará evitar que los cables eléctricos queden en el mismo plano vertical que el servicio afectado.
2. Deberán tenerse en cuenta los condicionantes de cada Ayuntamiento así como las condiciones establecidas por cada organismo afectado.

7.2.2 Relación correlativa de cruzamientos y paralelismos

Relación de cruzamientos							COORDENADAS UTM ETRS 89			
Nº de cruzamiento	Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y	Huso	Hoja plano L002
1	Abastecimiento	Tubería de abastecimiento de agua	Abaqua	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508337	4407392	31	3
2	Línea eléctrica aérea	Línea aérea de Media Tensión	E-Distribución	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508265	4407334	31	3
3	Línea eléctrica subterránea	LSAT 220 kV EC San Martín – San Martín	Red Eléctrica	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508064	4407187	31	4
4	Línea eléctrica aérea	Línea aérea de Baja Tensión	E-Distribución	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508066	4407176	31	4
5	Tubería	Tubería de abastecimiento en desuso	Abaqua	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508070	4407166	31	4
6	Línea eléctrica aérea	Línea aérea de Media Tensión	E-Distribución	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508071	4407162	31	4
7	Gasoducto	Gasoducto Sonalcu	Redexis	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508071	4407162	31	4
8	Línea eléctrica subterránea	LSAT 66 kV San Martín-Alcudia 2	Red Eléctrica	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508091	4407110	31	4

Tabla 9. Relación de cruzamientos y paralelismos

Relación de paralelismos

Nº de paralelismo	Paralelismo	Descripción del paralelismo	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio
1	Abastecimiento	Tubería de abastecimiento de agua	Abaqua	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares
2	Línea eléctrica subterránea	LSAT 220 kV EC San Martín – San Martín	Red Eléctrica	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia
3	Línea eléctrica subterránea	LSAT 66 kV San Martín-Alcudia 2	Red Eléctrica	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia

8 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS NECESARIAS PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DEL REAL DECRETO 1432/2008

8.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN

Al tratarse de una línea eléctrica de categoría especial se cumple lo indicado en el artículo 6 del Real Decreto 1432/2008 en lo relativo a medidas antielectrocución. Las distancias entre conductores y elementos no aislados de las torres son superiores a las medidas que se indican en el citado Real Decreto.

8.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA COLISIÓN

La instalación proyectada llevará instalados salvapájaros tipo aspa en vano T-9 - T-10N a modificar. Se instalarán cada 5 m.

Se incluye plano del modelo de salvapájaros a instalar y de la cadencia de los mismos.

9 ACCESOS

9.1 NORMAS GENERALES SOBRE ACCESOS

Los accesos necesarios para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario, se llevarán a cabo según los siguientes criterios:

- Sobre los caminos privados existentes y en buen estado.
- Sobre las fincas afectadas adyacentes al camino existente (en los márgenes) para el paso o ubicación temporal de maquinaria durante la fase de construcción.
- En las fincas sobre las que haya que construir un nuevo acceso, la servidumbre de paso comprenderá la explanada a realizar.

La actuación sobre un acceso puede crear la necesidad de afectar una construcción existente (muro, pozo, verja, acequias, etc.) ocasionándole daños, que RED ELÉCTRICA repondrá y/o indemnizará, así como se responsabilizará del mantenimiento de todos los servicios necesarios para la adecuada explotación y uso de las fincas afectadas durante la ejecución de las obras, realizando todas aquellas actuaciones que resulten necesarias, aun cuando fuera con carácter provisional y sin perjuicio de su reposición definitiva.

9.2 CRITERIO Y SELECCIÓN DE APOYOS

De entre las diferentes alternativas válidas para la ejecución de un camino de acceso, la selección de la óptima se realiza, no sólo en base a los criterios técnicos anteriormente expuestos, sino que se consideran también criterios ambientales, de manera que produzca sobre el medio ambiente el menor impacto posible y criterios socioeconómicos, de forma que la afección al propietario también se minimice.

10 RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERIAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA

COMUNIDAD AUÓNOMA DE ISLAS BALEARES

- Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA)
- E-Distribución Redes Digitales S.L.U.
- Redexis

11 RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS

COMUNIDAD AUÓNOMA DE ISLAS BALEARES

- Ayuntamiento de Alcudia



Zaragoza, mayo de 2025

El Ingeniero Industrial
al servicio de SATEL

David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE
DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 KV SIMPLE CIRCUITO
MODIFICACION DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1
(TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTÍN)

DOCUMENTO 2
CÁLCULOS

DOCUMENTO Nº 2

CÁLCULOS



Nº de páginas

CAPÍTULO 1: CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES	8
CAPÍTULO 2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	33
CAPÍTULO 3: AISLAMIENTO	3
CAPÍTULO 4: CÁLCULO DE LOS APOYOS.....	14
CAPÍTULO 5: CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES.....	4



Zaragoza, mayo de 2025

El Ingeniero Industrial
al servicio de SATEL

David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R

CAPITULO 1

CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES

1.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES	2
1.2 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES DE GUARDA	5
1.2.1 Cálculo mecánico cable compuesto tierra-óptico	5
1.3 VANOS REGULADORES. RESUMEN DE SERIES	8

1.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES

El conductor a emplear es el CONDUCTOR AL/AW GULL (Aluminio y acero recubierto de aluminio).

Características del conductor AL/AW GULL

-Denominación.....	CONDUCTOR AL/AW GULL
-Sección total.....	381 mm ²
-Sección Al.....	337,3 mm ²
-Sección Acero recubierto de aluminio.....	43,7 mm ²
-Diámetro.....	25,4 mm
-Peso.....	1,199 daN/m
-Carga de rotura.....	10.980 daN
-Módulo de elasticidad.....	6.728 daN/mm ²
-Coeficiente de dilatación.....	0,0000202/°C
-Resistencia unitaria a 20°C.....	0,082 ohm/km

ZONA A

Las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (17,6%)

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,199 \text{ daN/m} \quad T_i = 1.932,48 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento 140 km/h $W = 68,056 \text{ daN/m}^2$

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 2,104 \text{ daN/m}$$

2. Flecha máxima temperatura

$$T = 85^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,199 \text{ daN/m}$$

3. Flecha máxima viento (120 km/h) $W = 50 \text{ daN/m}^2$

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,747 \text{ daN/m}$$

4. Flecha mínima

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,199 \text{ daN/m}$$

5. Desviación de cadenas $W = 25 \text{ daN/m}^2$

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,357 \text{ daN/m}$$

6. Control de vibraciones

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,199 \text{ daN/m}$$

Estudio mecánico del conductor

Conductor						
Conductor	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,199	10.980	6.728	0,0000202

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
158	15	1,199	17,6	1.932,48	A

Hipótesis Finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Tracción máxima viento	-5	0	750	0	68,056	25,4	1,729	1,199	2,104
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha Máxima Temperatura 1	85	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha Máxima Temperatura 2	50	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha Máxima Viento	15	0	750	0	50	25,4	1,27	1,199	1,747
Flecha mínima	-5	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Desviación de cadenas	-5	0	750	0	25,004	25,4	0,635	1,199	1,357
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Resultados						
Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (daN)	Flecha(m)	Coefficiente seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-5	2,104	3.032	0,54	3,62	1.441
EDS	15	1,199	1.932	0,48	5,68	1.611
Flecha Máxima Temperatura 1	85	1,199	612	1,53	17,94	510
Flecha Máxima Temperatura 2	50	1,199	942	0,99	11,66	786
Flecha Máxima Viento	15	1,747	2.126	0,64	5,16	1.217
Flecha mínima	-5	1,199	2.831	0,33	3,88	2.361
Desviación de cadenas	-5	1,357	2.861	0,37	3,84	2.108
Control de vibraciones	-5	1,199	2.831	0,33	3,88	2.361

1.2 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES DE GUARDA

1.2.1 Cálculo mecánico cable compuesto tierra-óptico

Se instalará, 1 cable compuesto tierra-óptico, que tiene las siguientes características:

-Denominación.....	CABLE OPGW 17 kA 48FO G652D
-Sección total.....	119 mm ²
-Diámetro.....	15,3 mm
-Peso.....	0,68 daN/m
-Carga de rotura.....	10.000 daN
-Módulo de elasticidad.....	12.000 daN/mm ²
-Coeficiente de dilatación.....	0,0000141 /°C

ZONA A

Las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (11,2%)

$$T = 15^{\circ} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m} \quad T_i = 1.120 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento 140 km/h $W = 81,667 \text{ daN/m}^2$

$$T = -5^{\circ} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,423 \text{ daN/m}^2$$

2. Flecha máxima temperatura

$$T = 50^{\circ} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m}$$

3. Flecha máxima viento 120 km/h $W = 60 \text{ daN/m}^2$

$$T = 15^{\circ} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,142 \text{ daN/m}$$

4. Flecha mínima

$$T = -5^{\circ} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m}$$

5. Control de vibraciones

$$T = -5^{\circ} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m}$$

Estudio mecánico del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CABLE OPGW 17 kA 48FO G652D	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
158	15	0,68	11,2	1.120	A

Hipótesis Finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Tracción máxima viento	-5	0	750	0	81,667	15,3	1,25	0,68	1,423
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima temperatura	50	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima viento	15	0	750	0	60	15,3	0,918	0,68	1,142
Flecha mínima	-5	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Resultados						
Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (daN)	Flecha(m)	Coefficiente seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-5	1,423	1.659	0,67	6,03	1.166
EDS	15	0,68	1.120	0,47	8,93	1.647
Flecha máxima temperatura	50	0,68	666	0,8	15,02	979
Flecha máxima viento	15	1,142	1.279	0,7	7,82	1.120
Flecha mínima	-5	0,68	1.466	0,36	6,82	2.156
Control de vibraciones	-5	0,68	1.466	0,36	6,82	2.156

1.3 VANOS REGULADORES. RESUMEN DE SERIES

A continuación, se da la relación de todas las series y los vanos reguladores de cada una de ellas.

Nº de serie	Torre inicial		Torre final		Longitud serie (m)	Vano regulador (m)
	Nº	Tipo	Nº	Tipo		
Serie 1	T-9	Existente	T-10N	S1B 1CT	158,12	158,12

CAPÍTULO 2

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1 INTRODUCCIÓN	2
2.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AEREA	3
2.3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	4
2.3.1 Intensidad máxima admisible en régimen permanente	4
2.3.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito.....	7
2.3.3 Cálculo de impedancias	9
2.3.4 Tensión inducida en las pantallas metálicas	10
2.3.4.1 Cálculo de las sobretensiones temporales	10
2.3.4.2 Selección LTP's en función de las sobretensiones temporales	14
2.3.4.3 Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables en función de las sobretensiones temporales.	15
2.3.4.4 Selección de LTP's en función de las sobretensiones transitorias	16
2.3.4.5 LTP's a instalar	20
2.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	22
2.4.1 Normas generales	22
2.4.2 Clasificación de los apoyos según su ubicación	22
2.4.3 Listado de apoyos	25
2.4.4 Diseño del sistema de puesta a tierra.....	25
2.4.5 Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra.....	27

2.1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los cálculos eléctricos correspondientes a la Modificación de la línea aérea-subterránea de transporte de energía eléctrica a 66 kV de simple circuito "San Martín-Alcudia 1".

Los cálculos realizados son los siguientes:

- Capacidad de Transporte.
- Parámetros de la línea (resistencia, reactancia, susceptancia)
- Caída de tensión.
- Efecto corona.

Las características de la línea aérea-subterránea San Martín-Alcudia 1 y las hipótesis de cálculo utilizadas son las siguientes:

- Tipo de apoyo predominante: ESTRUCTURA METALICA LINEAS
- Longitud de la parte aérea: 0,158 km
- Conductor de fase: Gull AW
- Conductores de tierra: OPGW Tipo I 17kA
- Frecuencia de cálculo: 50 Hz
- Altitud media de la línea sobre el nivel del mar: 18 m
- Cálculos realizados para resistividad del terreno: 100 ohm.m
- Cadenas de aisladores predominante: Suspensión
- Temperatura máxima de trabajo del conductor: 85°C
- Velocidad del viento perpendicular al conductor: 0,6 m/s

2.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AEREA

Las modificaciones recogidas en este Proyecto cambian únicamente un tramo aéreo de 389m que pasa a ser subterráneo, por lo que no tienen influencia en el cálculo eléctrico del tramo aéreo existente a mantener.

Además, no se considera el cálculo de la caída de tensión debido a que la red de 66 kV en los sistemas no peninsulares está considerada como Red de Transporte y, por tanto, tiende a tener carácter mallado. Las caídas de tensión en los extremos de las líneas vienen determinadas por el flujo de cargas del conjunto de la red y no exclusivamente por el flujo a través de la propia línea. Cualquier problema de caída de tensión se resuelve observando la Red de Transporte como un todo, ejecutando desarrollos de red, ya sea de mallado o de inclusión de elementos de compensación de reactiva, o influyendo en la generación de los nudos afectados.

2.3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA SUBTERRÁNEA

2.3.1 Intensidad máxima admisible en régimen permanente

El cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente se ha realizado con la aplicación CYMCAP que realiza el cálculo aplicando la norma IEC 60287 (equivalente a la norma UNE 21144).

La intensidad máxima admisible se obtiene aplicando la fórmula general siguiente:

$$I = \frac{\sqrt{\Delta\theta - W_d(0,5T_1 + T_3 + T_4)}}{RT_1 + R(1 + \lambda_1)(T_3 + T_4)}$$

Siendo:

- I Corriente de cortocircuito admisible A
- $\Delta\theta$ Calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente °C
- W_d Pérdidas dieléctricas por unidad de longitud entre conductor y pantalla K.m/W
- T_1 Resistencia térmica por unidad de longitud entre conductor y la pantalla K.m/W
- T_3 Resistencia térmica por unidad de longitud de la cubierta exterior K.m/W
- T_4 Resistencia térmica por unidad de longitud entre la superficie del cable y el medio ambiente K.m/W
- R Resistencia del conductor en corriente alterna, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio Ω/m
- λ_1 Factor de pérdidas en la pantalla metálica

Se ha calculado la capacidad de transporte para el caso más desfavorable, que es en la zanja existente en la SE San Martín de 1,4m de profundidad, la cual comparte con otro circuito:

Caso	Tipo de cable	Tipo de conexión de pantallas	Tipo de canalización	Prof. (m)	CdT (MVA)
1	RHZ1-RA+2OL(AS) 36/66 kV 1x1000KAL+H135	Single Point	Zanja DC Plano LSZ017 E	1,4	89,24

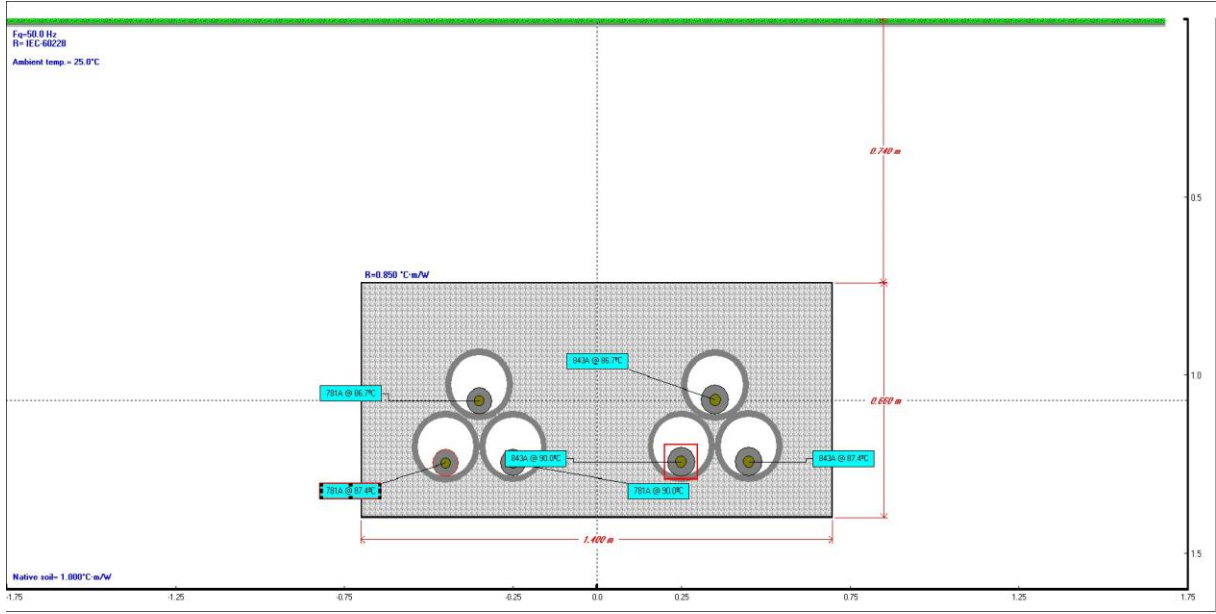
La intensidad máxima admisible en régimen permanente de la línea subterránea de transporte de energía eléctrica a 66 kV San Martín – Alcuía resulta ser 780,7 A/circuito (89,24 MVA/circuito).

Los resultados más representativos, obtenidos con la aplicación CYMCAP se muestran a continuación:

Variable	Description	Unit	Cables					
			1	2	3	4	5	6
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3	4	5	6
General Input Data								
Cable ID	Cable Equipment ID		66_N01_2017	66_N01_2017	66_N01_2017	66_1	66_1	66_1
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1	2	2	2
Phase	Cable Phase		A	B	C	A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,45	-0,25	-0,35	0,25	0,45	0,35
y	Y coordinate	[m]	1,25	1,25	1,07	1,24	1,24	1,07
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
Ampacity								
I	Steady State Ampacity	[A]	780,7	780,7	780,7	843,2	843,2	843,2
Temperatures								
θ_c	Conductor temperature	[°C]	87,4	90,0	86,7	90,0	87,4	86,7
θ_s	Sheath/Shield temperature	[°C]	80,7	83,3	80,1	82,8	80,2	79,6
θ_a	Armour temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
θ_{surf}	Cable surface temperature	[°C]	78,9	81,5	78,3	81,1	78,6	77,9
θ_{duct}	Duct surface temperature	[°C]	68,4	71,0	67,7	71,1	68,5	67,8
Resistances								
R_0	DC Resistance of the conductor at 20°C	[Ω/km]	0,0291	0,0291	0,0291	0,0247	0,0247	0,0247
R	AC Resistance of the Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,03931	0,0396	0,03924	0,03446	0,03422	0,03415
ys	Skin Effect Factor		0,05732	0,05642	0,05755	0,07696	0,07815	0,07848
yp	Proximity Effect Factor		0,00519	0,00511	0,0052	0,01104	0,01117	0,01121
Losses								
Wc	Conductor Losses	[W/m]	23,95891	24,13638	23,91417	24,49708	24,3266	24,2803
Wd	Dielectric Losses	[W/m]	0,17585	0,17585	0,17585	0,18971	0,18971	0,18971
Ws	Metallic Screen Losses	[W/m]	0,06495	0,06442	0,06509	0,0	0,0	0,0
Wa	Armor/Pipe Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt	Total Losses	[W/m]	24,19971	24,37664	24,1551	24,68679	24,51631	24,47002
λ_1	Screen Loss Factor		0,00271	0,00267	0,00272	0,0	0,0	0,0
λ_2	Armor Loss Factor + Pipe Loss Factor		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

REVISADO

Thermal resistances								
T1	Thermal resistance of insulation	[K.m/W]	0,27717	0,27717	0,27717	0,29318	0,29318	0,29318
T2	Thermal resistance of bedding/medium inside pipe-type	[K.m/W]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T3	Thermal resistance of outer covering	[K.m/W]	0,07415	0,07415	0,07415	0,06678	0,06678	0,06678
T4	External thermal resistance	[K.m/W]	2,22768	2,31675	2,20496	2,27418	2,18659	2,16263



2.3.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR

La corriente de cortocircuito admisible en el conductor se calcula según la norma UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Siendo:

- I_{ad} Corriente de cortocircuito admisible A
 t Duración del cortocircuito s
 K Constante de la naturaleza del metal del conductor..... $A s^{1/2} / m m^2$
 θ_f Temperatura final °C
 θ_i Temperatura inicial °C
 β Valor inverso del coeficiente de variación de la
 resistencia del metal del conductor a 0°C K

S	$m m^2$	1000
Material		Al
t	s	0,5
θ_f	°C	250
θ_i	°C	90
β	K	228
K	$A s^{1/2} m m^2$	94
I_{ad}	kA	84,86

La intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2026 (H2026).

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA

La corriente de cortocircuito admisible en la pantalla metálica constituida por dos metales, hilos de cobre y lámina de aluminio, se calcula según el artículo “E5.3 Study of the behaviour of a n-metal cable screen subject to an adiabatic short-circuit. Jicable’15 - 9th International Conference on Insulated Power Cables”.

$$I_{AD} := \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \left(\text{Sec}_j \cdot \text{Coef_K}_j \cdot \text{Sec}_k \cdot \text{Coef_K}_k \cdot \ln \left(\frac{R_{f_j} \cdot \text{Coef_G}_j \cdot \text{Sec}_j \cdot \text{Coef_K}_j + R_{f_k} \cdot \text{Coef_G}_k \cdot \text{Sec}_k \cdot \text{Coef_K}_k}{R_{i_j} \cdot \text{Coef_G}_j \cdot \text{Sec}_j \cdot \text{Coef_K}_j + R_{i_k} \cdot \text{Coef_G}_k \cdot \text{Sec}_k \cdot \text{Coef_K}_k} \right) \right)}{t}}$$

Siendo:

I_{ad} Corriente de cortocircuito admisible A

t Duración del cortocircuito s

$$\text{Coef_K}_j := \frac{\sqrt{\sigma_{c_j} \cdot (\beta_j + 20 \cdot K)}}{\rho_{20_j}} \quad \text{Coef_G}_j := \sqrt{1 + \left(\frac{\pi \cdot d_j}{P_j} \right)^2} \quad R_{i_j} := \frac{\left(\frac{\theta_i + \beta_j}{20K + \beta_j} \right) \cdot \rho_{20_j}}{\text{Sec}_j}$$

K Constante de la naturaleza del metal del conductor..... $As^{1/2}/mm^2$

β Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal del conductor a 0°C K

θ_f Temperatura final °C

θ_i Temperatura inicial °C

Sec: Sección..... mm2

Pantalla de Hilos de Cobre..... 135 mm2

Lámina de Aluminio..... 30 mm2

P: Paso de hélice..... mm

Pantalla de Hilos de Cobre..... 460 mm

Lámina de Aluminio..... 10^12 mm

D: Diámetro medio..... mm

Pantalla de Hilos de Cobre..... 66 mm

Lámina de Aluminio..... 69,1 mm

ρ_{20} Resistividad eléctrica a 20°C.....

Cobre: $\rho_{20_1} = 1.724 \times 10^{-8} \cdot \Omega \cdot m$

Aluminio: $\rho_{20_2} = 2.84 \times 10^{-8} \cdot \Omega \cdot m$

σ_c Calor específico volumétrico a 20°C..... $\frac{J}{K \cdot m^3}$

Cobre: $\sigma_{c_1} = 3.45 \times 10^6 \cdot \frac{J}{K \cdot m^3}$

Aluminio: $\sigma_{c_2} = 2.5 \times 10^6 \cdot \frac{J}{K \cdot m^3}$

Se obtiene un valor de intensidad admisible de cortocircuito en pantallas de **32,48 Ka**.

La intensidad máxima admisible de cortocircuito de la pantalla metálica es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2026 (H2026).

2.3.3 Cálculo de impedancias

El cálculo de impedancias se ha realizado con la aplicación CYMCAP, teniendo en cuenta que el tipo de cable y las configuraciones de conexión de pantallas presentes en la línea son:

Caso	Tipo de cable	Tipo de conexión de pantallas
1	RHZ1-RA+2OL(AS) 36/66 kV 1x1000KAL+H135	Single Point

Se muestran a continuación los valores de impedancia de secuencia directa (Z1), inversa (Z2) y homopolar (Z0) y admitancia de secuencia directa (Y1), inversa (Y2) y homopolar (Y0).

Caso	Impedancias componentes simétricas [Ω/km]		
	Z0	Z1	Z2
1	0.229238 + j 0.675018	0.039686 + j 0.162973	0.039686 + j 0.162973

Caso	Impedancias componentes simétricas [$\mu S/km$]		
	Y0	Y1	Y2
1	0.121219 + j 121.218635	0.121219 + j 121.218635	0.121219 + j 121.218635

2.3.4 Tensión inducida en las pantallas metálicas

El dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) se realiza conforme al documento "Guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) de las líneas subterráneas) Ref. REE/NORM/2017/35 Ed.1.

2.3.4.1 Cálculo de las sobretensiones temporales

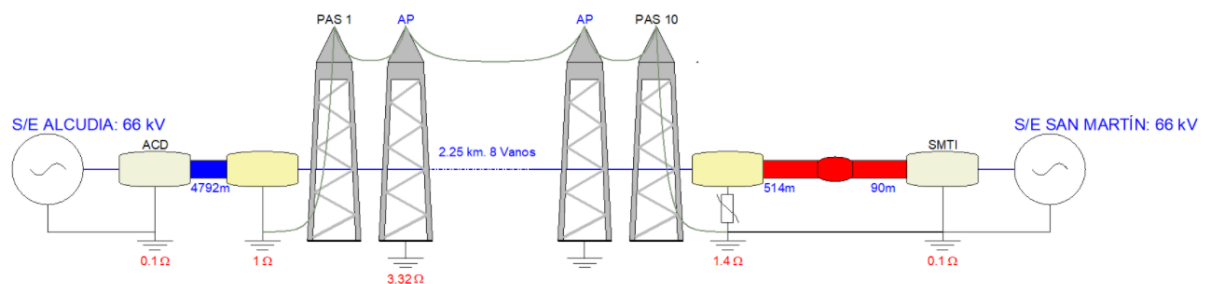
El cálculo de las sobretensiones temporales inducidas en las pantallas metálicas de los cables se ha realizado mediante una herramienta informática, desarrollada conjuntamente entre REE y LCOE, específica para realizar dicho cálculo.

CONSIDERACIONES

En el cálculo de las tensiones inducidas se han considerado los siguientes aspectos:

- Se simula el circuito en su totalidad entre las subestaciones extremas con el sistema de conexionado de pantallas incluido en los planos del presente proyecto.
- Las subestaciones extremas se simulan con sus correspondientes equivalentes Thevenin obtenidos a partir de las corrientes de cortocircuito trifásicas y monofásicas totales en las subestaciones y considerando el aporte a dichos cortocircuitos de la línea objeto del estudio.
- Se han considerado los siguientes valores de resistencias de puesta a tierra:
 - Rt en subestaciones.
 - 0.1 Ω en SE San Martín
 - 0.1 Ω en SE Alcuía
 - Rt en cámaras de empalme. Valor estimado 1 Ω .
 - Rt en apoyo de paso aéreo-subterráneo. Valor estimado 1.4 Ω .
 - Rt en el resto de apoyos de la línea. Valor estimado 3.32 Ω .
- Se han considerado 3 escenarios de valores de resistencia de puesta a tierra:
 - 100% de los valores indicados en el punto anterior
 - 150% de los valores indicados en el punto anterior.
 - 50% de los valores indicados en el punto anterior.
- Los tipos de falta simulados son:
 - Cortocircuito monofásico en la SE San Martín
 - Cortocircuito monofásico en la SE Alcuía
 - Cortocircuito trifásico en la SE San Martín
 - Cortocircuito trifásico en la SE Alcuía

- Fallo en Apoyo 1
- Fallo en Apoyo 10
- Caída conductor izquierdo Apoyo 1
- Caída conductor derecho Apoyo 1
- Caída conductor izquierdo Apoyo 10
- Caída conductor derecho Apoyo 10



Las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas y los aportes de las líneas, en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2026 (H2026), son las siguientes:

SE Alcudia 66 kV:

Corriente trifásica: 14.55 kA, ang = -83.35 °
 Corriente monofásica: 13.16 kA, ang = -80.77 °

Aportación desde SE San Martín 66 kV (ckt 1):
 Corriente trifásica: 5.55 kA, ang = -83.39 °
 Corriente monofásica: 4.18 kA, ang = -86.03 °

Aportación desde SE San Martín 66 kV (ckt 2):
 Corriente trifásica: 7.08 kA, ang = -86.30 °
 Corriente monofásica: 7.41 kA, ang = -79.47 °

SE San Martín 66 kV:

Corriente trifásica: 15.00 kA, ang = -85.25 °
 Corriente monofásica: 13.00 kA, ang = -85.08 °

Aportación desde SE Alcudia 66 kV (ckt 1):
 Corriente trifásica: 0.48 kA, ang = -69.54 °
 Corriente monofásica: 0.35 kA, ang = -75.97 °

Aportación desde SE Alcudia 66 kV (ckt 2):
 Corriente trifásica: 0.62 kA, ang = -72.45 °
 Corriente monofásica: 0.63 kA, ang = -70.44 °

Se muestra a continuación los valores de **tensiones absolutas** obtenidas para cada uno de los accesorios o nudos de la línea subterránea:

Tensiones absolutas (kV) por tipo de falta				
Tipo Falta	Nudo	100.0% Rt (kV)	150.0% Rt (kV)	50.0% Rt (kV)
Falta 3F en ACD	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,10	0,13	0,07
	AP10	0,48	0,49	0,48
	SMTI	0,01	0,01	0,00
Falta 3F en SMTI	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,08	0,10	0,05
	AP10	0,38	0,38	0,37
	SMTI	0,01	0,01	0,00
Falta 1F en ACD	ACD	0,14	0,22	0,06
	AP1	1,61	1,99	1,05
	AP10	1,22	1,21	1,19
	SMTI	0,27	0,38	0,14
Falta 1F en SMTI	ACD	0,12	0,19	0,05
	AP1	1,42	1,77	0,93
	AP10	1,06	1,06	1,03
	SMTI	0,24	0,34	0,12
Fallo Apoyo 1	ACD	0,04	0,03	0,04
	AP1	2,54	3,16	1,63
	AP10	1,50	1,52	1,42
	SMTI	0,34	0,49	0,17
Fallo Apoyo 10	ACD	0,12	0,19	0,06
	AP1	1,40	1,64	0,98
	AP10	0,62	0,56	0,84
	SMTI	0,09	0,14	0,06
Caída conductor izdo. Apoyo 1	ACD	0,06	0,11	0,03
	AP1	0,99	1,25	0,63
	AP10	0,12	0,17	0,07
	SMTI	0,03	0,07	0,01
Caída conductor dcho. Apoyo 1	ACD	0,02	0,03	0,01
	AP1	0,39	0,53	0,22
	AP10	0,49	0,54	0,44
	SMTI	0,12	0,19	0,05
Caída conductor izdo. Apoyo 10	ACD	0,05	0,08	0,02
	AP1	0,63	0,82	0,38
	AP10	0,19	0,24	0,13
	SMTI	0,05	0,10	0,02
Caída conductor dcho. Apoyo 10	ACD	0,01	0,01	0,00
	AP1	0,10	0,16	0,04
	AP10	0,68	0,72	0,61

Tensiones absolutas (kV) por tipo de falta				
Tipo Falta	Nudo	100.0% Rt (kV)	150.0% Rt (kV)	50.0% Rt (kV)
	SMTI	0,17	0,26	0,08

Se muestra a continuación los valores de **tensiones locales** obtenidas para cada uno de los accesorios o nudos de la línea subterránea:

Tensiones locales (kV) por tipo de falta				
Tipo Falta	Nudo	100.0% Rt (kV)	150.0% Rt (kV)	50.0% Rt (kV)
Falta 3F en ACD	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	0,52	0,52	0,51
	SMTI	0,00	0,00	0,00
Falta 3F en SMTI	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	0,41	0,41	0,40
	SMTI	0,00	0,00	0,00
Falta 1F en ACD	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	0,79	0,79	0,84
	SMTI	0,00	0,00	0,00
Falta 1F en SMTI	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	0,67	0,67	0,71
	SMTI	0,00	0,00	0,00
Fallo Apoyo 1	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	0,91	0,90	0,98
	SMTI	0,00	0,00	0,00
Fallo Apoyo 10	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	2,27	2,32	2,14
	SMTI	0,00	0,00	0,00
Caída conductor izdo. Apoyo 1	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	0,01	0,02	0,03
	SMTI	0,00	0,00	0,00
Caída conductor dcho. Apoyo 1	ACD	0,00	0,00	0,00

Tensiones locales (kV) por tipo de falta				
Tipo Falta	Nudo	100.0% Rt (kV)	150.0% Rt (kV)	50.0% Rt (kV)
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	0,30	0,28	0,31
	SMTI	0,00	0,00	0,00
Caída conductor izdo. Apoyo 10	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	0,03	0,05	0,01
	SMTI	0,00	0,00	0,00
Caída conductor dcho. Apoyo 10	ACD	0,00	0,00	0,00
	AP1	0,00	0,00	0,00
	AP10	0,25	0,24	0,28
	SMTI	0,00	0,00	0,00

2.3.4.2 Selección LTP's en función de las sobretensiones temporales

El criterio de selección del LTP en función de las sobretensiones temporales es el siguiente:

$$U_r \geq CS_{temp} \cdot U_{temp_max_local}$$

Donde:

$$U_r (kV_{rms})$$

Tensión asignada del limitador de tensión en pantallas (LTP).

$$U_{(tempmaxlocal)} (kV_{rms})$$

Sobretensión temporal máxima local que debe soportar el LTP obtenido mediante cálculo para los diferentes escenarios de cortocircuito estudiados.

$$CS_{(temp)} \geq 1,10$$

Coefficiente de seguridad que tiene en cuenta las posibles variaciones en las hipótesis de cálculo consideradas, como por ejemplo, el incremento en el futuro de las intensidades de cortocircuito de la Red de Transporte.

A continuación, para el caso más desfavorable, se muestran los valores máximos de las sobretensiones temporales locales obtenidas para cada uno de los accesorios o nudos de la línea subterránea y se comprueba que se cumple con el requisito indicado anteriormente.

Nudo	$U_{temp_max_local}$ por tipo de falta (kV _{rms})			$U_{temp_max_local}$ por variación de Rt (kV _{rms})	$U_{temp_max_local}$ X CS _{temp} (kV _{rms})	Ur (kV _{rms}) LTP
	100.0% Rt	150.0% Rt	50.0% Rt			
ACD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
AP1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
AP10	2,27	2,32	2,14	2,32	2,55	3,0
SMTI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-

2.3.4.3 Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables en función de las sobretensiones temporales.

Para comprobar que las cubiertas exteriores de los cables soportan las sobretensiones temporales se debe cumplir:

$$U_{rw_AC} \geq CS_{temp} \cdot U_{temp_max_abs}$$

Donde:

$$U_{rwAC} (kV_{rms})$$

Tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable = 20 KVRms

$$U_{(temp.max.abs)} (kV_{rms})$$

Sobretensión temporal máxima absoluta que debe soportar la subierta exterior de los cables obtenida mediante cálculo para los diferentes escenarios de cortocircuito estudiados

$$CS_{(temp)} \geq 1,10$$

Coficiente de seguridad que tiene en cuenta las posibles variaciones en las hipótesis de cálculo consideradas, como por ejemplo, el incremento en el futuro de las intensidades de cortocircuito de la Red de Transporte.

A continuación, para el caso más desfavorable, se muestran los valores máximos de las tensiones absolutas obtenidos para cada uno de los accesorios o nudos de la instalación subterránea y se comprueba que se cumple con el requisito indicado anteriormente.

Nudo	U _{temp_max_abs} por tipo de falta (kV _{rms})			U _{temp_max_abs} por variación de Rt (kV _{rms})	U _{temp_max_abs} X CS _{temp} (kV) 10%	U _{rw_AC} (kV _{rms})
	100.0% Rt	150.0% Rt	50.0% Rt			
ACD	0,14	0,22	0,06	0,22	0,24	20
AP1	2,54	3,16	1,63	3,16	3,48	20
AP10	1,50	1,52	1,42	1,52	1,67	20
SMTI	0,34	0,49	0,17	0,49	0,54	20

2.3.4.4 Selección de LTP's en función de las sobretensiones transitorias

Los limitadores de tensión en las pantallas (LTP's) deberán tener un valor de tensión residual, U_{res}, para una intensidad nominal de descarga de I_n=10 kA en impulsos de tensión tipo rayo 8/20 μs, y estar conectados con las cajas de conexión de pantallas con una longitud L y L' tales que:

$$U_{cw} \geq U_{transitoria_max} = f(U_{res}, L, L')$$

Donde:

$U_{cw}(kV_p)$ Tensión soportada de coordinación

$U_{transitoria.max}(kV_p)$ Sobretensión transitoria máxima obtenida en el accesorio protegido con LTP

$U_{res}(kV_p)$ Tensión residual del limitador de tensión en pantallas (LTP). Valor de cresta de la tensión que aparece entre bornes del LTP durante el paso de la corriente de descarga tipo rayo 8/20 μs

$L(m)$ Longitud del cable de conexión de pantallas que conecta el accesorio con la caja de conexión de pantallas donde se encuentra instalado el LTP

$L'(m)$

Longitud del cable adicional que conecta la capa de conexión de pantallas con la red de tierras local de la instalación o la estructura del apoyo de paso aéreo-subterráneo (apoyo PAS)

La tensión soportada de coordinación viene determinada por:

$$U_{cw} \leq \frac{U_{TW}}{1 + PM_s}$$

Donde:

$U_{cw}(kV_p)$

Tensión soportada de coordinación

$PM_s \geq 15$

Margen de protección para el aislamiento de las cubiertas exteriores de los cables aislados, para el aislamiento de la interrupción de las pantallas metálicas en los empalmes seccionados y para el aislamiento de las pantallas metálicas en los terminales

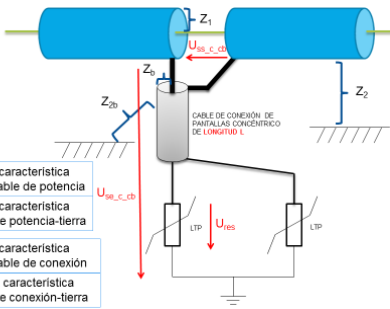
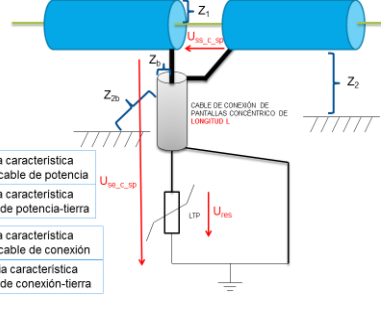
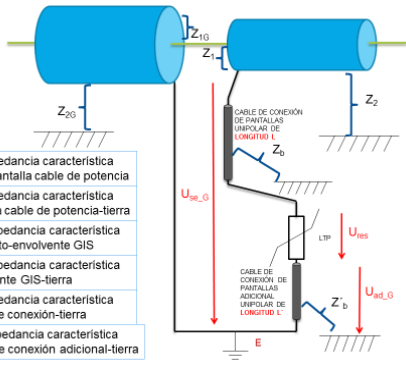
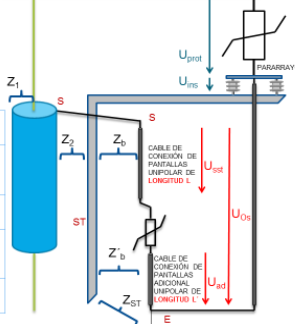
$U_{rw}(kV_p)$

Tensión soportada nominal según la tabla siguiente:

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Empalmes seccionados				Terminales y cubierta exterior	
	Aislamiento entre interrupción de pantallas metálicas		Aislamiento entre pantalla metálica del cable y tierra		Aislamiento entre pantalla metálica del cable y tierra	
	$U_{rw}=U_{rw_{ss}}$ (kV _p)	$U_{cw}=U_{cw_{ss}}$ (kV _p)	$U_{rw}=U_{rw_{se}}$ (kV _p)	$U_{cw}=U_{cw_{se}}$ (kV _p)	$U_{rw}=U_{rw_{se}}$ (kV _p)	$U_{cw}=U_{cw_{se}}$ (kV _p)
66	60	52,5	30	26,1	30	26,1

La sobretensión transitoria en las pantallas metálicas de los cables aislados, $U_{transitoria_max}$, se determina mediante las siguientes expresiones analíticas:

Esquema de impedancias	Fórmulas
Empalme seccionado cross-bonding con cable concéntrico	

Esquema de impedancias	Fórmulas
 <p> Z_1: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia Z_2: Impedancia característica pantalla cable de potencia-tierra Z_1: Impedancia característica alma-pantalla cable de conexión Z_{2b}: Impedancia característica pantalla cable de conexión-tierra </p>	<ul style="list-style-type: none"> Sobretensión entre pantallas $U_{ss_c_cb} = 1,035 \cdot \left(2 \cdot U_{res} + \frac{\beta_0}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L \cdot k_s \cdot L_{b_c}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> Sobretensión entre pantalla y tierra $U_{se_c_cb} = 0,75 \cdot 1,035 \cdot \left(2 \cdot U_{res} + \frac{\beta_0}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L \cdot k_s \cdot L_{b_c}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right)$
Empalme sección single-point-bonding con cable concéntrico	
 <p> Z_1: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia Z_2: Impedancia característica pantalla cable de potencia-tierra Z_1: Impedancia característica alma-pantalla cable de conexión Z_{2b}: Impedancia característica pantalla cable de conexión-tierra </p>	<ul style="list-style-type: none"> Sobretensión entre pantallas $U_{ss_c_sp} = 1,035 \cdot \left(U_{res} + \frac{\beta_0}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L \cdot k_s \cdot L_{b_c}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> Sobretensión entre pantalla y tierra $U_{se_c_sp} = 0,9 \cdot 1,035 \cdot \left(U_{res} + \frac{\beta_0}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L \cdot k_s \cdot L_{b_c}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} \right)$
Terminal tipo GIS single-point con cable conexión pantallas unipolar	
 <p> Z_1: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia Z_2: Impedancia característica pantalla cable de potencia-tierra Z_{10}: Impedancia característica conducto-envolvente GIS Z_{20}: Impedancia característica envolvente GIS-tierra Z_1: Impedancia característica cable de conexión-tierra Z'_1: Impedancia característica cable de conexión adicional-tierra </p>	<ul style="list-style-type: none"> Sobretensión entre pantalla y tierra $U_{se_g} = U_{res} + \frac{\beta_G \cdot \beta_{0G}}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b_u_g}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} + U_{ad_g}$ $U_{ad_g} = \frac{K_{BB_g} \cdot \beta_G \cdot \beta_{0G}}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L' \cdot L'_{b_u_g}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau}$
Terminal tipo Exterior single-point con cable conexión pantallas unipolar instalado en soporte metálico	
 <p> Z_1: Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia Z_2: Impedancia característica pantalla cable de potencia-estructura Z_1: Impedancia característica cable de conexión - estructura Z_b: Impedancia característica cable de conexión estructura Z'_b: Impedancia característica cable de conexión adicional - estructura Z_{ST}: Impedancia característica entre estructura-tierra </p>	<ul style="list-style-type: none"> Sobretensión entre pantalla y tierra $U_{se_o} = U_{res} + \frac{\beta_0}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b_u_o}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} + U_{ad_o}$ $U_{ad_o} = \frac{K_{BB_o} \cdot \beta_0}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L' \cdot L'_{b_u_o}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau}$
Terminal tipo Exterior single-point con cable conexión pantallas unipolar instalado en apoyo PAS	

Esquema de impedancias

Z_1 : Impedancia característica alma-pantalla cable de potencia
 Z_2 : Impedancia característica pantalla cable de potencia-estructura
 Z_3 : Impedancia característica cable de conexión - estructura
 Z_b : Impedancia característica cable de conexión adicional - estructura
 Z_{ST} : Impedancia característica entre estructura-tierra
 Z_{NE} : Impedancia característica del cable de conexión de la caja centralizadora de tierras con la red de tierras del apoyo

Fórmulas

- Sobretensión entre pantalla y tierra

$$U_{se_PAS} = U_{res} + \frac{\beta_0}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L \cdot L_{b_u_PAS}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau} + U_{ad_PAS}$$

$$U_{ad_PAS} = \frac{K_{BB_PAS} \cdot \beta_0}{(1 + PM_c)} \cdot \frac{L' \cdot L'_{b_u_PAS}}{Z_1} \cdot \frac{BIL}{\tau}$$

Nota: La definición de todos los términos empleados en la formulación expuesta está recogida en el documento “Guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP’s) de las líneas subterráneas) Ref. REE/NORM/2017/35 Ed.1 incluido en el documento nº7 “Pliego de Condiciones Técnicas”.

CONSIDERACIONES:

- La tensión residual de los LTP cumple con la siguiente condición

$$U_{res} = K_{res} \cdot U_r \leq 2,8 \cdot U_r$$

- Los valores representativos de los sistemas de cables de la Red de Transporte de Energía Eléctrica propiedad de Red Eléctrica de España son los indicados en la siguiente tabla:

Tensión nominal de la red U_n (kV)	BIL (kV)	τ (μ s)	PM _c (%)	Z _{OHL} (Ω)	Z ₁ (Ω)	Empalmes seccionados				Terminales tipo GIS				
						U _{cw_ss} (kV)	U _{cw_se} (kV)	L _b (μ H/m)		U _{cw_se} (kV)	Z _G (Ω)	L _{b_u_G} (μ H/m)	L' _{b_u_G} (μ H/m)	K _{BB_G}
								Cable concéntrico $L_b = k_s \cdot L_{b_c}$	Cable unipolar $L_b = L_{b_u}$					
66	350	1	25	450	14	52,2	26,1	0,375	1	26,1	100	1	1	0,6
132	650	1	25	400	20	65,2	32,6	0,375	1	32,6	100	1	1	0,6
220	1050	1	25	350	20	82,6	41,3	0,375	1	41,3	50	1	1	0,6

Tensión nominal de la red U_n (kV)	BIL (kV)	τ (μ s)	PM _c (%)	Z _{OHL} (Ω)	Z ₁ (Ω)	Terminales tipo exterior en soporte exterior				Terminales tipo exterior en apoyo PAS			
						U _{cw_se} (kV)	L _{b_u_O} (μ H/m)	L' _{b_u_O} (μ H/m)	K _{BB_O}	U _{cw_se} (kV)	L _{b_u_PAS} (μ H/m)	L' _{b_u_PAS} (μ H/m)	K _{BB_PAS}
66	350	1	25	450	14	26,1	0,7	1	0,66	26,1	0,55	1	0,62
132	650	1	25	400	20	32,6	0,7	1	0,66	32,6	0,55	1	0,62
220	105	1	25	350	20	41,3	0,7	1	0,66	41,3	0,55	1	0,62

- Las longitudes de los cables de conexión de pantallas son las correspondientes al método de instalación de cables normalizado por RED ELÉCTRICA según la tabla siguiente:

Tipo de accesorio	Tensión Nominal U_n (kV)	Longitud del cable de conexión de pantallas que conecta el accesorio con la caja de conexión de pantallas L (m)	Longitud del cable adicional que conecta la caja de conexión de pantallas con la red de tierras local de la instalación L' (m)
Empalme seccionado	220	$L \leq 7m$	No aplica
	132	$L \leq 6,5m$	
	66	$L \leq 5,5m$	
Terminal GIS	220	$L \leq 4m$	$L' \leq 2m$
	132		
	66		
Terminal exterior en soporte	220	$L \leq 4m$	$L' \leq 2m$
	132		
	66		
Terminal exterior en soporte	220	$L \leq 4m$	$L' \leq 5m$
	132		
	66		
	132		
	66		

Aplicando el criterio de selección de los LTP en función de las sobretensiones transitorias y las consideraciones indicadas anteriormente, los limitadores de tensión en pantallas que pueden instalarse en las líneas subterráneas propiedad de RED ELÉCTRICA, son los indicados en la siguiente tabla:

Tipo de accesorio	Tipo de cable de conexión de pantallas	Tipo de conexionado de pantallas	Tensión Nominal U_n (kV)	Tensión asignada LTP, U_r (kV)						
				3	5	6	7,5	9	10	
Empalme seccionado	Cable concéntrico	Cross-bonding	220	No normalizado por REE	X	X	X			
			132		X	X				
			66		X					
		Single-Point	220	No normalizado por REE	X	X	X	X	X	
			132		X	X	X	X	X	
			66		X	X	X	X		
Terminal GIS	Cable unipolar	Single-Point	220	X						
			132	X	X					
			66	X	X	X				
Terminal exterior en soporte	Cable unipolar	Single-Point	220	X	X	X	X			
			132	X	X	X	X			
			66	X	X	X	X			
Terminal exterior en apoyo PAS	Cable unipolar	Single-Point	220	X	X	X				
			132	X	X	X				
			66	X	X	X				

2.3.4.5 LTP's a instalar

Los LTP's a instalar y existentes en la línea del presente proyecto serán los indicados en la

siguiente tabla siempre y cuando se cumpla con las longitudes de los cables de conexión de pantallas normalizadas por REE.



Ubicación	Tipo de accesorio	Tipo de conexionado de pantallas	U_r (kV _{rms}) LTP
Apoyo Nº10 PAS	Terminal exterior en soporte	Single-point	3

2.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

2.4.1 Normas generales

REE realizará el sistema de puesta a tierra de los apoyos según establece el “REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN” aprobado mediante Real Decreto RD 223/2008 en el Consejo de Ministros del 15 de febrero de 2008 en el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07 “Líneas aéreas con conductores desnudos”.

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados por REE en todas sus líneas, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, el diseño de su sistema de puesta a tierra deberá considerar el efecto de los cables de tierra.

Los apoyos que sean diseñados para albergar las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de apoyos en función de su ubicación.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico.

2.4.2 Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- a) **Apoyos Frecuentados (F/FSC)**: son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Se considerarán apoyos frecuentados todos aquellos apoyos situados en suelos clasificados como urbanos o urbanizables programados en los Planes de Ordenación del Territorio.

Se considera también como frecuentado cualquier apoyo que sea accesible por encontrarse cualquier parte del apoyo a menos de 25 metros de

aparcamientos, aceras, áreas de festejos populares, romerías, ermitas y áreas de recreo a las que ocasionalmente puedan acudir numerosas personas ajenas a la instalación eléctrica, o a menos de 5 metros de las áreas siguientes:

- Construcciones en fincas rústicas en las que cualquier persona pueda permanecer un tiempo prolongado.
- Caminos vecinales situados hasta 500 metros del límite de zona urbana registrados en catastro como tales y con superficie manipulada artificialmente (hormigonado, enlosado, asfaltado, etc.).

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

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

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el “REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN” en su instrucción técnica complementaria ITC-RAT13 “Instalaciones de puesta a tierra” aprobado mediante Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo de 2014.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

- a.1) **Apoyos frecuentados con calzado (F):** se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, R_{a1} , y la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1.000Ω .

Siendo ρ_s la resistividad superficial del terreno.

Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.

- a.2) **Apoyos frecuentados sin calzado (FSC):** se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . La resistencia adicional del calzado, R_{a1} , será nula.

$$R_1 = R_2 = 15 \Omega$$

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en su apartado 2.4.2 de la ITC-LAT 07 todos los apoyos frecuentados deberán disponer de las medidas oportunas para dificultar su escalamiento hasta una altura mínima de 2,5 metros. Por ello, en todos los apoyos frecuentados del presente proyecto se instalarán dispositivos antiescalos conforme a especificación técnica de REE ET104 "Suministro de dispositivos antiescalo para apoyos de líneas eléctricas" siempre y cuando dicho apoyo no disponga de un vallado exterior alrededor del apoyo.

- b) **Apoyos No Frecuentados (NF):** son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Se considerarán no frecuentados los apoyos que no se puedan incluir como frecuentados según lo indicado anteriormente. En estos casos, si se garantiza la desconexión inmediata de la línea en caso de falta a tierra, no es necesario el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto.

Básicamente los apoyos no frecuentados serán los situados en bosques, explotaciones agrícolas o ganaderas, zonas alejadas de los núcleos urbanos, etc.

2.4.3 Listado de apoyos

A continuación, se indica la clasificación según su ubicación de los apoyos del presente proyecto:

Nº Apoyo	Tipo apoyo	Clasificación Apoyo	Requerimiento de vallado
T-10A	APOYO S1B 1CT	NF	NO
Nota:			
NF: No Frecuentada			
F: Frecuentada con calzado			
FSC: Frecuentada sin calzado			

2.4.4 Diseño del sistema de puesta a tierra

El diseño del sistema de puesta a tierra cumple los siguientes criterios básicos:

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión
- Resistencia desde un punto de vista térmico
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

A continuación, se describe el diseño del sistema de puesta a tierra para los tipos de apoyo objeto de este proyecto:

• APOYOS NO FRECUENTADOS CIMENTACIÓN TIPO MONOBLOQUE

Para los apoyos no frecuentados con cimentación tipo monobloque, se realizará una puesta a tierra según el plano del sistema de PaT (PAT005).

Adicionalmente se realizará una zanja de 0,40 metros de ancho y 0,60 metros de profundidad constituyendo un anillo situado alrededor del apoyo a una distancia del pilar de la cimentación de un metro, según el plano del sistema de PaT. (PAT005). En el caso de terreno de roca la profundidad será de 0,40 metros y en zona agrícola la profundidad será de 0,80 metros.

El anillo de puesta a tierra estará constituido por varillas de acero descaburado de sección $\geq 100 \text{ mm}^2$ (12 mm de diámetro) según apartado 3.4 ITC-RAT13, utilizándose varilla doble separada 0,40 metros.

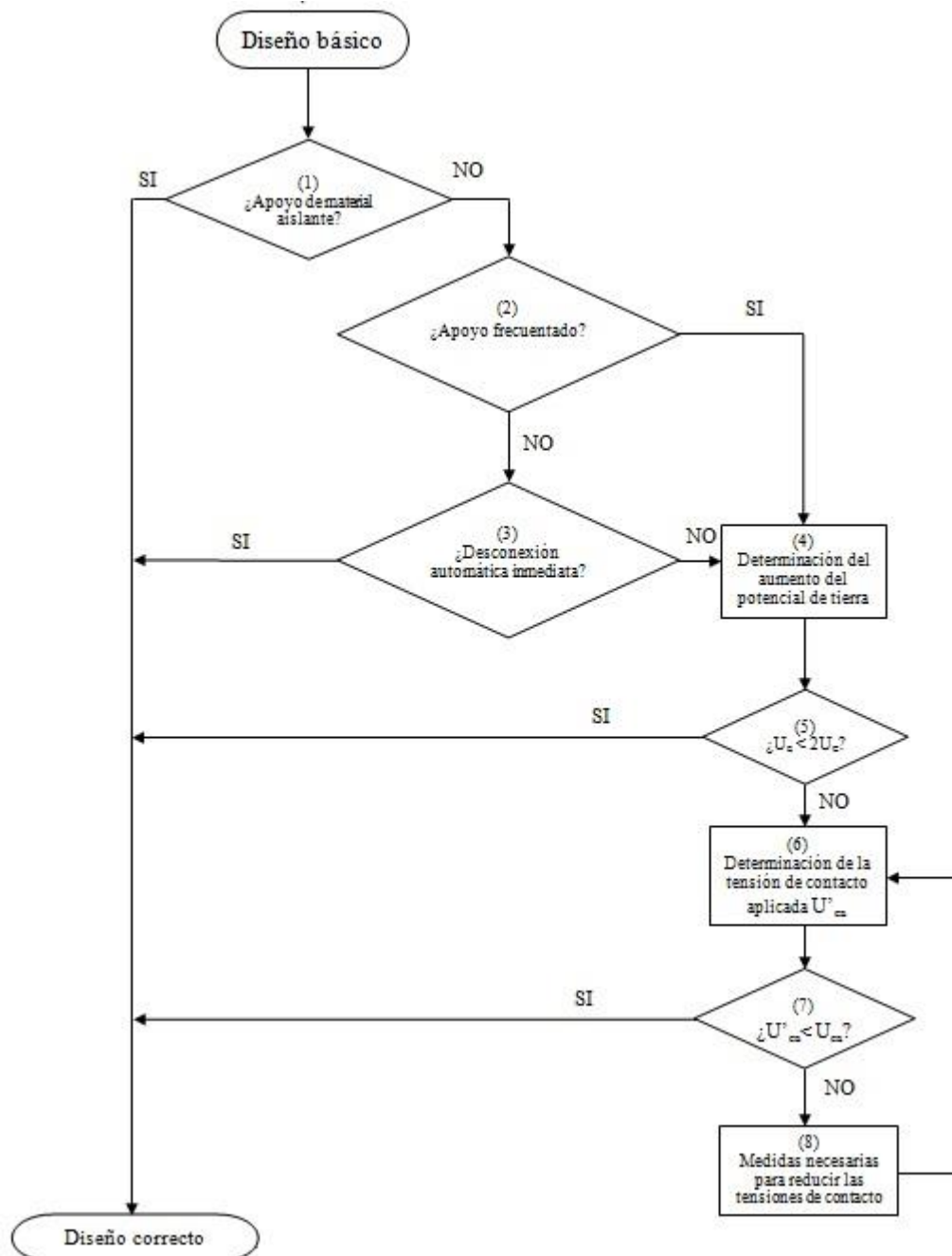


Adicionalmente, si el apoyo no frecuentado es un apoyo de paso aéreo subterráneo, alrededor del primer anillo se ejecutará un segundo anillo a una distancia de 1 metro respecto del primero, según el plano del sistema de PaT (PAT009).

En el documento plano del presente proyecto se adjuntan los planos conforme a los cuales se ejecutará la puesta a tierra de cada pata y el anillo de puesta a tierra.

2.4.5 Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra

La verificación del diseño del sistema de puesta a tierra se realizará según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07:

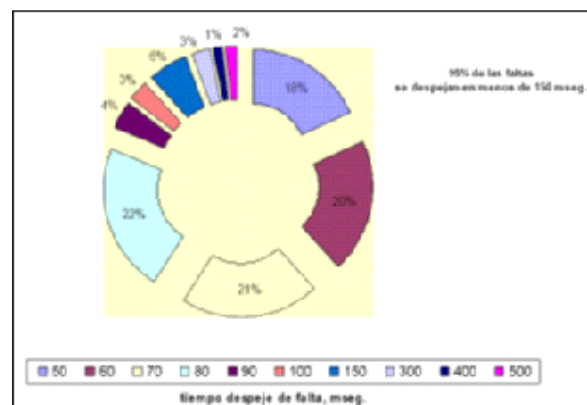


Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, U_{ca} , según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.1 de la ITC-LAT 07 a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies desnudos, en función de la duración de la corriente de falta, se muestra en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_f (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
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

En las líneas de categoría especial, el tiempo máximo de despeje de falta a tierra garantizado por los sistemas de protección es de 500 ms. Concretamente, en los últimos años el 95% de las faltas registradas tuvieron una duración menor o igual a 150 ms. El gráfico porcentual resultante es:



De acuerdo con esto, para 0,5 s se considerará para las líneas de categoría especial una tensión de contacto aplicada admisible de $U_{ca} = 204$ V.

A efectos prácticos del proyecto, la verificación del sistema de puesta a tierra se realizará de la siguiente forma:

• **Apoyos NO FRECUENTADOS (NF):**

El tiempo de desconexión automática en las líneas de categoría especial es inferior a 1s por lo que según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles.

En definitiva, el diseño del sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad de las personas, sin embargo, el valor de la resistencia de puesta a tierra deberá ser lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

En todos los apoyos de la línea, una vez implementado su sistema de puesta a tierra, REE medirá el valor de la resistencia de puesta a tierra. En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, la resistencia de puesta a tierra de los apoyos debe de ser determinada eliminando el efecto de los cables de tierra.

Con los valores de la resistencia de puesta a tierra obtenidos, REE comprobará el correcto funcionamiento de las protecciones en caso de defecto a tierra en función del sistema de puesta a tierra del neutro según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.6 de la ITC-LAT 07. En el caso de que no se produzca un correcto funcionamiento de las protecciones, REE adoptará medidas adicionales para mejorar los valores de la resistencia de puesta a tierra de los apoyos de la línea.

• **Apoyos FRECUENTADOS (F):**

Del mismo modo que en los apoyos no frecuentados, REE medirá el valor de la resistencia de puesta a tierra en todos los apoyos. En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, la resistencia de puesta a tierra de los apoyos debe de ser determinada eliminando el efecto de los cables de tierra.

Con los valores de la resistencia de puesta a tierra obtenidos, REE comprobará el correcto funcionamiento de las protecciones en caso de defecto a tierra en función del sistema de puesta a tierra del neutro según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.6 de la ITC-LAT 07. En el caso de que no se produzca un

correcto funcionamiento de las protecciones, REE adoptará medidas adicionales para mejorar los valores de la resistencia de puesta a tierra de los apoyos de línea.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, el diseño del sistema de puesta a tierra se podrá considerar correcto si la elevación del potencial de tierra, U_e , es menor que dos veces el valor admisible de la tensión de contacto U_c , considerando, en cada caso concreto, las resistencias adicionales que intervengan en el circuito de contacto. Si no fuese así se deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica que los valores de las tensiones de contacto aplicada, U'_{ca} , que se calcula, a un metro de distancia de la estructura, para la instalación proyectada en función de la geometría de la misma, de la corriente de puesta a tierra que se considere y de la resistividad del terreno, no superen, en las condiciones más desfavorables, los valores admisibles $U_{ca} = 204$ V.

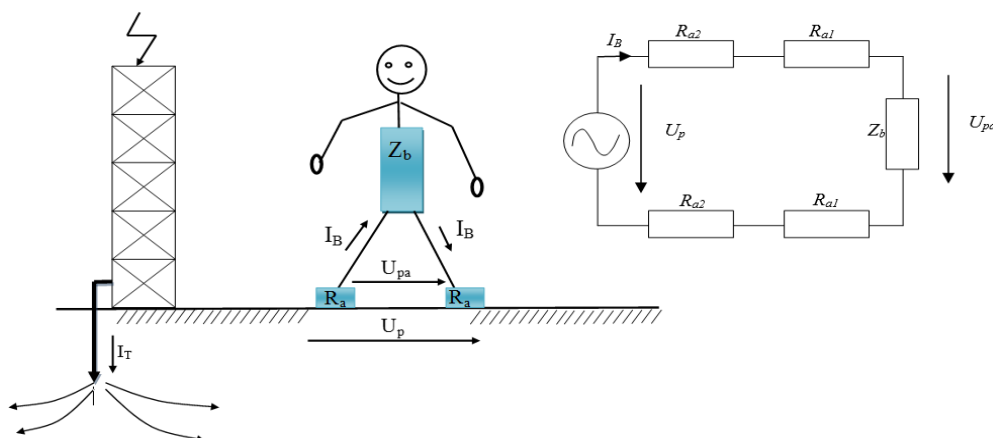
En el caso de que no fuese posible cumplir las condiciones anteriores, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07 establece que será necesario tomar medidas adicionales para reducir la tensión de contacto aplicada hasta que los requisitos sean cumplidos. Dado que las corrientes de puesta a tierra esperadas en las líneas de Categoría especial son elevadas REE ha normalizado para los apoyos frecuentados un sistema de puesta a tierra constituido por dos anillos y una acera equipotencial en las zonas accesible a los apoyos.

En los apoyos frecuentados (F), una vez implementado su sistema de puesta a tierra, se medirán los valores de tensión de paso y contacto inyectando una corriente en el sistema de puesta a tierra del apoyo y extrapolando para la corriente máxima que pueda haber en el apoyo en caso de defecto a tierra.

En el caso de que dichas medidas en los apoyos frecuentados (F) no cumplieren con los requerimientos de tensiones de paso y contacto establecidos por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 se estudiarán medidas adicionales para cumplir con dichos requerimientos.

Justificación teórica validez puesta a tierra para un caso genérico.

Para calcular la tensión de contacto de un ser humano en función de la instalación, se consideran el siguiente circuito equivalente:

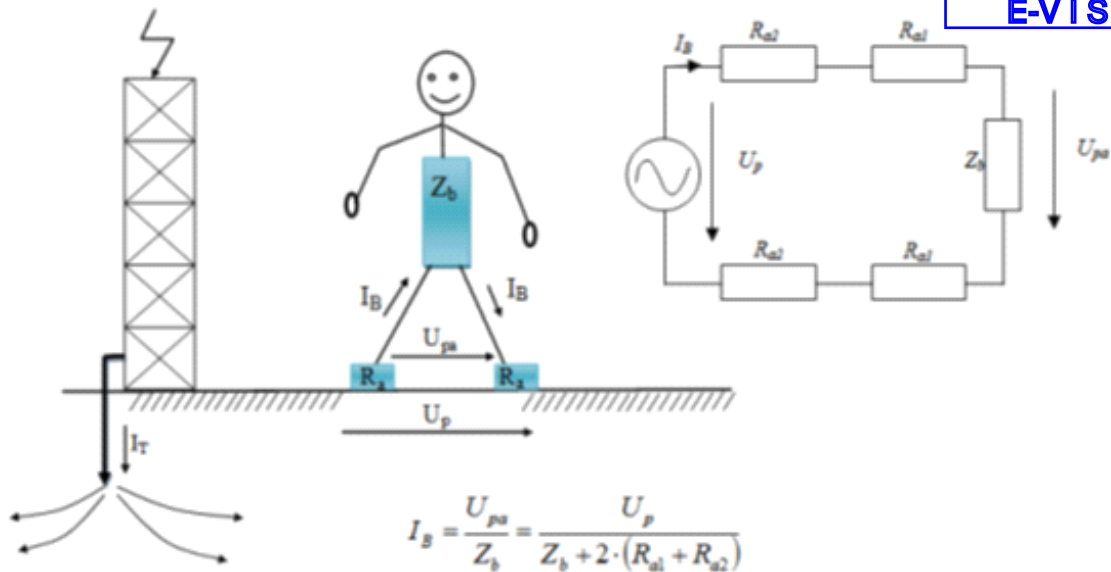


$$I_B = \frac{U_{ca}}{Z_b} = \frac{U_c}{Z_b + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2}}$$

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1} + R_{a2}}{2}}{Z_b} \right] = 204 \cdot \left[1 + \frac{1000 + 1,5 \times \rho_S}{1000} \right]$$

Donde U_c es la tensión de contacto máxima admisible en la instalación, U_{ca} es la tensión de contacto aplicada admisible del cuerpo humano, Z_b es la resistencia del cuerpo humano (1000Ω), R_{a1} es la resistencia del calzado (1000Ω) y R_{a2} es la resistencia a tierra del punto de contacto de un pie con el terreno (1,5 veces la resistividad del terreno ρ_S).

Del mismo modo, para calcular la tensión de paso de un ser humano en función de la instalación, se consideran el siguiente circuito equivalente:



$$I_B = \frac{U_{pa}}{Z_b} = \frac{U_p}{Z_b + 2 \cdot (R_{a1} + R_{a2})}$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_b} \right] = 2040 \cdot \left[1 + \frac{4000 + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

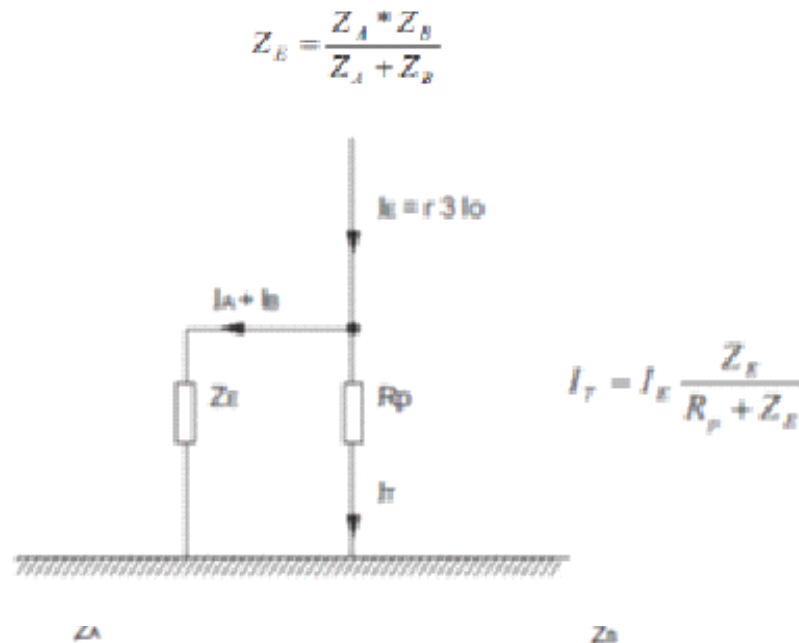
Donde U_p es la tensión de paso máxima admisible en la instalación, U_{pa} es la tensión de paso aplicada admisible del cuerpo humano ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$), Z_b es la resistencia del cuerpo humano (1000Ω), R_{a1} es la resistencia del calzado (1000Ω) y R_{a2} es la resistencia de contacto pies-terreno (1,5 veces la resistividad del terreno ρ_s).

Para calcular las tensiones de paso y contacto es necesario calcular la corriente de cortocircuito que se inyecta en la puesta a tierra del apoyo y que depende de:

- Intensidad de cortocircuito de la línea en el apoyo en estudio.
- Impedancia de puesta a tierra del apoyo en cuestión y de los apoyos (o subestación) colindantes, lo cual a su vez depende de la puesta a tierra de los apoyos (o subestación) y la resistividad del terreno.
- Impedancia de los cables de tierra de la línea (hacia un lado y otro del apoyo).

En caso de falta en un apoyo, la corriente de cortocircuito en dicho apoyo se reparte entre el propio apoyo de la falta y los apoyos colindantes a ambos lados de la línea. Este reparto se hace conforme a las impedancias hacia un lado y otro del apoyo y la propia resistencia de puesta a tierra del apoyo frecuentado.

En la siguiente figura se muestra el reparto de intensidades entre la impedancia Z_E y la resistencia de puesta a tierra del apoyo R_p . Siendo Z_E el paralelo de las impedancias Z_A y Z_B .



Como ejemplo, para una línea con las siguientes características:

- Intensidad de cortocircuito máxima prevista en la línea: 40 kA
- Vano medio: 400 m
- Nº cables de tierra: 2 OPGW
- Resistencia de puesta a tierra de los apoyos: 10 Ω

La intensidad derivada a la puesta a tierra del apoyo sería de 2 kA

Esta intensidad que se deriva a la puesta a tierra del apoyo en caso de cortocircuito y que es la responsable de elevar el potencial en la zona del apoyo, depende de las impedancias a un lado y otro, pero el valor anterior puede ser considerado como un valor típico. En cada caso particular se medirán las tensiones de paso y contacto para verificar que están dentro de los límites admisibles.



CAPÍTULO 3

AISLAMIENTO

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES.....	2
3.2 TIPOS DE CADENAS.....	2

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES

El aislador a utilizar en las cadenas de suspensión y de amarre será Bastón de composite (Bastón Tipo 20) según las Especificaciones Técnicas de REE.

Este aislador tiene las siguientes características:

- Clase	Aislador de composite (Tipo 20)
- Material	Composite
- Longitud total	1.000 mm
- Longitud de la línea de fuga	2.537 mm
- Línea de fuga específica	35 mm/kV
- Carga de rotura	120 kN
- Unión normalizada IEC	16A

Todos estos valores son superiores a los exigidos en el R.L.A.T.

Grado de aislamiento

La longitud de la línea de fuga es de al menos de 2.537 mm, así para una tensión más elevada de 72,5 kV el grado mínimo de aislamiento fase-fase es:

$$2.537/72,5 = 35 \text{ mm/kV}$$

correspondiente con un grado de contaminación "Muy Fuerte", de acuerdo con la clasificación del grado de contaminación reflejado en la norma UNE EN 60071-2.

3.2 TIPOS DE CADENAS

Amarre

Las cadenas horizontales estarán formadas por dos aisladores de composite de 120 kN de carga nominal de rotura, siendo la carga de rotura mínima de la cadena de 120 kN, lo que supone un coeficiente de seguridad mínimo de:

$$12000/4432 \times 1 = 2,7 > 2,5$$

Siendo 4432 daN el 40% de la carga de rotura del cable (carga máxima permitida).

A continuación, se muestra el listado de cadenas por apoyos:

Nº APOYO	TIPO DE CADENA
T-10A	CADENA AMARRE SENCILLA Sx

En los planos se muestran las cadenas, con la solución de herraje adoptada.

CAPÍTULO 4

CÁLCULO DE LOS APOYOS

4.1 TIPOS DE APOYOS Y FUNCIÓN.....	2
4.2 GEOMETRÍA DE LOS APOYOS	3
4.2.1 Disposición de los cables. Protección de la línea contra el rayo	3
4.2.2 Separación entre conductores. Distancias a partes puestas a tierra. Alturas. Esquemas A4.....	3
4.3 HIPÓTESIS CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO. ÁRBOLES DE CARGAS	6
4.4 COMPROBACIÓN APOYOS.....	7
4.5 MÉTODO DE CÁLCULO	8
4.6 MATERIALES Y CRITERIOS DE AGOTAMIENTO	9
4.7 CÁLCULO DE VANOS DE PESO DE LOS APOYOS	13

4.1 TIPOS DE APOYOS Y FUNCIÓN

El apoyo de esta línea pertenece a la normalización de Red Eléctrica para líneas a 66 kV simple circuito, de la cual se utiliza el siguiente:

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN
APOYO S1B 1CT	P.A.S. FIN DE LÍNEA

4.2 GEOMETRÍA DE LOS APOYOS

4.2.1 Disposición de los cables. Protección de la línea contra el rayo

En el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, en su apartado 2.1.7 "Consideraciones en la instalación de los cables de tierra", se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase no exceda de 35°.

Como puede comprobarse en los planos contenidos en el Documento 3-Planos, todas las disposiciones geométricas de los apoyos utilizados en este proyecto cumplen con esta recomendación.

4.2.2 Separación entre conductores. Distancias a partes puestas a tierra. Alturas. Esquemas A4

Separación entre conductores

La mínima separación entre fases de un mismo circuito es de 3,7 m en el apoyo S1B.

Aplicando la expresión dada en el apartado 5.4 de la ITC-LAT-07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, tenemos que la distancia mínima entre conductores es:

$$S \geq 0,65 \cdot \sqrt{F_{m\acute{a}x} + L_c} + 0,85 \cdot D_{pp} \text{ (m)}$$

$L = 0$ para apoyos con cadenas de amarre y $L = 0$ m para apoyos con cadenas de suspensión en V, ya que la cadena no se mueve bajo la acción del viento.

$K' = 0,85$ para líneas de categoría especial.

$D_{pp} = 0,8$ para líneas de tensión más elevada de la red de 72,5 kV.

La flecha máxima en el vano T-9 – T-10N es de 3 metros, por lo que la distancia mínima a mantener entre los conductores es de $S \geq 1,8$ metros, por lo que se cumple en el apoyo S1B ($3,7 \text{ m} \geq 1,8 \text{ m}$)

Distancias a partes puestas a tierra

La distancia mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior, según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (apartado 5.4.2 de la ITC-LAT-07), a D_{el} . Este valor, para líneas de 66 kV, es de 0,8 m.

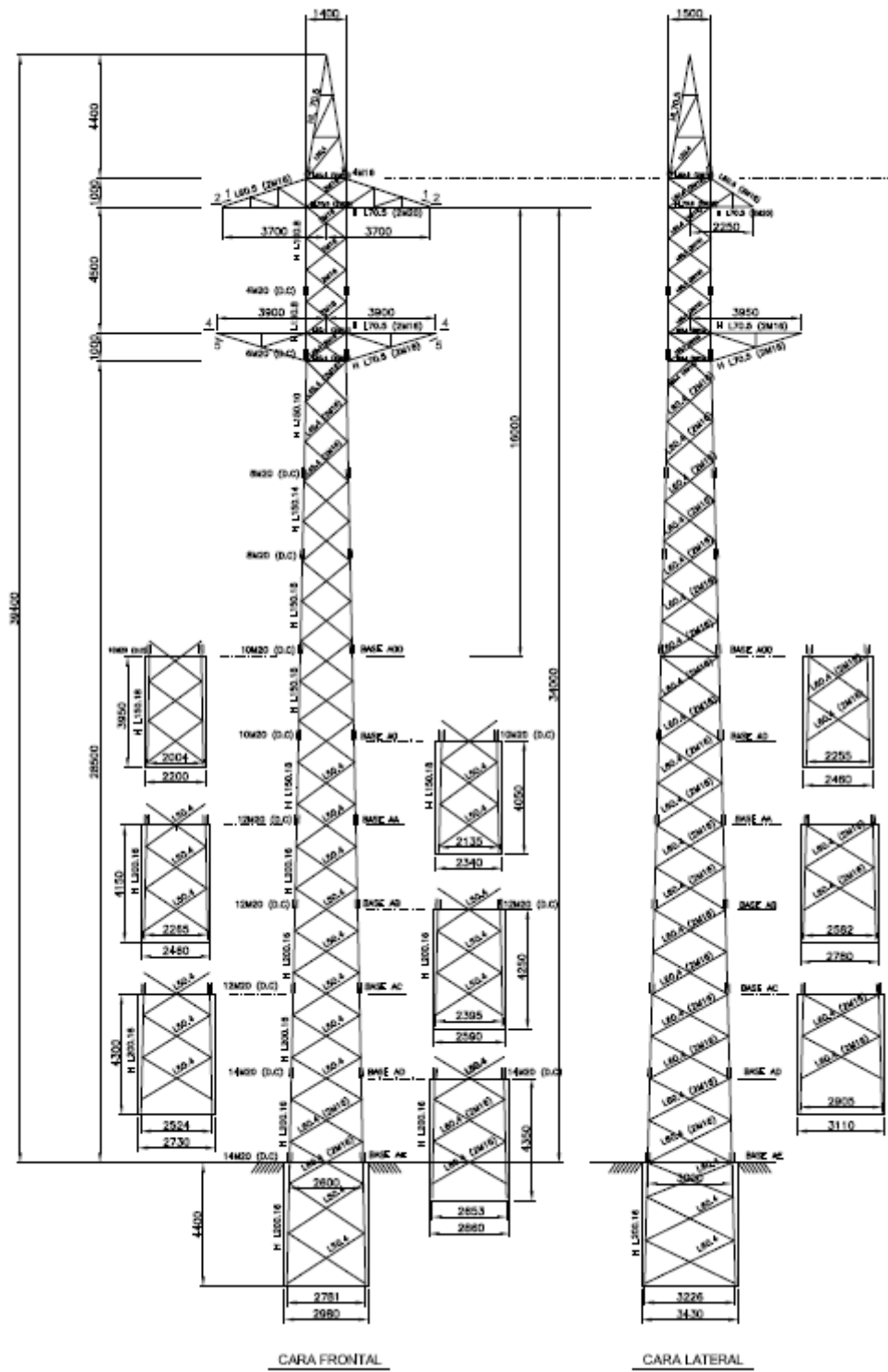
En los apoyos de cadenas horizontales, la distancia mínima a partes puestas a tierra con viento mitad, se mantendrá para una longitud del puente de 1,55 m. una oscilación de éste de 20°.

Alturas

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima según el apartado 5.5 de la ITC-LAT-07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, de:

$$5,3 + D_{el} = 5,3 + 0,8 = 6,1 \text{ m}$$

La altura útil del apoyo proyectado es de 16 metros (altura tipo A00).



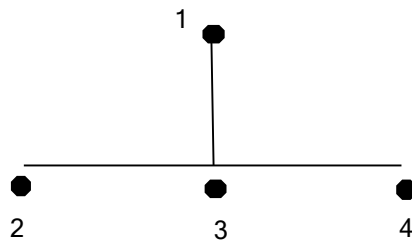
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575/AEBFCHB verificable en https://coliar.e-gestion.es

4.3 HIPÓTESIS CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO. ÁRBOLES DE CARGA

Las hipótesis consideradas en el cálculo y los coeficientes de seguridad son los establecidos en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

A continuación, se dan las tablas de hipótesis para cada apoyo.

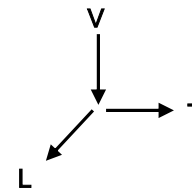
APOYO TIPO: S1B Paso aéreo/subterráneo



Hipótesis

- 1 Viento
- 2a Hielo
- 2b Hielo y Viento
- 4a Rotura Cable de tierra
- 4b Rotura Fase 2
- 4c Rotura Fase 3
- 4d Rotura Fase 4

Cargas en daN



HIPÓTESIS Nº

FASE		1	2a	2b	4a	4b	4c	4d
1	V	205	548	548	548	548	548	548
	T	456	0	152	0	0	0	0
	L	3422	3607	3717	0	3717	3717	3717
2	V	209	587	587	587	587	587	587
	T	552	0	162	0	0	0	0
	L	3490	3490	3490	3490	0	3490	3490
3	V	209	587	587	587	587	587	587
	T	552	0	162	0	0	0	0
	L	3490	3490	3490	3490	3490	0	3490
4	V	209	587	587	587	587	587	587
	T	552	0	162	0	0	0	0
	L	3490	3490	3490	3490	3490	3490	0
c.s.		1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2
Viento (km/h)		180	NO	60	NO	NO	NO	NO

4.4 COMPROBACIÓN APOYOS

Como se indica en el siguiente apartado, los apoyos de este proyecto se han calculado por ordenador, utilizando un programa matricial basado en el método de rigideces o desplazamientos.

A continuación, se muestra un listado de los apoyos de la línea en el que se puede observar la utilización máxima de cada apoyo en la hipótesis reglamentaria más desfavorable, indicándose ésta mediante un porcentaje sobre su capacidad resistente útil total (capacidad resistente total del apoyo / coeficiente de seguridad).

Como puede comprobarse, el porcentaje de utilización de los apoyos es igual o inferior al 100 %, no superándose por tanto la capacidad resistente útil de ningún apoyo.

Nº Apoyo	Tipo de Apoyo	Distancia Origen (m)	Ángulo (°)	Utilización máxima apoyo (%)	Desviación de cadenas (%)
T-10A	APOYO S1B 1CT	158,12	-	85,8	-

Por tanto, se confirma la validez de los apoyos de la línea, ya que en ningún caso se supera la capacidad resistente útil de los apoyos.

4.5 MÉTODO DE CÁLCULO

Todos los apoyos han sido calculados por ordenador utilizando un programa matricial basado en el método de las rigideces o desplazamientos.

La estructura se considera articulada en todos sus nudos y todas las fuerzas que se aplican son axiales.

Una vez definidas las coordenadas (X,Y,Z) de cada uno de los nudos de la estructura y las barras de la misma (definidas por los nudos) se plantean las ecuaciones que ligan las cargas o reacciones exteriores en cada uno de los 'n' nudos con los desplazamientos correspondientes.

Tendremos así un sistema general de 3 'n' ecuaciones con 3 'n' incógnitas, siendo incógnitas los desplazamientos y términos independientes las cargas o reacciones en cada nudo.

Una vez calculados los desplazamientos de cada nudo y conocidas las rigideces, se calculan los esfuerzos axiales en cada barra para proceder posteriormente a su dimensionado.

4.6 MATERIALES Y CRITERIOS DE AGOTAMIENTO

Los perfiles utilizados en la construcción de los apoyos son angulares de alas iguales según Norma UNE 36.531 de las siguientes características:

- Acero S355J2G3 de 355 N/mm² de límite elástico para angulares de 70 x 5 y superiores.
- Acero S275JR de 275 N/mm² de límite elástico para angulares de 60 x 5 e inferiores.

Las chapas serán de calidad S355J2G3, los tornillos de calidad 5.6 según Norma UNE-EN ISO 898-1 de 300 N/mm² de límite de fluencia y las tuercas de calidad 5 según Norma UNE-EN 20898-2. Las dimensiones de los tornillos y las tuercas son M16, M20 y M24 según Norma 17115.

El criterio de agotamiento a compresión es el de inestabilidad por pandeo, según curvas de ASCE (Manual 52), que se incluyen, aplicándose las siguientes fórmulas en función de la esbeltez (L/R), de la excentricidad en la aplicación de la carga y de la restricción de giro de los extremos:

Curva 1: $0 < \frac{L}{R} < 120$	$K \cdot \frac{L}{R} = \frac{L}{R}$	Curva 4: $120 < \frac{L}{R} < 200$	$K \cdot \frac{L}{R} = \frac{L}{R}$
Curva 2: $0 < \frac{L}{R} < 120$	$K \cdot \frac{L}{R} = 30 + 0,75 \cdot \frac{L}{R}$	Curva 5: $120 < \frac{L}{R} < 225$	$K \cdot \frac{L}{R} = 28,6 + 0,762 \cdot \frac{L}{R}$
Curva 3: $0 < \frac{L}{R} < 120$	$K \cdot \frac{L}{R} = 60 + 0,5 \cdot \frac{L}{R}$	Curva 6: $120 < \frac{L}{R} < 250$	$K \cdot \frac{L}{R} = 46,2 + 0,615 \cdot \frac{L}{R}$

Las limitaciones de esbeltez son las siguientes:

- Montantes: 150
- Resto de barras trabajando: 200
- Rellenos: 250

Las barras a tracción se han dimensionado para el fallo al límite de fluencia considerando la sección neta correspondiente con taladros de diámetro 1,5 mm superiores a los de los tornillos.

En el caso de barras unidas por una sola ala (tirantes de las crucetas) la sección net se reduce al 80% de la calculada según lo anteriormente citado.

Para el fallo de las uniones se han considerado los tornillos a cortadura o los elementos unidos a aplastamiento.

- Para cortadura los valores de fallo son el 80% de la sección del núcleo del tornillo.

$$R_c = 0,8 \times 30 \times \pi d^2 / 4 \text{ (daN)}$$

- Para aplastamiento los valores de fallo son el doble del límite de fluencia de los elementos unidos por la sección diametral:

$$R_a = 2 \times 27,5 \times d \times e \text{ (Acero S275JR) (daN)}$$

$$R_a = 2 \times 35,5 \times d \times e \text{ (Acero S355J2G3) (daN)}$$

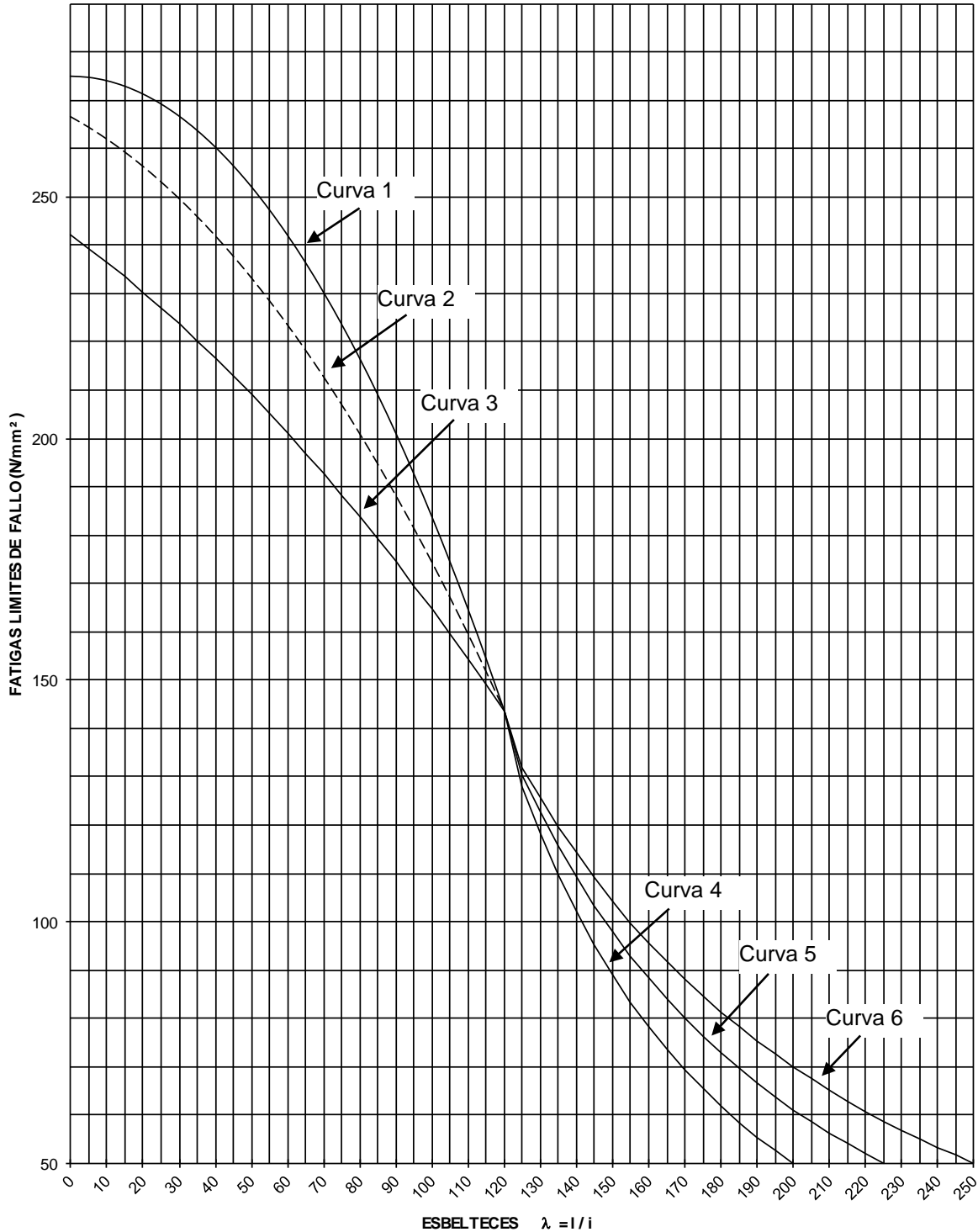
siendo,

- d = diámetro tornillo.
- e = menor suma de espesores cosidos.

$$\sigma = \sigma_e [1 - 1/(2C^2) * (KL/R)^2] \quad \text{para } KL/R < C$$

$$\sigma = 2 * 10^6 / (KL/R)^2 \quad \text{para } KL/R > C$$

$$C = \sqrt[3]{4.2 * 10^5 / (\sigma_e)}$$





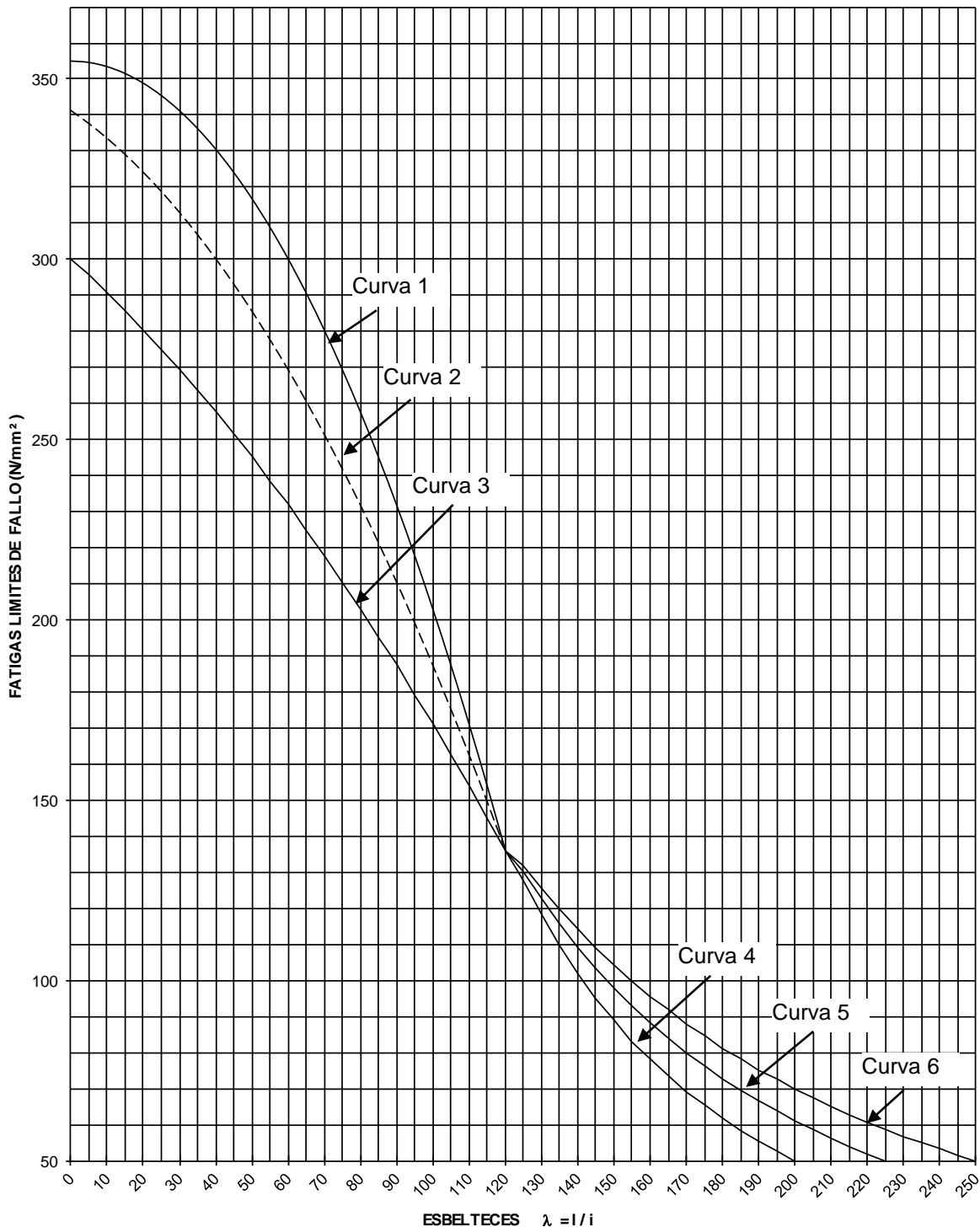
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE
 DIRECCION DE SERVICIOS PARA EL TRANSPORTE
 DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS

DIAGRAMAS DE PANDEO
 FÓRMULAS ASCE
 ACERO S355 ($\sigma_e = 355 \text{ N/mm}^2$)

$$\sigma = \sigma_e \left[1 - \frac{1}{(2C)^2} (KL/R)^2 \right] \quad \text{para } KL/R < C$$

$$C = \pi \sqrt{4.2 \cdot 10^5 / (\sigma_e)}$$

$$\sigma = 2 \cdot 10^6 / (KL/R)^2 \quad \text{para } KL/R > C$$





4.7 CÁLCULO DE VANOS DE PESO DE LOS APOYOS

A continuación, se dan los vanos de peso de cada uno de los apoyos de la línea para los diferentes estados contemplados en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Vanos de Peso

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
 INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
 Nº.Colegiado.: 0002207
 DAVID GAVIN ASSO
 VISA Zona 1: VD02023-25A
 DE FECHA: 03/06/2025
E-VISADO

Conductor						
Conductor	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,199	10.980	6.728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (kg)	Tracción (%)	Tracción (kg)
17,6	1.932,48	40	4.392

A

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Condiciones finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Flecha máxima temperatura	85	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha mínima	-5	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Tracción máxima viento	-5	0	750	0	68,056	25,4	1,729	1,199	2,104

Nº de apoyo	Tipo torre	Tipo altura	Tipo Cadena	Vano Regulador (m)	L	N	Flecha máxima temperatura			Flecha mínima			Tracción máxima viento			Condición inicial
							Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	
T-10N	S1B	A00	A	158,12	79,06	-0,065	1.014	1,199	24,07	2.537	1,199	-58,48	3.139	2,104	-17,92	EDS

CAPÍTULO 5

CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

5.1 CARGAS TRANSMITIDAS AL SUELO	2
5.2 CIMENTACIONES MONOBLOQUE	4

5.1 CARGAS TRANSMITIDAS AL SUELO

Para el apoyo de la línea aérea de transporte de energía eléctrica a 66kV de simple circuito San Martín - Alcudia se ha diseñado un tipo de cimentación monobloque para el apoyo del tipo S1B.

Cargas transmitidas al suelo

Las cargas que transmiten al suelo los apoyos monobloque (momento de vuelco) son, para la hipótesis más desfavorable y la altura correspondiente, las siguientes para un terreno tipo medio coeficiente de compresibilidad del terreno de 12 kg/cm³:

S1B	Momento solicitante (t.m)			
	Alt. Libre (m)	K8	K12	K16
16 - A00			468,56	
19 - A0			545,68	
22 - AA			622,79	
25 - AB			699,91	
28 - AC			776,19	
31 - AD			852,46	
34 - AE			928,74	

Estos valores son mayorados y están expresados en ton x m. Las cimentaciones monobloque se han dimensionado por el método Sulzberger.

Los coeficientes de seguridad que deben cumplir las cimentaciones son de 1,5 si la hipótesis más desfavorable es normal o de 1,2 si es excepcional, según lo estipulado en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Cuando, debido a las características excepcionales del suelo, no se puedan utilizar los tipos de cimentaciones descritos anteriormente, RED ELÉCTRICA diseñará un tipo específico de cimentación que se adapte a las características mecánicas del terreno.

5.1 CIMENTACIONES MONOBLOQUE

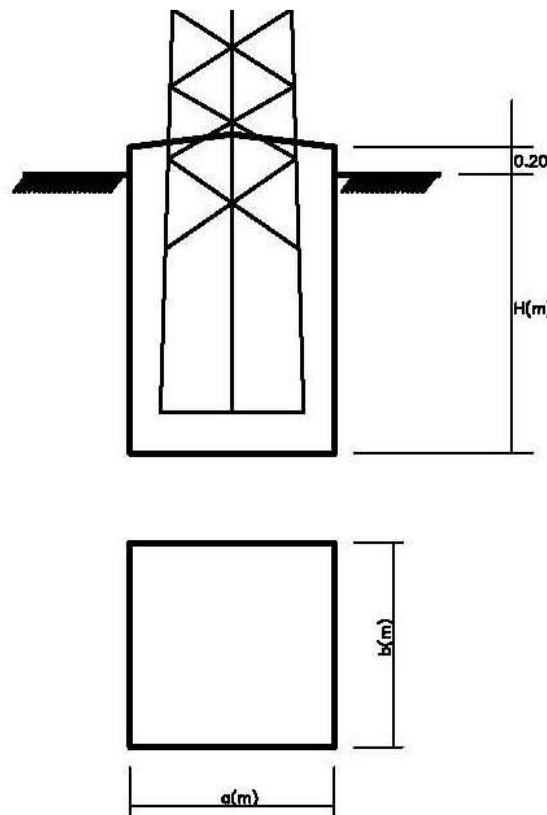
Estas cimentaciones están formadas por un único macizo de hormigón en masa.

El cálculo de las cimentaciones monobloque de hormigón se fundamenta en el método Sulzberger. El método de Sulzberger se basa en el equilibrio entre dos acciones:

- El momento de vuelco de las fuerzas ejercidas sobre el eje de giro del macizo de hormigón.
- El momento estabilizador resistente, creado por la reacción del terreno sobre el macizo de hormigón.

Para un terreno normal se utilizará un coeficiente de compresibilidad: $k = 12 \text{ kg/cm}^3$.

El coeficiente de estabilidad de la zapata, definido como el momento estabilizador del terreno dividido por el momento de vuelco de las fuerzas tiene que ser mayor que 1,5 en las hipótesis normales y mayor que 1,2 en el caso de hipótesis excepcionales.





A00	Momento solicitante (t.m)	468.56
	Momento resistente (t.m)	506.39
	*c.s:	1.08
	a (m)	2.20
	b (m)	2.46
	H (m)	3.95
	V (m3)	22.60

* El coeficiente de seguridad para cada cimentación se obtiene como $(1,5 * c.s.)$

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE
DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 KV SIMPLE CIRCUITO
MODIFICACION DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1
(TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTIN)

DOCUMENTO 3
PLANOS

DOCUMENTO Nº 3 PLANOS



Este documento consta de los planos indicados:

	<u>Nº DE PLANO</u>	<u>EDICIÓN</u>	<u>FECHA</u>
<u>PLANTA GENERAL</u>	J-0895-L9273L001	0	04-25
<u>PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA (4Hojas)</u>	J-0895-L9273L002	0	04-25
<u>ESQUEMA DE CONEXIONADO PAT</u>	J-0895-L9273L004	0	04-25
<u>APOYOS</u>			
APOYO S1B 1CT	200P001	F	02-20
<u>PELDAÑOS</u>			
PELDAÑO DE SEGURIDAD TIPO 3	SF4H145	D	11-22
PELDAÑO DE SEGURIDAD EN CRUCETAS	SF4H203	B	11-22
<u>CIMENTACIONES</u>			
S1B ALTURA A00 TERRENO NORMAL	200C001	A	02-20
<u>CADENAS, HERRAJES Y ACCESORIOS</u>			
CADENA AMAR SENCILLA SIMPLEX	SF1H1126	E	09-22
CONJ AMARRE CABLE T/O(15.1-16.99)	SF4H127	F	08-22
GRAPA DE AMARRE	G001	H	08-22
AMORTIGUADOR CABLE T/O	SF4H027	H	09-22
ACCESORIO SENCILLO BAJADA CABLE T/O	SF4H103	C	09-22
ACCESORIO DOBLE BAJADA CABLE T/O	SF4H104	C	09-22
BAJADA CABLE T/O	SF4H105	B	09-22
BALIZAS ESFÉRICAS SEÑAL. Y NUM.	SF4H106	H	09-22
SOPORTE PARA BALIZAS	SF4H216	C	09-22
SALVAPÁJAROS ASPA	SF4H222	F	08-22
<u> AISLAMIENTO</u>			
AISLAMIENTO COMPUESTO	A002	H	10-22

Nº DE PLANO

EDICIÓN FECHA

PUESTA A TIERRA APOYOS

ANILLO PAT EN APOYO NO FRECUENTADO
MONOBLOQUE

PAT005

E

09-22

ZANJAS

ZANJA TIPO ENTUBADA 66kV SC TRESBOLILLO

LSZ017

E

10-22

PLANOS DETALLE TELECOMUNICACIONES

ARQUETA DOBLE TELECOMUNICACIONES

LST003

D

07-22

ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON 6
MONOTUBOS PARA DERIVACIONES ARQUETAS

LST008

0

10-22

ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON 3
MONOTUBOS PARA DERIVACIONES ARQUETAS

LST009

0

10-22

MANDRILES

MANDRIL PARA TUBO DE Ø160

LSMA003

B

08-22

MANDRIL PARA TUBO DE Ø110

LSMA004

E

08-22

MANDRIL PARA TUBO DE Ø40

LSMA005

C

08-22

SEPARADORES

SEPARADOR PARA 3 TUBOS Ø160 Y 2 TUBOS
Ø110 Y TESTIGO SOPORTE PARA TUBO Ø160

LSSE012

0

10-22

SEPARADOR DE 2 TUBOS DE Ø160

LSSE013

0

10-22

SOPORTES METÁLICOS

SOPORTE FIJACION DE CABLES DE 66 kV EN LA
SUBIDA DE SOTANO GIS A POSICIÓN GIS

LSS007

C

06-23

SOPORTE PARA INSTALACION DE CABLES DE
66, 132, 220kV EN SUELO DE SUBESTACIONES
GIS

LSS008

F

07-22

SOPORTE PARA CRUZAMIENTO DE CABLES EN
SOTANO GIS

LSS009

B

07-22

BRIDA-SOPORTE PARA CABLE DE PUESTA A
TIERRA EN APOYO PAS Y SOPORTE METÁLICO

LSS011

A

07-22

BRIDA METÁLICA UNIPOLAR

LSS015

A

07-22

BRIDA METÁLICA TRIPOLAR

LSS016

A

07-22

SOPORTE SUELO SUBIDA A GIS 66kV

LSS021

0

06-23

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SUBTERRÁNEO

ESQUEMA SISTEMA PUESTA A TIERRA DE
TERMINAL EXTERIOR Y PARARRAYOS EN LOS
APOYOS DE BAJADA A SUBTERRÁNEO

LSTI003

G

08-22

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
IR Colegiado: 0002207
DAVID GAVÍN ASSO
VISADO Nº : VD02023-25A
DE FECHA : 03/06/2025
E-VISADO

Nº DE PLANO

EDICIÓN FECHA

PLANO ESQUEMA DISPOSICIÓN DE TUBOS EN APOYO TIPO S1B

J-0895-L9273V001

0

04-25

VARIOS

PLACA DE IDENTIFICACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS

LSV009

B

09-22



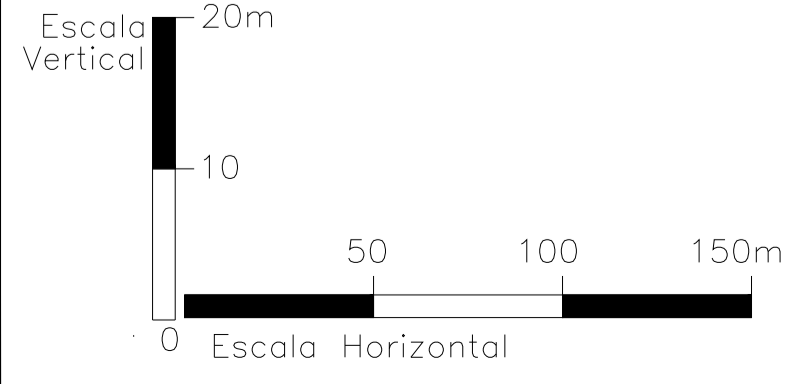
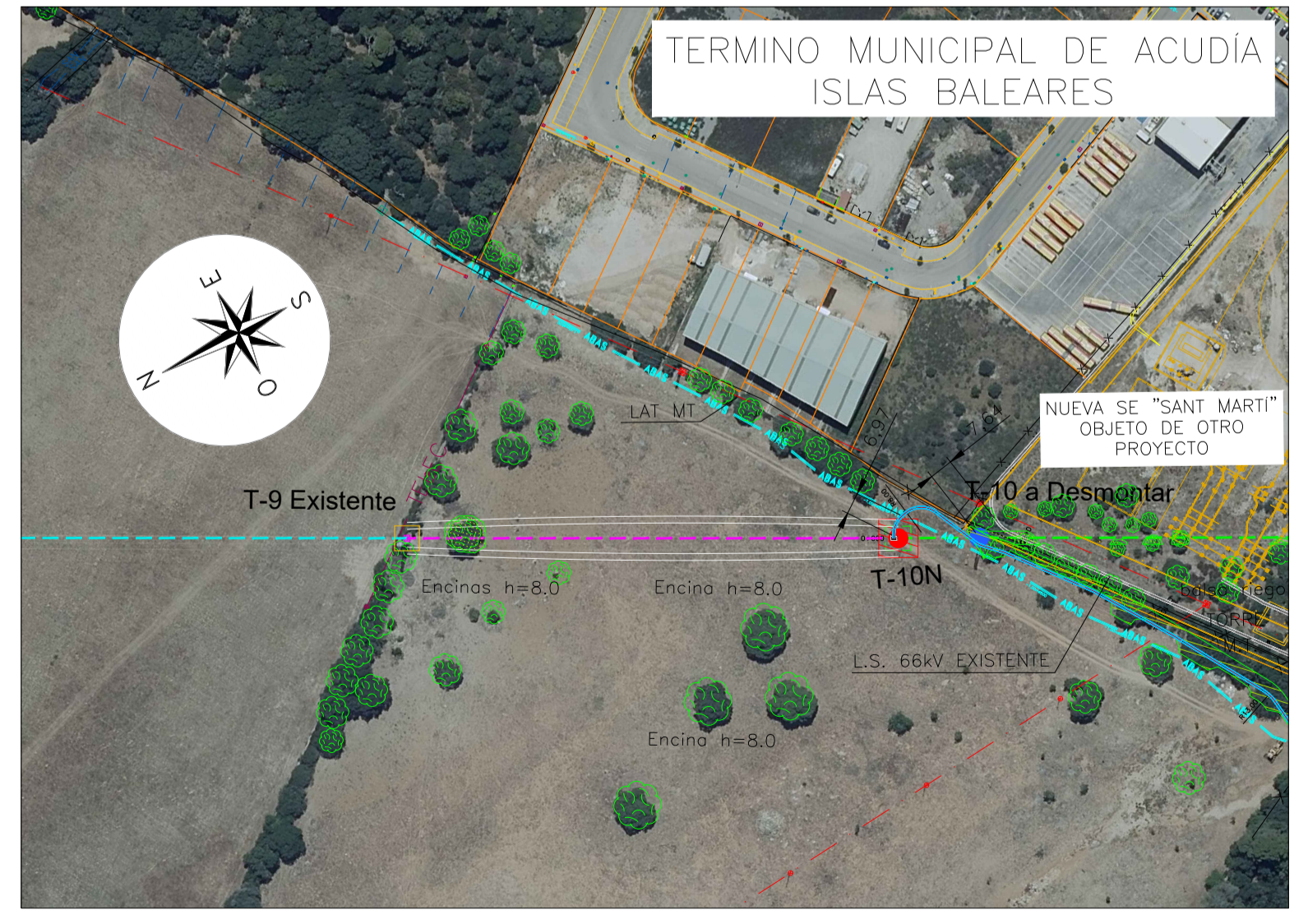
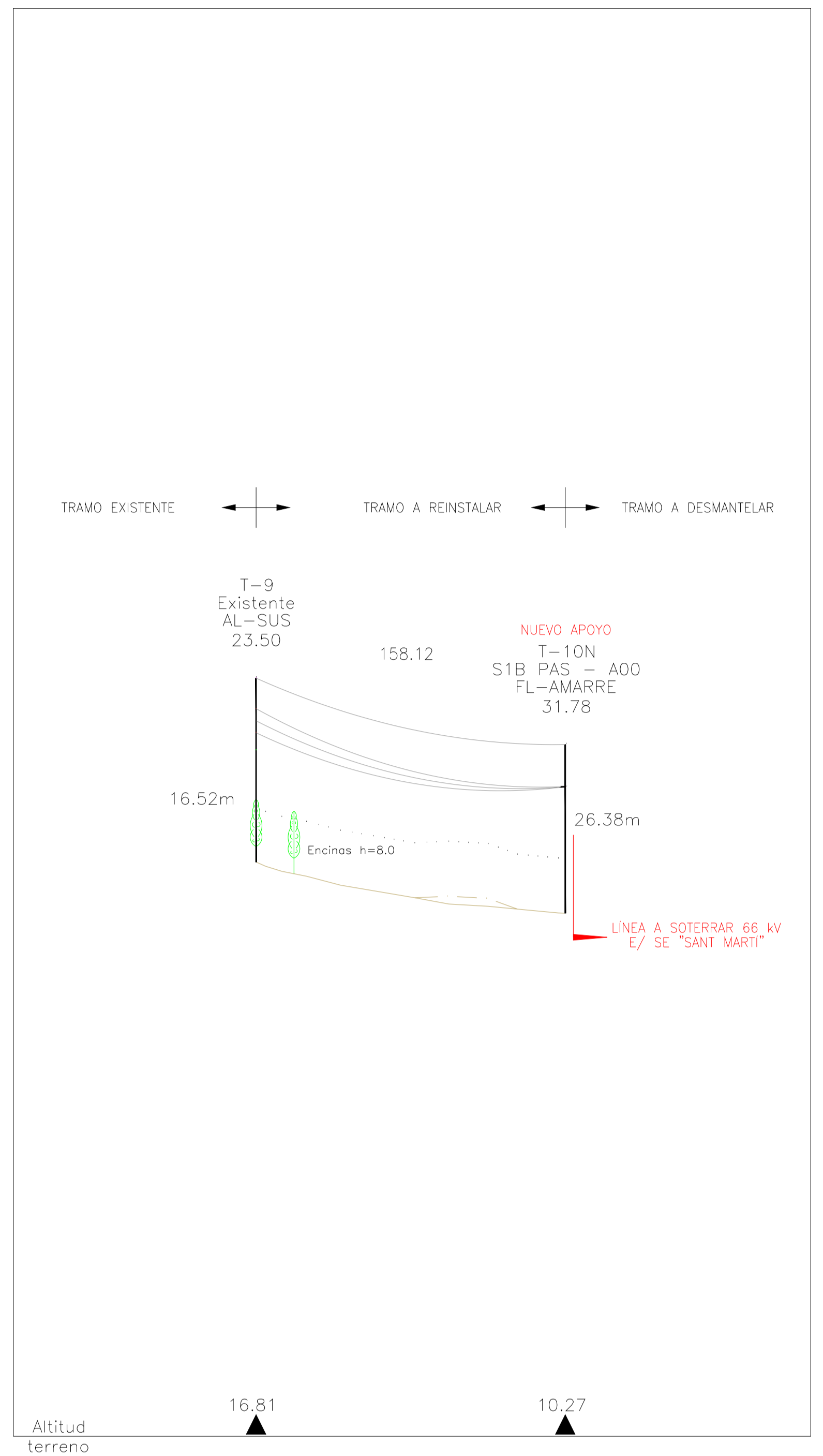
Zaragoza, mayo de 2025

El Ingeniero Industrial
al servicio de SATEL

David Gavín Asso

Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575/AEBFCHB verificable en <https://coliar.e-gestion.es>



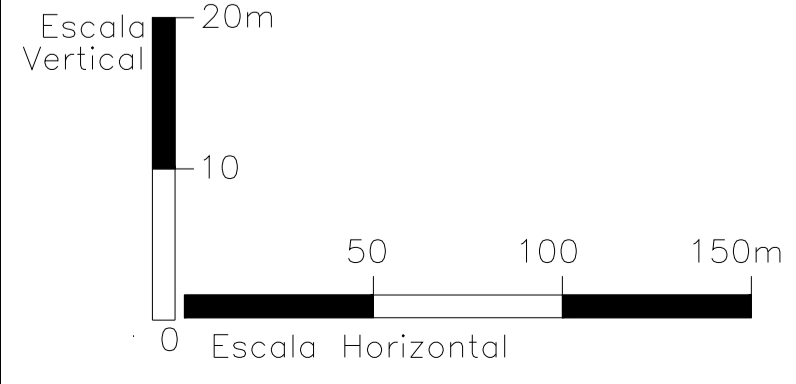
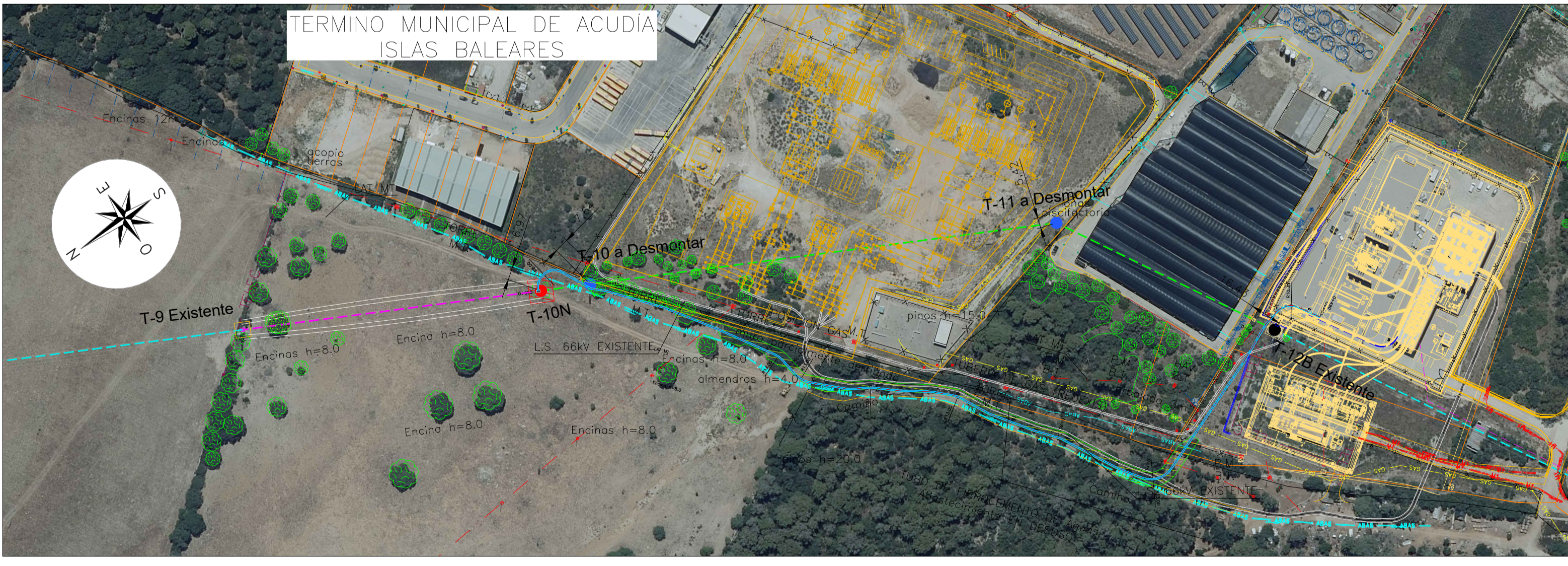
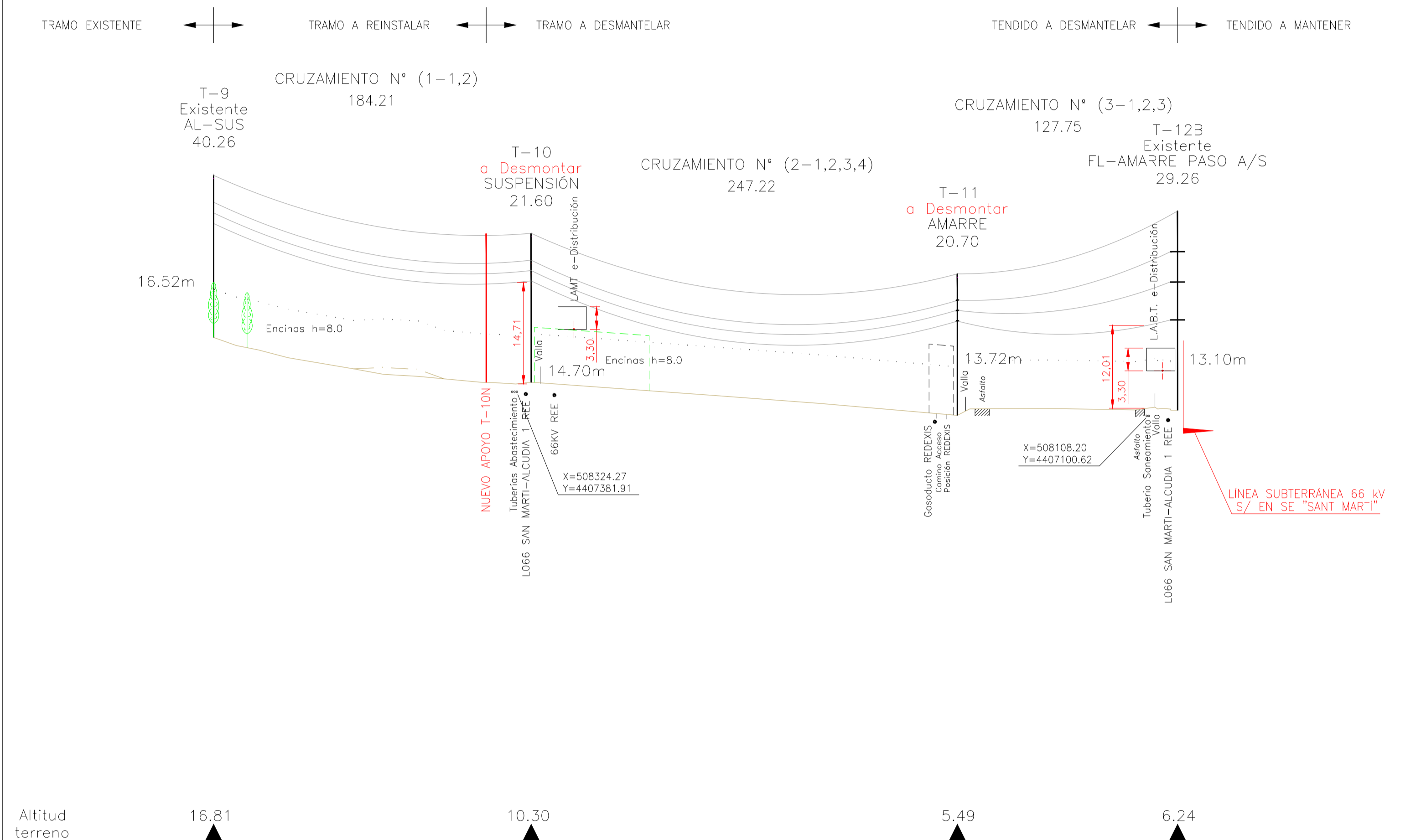
- ACTUACIÓN SOBRE LA VEGETACIÓN / TALA
- ACTUACIÓN SOBRE LA VEGETACIÓN / PODA
- ZONA PROTECCIÓN LINEAS ELÉCTRICAS SEGÚN APDO.5.6.1 ITC-LAT-07

- LINEA AÉREA 66 kV EN PROYECTO
- LINEA AÉREA 66 kV A DESMONTAR
- LINEA AÉREA 66 kV EXISTENTE
- APOYO LINEA AÉREA 66 kV EN PROYECTO
- APOYO LINEA AÉREA 66 kV A DESMONTAR
- APOYO LINEA AÉREA 66 kV EXISTENTE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	May-25	SATEL	R.E.	PROYECTO DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN DE LA LINEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 kV SC. MODIFICACIÓN DE LA LINEA SAN MARTÍN-ACUDÍA 1 (TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTÍN) TÍTULO: PLANO DE PERFIL Y PLANTA TRAMO LINEA NUEVA				
COORD.		ETRS89	HUBO	31
CODIGO		J-0895-19273		
A1		V=1:500 H=1:2000		
Nº		L002	HOJA 1 DE 4	

DOCUMENTO ORIGINAL DEPOSITADO EN LOS ARCHIVOS DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA. EL PRESENTE DOCUMENTO HA SIDO VERIFICADO EN SU FORMA ORIGINAL Y SE HA VERIFICADO SU AUTENTICIDAD Y SU INTEGRIDAD. EL PRESENTE DOCUMENTO HA SIDO VERIFICADO EN SU FORMA ORIGINAL Y SE HA VERIFICADO SU AUTENTICIDAD Y SU INTEGRIDAD.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entidad nº RG02249-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVWVF575IAEFCFB verificable en https://colar.e-gestion.es



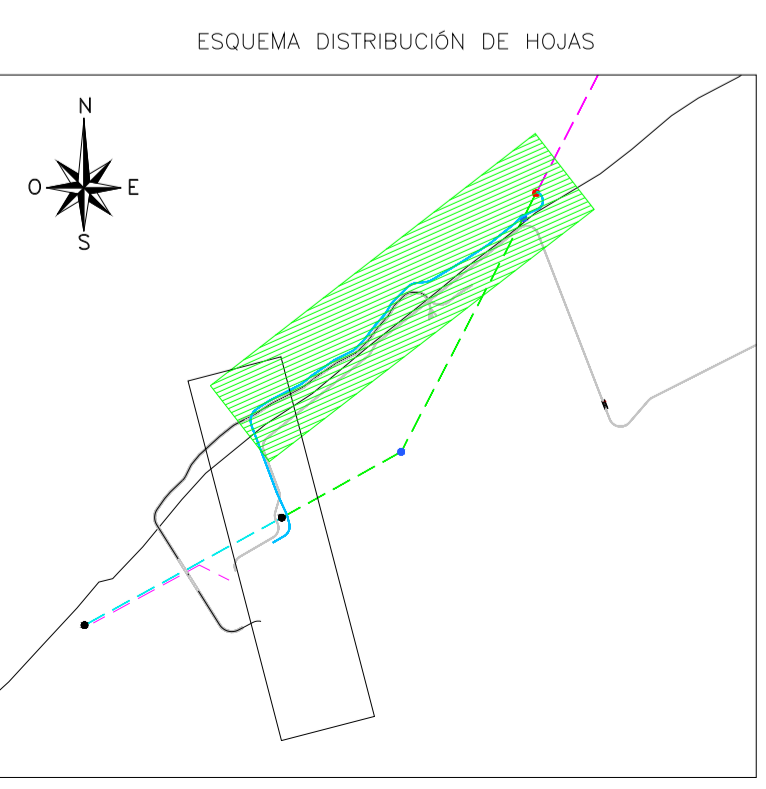
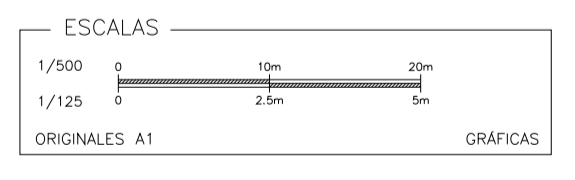
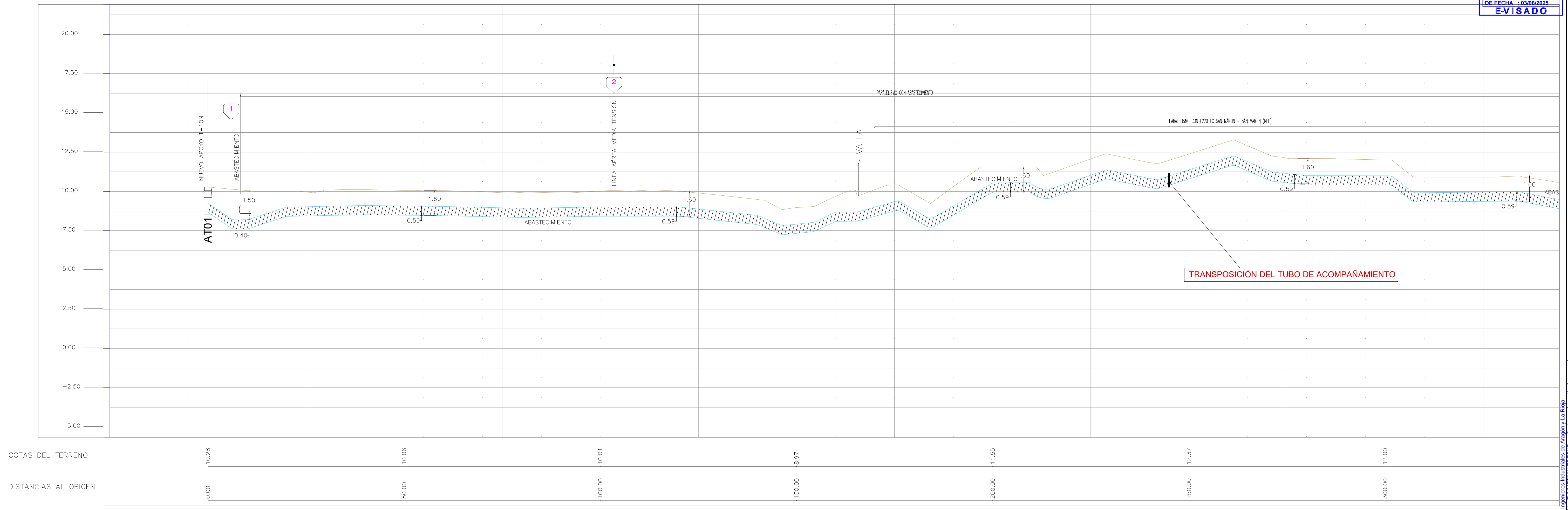
- ACTUACIÓN SOBRE LA VEGETACIÓN / TALA
- ACTUACIÓN SOBRE LA VEGETACIÓN / PODA
- ZONA PROTECCIÓN LINEAS ELÉCTRICAS SEGÚN APDO.5.6.1 ITC-LAT-07

- LINEA AÉREA 66 kV EN PROYECTO
- LINEA AÉREA 66 kV A DESMONTAR
- LINEA AÉREA 66 kV EXISTENTE
- APOYO LINEA AÉREA 66 kV EN PROYECTO
- APOYO LINEA AÉREA 66 kV A DESMONTAR
- APOYO LINEA AÉREA 66 kV EXISTENTE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	May-25	SATEL	R.E.	PROYECTO DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN DE LA LINEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 kV SC. MODIFICACIÓN DE LA LINEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1 (TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTÍN)				
TÍTULO: PLANO DE PERFIL Y PLANTA TRAMO DE LINEA A DESMONTAR				COORD: ETR589 HUBO 31 CODIGO: J-0895-19273 A1 V=1:500 H=1:2000 Nº L002 HOJA 2 DE 4

DOCUMENTO ORIGINAL DEPOSITADO EN LOS ARCHIVOS DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA. URL: https://www.colegioprof.com/ARAGON/INFORMACION/ARCHIVOS/DOCUMENTOS/PROYECTOS/VD02023-25A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entidad nº RD02549-25 y VISTADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV: FVWVF575I8EFCFB verificable en https://colar.e-gestoras.com



LEYENDA PERFIL

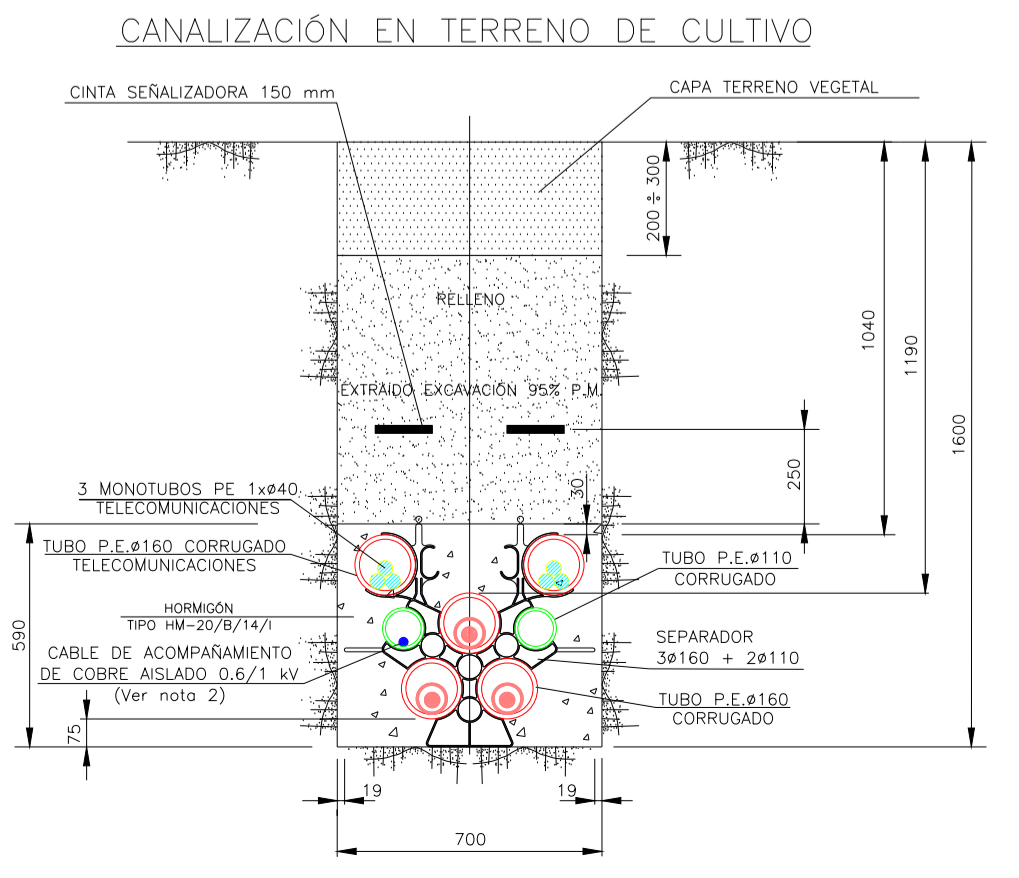
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES

LEYENDA PLANTA

- ZANJA SIMPLE CIRCUITO PLANTA
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES

LEYENDA SERVICIOS

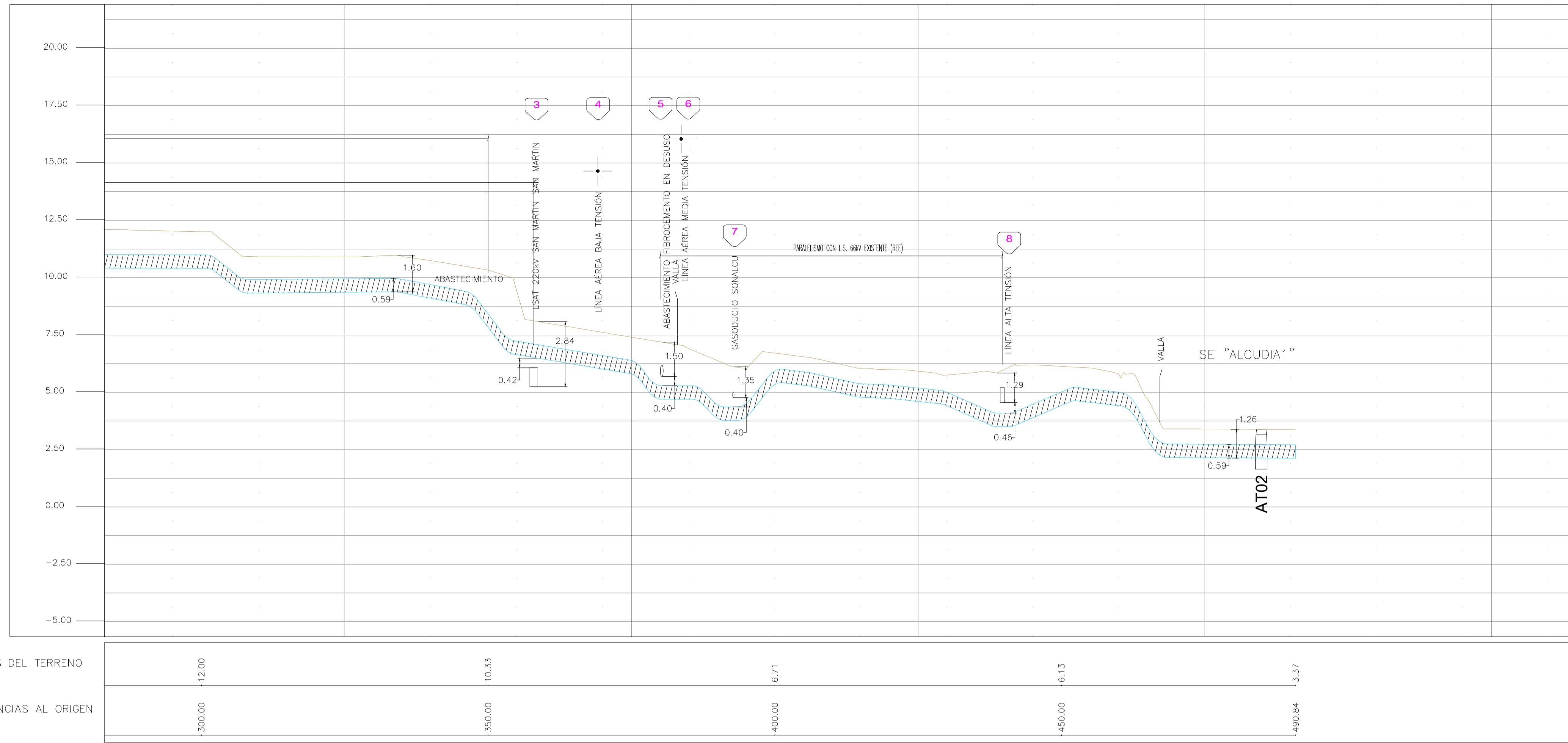
- RED SANEAMIENTO
- RED ABASTECIMIENTO
- RED TELEFONICA
- RED TELECOMUNICACIONES
- RED JAZZTEL
- RED ALUMBRADO PÚBLICO
- LINEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSION
- LINEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSION
- SERVICIO DESCONOCIDO
- SERVICIO DESCONOCIDO
- FAROLA



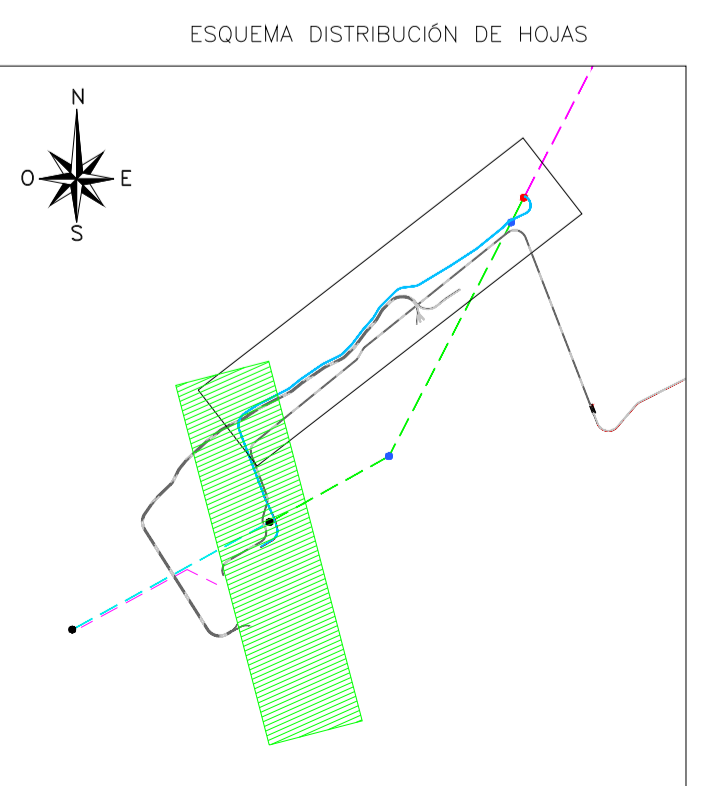
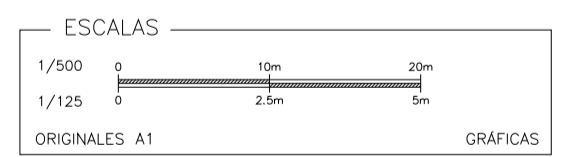
- ACTUACIÓN SOBRE LA VEGETACIÓN / TALA
- ACTUACIÓN SOBRE LA VEGETACIÓN / PODA

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	May-25	SATEL	R.E.	PROYECTO DE EJECUCIÓN

red eléctrica	INSTALACIÓN DE LA LINEA AEREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 kV SC MODIFICACIÓN DE LA LINEA SAN MARTÍN-ACUDIA 1 (TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTÍN)	COORD. ETRS89	HUBO 31
	TÍTULO PLANO DE PERFIL Y PLANTA TRAMO NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA	A1	Nº L002 HOJA 3 DE 4

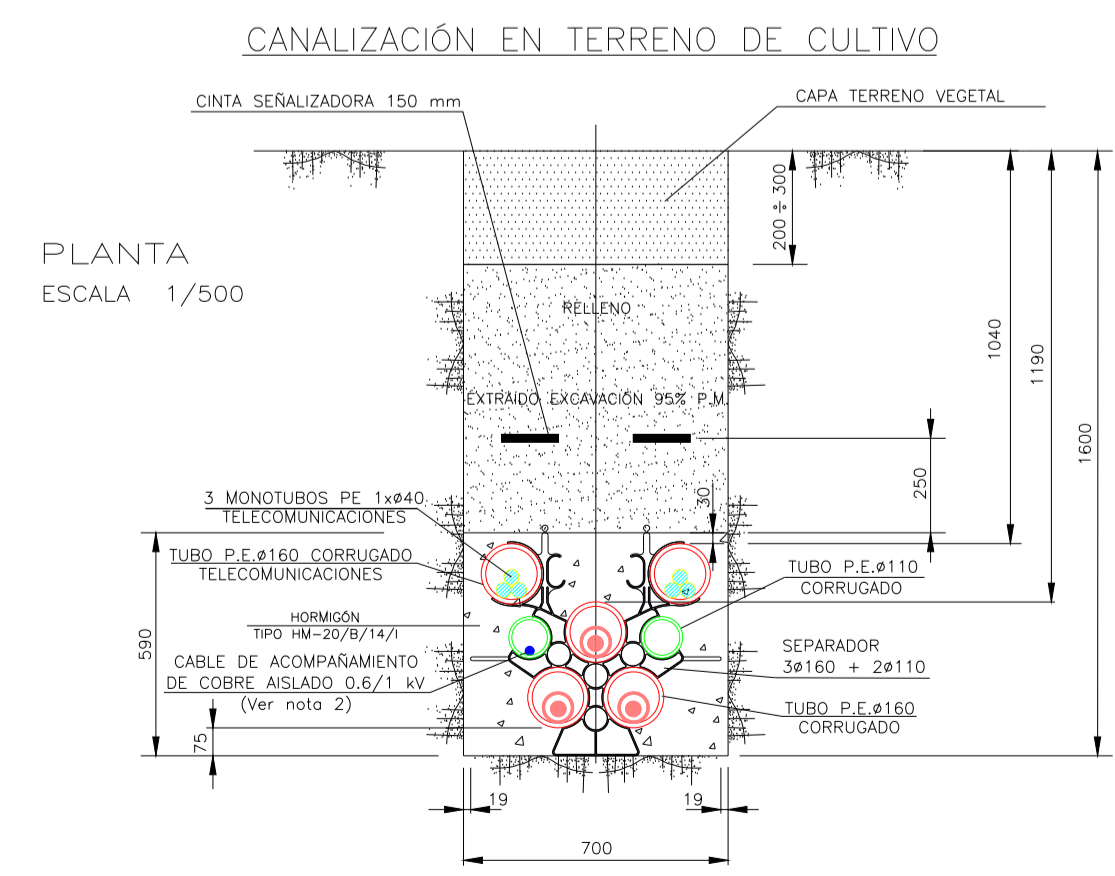
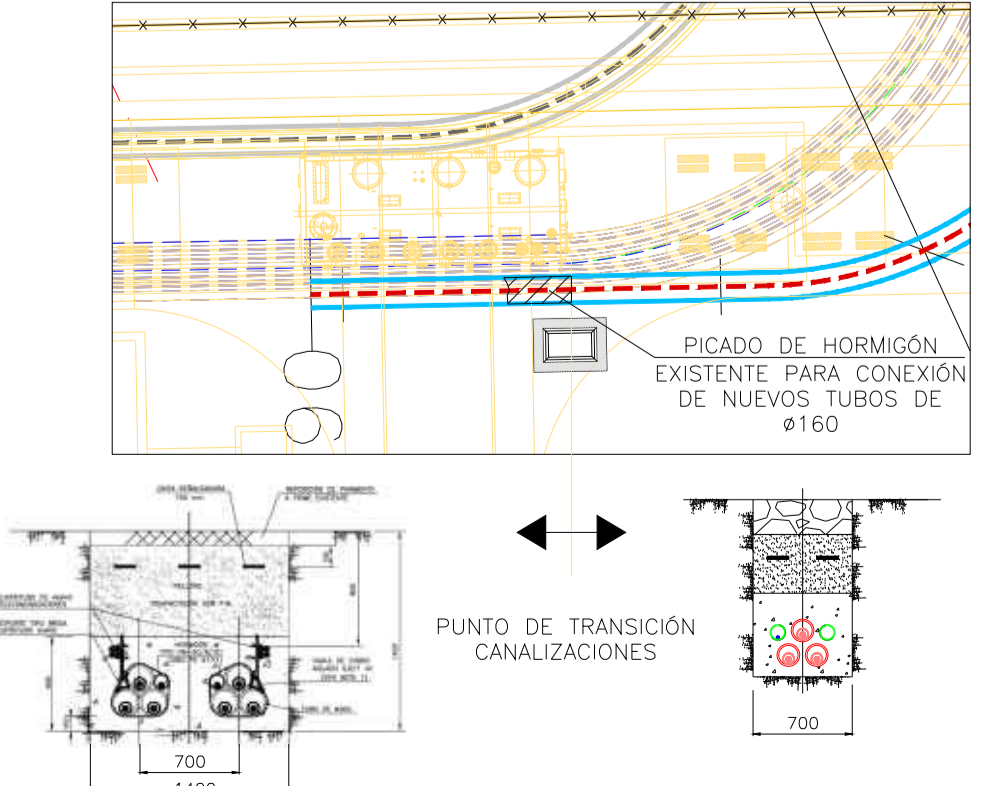
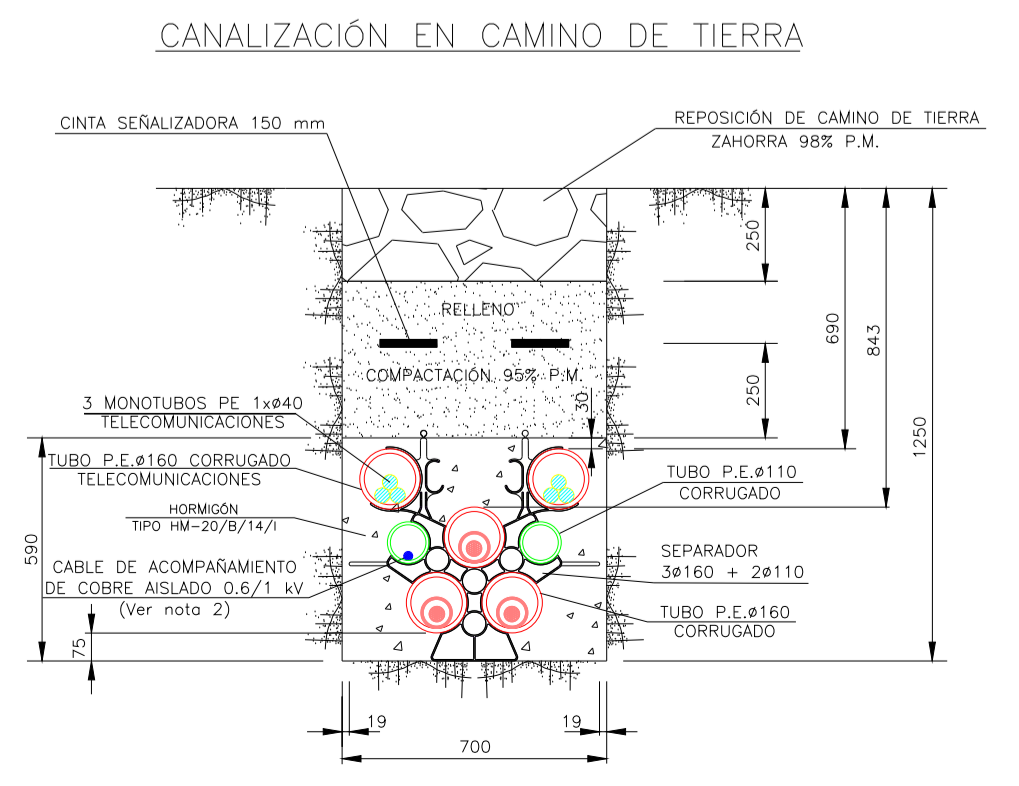


- ACTUACIÓN SOBRE LA VEGETACIÓN / TALA
- ACTUACIÓN SOBRE LA VEGETACIÓN / PODA



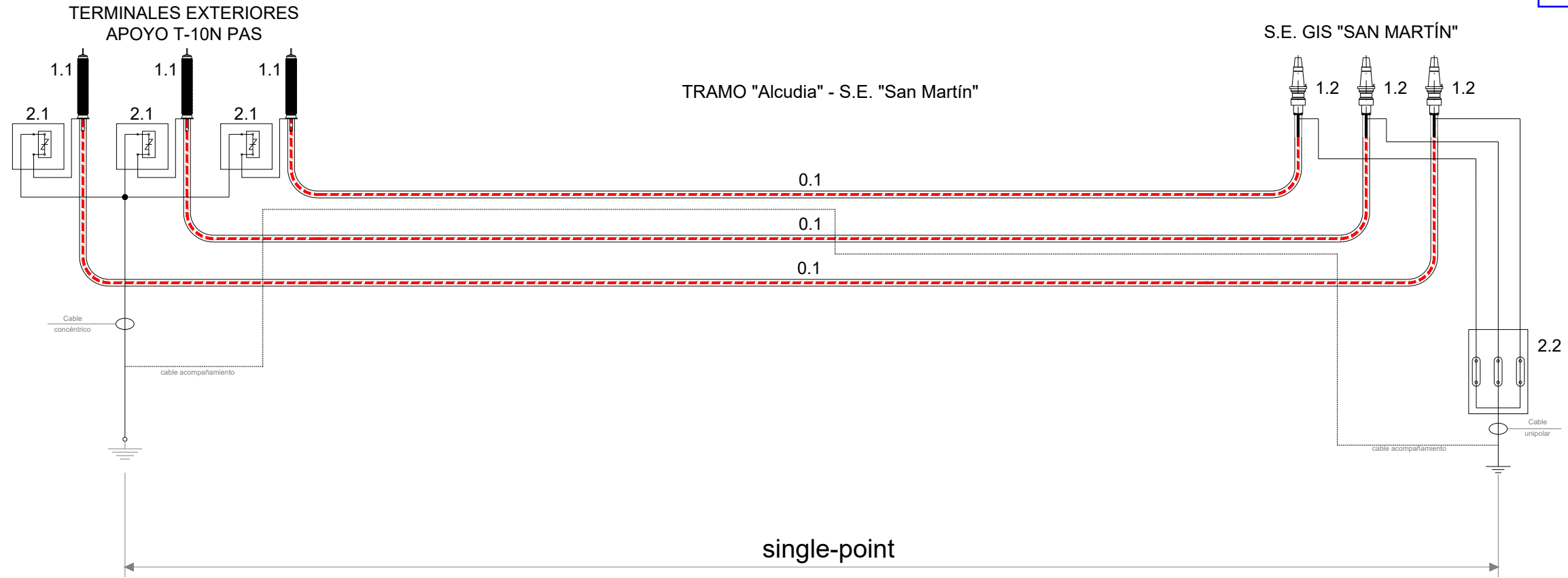
- LEYENDA PERFIL**
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
 - Nº CRUCE SEGUN MEMORIA PROYECTO
 - ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES
- LEYENDA PLANTA**
- ZANJA SIMPLE CIRCUITO PLANTA
 - ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES

- LEYENDA SERVICIOS**
- RED SANEAMIENTO
 - RED ABASTECIMIENTO
 - RED TELEFONICA
 - RED TELECOMUNICACIONES
 - RED JAZZTEL
 - RED ALUMBRADO PUBLICO
 - LINEA ELECTRICA DE BAJA TENSION
 - LINEA ELECTRICA DE MEDIA TENSION
 - SERVICIO DESCONOCIDO
 - SERVICIO DESCONOCIDO
 - FAROLA



EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	R.E.	PROYECTO DE EJECUCIÓN	DESCRIPCIÓN	COORD.	ETRS89	HUBO 31
0	May-25	SATEL							
INSTALACION DE LA LINEA AEREA-SUBTERRANEA DE TRANSPORTE DE ENERGIA ELECTRICA A 66 KV SC MODIFICACION DE LA LINEA SAN MARTIN-ALCUDIA 1 (TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTIN)							CODIGO J-0895-19273		
TITULO PLANO DE PERFIL Y PLANTA TRAMO NUEVA LINEA SUBTERRANEA							Nº V=1:125 H=1:500		
							Nº L002 HOJA 4 DE 4		

DOCUMENTO ORIGINAL DEPOSITADO EN LOS ARCHIVOS DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGON Y LA RIOJA
 con Reg. Entidad nº RD020249-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVWVF5750EFCFB verificable en https://colar.e-gestion.es

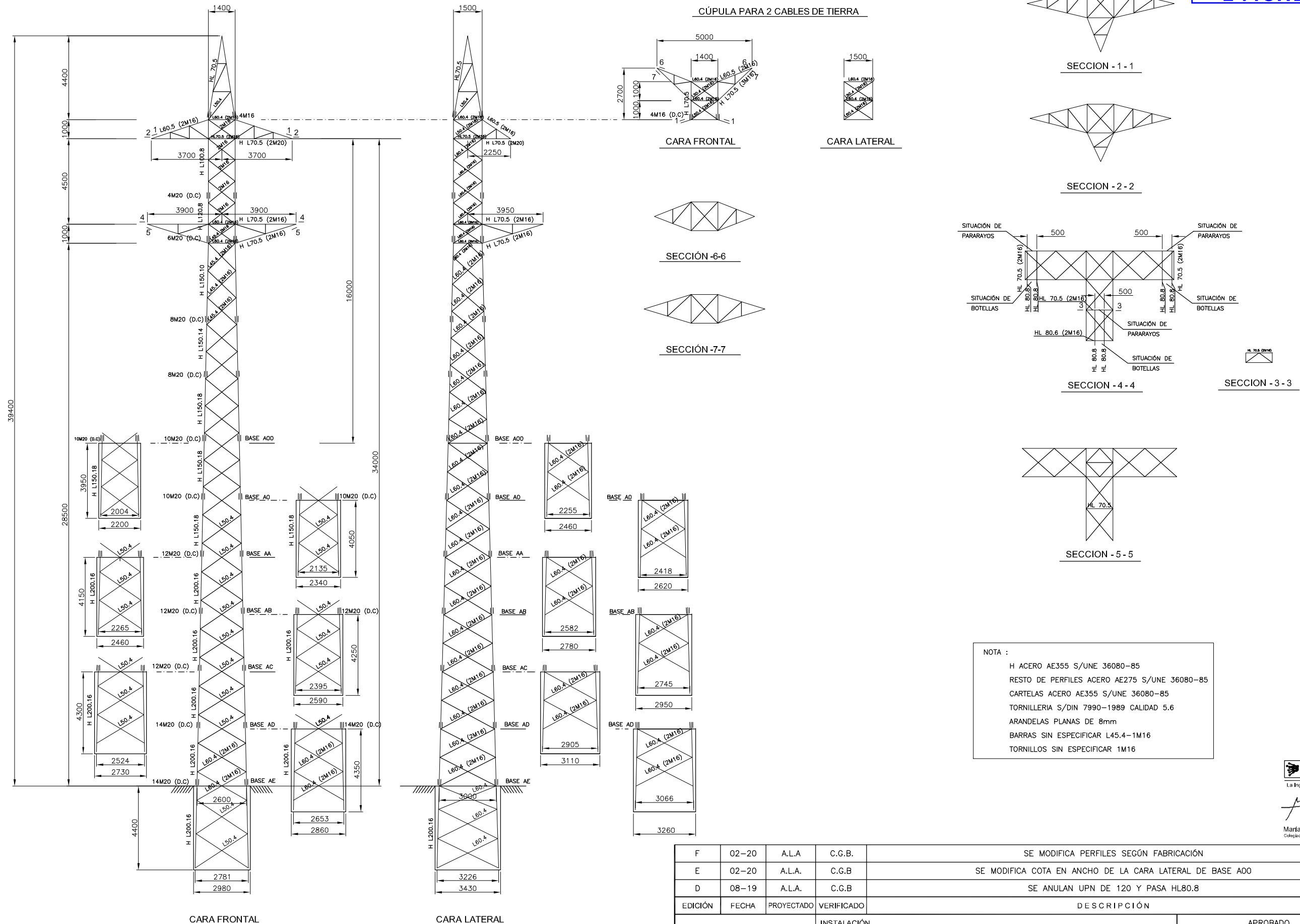


2.1	CAJA UNIPOLAR PUESTA A TIERRA DIRECTA CON DESCARGADORES	CCP-1-TD-U
2.2	CAJA TRIPOLAR PUESTA A TIERRA DIRECTA CABLE UNIPOLAR	CCP-3-T-U
1.1	TERMINALES EXTERIORES	TER-EXT 72,5-AF P-V 1000KAL + 31,5kA XLPE
1.2	TERMINALES GIS 66kV	TER-GIS 72,5-D 1000KAL + H 62271-F5 31,5 kA
REF.	DESIGNACIÓN	TIPO
ACCESORIOS		

0.1	CABLE RHZ1-RA+20L(AS) 36/66kV 1x1000KAL+H135	1x1000/66kV	572,92	603,92
REF.	TIPO	SEC./TENSIÓN	LONGITUD TRAZA	LONGITUD CABLE
CABLE CIRCUITO L66 kV SAN MARTÍN - ALCUDIA 1				

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todas las derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo caso, estará prohibido sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no garantiza ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

0	Moy-25	SATEL	R.E.	PROYECTO DE EJECUCIÓN	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
				INSTALACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 kV SC MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1 (TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTÍN)	
				TÍTULO ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE PANTALLAS CIRCUITO 1	
				COORD.	- HUSO -
				CODIGO	J-0895-L9273
A3		S/E			
Nº	L004	HOJA 1 DE 1			



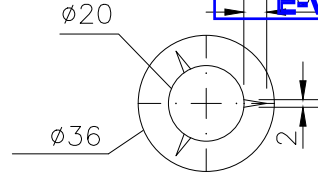
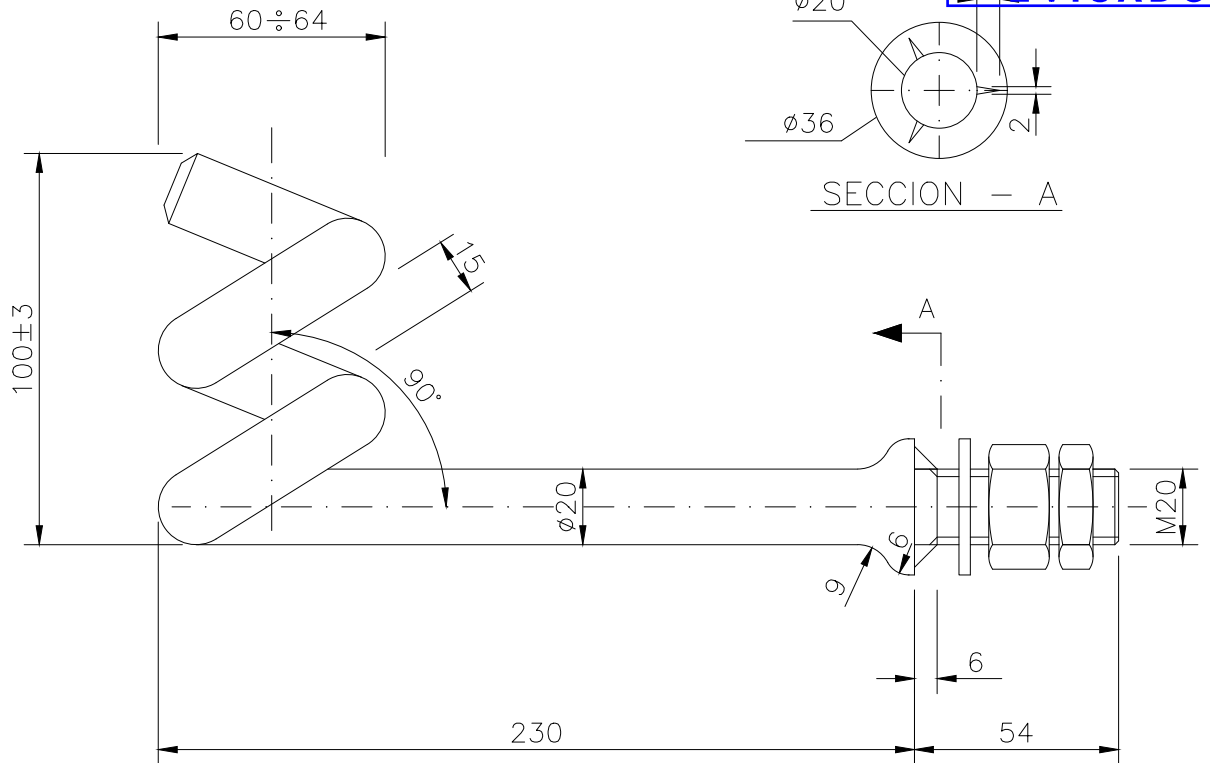
NOTA :
 H ACERO AE355 S/UNE 36080-85
 RESTO DE PERFILES ACERO AE275 S/UNE 36080-85
 CARTELAS ACERO AE355 S/UNE 36080-85
 TORNILLERIA S/DIN 7990-1989 CALIDAD 5.6
 ARANDELAS PLANAS DE 8mm
 BARRAS SIN ESPECIFICAR L45.4-1M16
 TORNILLOS SIN ESPECIFICAR 1M16

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados, por tanto su contenido permanece único y exclusivamente en RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. La RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

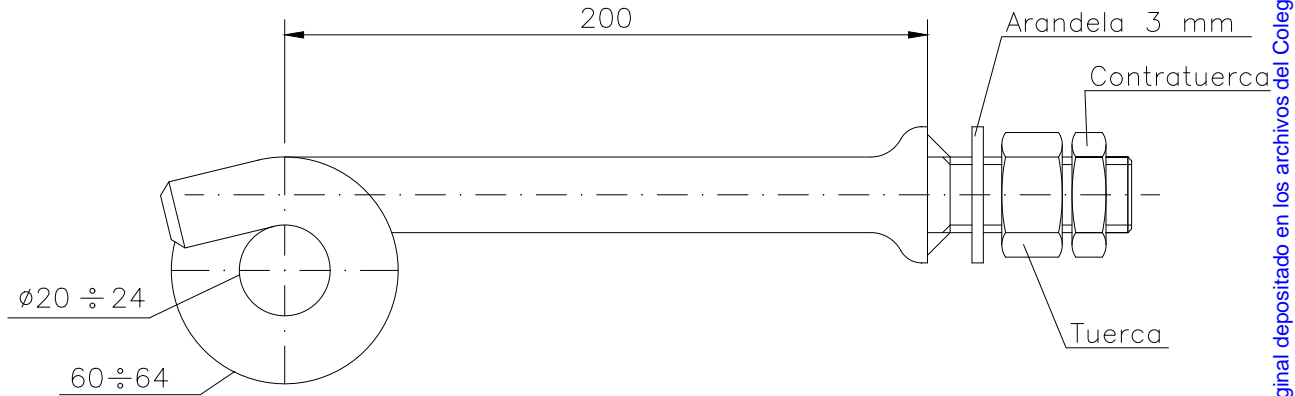
F	02-20	A.L.A.	C.G.B.	SE MODIFICA PERFILES SEGÚN FABRICACIÓN
E	02-20	A.L.A.	C.G.B.	SE MODIFICA COTA EN ANCHO DE LA CARA LATERAL DE BASE A00
D	08-19	A.L.A.	C.G.B.	SE ANULAN UPN DE 120 Y PASA HL80.8
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LINEAS
TÍTULO LINEAS A 66 - 132 kV SIMPLE CIRCUITO APOYO DE TRANSICIÓN AEREO - SUBTERRÁNEO TIPO S1B				APROBADO COORD. N/A HUSO N/A CODIGO N/A A3 1:200 Nº 200P001 HOJA DE

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575IAEBFCHB verificable en https://coliar.e-gestion.es

La Ingeniería Industrial
 María Soler Soneira
 Colegiada ICAI nº 4123 / 3353



SECCION - A

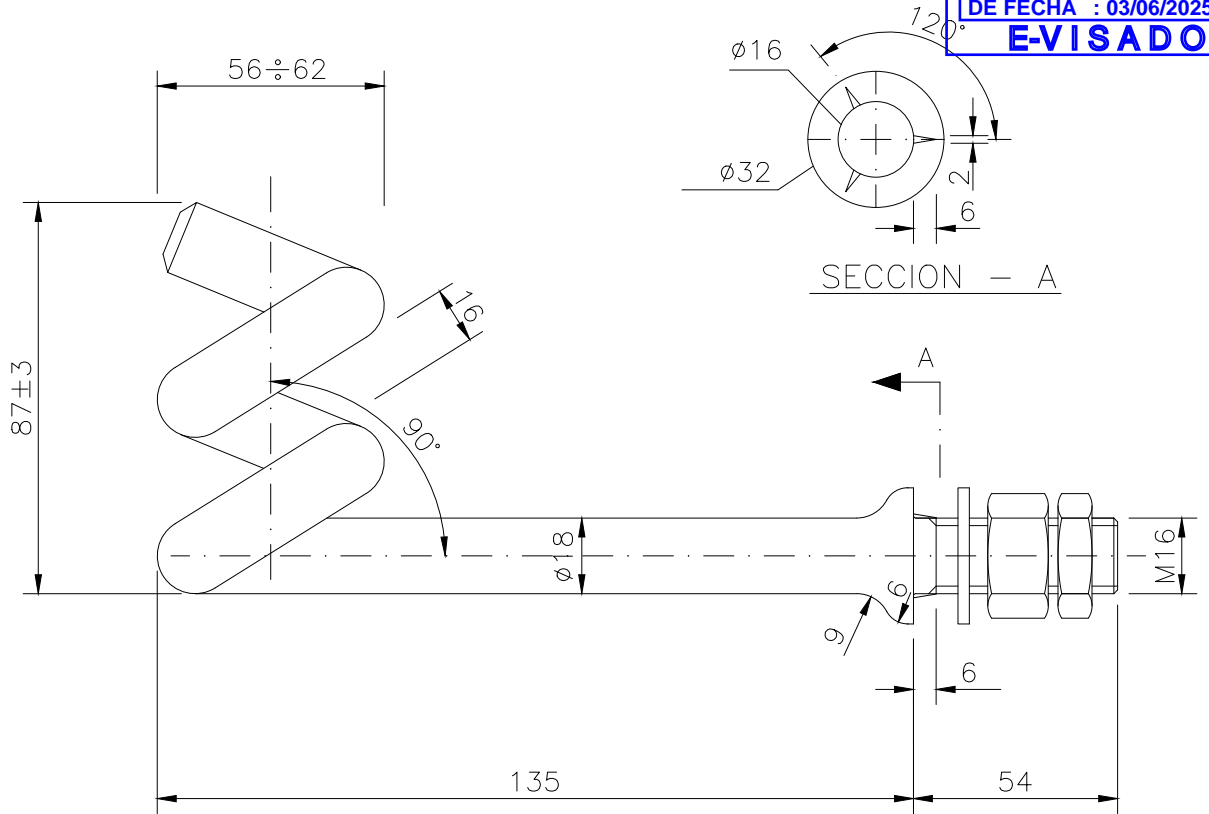


ACERO CALIDAD S275J0
ACABADO GALVANIZADO
PESO APROX. = 1,45 kg.

CODIGO MATERIAL
3103215

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
D	nov-22	G.C.G	C.G.B	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
C	sep-18	A.L.A	A.G.M	SE AÑADE PESO
red eléctrica				INSTALACIÓN
				NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
				TÍTULO
				PELDAÑO DE SEGURIDAD (TIPO 3)
COORD.		HUSO		
CODIGO Nº		SF4H145		
A4V				
Nº		HOJA 1 DE 1		

RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntica y exclusivamente a RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

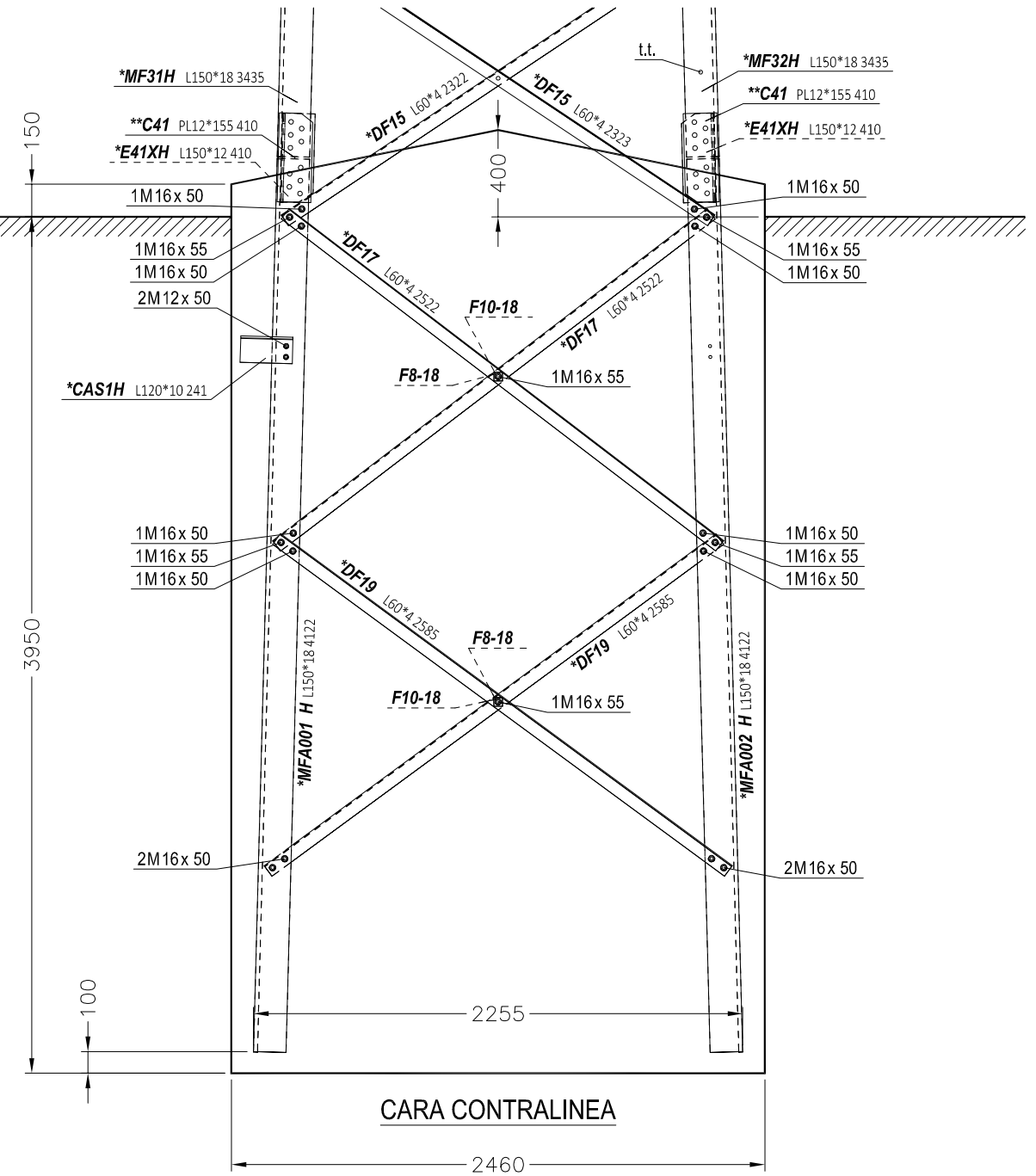
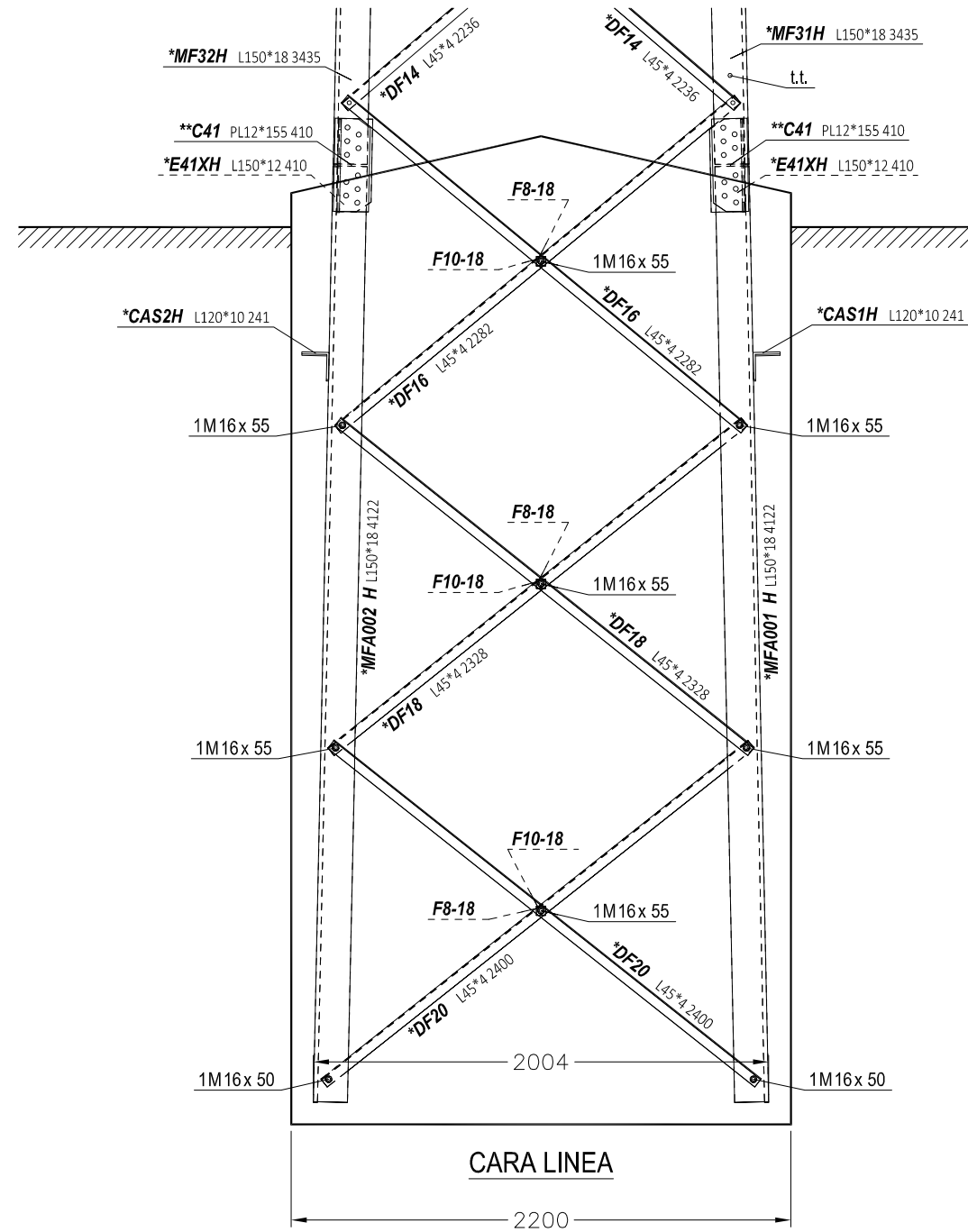


ACERO CALIDAD S275J0
 ACABADO GALVANIZADO
 PESO APROX. = 0,95 kg.

CODIGO MATERIAL
 3106251

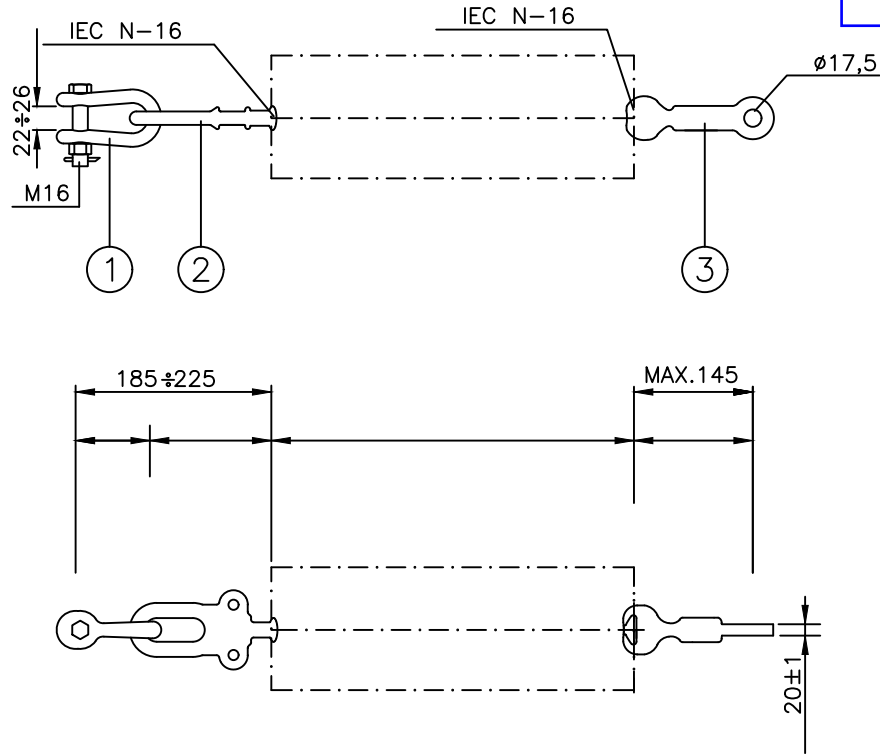
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	nov-22	G.C.G	C.G.B	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
A	sep-18	A.L.A	J.C.P	SE AÑADE PESO
red eléctrica				INSTALACIÓN
				NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
TÍTULO				COORD. HUSO
				CODIGO N° SF4H203
				A4V
				N° HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntica y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



VOLUMEN EXCAVACIÓN: 21,38m³
 VOLUMEN HORMIGÓN: 22,64m³

A	FEB-20	MPB	DCG	MODIFICACIÓN SUJECIÓN CAJÓN BAJADA DE CABLES Y SE AÑADEN PATES
0	JUN-19	MPB	DCG	DISEÑO INICIAL
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN ESTADO COORD. N/A HUSO N/A CODIGO N/A ISO-A3 1:30 Nº 200C001 HOJA 1/1
TÍTULO LINEAS A 66 - 132 kV SIMPLE CIRCUITO APOYO DE TRANSICIÓN AEREO TIPO "S1B" CIMENTACIÓN ALTURA A00 TERRENO NORMAL K=12				



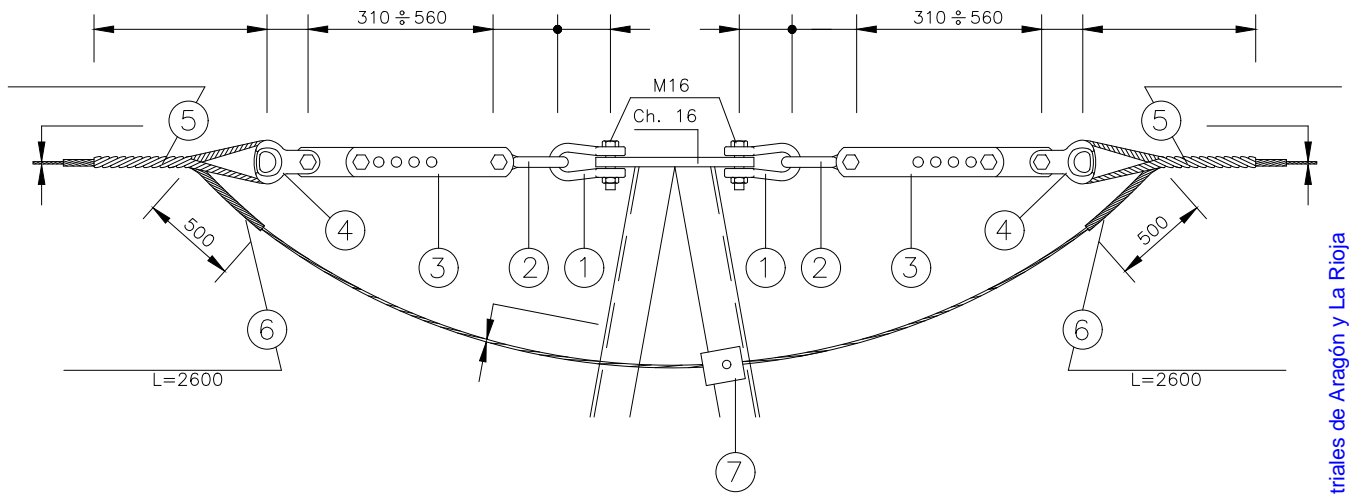
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido, patentes, marcas y señalamientos a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	CODIGO SAP	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA MIN. ROTURA
1	GRILLETE RECTO	1	ACERO				135 kN
2	ANILLA BOLA C. PROTECC.	1	"				120 kN
3	ROTULA PASTILLA C.PROTEC.	1	"				120 kN

NOTAS: CARGA DE ROTURA MÍNIMA DE LA CADENA 120 kN
 TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO, TUERCA Y PASADOR
 TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
 COTAS EN mm

CODIGO MATERIAL
3107346

E	sep-22	C.M.G.	P.A.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN			
D	may-22	P.F.C.	P.A.C.	SE ACTUALIZA FORMATO NOTAS			
O	ago-08	A.L.A.	D.L.A.	CREACIÓN DE PLANO			
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN			
		INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS			
		TÍTULO		CADENA DE AMARRE 66 Y 132 kV SENCILLA - SIMPLEX VANO FINAL TORRE TERMINAL N-16			
		COORD.		HUSO		CODIGO N°	
		A4V				N° SF1H1126	
		HOJA 1 DE 1					



NOTAS CONSTRUCCIÓN:

- 1.- Para montaje en portico utilizar medio conjunto.
- 2.- Cuando el conjunto se utiliza para bajada de cables no se montara la posicion 7.

POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA D ROTURA
1	GRILLETE RECTO	2	ACERO			
2	ESLABON REVIRADO	2	"			
3	ALARGADERA REGULABLE	2	"			
4	HORQUILLA GUARDACABO	2	"			
5	RETENCION PREFORMADA	2	AC.REC.AL/C.SILICE			
6	VARILLAS PROTECCION	2	"			
7	CONEXION BAJADA	1	ALEAC.ALUMINIO			

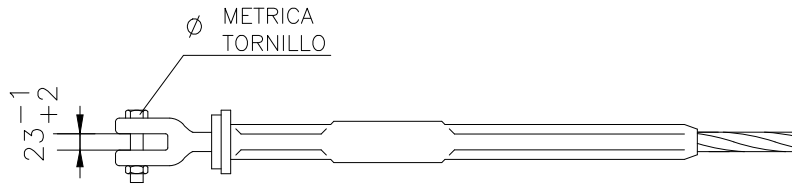
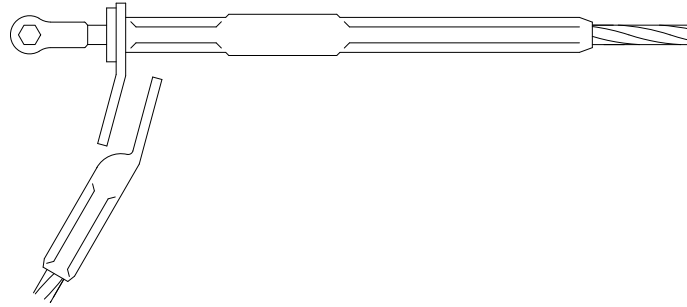
NOTAS:

CARGA DE ROTURA MINIMA DE LOS HERRAJES 120 kN
 CARGA DE LA ROTURA MINIMA DE LA RETENCION 120 kN
 TODAS LAS PIEZAS DE ACERO,GALVANIZADAS
 COTAS EN mm

GAMA de ϕ	CODIGO MATERIAL
$\phi 15,10 \div \phi 16,99$ mm	3103126
$\phi 13,70 \div \phi 15,09$ mm	3106263

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
F	ago-22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
E	nov-12	A.L.A	A.G.M.	SE MODIFICAN VALORES ALARGADERA
0	ene-01	A.L.A	A.L.A.	CREACIÓN DE PLANO

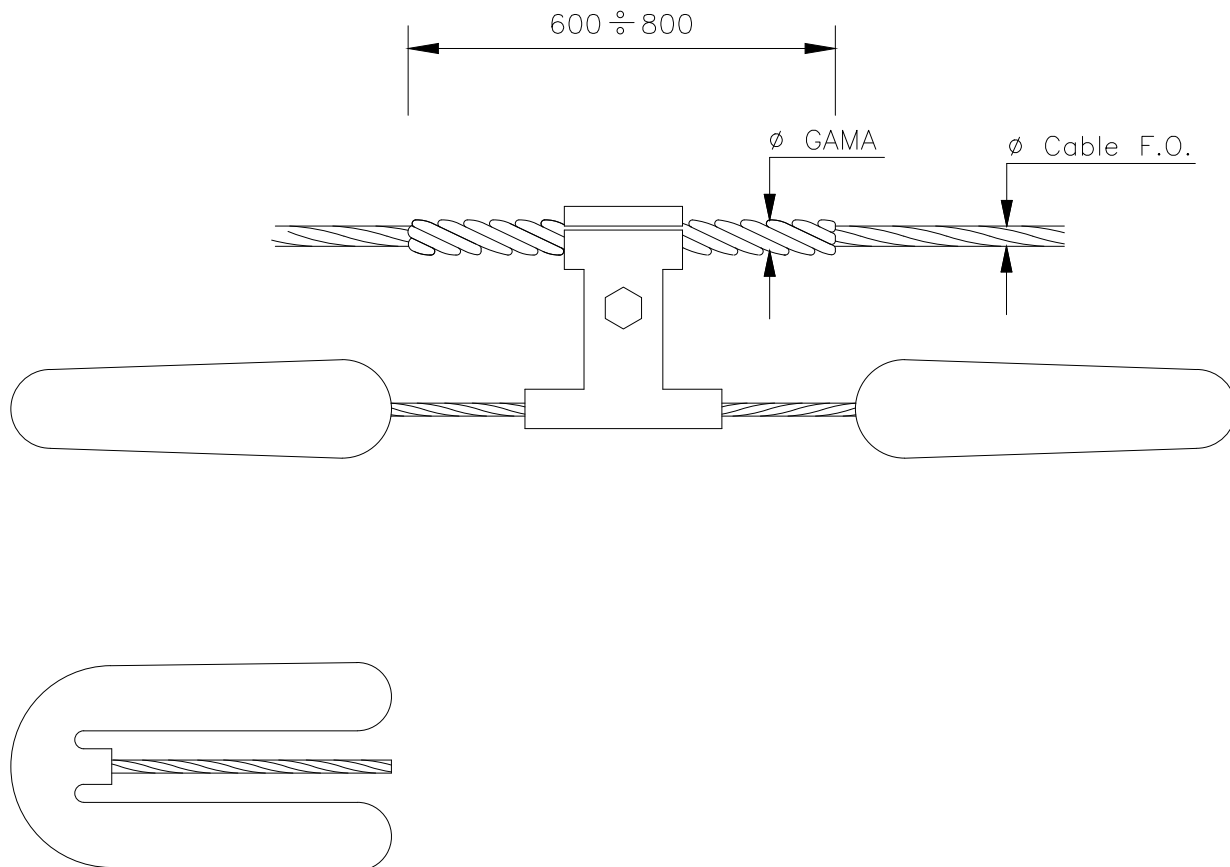
red eléctrica	INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS		COORD.	N/A	HUSO	N/A
	TÍTULO		CONJUNTO DE AMARRE CABLE COMPUESTO (TIERRA-ÓPTICO)($\phi 13,70-16,99$ mm)		CODIGO		N/A	
							S/E	
					Nº		SF4H127	
								HOJA 1 DE 1



CONDUCTOR	CODIGO DE GRAPA	CONDUCTOR EN mm	CARGA MINIMA DE ROTURA DE GRAPA	Ø
GULL	3010130	Ø25,38	≥ 95% CARGA DE ROTURA DEL CABLE	M20
CONDOR	3010125	Ø27,72	"	M20
RAIL	3010139	Ø29,61	"	M20
CARDINAL	3010124	Ø30,42	"	M20
LAPWING	3010137	Ø38,16	"	M20
HAWK	3010132	Ø21,8	"	M16
GULL	3111614	Ø25,38	"	M16
CURLEW	3111611	Ø31,60	"	M20
HEN	3010133	Ø22,4	"	M16
TERN	3401519	Ø27,03	"	M20

TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO,TUERCA Y PASADOR
TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
COTAS EN mm

H	ago-22	M.M.G.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
G	jun-21	A.L.A.	JP.Y.	SE AÑADE CONDUCTOR TERN
0	jun-21	A.L.A.	D.LA.	CREACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
red eléctrica	INSTALACIÓN			NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
	TÍTULO			GRAPA DE AMARRE
	COORD.		HUSO	
	CODIGO			
A4		S/E		
Nº G001		HOJA 1 DE 1		

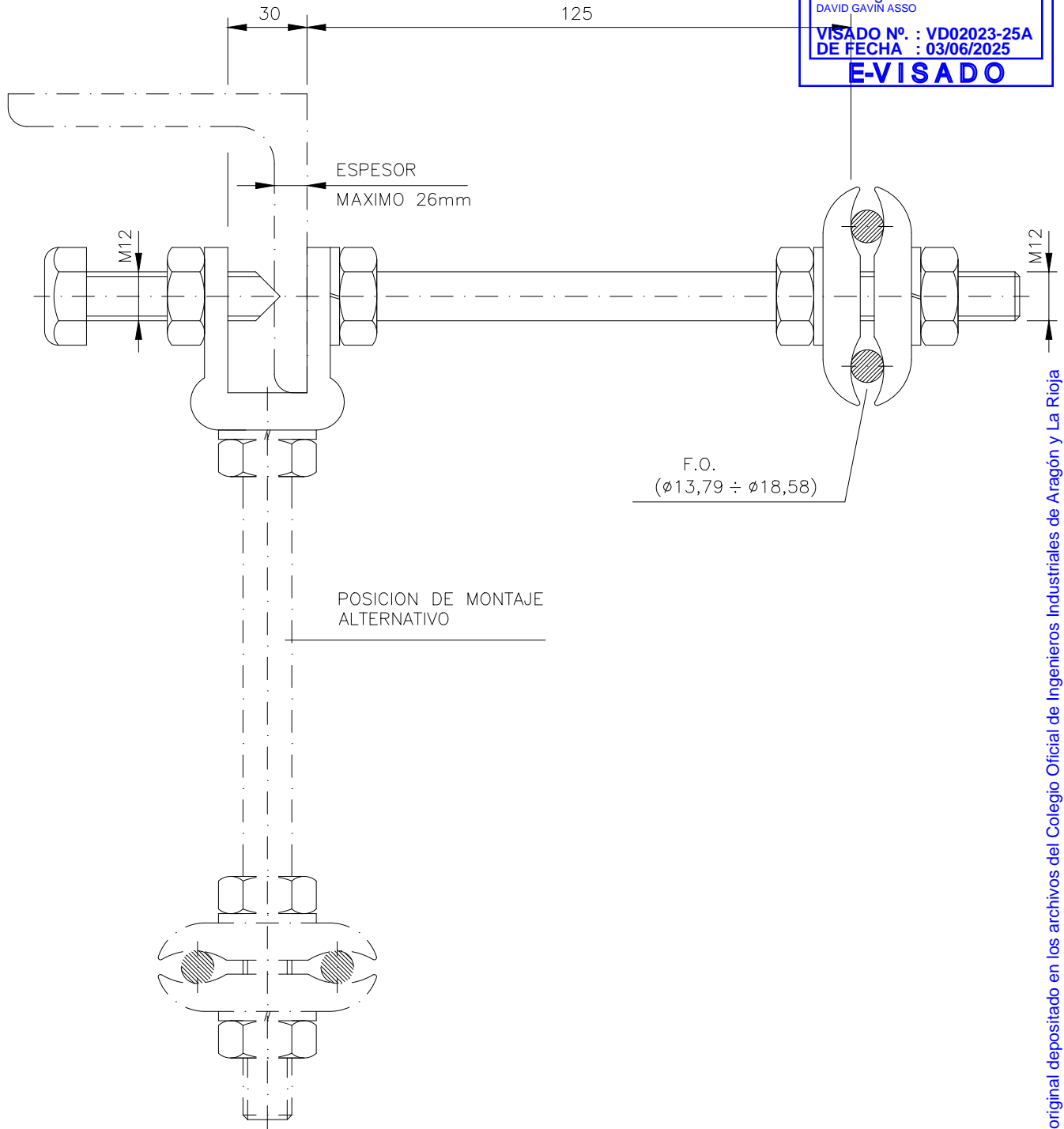


CABLE F.O.Ø	GAMA de Ø	CODIGO MATERIAL
Ø15,10 ÷ Ø18,58	Ø21,50 ÷ Ø30	3300057
Ø13,79 ÷ Ø15,09	Ø16,50 ÷ Ø24	3300056

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
H	sep-22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
G	jun-20	A.L.A.	A.G.M.	SE MODIFICAN CÓDIGO DE MATERIAL
0	may-96	A.L.A.	A.L.A.	CREACIÓN DE PLANO

	INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LINEAS		COORD.	N/A	HUSO	N/A
	TÍTULO		AMORTIGUADOR CABLE COMPUESTO TIERRA – ÓPTICO		CODIGO		N/A	
					A4V	S/E		
					Nº	SF4H027		HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



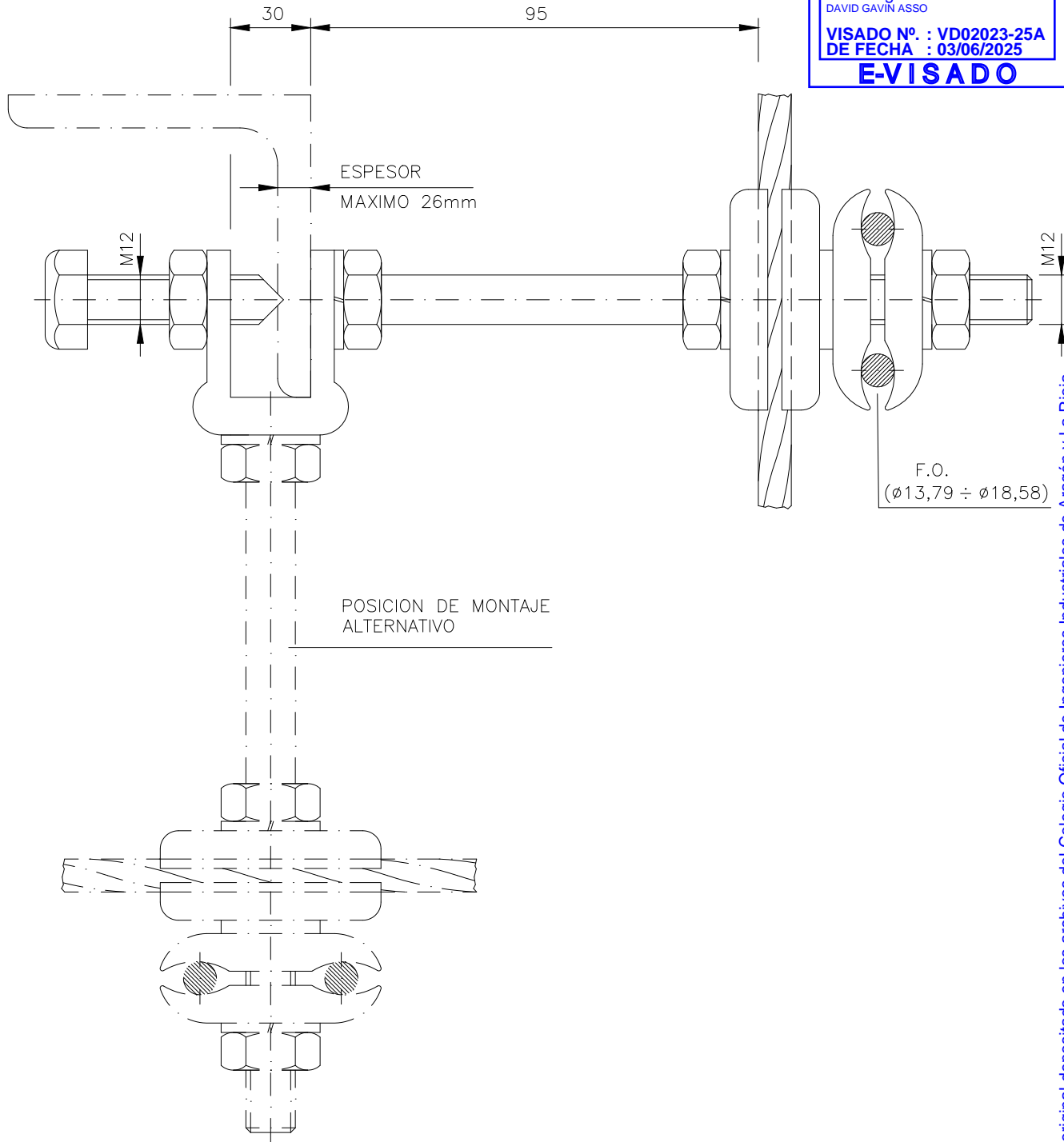
GRAPA ALEACION ALUMINIO
 RESTO MATERIAL ACERO GALVANIZADO

CODIGO MATERIAL
 3010046

C	sep-22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
B	abr-14	A.L.A.	A.G.M.	SE MODIFICA ESPESOR MÁXIMO
0	mar-00	M.H.G.	V.H.G.	CREACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN

	INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LINEAS		COORD.	N/A	HUSO	N/A
	TÍTULO		ACCESORIO SENCILLO DE BAJADA PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA		CODIGO		N/A	
			A4V	S/E				
			Nº	SF4H103	HOJA		1 DE 1	

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



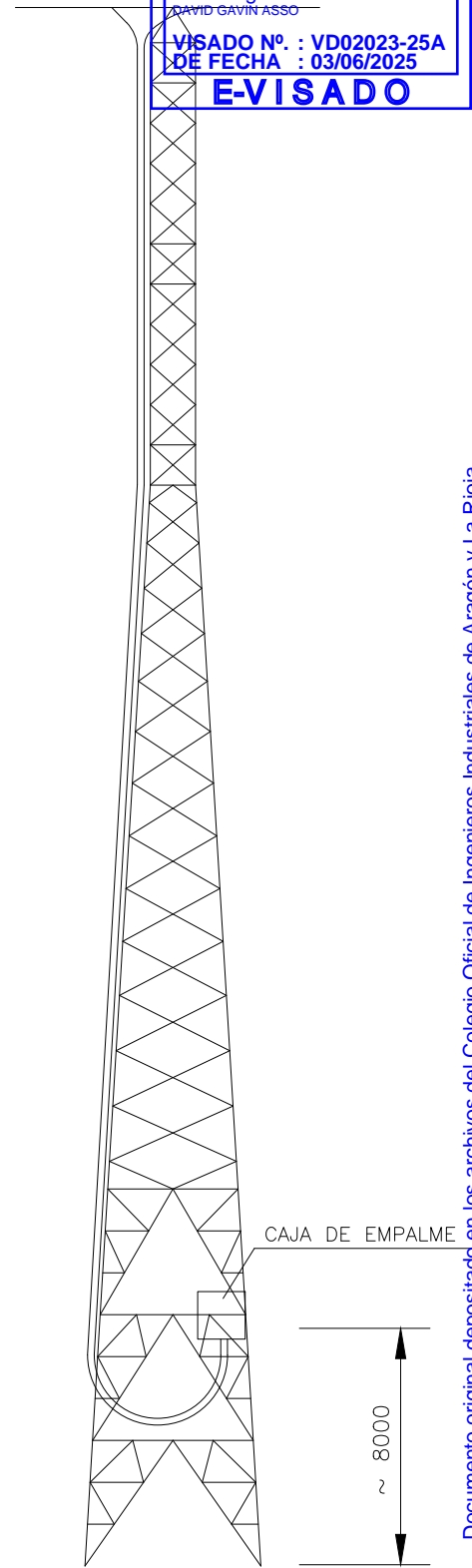
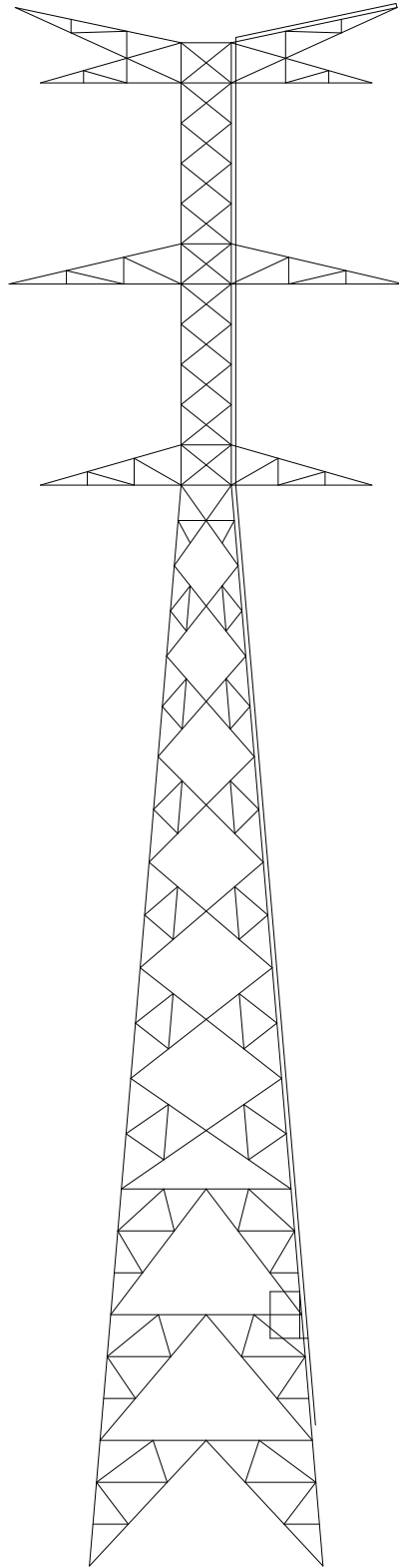
GRAPA ALEACION ALUMINIO
 RESTO MATERIAL ACERO GALVANIZADO

CODIGO MATERIAL
 3010047

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

C	sep-22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
B	abr-14	A.L.A.	A.L.A.	SE MODIFICA ESPESOR MÁXIMO
O	abr-00	M.H.G.	V.H.G.	CREACION DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
red eléctrica	INSTALACIÓN			NORMALIZACIÓN DE LINEAS
	TÍTULO			ACCESORIO DOBLE DE BAJADA PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA
	COORD.	N/A		HUSO N/A
	CODIGO N/A			
A4V	S/E			
Nº	SF4H104		HOJA 1 DE 1	

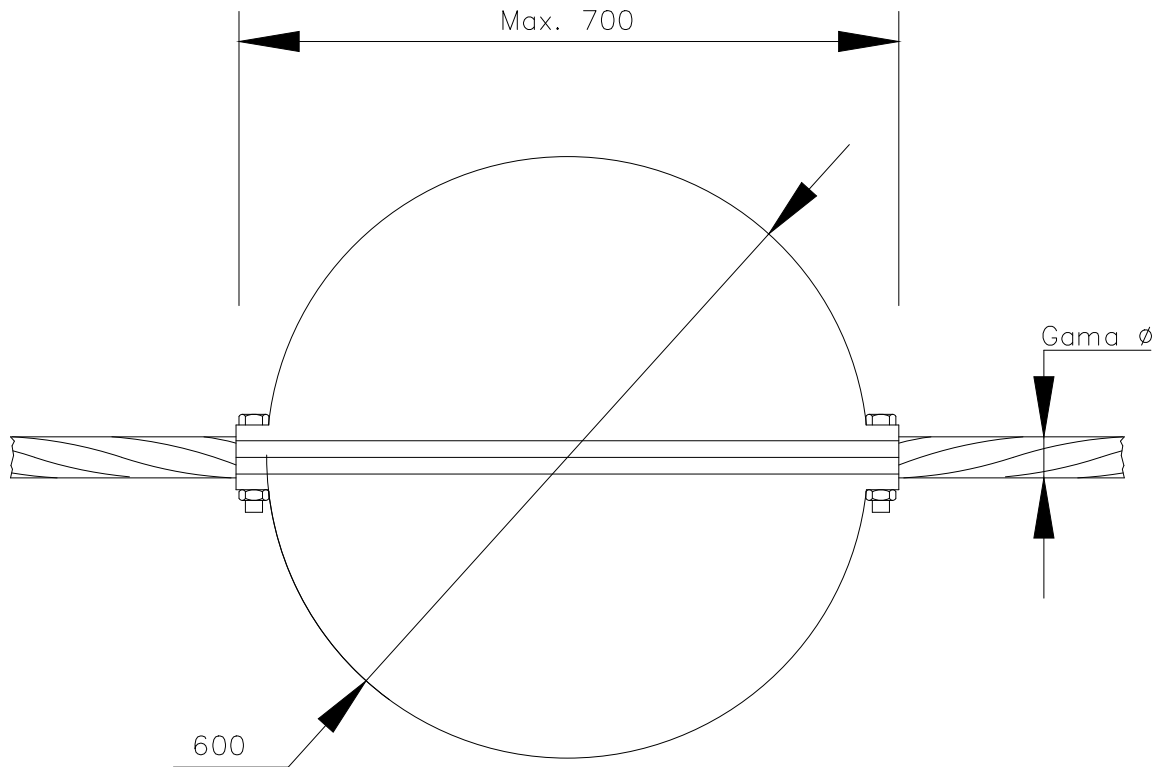
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntica y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
 N.º Colegiado.: 0002207
 DAVID GAVIN ASSO
 VISADO N.º : VD02023-25A
 DE FECHA : 03/06/2025
E-VISADO

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	sep-22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
A	may-09	A.L.A.	A.G.M.	SE MODIFICA TÍTULO DE PLANO
O	abr-00	M.H.G.	V.H.G.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica	INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LINEAS		COORD.	N/A	HUSO	N/A
	TÍTULO		DISPOSICIÓN DE BAJADA DE CABLE COMPUESTO TIERRA – ÓPTICO		CODIGO		N/A	
			CABLE OPGW PARA 17 Y 25 kA		A4V	S/E		
					Nº	SF4H105	HOJA 1 DE 1	



MATERIAL : ELEMENTO DE CONTACTO AL CABLE .- NEOPRENO
ELEMENTO DE FIJACIÓN .- ACERO INOXIDABLE A4
BALIZA .- FIBRA DE VIDRIO, ABS ó SIMILAR

SEÑALIZACIÓN : COLOR . NARANJA INTERNACIONAL O BLANCA

NUMERACIÓN ACABADOS EN 0 :

COLOR . BLANCO-NARANJA INTERNACIONAL

NUMERACIÓN ACABADOS EN 5 :

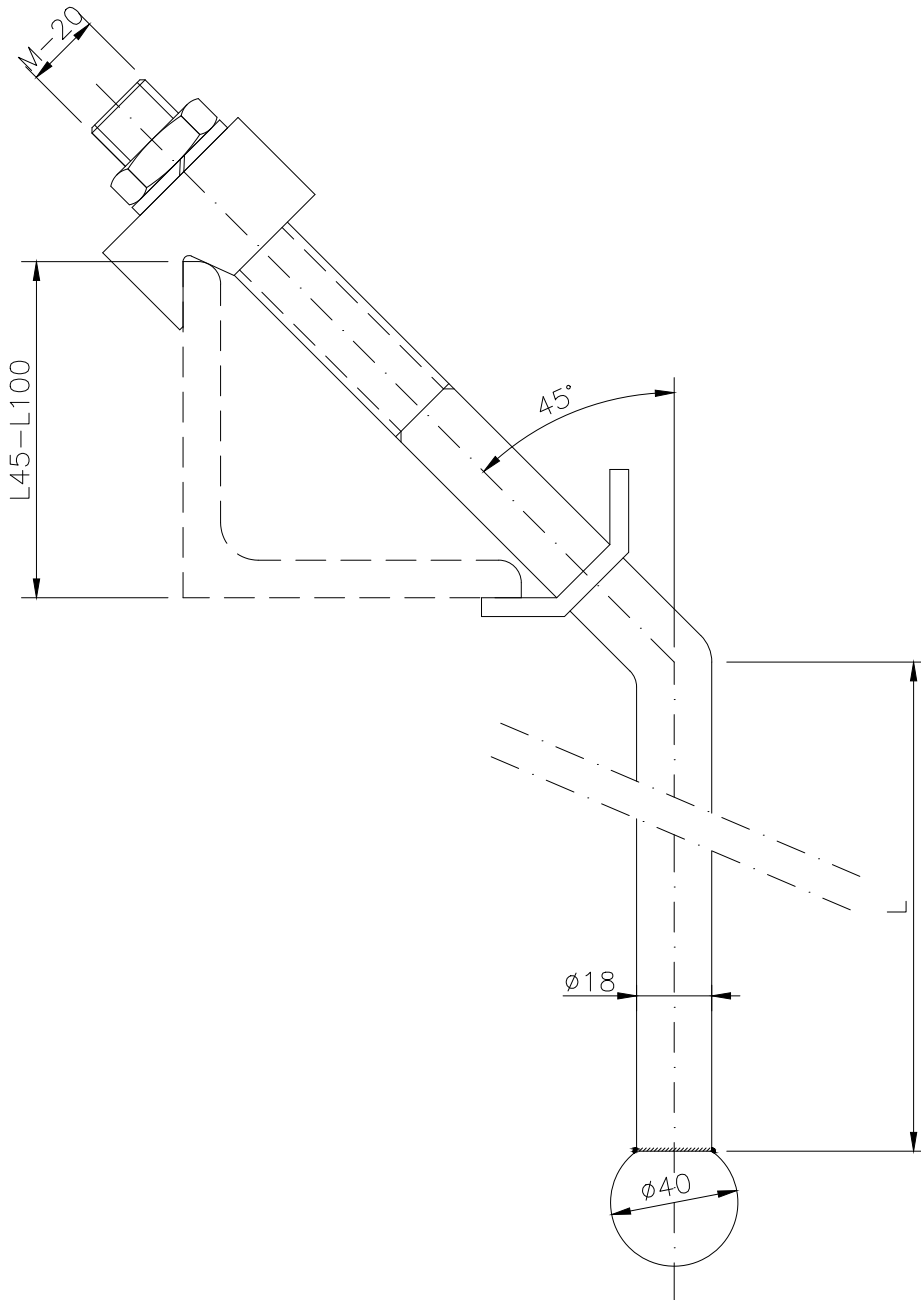
COLOR . NARANJA INTERNACIONAL

NOTA :

PARA LAS BALIZAS DE NUMERACIÓN
SE EMPLEARÁ LA GAMA $\varnothing 16,51 \div \varnothing 20$ PARA
MONTAJE EN SOPORTE

GAMA de \varnothing	CODIGO MATERIAL		
	NARANJA	BLANCA-NARANJA	BLANCA
$\varnothing 16,51 \div \varnothing 20$	3102002	3102001	3112038
$\varnothing 13,51 \div \varnothing 16,5$	3107782	N/A	3112037
$\varnothing 10,01 \div \varnothing 13,5$	3107781	N/A	3112036
$\varnothing 8 \div \varnothing 10$		N/A	3112035

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN																																	
H	sep-22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN																																	
G	ene-18	A.L.A.	A.G.M.	SE AÑADE NOTAS PARA BALIZAS																																	
O	abr-00	M.H.G.	V.H.G.	CREACIÓN DE PLANO																																	
<table border="1"> <tr> <td rowspan="5">red eléctrica</td> <td colspan="2">INSTALACIÓN</td> <td colspan="2">NORMALIZACIÓN DE LINEAS</td> <td>COORD.</td> <td>N/A</td> <td>HUSO</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TÍTULO</td> <td colspan="2">BALIZAS ESFÉRICAS SEÑALIZACIÓN Y NUMERACIÓN</td> <td colspan="2">CODIGO</td> <td colspan="2">N/A</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>A4V</td> <td colspan="2">S/E</td> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Nº</td> <td>SF4H106</td> <td colspan="2">HOJA</td> <td colspan="2">1 DE 1</td> </tr> </table>					red eléctrica	INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LINEAS		COORD.	N/A	HUSO	N/A	TÍTULO		BALIZAS ESFÉRICAS SEÑALIZACIÓN Y NUMERACIÓN		CODIGO		N/A				A4V	S/E							Nº	SF4H106	HOJA		1 DE 1	
red eléctrica	INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LINEAS			COORD.	N/A	HUSO	N/A																												
	TÍTULO		BALIZAS ESFÉRICAS SEÑALIZACIÓN Y NUMERACIÓN			CODIGO		N/A																													
			A4V	S/E																																	
			Nº	SF4H106		HOJA		1 DE 1																													



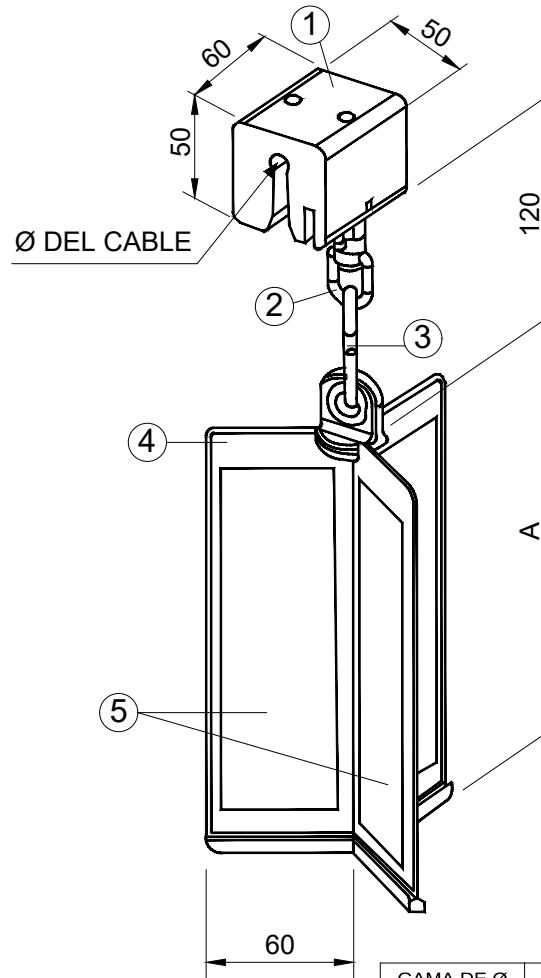
MATERIAL: Acero Galvanizado
Dimensiones en mm

COTA L	CODIGO MATERIAL
760	3110721
660	3010401

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
C	sep-22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
B	ene-15	A.L.A.	A.L.A.	SE QUITA COTA Y SE AÑADE L
0	feb-06	A.L.A.	A.L.A.	CREACIÓN DE PLANO

	INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LINEAS		COORD.	N/A	HUSO	N/A	
	TÍTULO		SOPORTE PARA BALIZAS DE NUMERACIÓN		CODIGO		N/A		
			A4V	S/E					
			Nº	SF4H216	HOJA		1 DE 1		

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



NOTA : Cota A = 120 solo Fuerteventura y Lanzarote

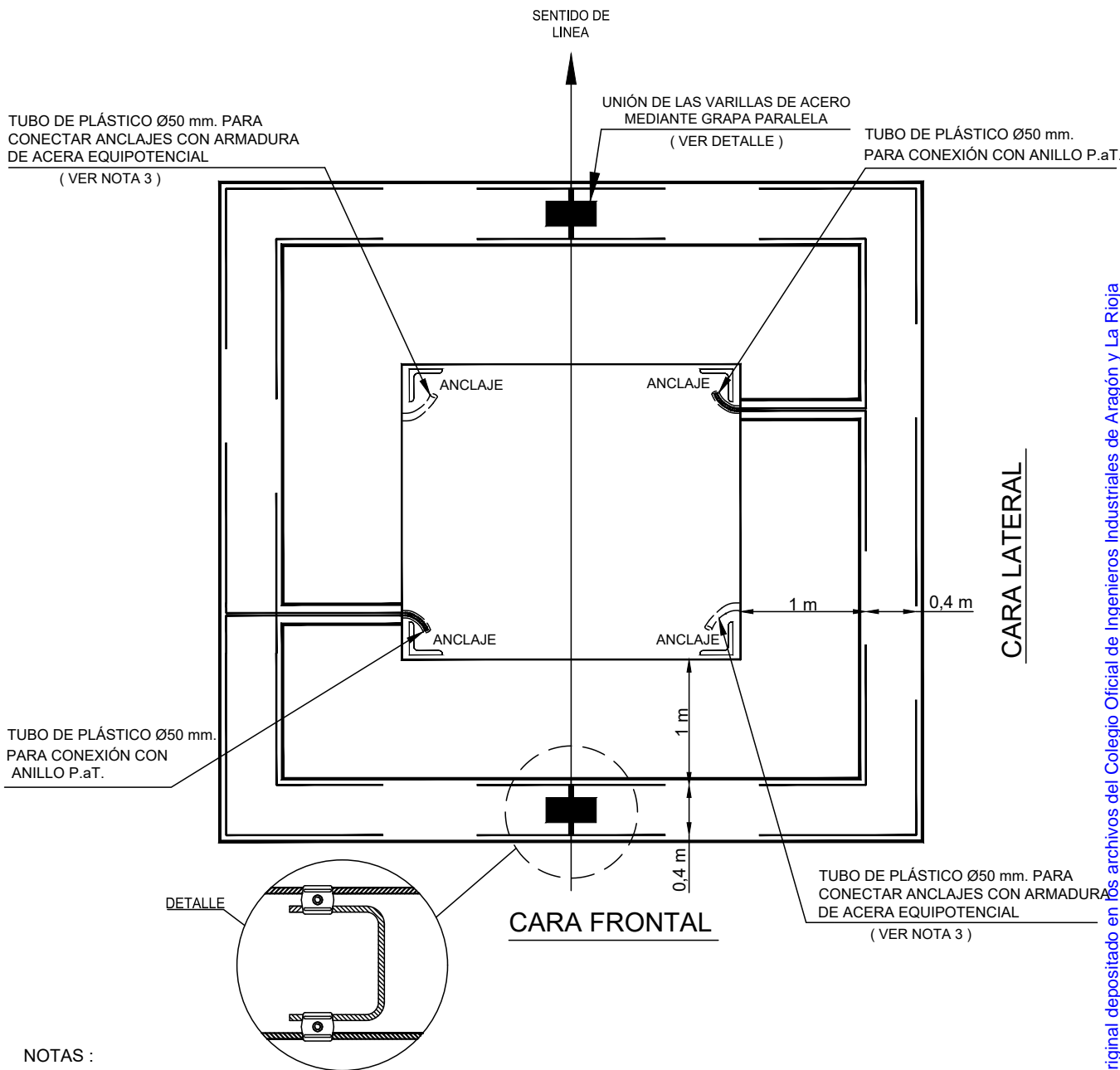
POSICIÓN	DENOMINACIÓN	MATERIAL
1	ELASTOMERO DE FIJACIÓN	POLIURETANO
2	GIRATORIO	AC. INOX. AISI-316
3	ESLABÓN DOBLE S	AC. INOX. AISI-316
4	ASPA (color naranja) RAL 2004	POLIAMIDA
5	REFLECTANTE - ROJO Y AMARILLO	

GAMA DE Ø (mm)	CODIGO DE MATERIAL A = 205	CODIGO DE MATERIAL A = 120
8,70 - 9,50	3109928	3112878
9,50 - 10,00	3109929	3112879
10,00 - 10,50	3112870	3112880
10,50 - 11,00	3112871	3112881
11,00 - 11,50	3109930	3112882
11,50 - 12,20	3111780	3112883
12,20 - 12,70	3112872	3112884
12,70 - 13,30	3112873	3112885
13,31 - 13,80	3112874	3112886
13,80 - 14,40	3111781	3112887
14,40 - 14,80	3112875	3112888
14,80 - 15,40	3109931	3112889
15,40 - 15,90	3112876	3112890
15,90 - 16,40	3109932	3112891
16,70 - 17,30	3109933	3112892
17,30 - 17,70	3112877	3112893
17,80 - 18,30	3109934	3112894

TOLERANCIA GENERAL ±5 mm

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
F	ago-22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
E	mar-19	A.L.A.	I.P.A.	SE MODIFICA COTA
O	abr-13	A.L.A.	I.P.A.	CREACIÓN DE PLANO
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS TÍTULO SALVAPÁJAROS ASPA GIRATORIA
COORD.		N/A		HUSO N/A
CODIGO				N/A
A4V		S/E		
Nº SF4H222			HOJA 1 DE 1	

DISPOSICIÓN DE LAS ZANJAS Y DE LA VARILLA DE ACERO DESCARBURADO Ø 12 mm. EN ANILLO DE PUESTA A TIERRA



NOTAS :

1. PARA UBICAR EL ANILLO DE PUESTA A TIERRA SE TOMARÁ COMO REFERENCIA LA CIMENTACIÓN HORMIGONADA DEL APOYO MONOBLOQUE.
2. PROFUNDIDAD DE ZANJA:
 - 0,40 m EN ROCA.
 - 0,60 m EN TIERRA.
 - 0,80 m EN ZONA AGRÍGOLA.
3. AUNQUE EL APOYO SEA NO FRECUENTADO SE DEBE INSTALAR EL TUBO PARA CONECTAR EL ANCLAJE CON LA ACERA EQUIPOTENCIAL POR SI EN UN FUTURO EL APOYO SE CONVIERTE EN FRECUENTADO.

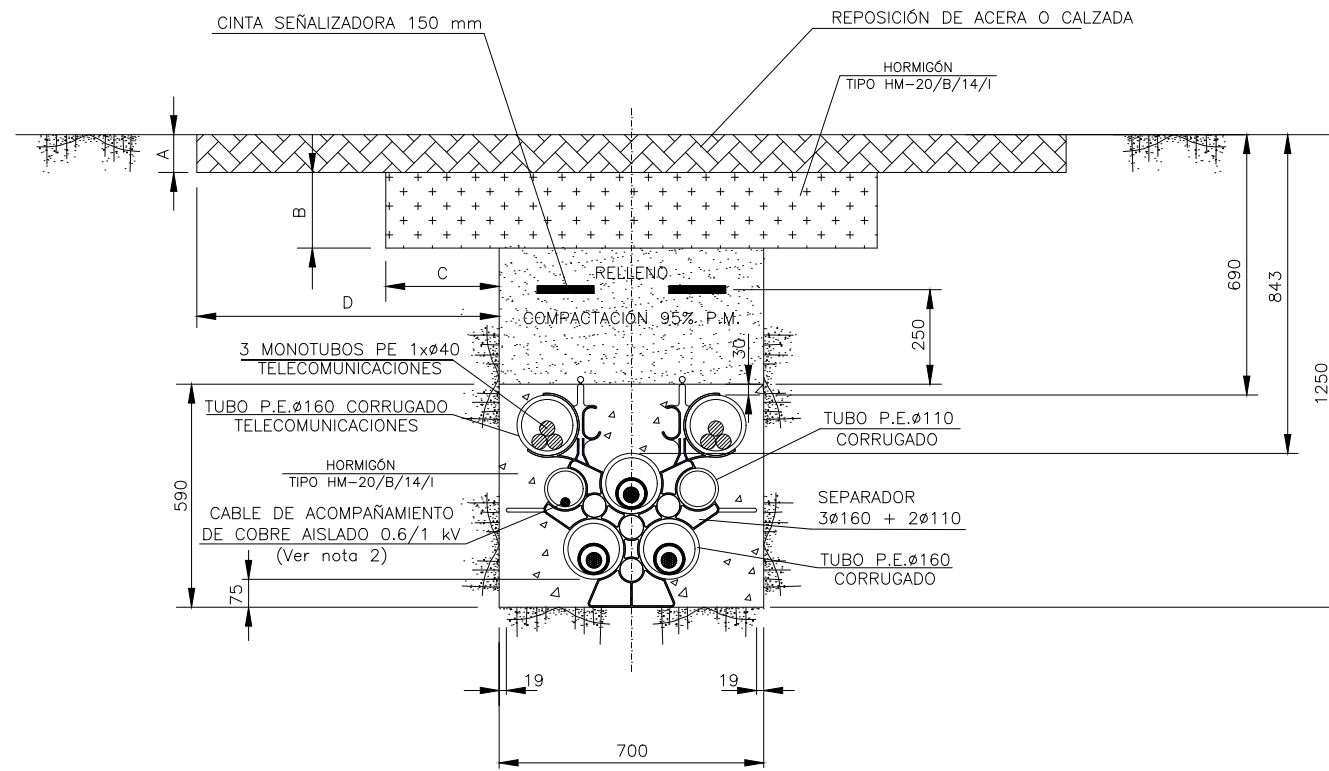
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
E	nov.22	A.S.R.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
D	agost-14	R.A.T.	G.D.C.	SE INSTALA UN TUBO EN CADA ANCLAJE
C	may-14	R.A.T.	G.D.C.	SE CORRIGE ERRATA TUBO CONEXIÓN ACERA EQUIPOTENCIAL

	INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LINEAS		COORD.	HUSO
	TÍTULO		ANILLO DE PUESTA A TIERRA EN APOYO NO FRECUENTADO (NF) CIMENTACIÓN TIPO MONOBLOQUE		CODIGO	
					S/E	
	Nº	PAT005	HOJA 1 DE 1			

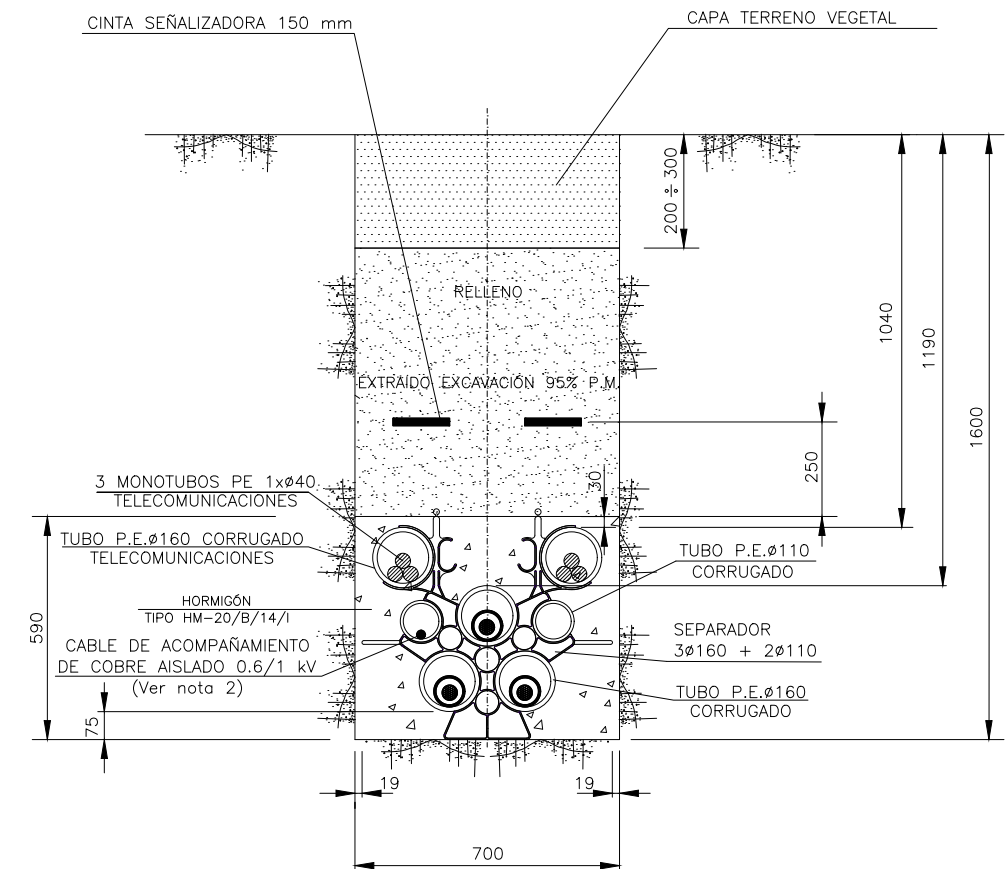
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575AEBFCHB verificable en https://coiiair.e-gestion.es

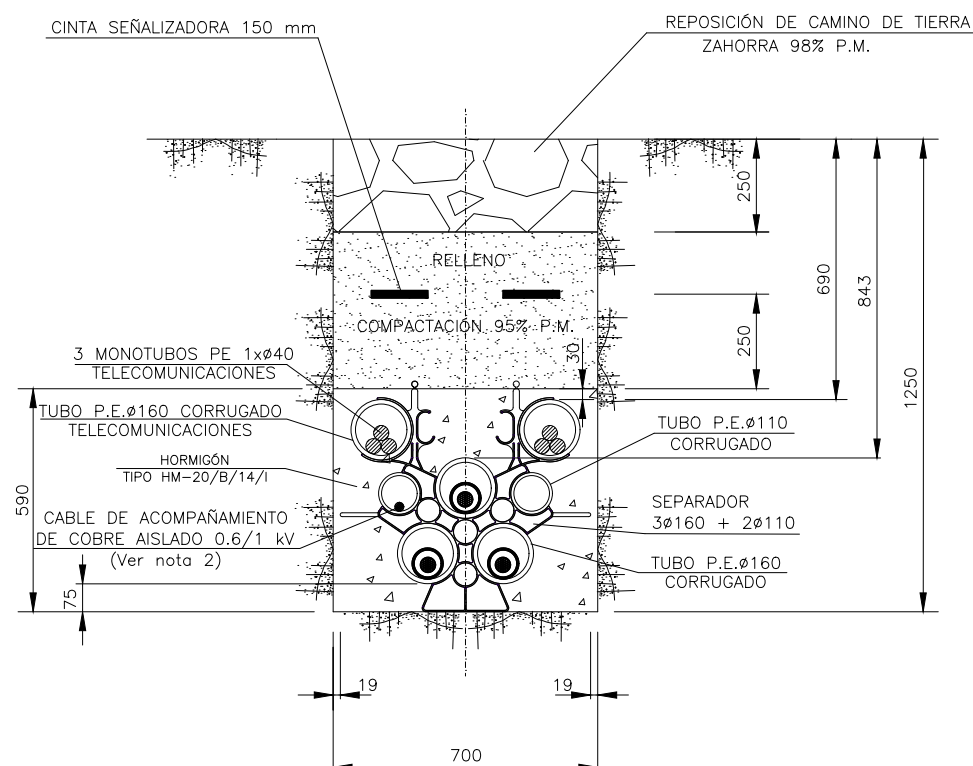
CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA



CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO



CANALIZACIÓN EN CAMINO DE TIERRA



NOTAS:

1. La reposición del firme existente en la canalización en calzada o acera se efectuará de acuerdo con disposiciones de los municipios y demás organismos afectados definiéndose las cotas "A", "B", "C" y "D"
2. En todos los tipos de conexionado de pantallas se realizará la transposición de los dos tubos de acompañamiento Ø110 mm por encima del tubo de Ø160 mm en una longitud de 6 m en el 50% del recorrido de cada tramo entre accesorios.
3. Los tubos corrugados PE Ø160 mm serán de color exterior rojo según ET140.
4. Los tubos corrugados PE Ø110 mm serán de color exterior verde según ET140.
5. El monotubo de telecomunicaciones 1xØ40 será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203
6. Radio de curvatura mínimo de la canalización 8 m.
7. El separador de los tubos se instalará cada 1 m cambiando la ubicación del testigo de un separador al siguiente de tal forma, que el testigo se encuentre en la misma posición cada 2 m.
8. En el interior de cada tubo de los cables de potencia o cables de acompañamiento se instalará una cuerda guía de Ø≥10 mm y carga de rotura ≥1850 kg.
9. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los monotubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario los monotubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos de telecomunicaciones se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.
10. No será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos de telecomunicaciones excepto en los tramos con perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de Ø≥6 mm y carga de rotura ≥500 kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación dirigida.

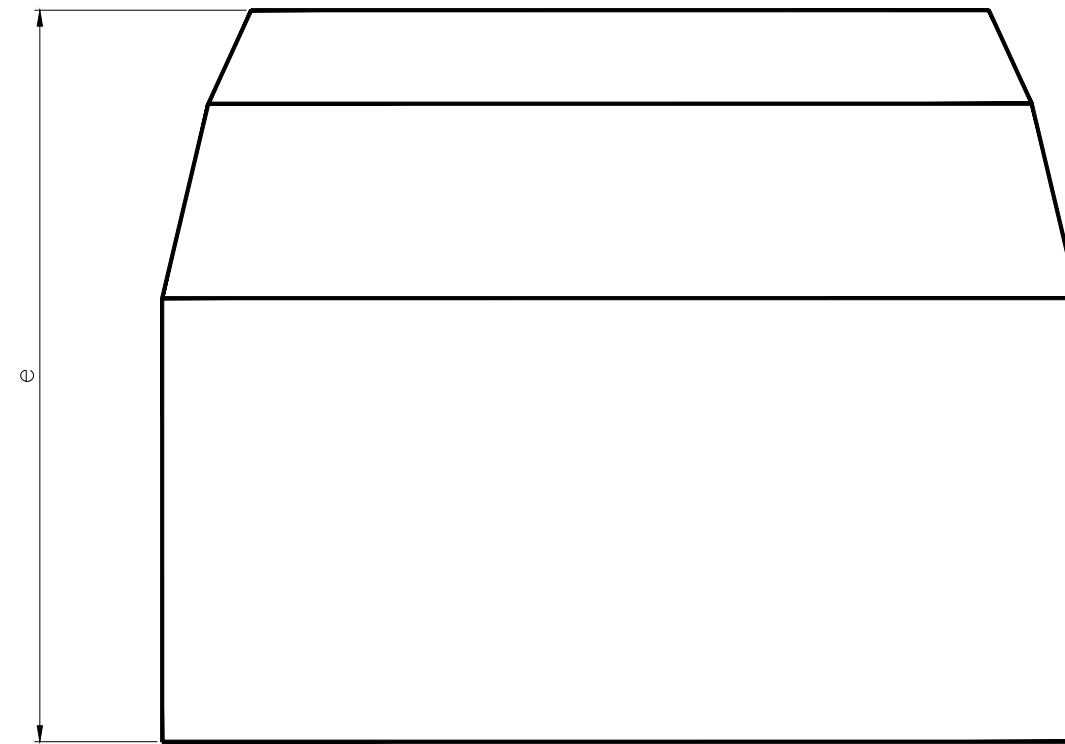
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
E	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	SE MODIFICAN TUBOS DE TELECOMUNICACIONES
D	jul-22	R.T.R.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
C	nov-17	A.L.A.	G.D.C.	SE MODIFICA NOTA SOBRE TRANSPOSICIÓN DE TUBO Ø110

red eléctrica	INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS		COORD.	HUSO
	TÍTULO		ZANJA TIPO ENTUBADA 66 kV SIMPLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO		CODIGO	
			A3	1:20		
			Nº LSZ017	HOJA 1 DE 1		

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todas las derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo caso, estará prohibido para quien no sea titular de los derechos de propiedad intelectual del presente documento. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

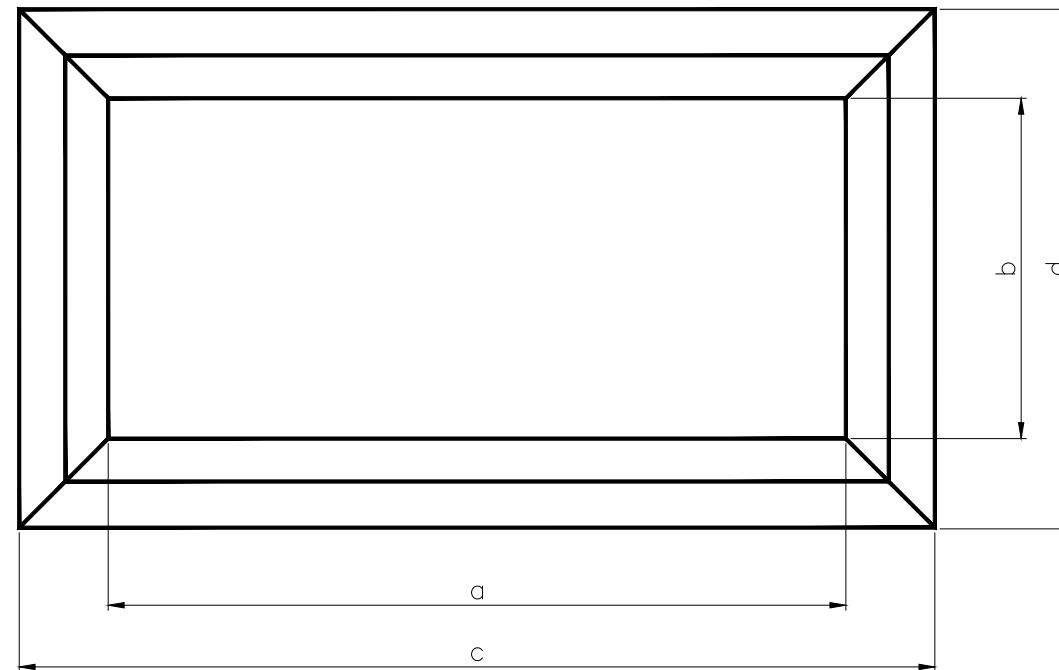
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575IAEBFCHB verificable en https://coliar.e-gestion.es

ALZADO




Cotas	Dimensión (mm)
a	1145±25
b	625±5
c	1425±25
d	900±15
e	1200±50

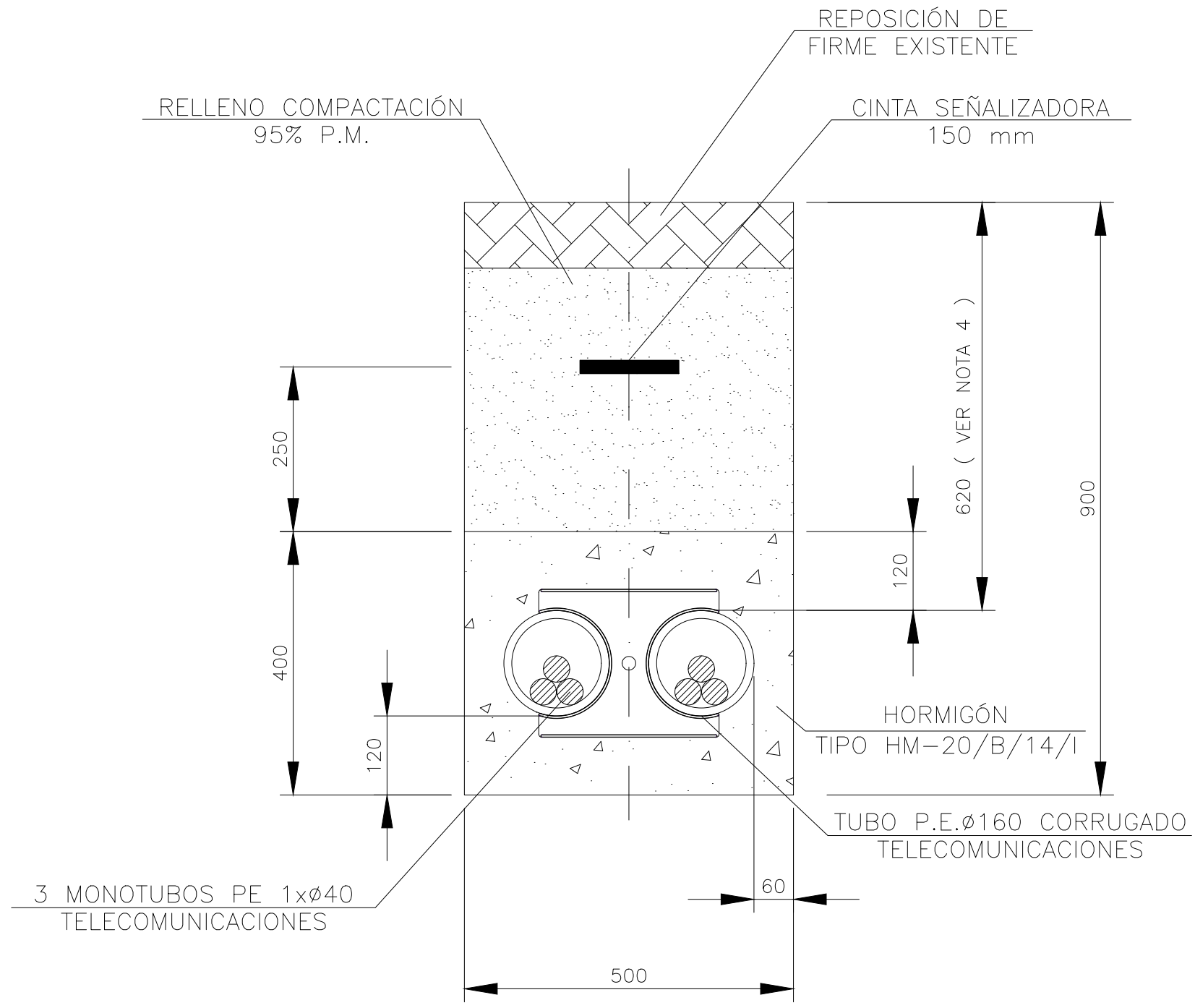
PLANTA



NOTAS:

- 1.-Se instalará una arqueta doble de telecomunicaciones en cada cámara de empalme, en el inicio y final de la perforación dirigida, en los apoyos de paso aéreo-subterráneo, en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie y en los puntos singulares del trazado según definición del proyectista de la instalación.
- 2.-Arqueta según ET202.
- 3.-Empleo de la arqueta como "ENCOFRADO PERDIDO" rellenando sus laterales tanto paredes como solera con hormigón HM-20/B/14/I de 25 cm de espesor mínimo. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo de la arqueta hasta recoger el cerco de la tapa.
- 4.-La arqueta dispondrá de tapa de fundición tipo D-400 para calzada o tipo B-125 para acera según caso.

D	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN	
C	ago-16	C.M.S.	G.D.C.	SE MODIFICA NOTAS 2 Y 3	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
			INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS		COORD. HUSO
			TÍTULO ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES		CODIGO A3 N/A
					Nº LST003 HOJA 1 DE 1



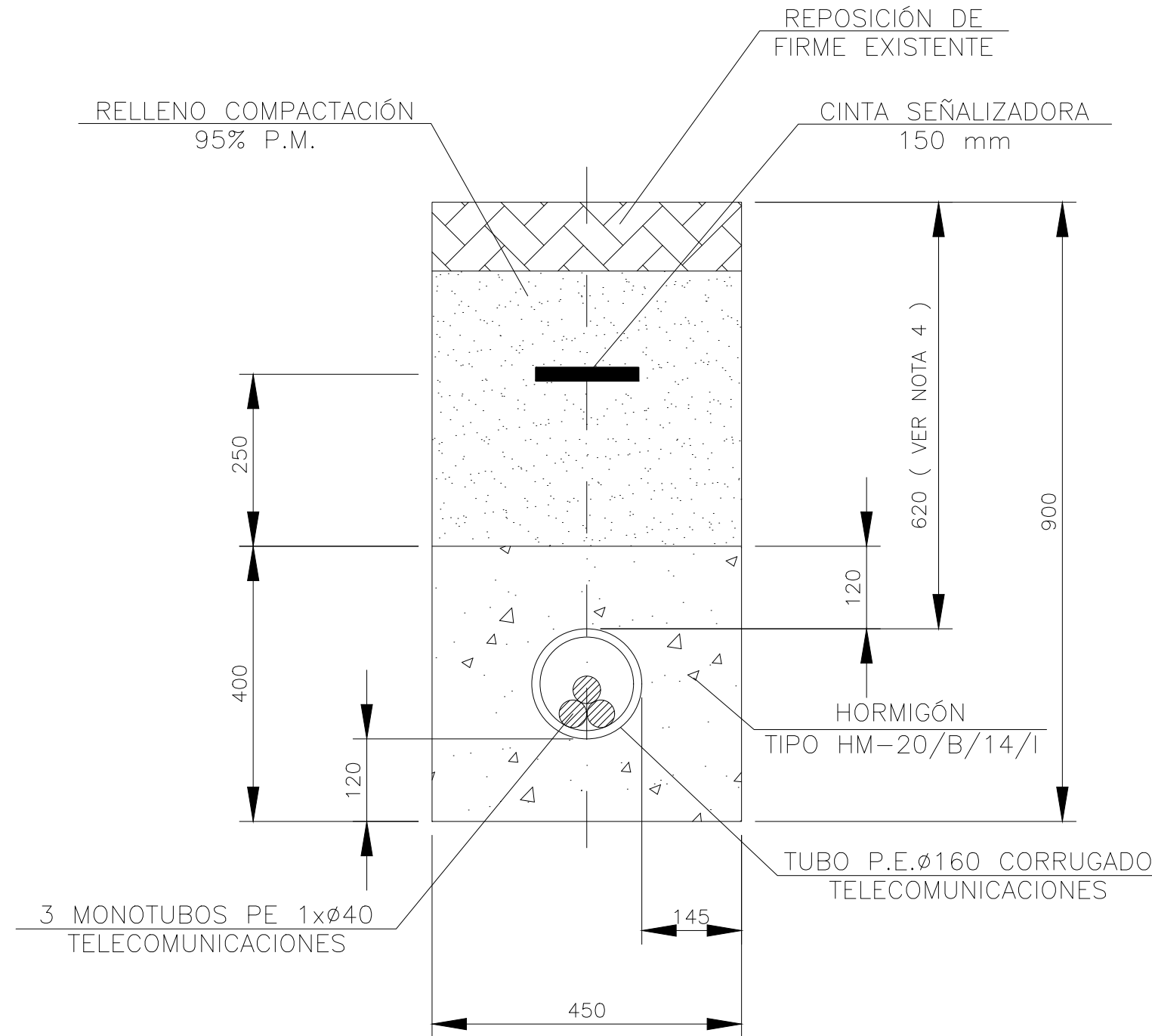
NOTAS:

1. La reposición del firme existente se efectuará de acuerdo con las disposiciones de los municipios y demás organismos afectados.
2. El monotubo de telecomunicaciones será según ET203.
3. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los monotubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario, los monotubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.
4. En terrenos de cultivo la distancia desde la generatriz superior de los tubos hasta la superficie debe ser igual o mayor a 1 metro.

0	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
				INSTALACIÓN	
				NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS	
				TÍTULO	
				ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON 6 MONOTUBOS PARA DERIVACIONES A ARQUETAS	
COORD.		HUSO			
CODIGO		A3		S/E	
Nº		LST008		HOJA 1 DE 1	

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todas las derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo caso, estará prohibido para todo y en cualquier circunstancia. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMFS75IAEBFCHB verificable en https://coliar.e-geston.es

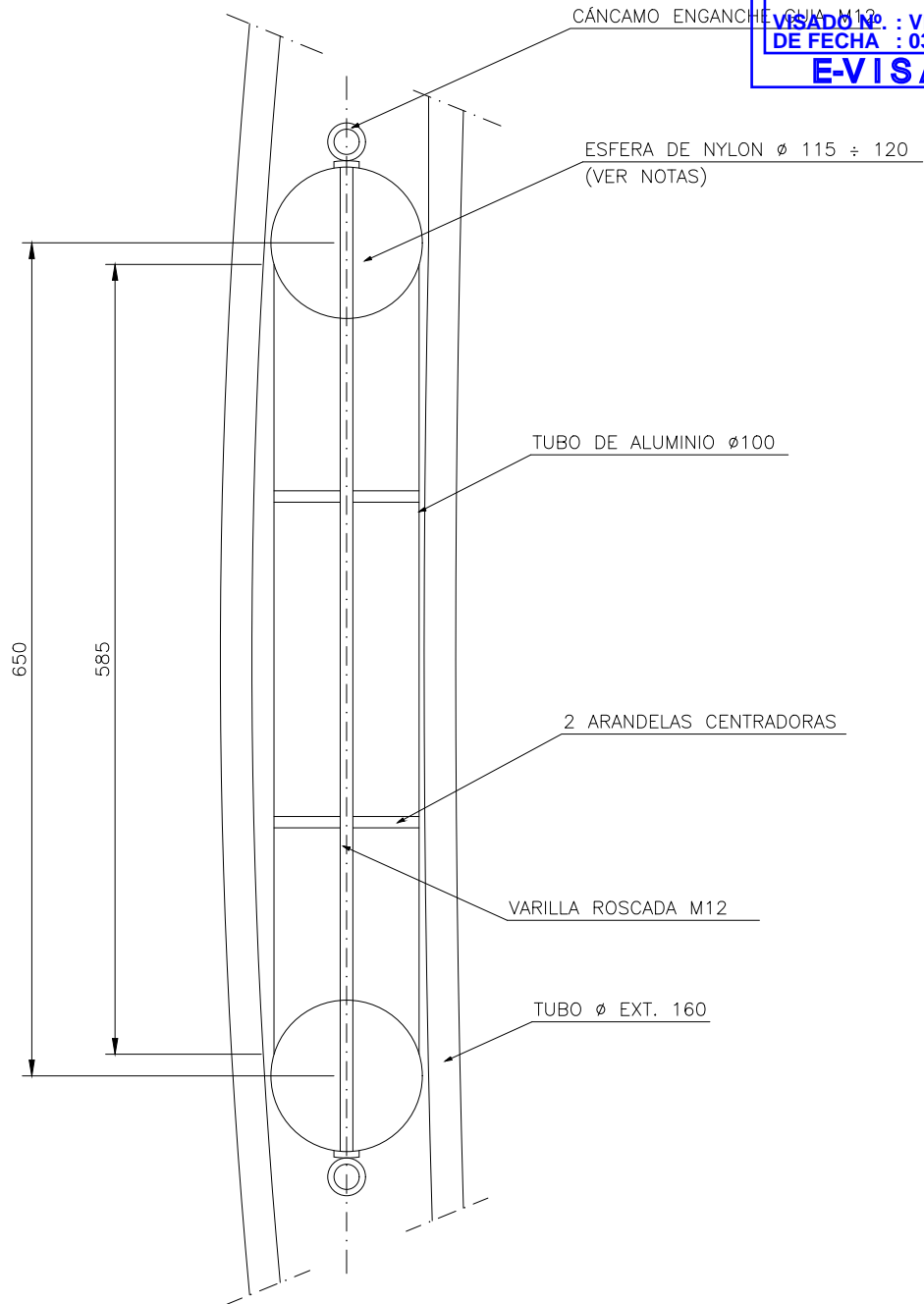


NOTAS:

1. La reposición del firme existente se efectuará de acuerdo con las disposiciones de los municipios y demás organismos afectados.
2. El monotubo de telecomunicaciones será según ET203.
3. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los monotubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario, los monotubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.
4. En terrenos de cultivo la distancia desde la generatriz superior de los tubos hasta la superficie debe ser igual o mayor a 1 metro.

0	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
				INSTALACIÓN	
				NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS	
TÍTULO ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON 3 MONOTUBOS PARA DERIVACIONES A ARQUETAS				COORD.	HUSO
				CODIGO	
Nº LST009		HOJA 1 DE 1			

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todas las derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo caso, quedan prohibidos para todo y en especial para su reproducción, distribución o transformación por cualquier medio. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

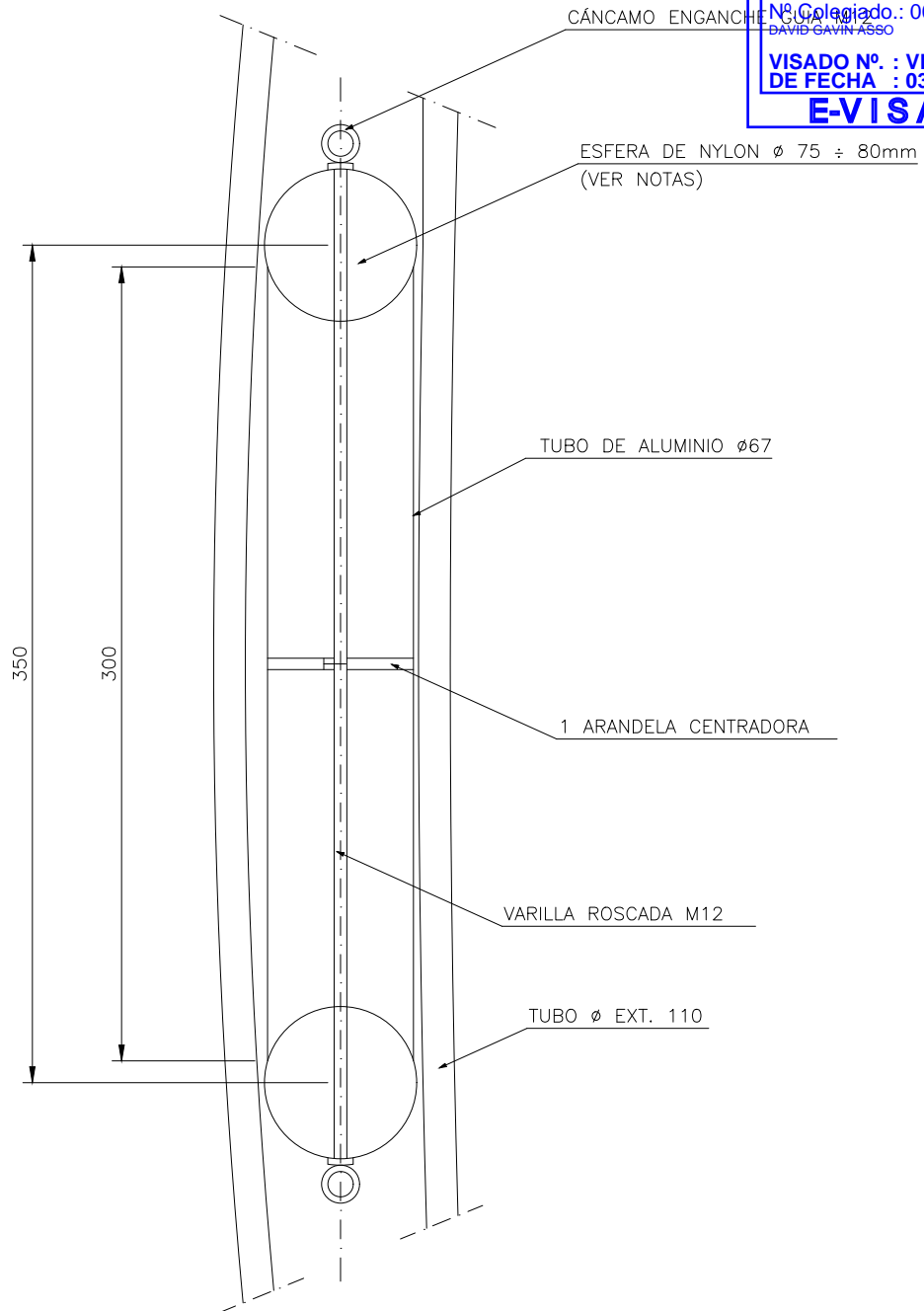


NOTAS

1. En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
 - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
 - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
A	mar-16	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZAN DIMENSIONES
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
TÍTULO MANDRIL PARA TUBO DE Ø160				COORD. _____ HUSO _____ CODIGO _____ A4V _____
Nº LSMA003			HOJA 1 DE 1	

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntica y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

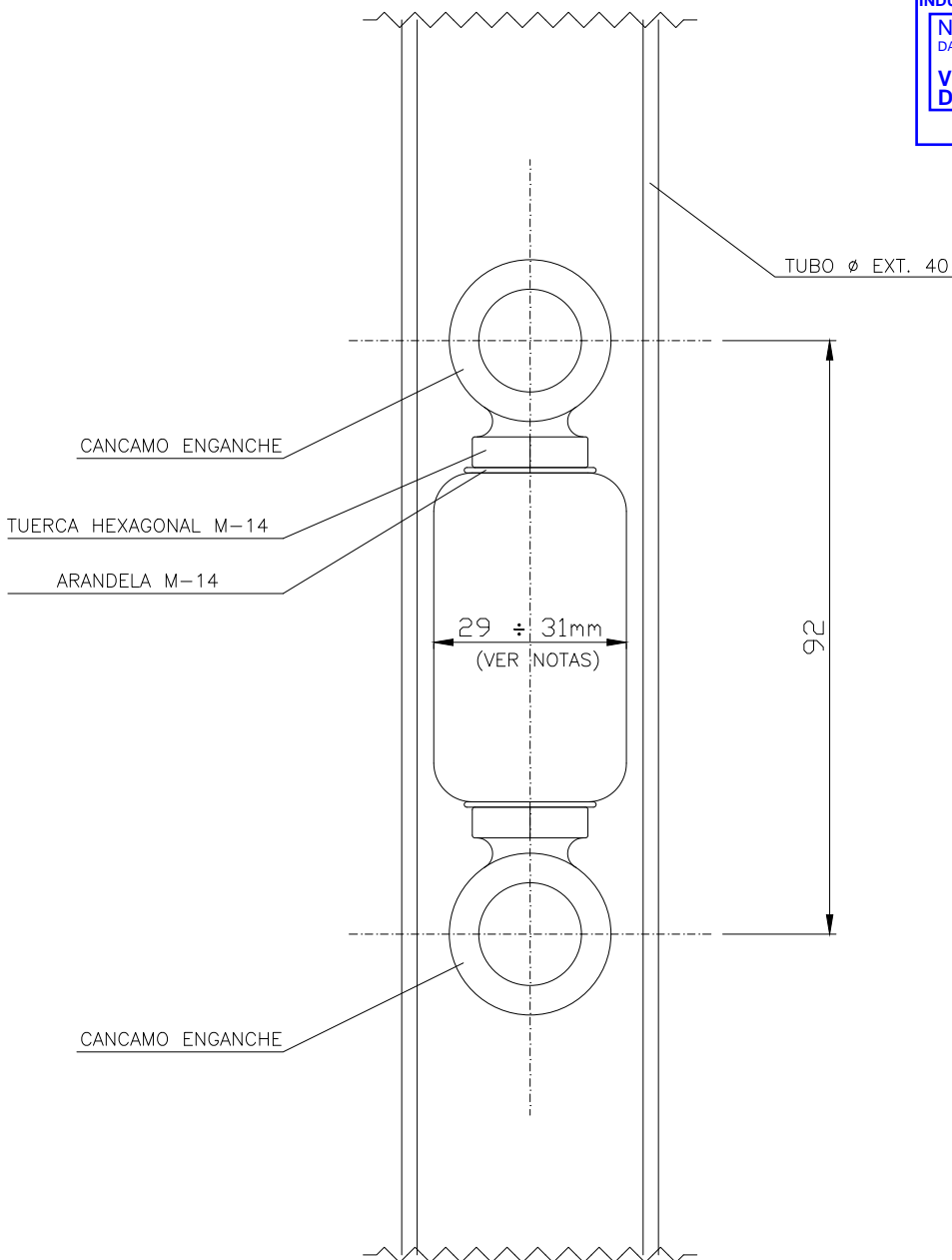


NOTAS

- En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
- Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo a mandrilar.
- Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
 - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
 - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
- Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

E	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
D	mar-16	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZAN DIMENSIONES
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
				TÍTULO MANDRIL PARA TUBO DE Ø110
COORD.		HUSO		
CODIGO				
A4V				
Nº LSMA004		HOJA 1 DE 1		

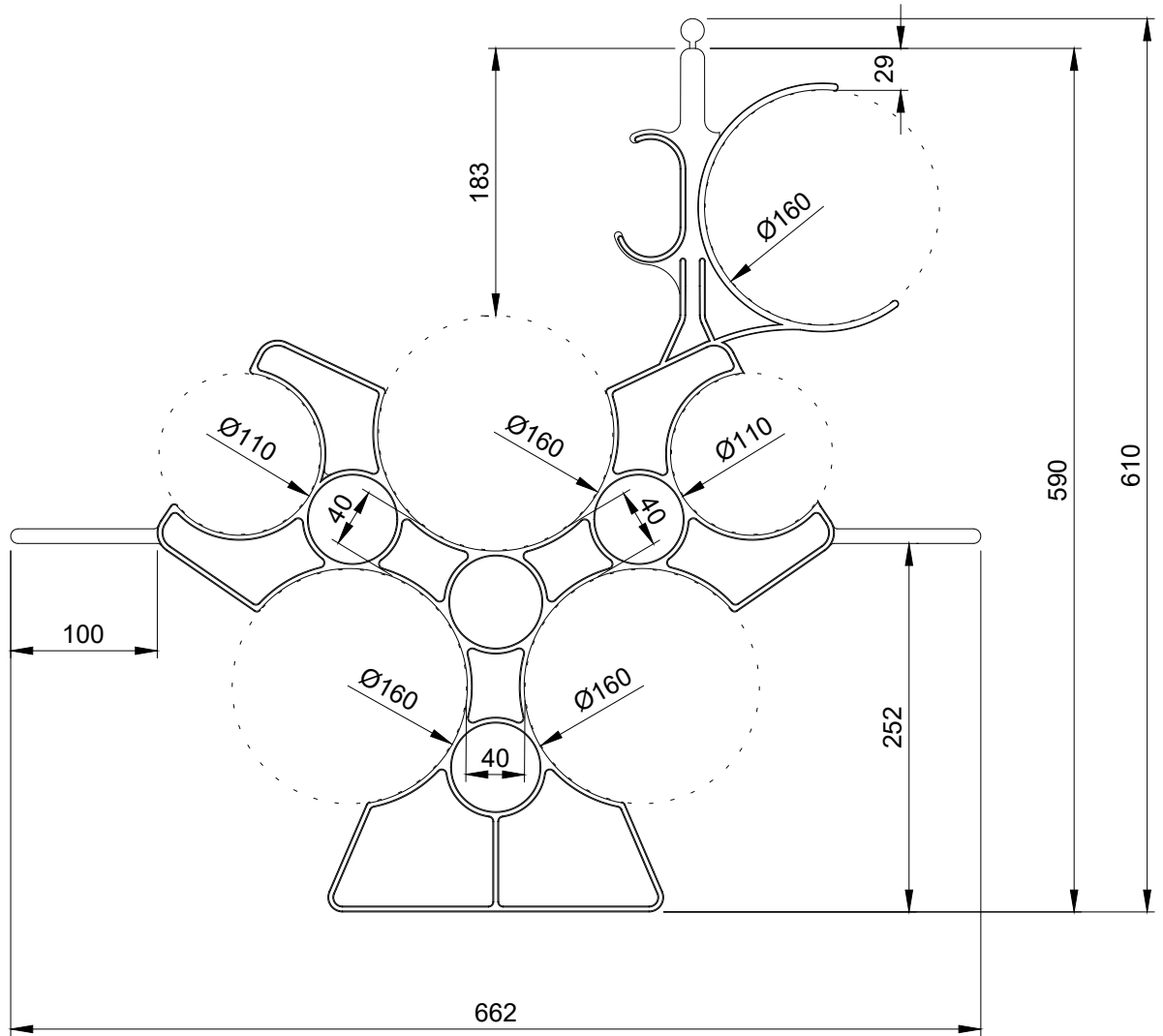


NOTAS

1. En tubos de telecomunicaciones según ET203 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
 - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
 - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntica y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

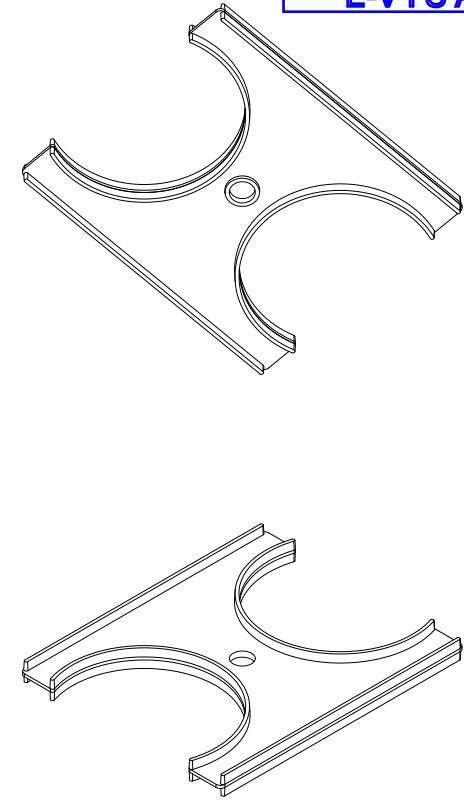
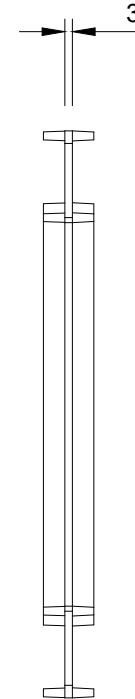
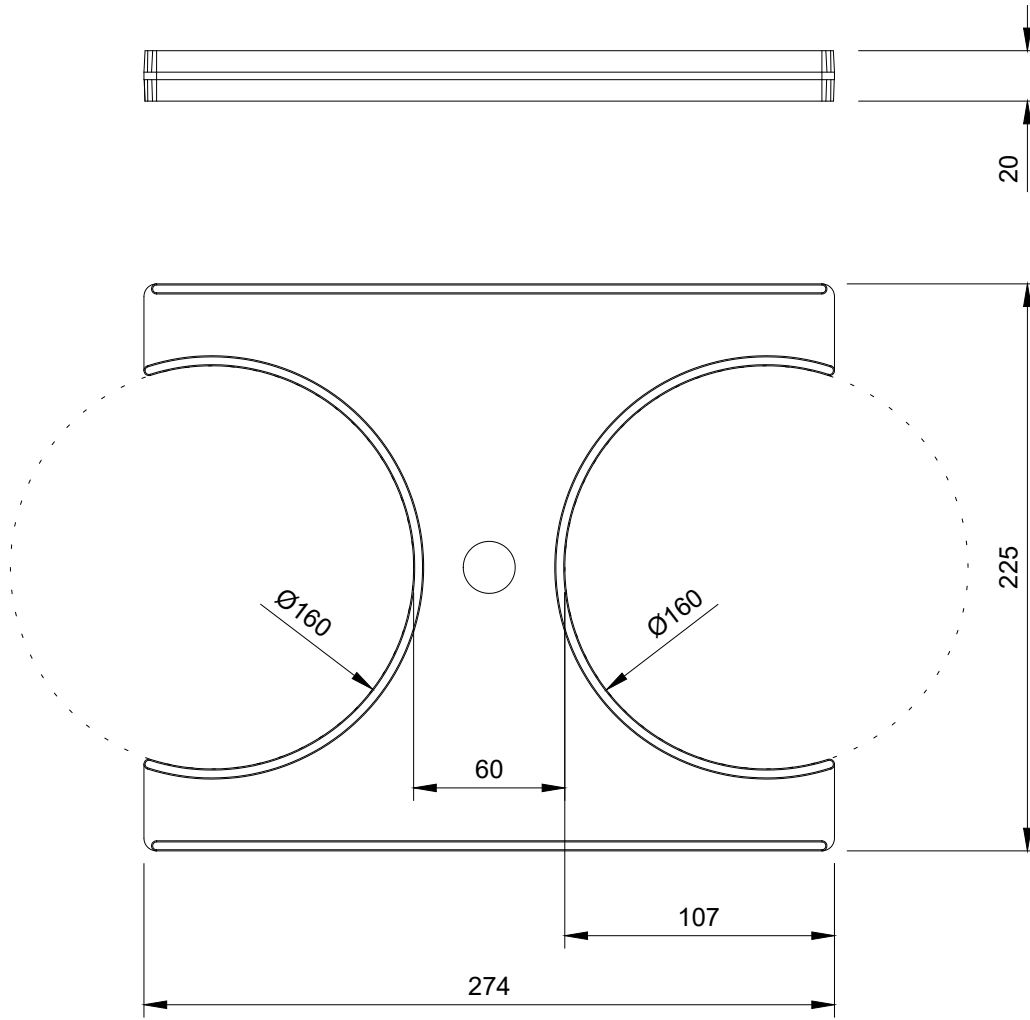
C	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
B	ago-16	R.T.R.	G.D.C.	SE CAMBIA TÍTULO DEL PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
				TÍTULO MANDRIL PARA TUBO DE Ø40 PARA TENDIDO MANUAL O MEDIANTE CABRESTANTE
COORD.		HUSO		
CODIGO				
A4V				
Nº	LSMA005	HOJA		1 DE 1



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntegramente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

0	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	DOCUMENTO NUEVO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
	INSTALACIÓN			
	NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS			COORD. HUSO
	TÍTULO			CODIGO
	SEPARADOR PARA 3 TUBOS DE $\phi 160$ Y 2 TUBOS DE $\phi 110$ Y TESTIGO SOPORTE PARA TUBO $\phi 160$			A4V 1:50
			Nº LSSE012	HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

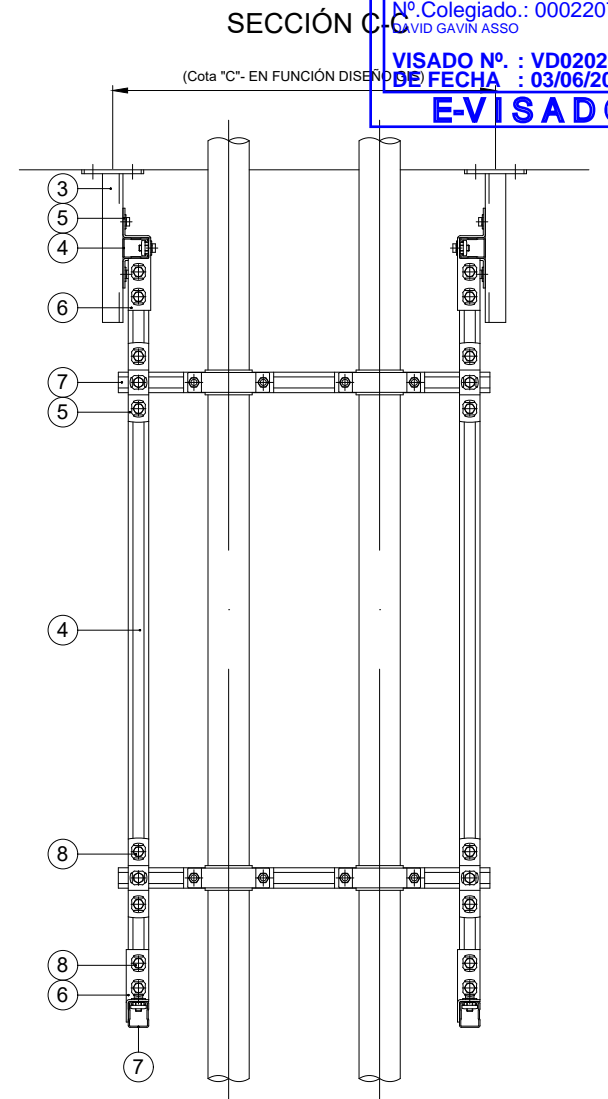
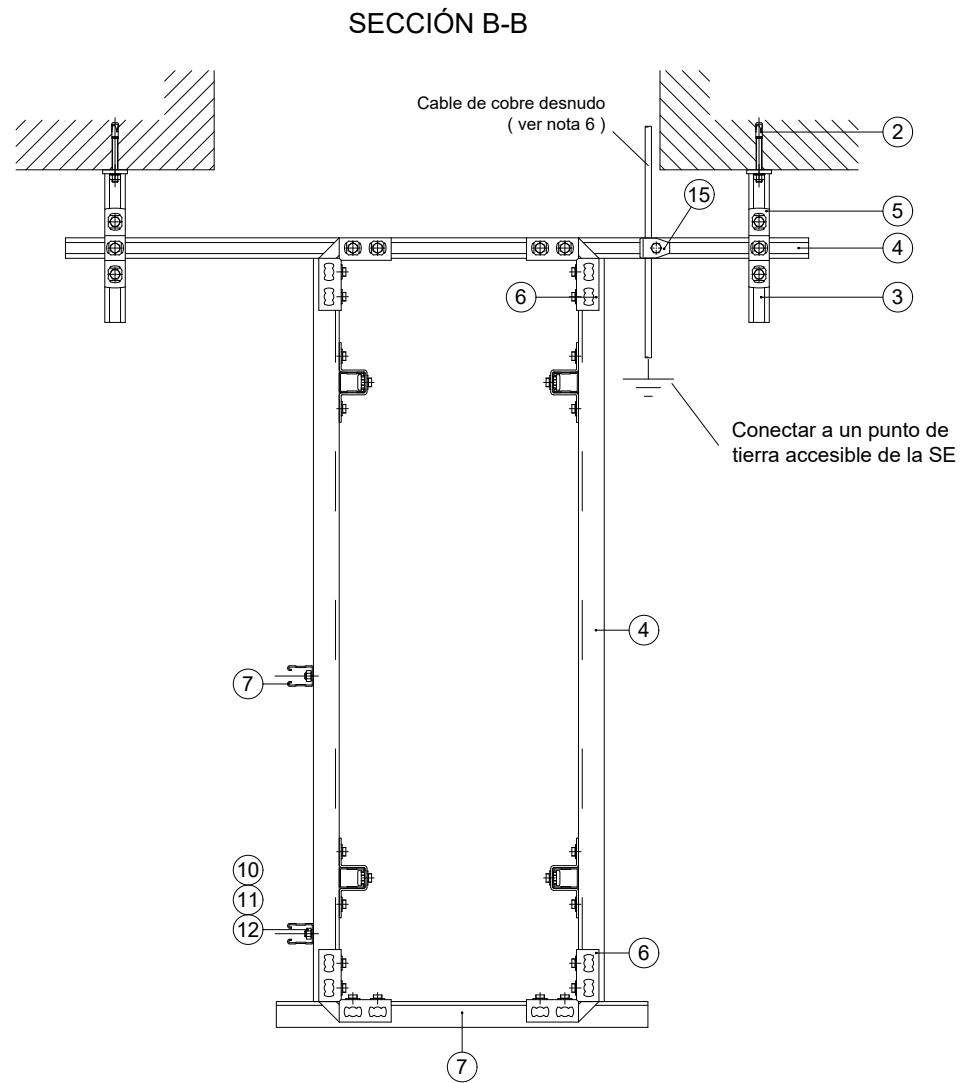
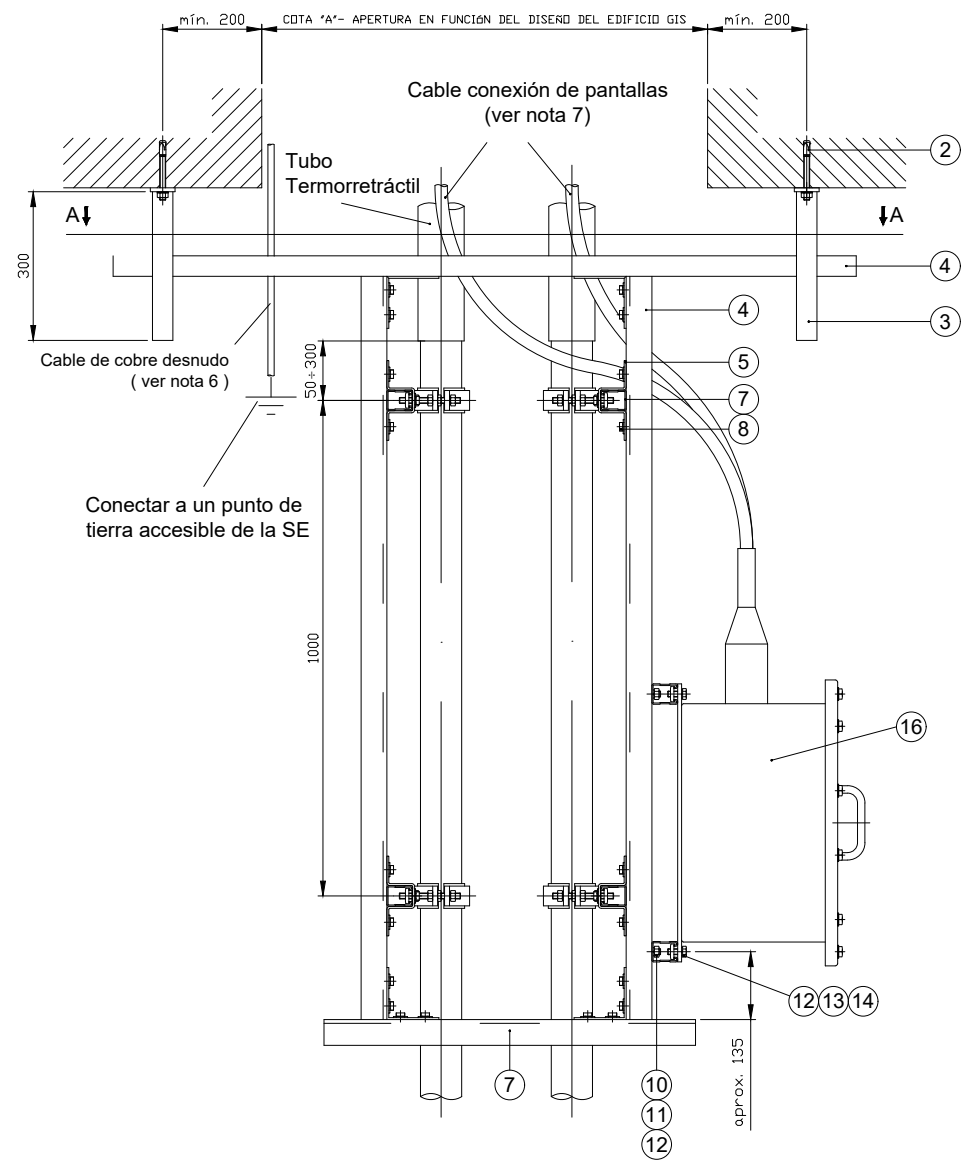


VISTA ISOMÉTRICA

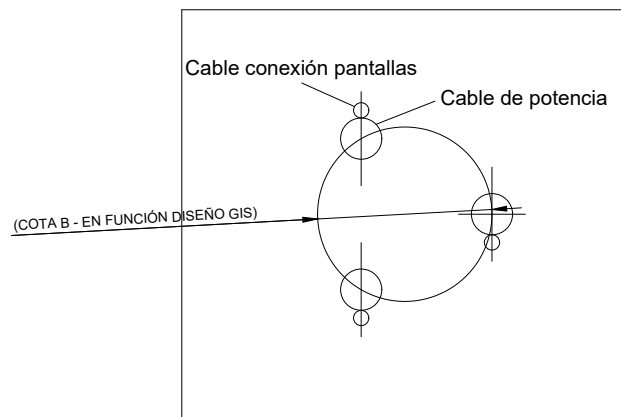
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
 Nº.Colegiado.: 0002207
 DAVID GAVIN ASSO
 VISADO Nº. : VD02023-25A
 DE FECHA : 03/06/2025
E-VISADO

0	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	DOCUMENTO NUEVO	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
			INSTALACIÓN	NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS	
			TÍTULO	SEPARADOR DE 2 TUBOS DE $\varnothing 160$	
			COORD.	HUSO	
			CODIGO		
			A4	1:30	
			Nº LSSE013	HOJA 1 DE 1	

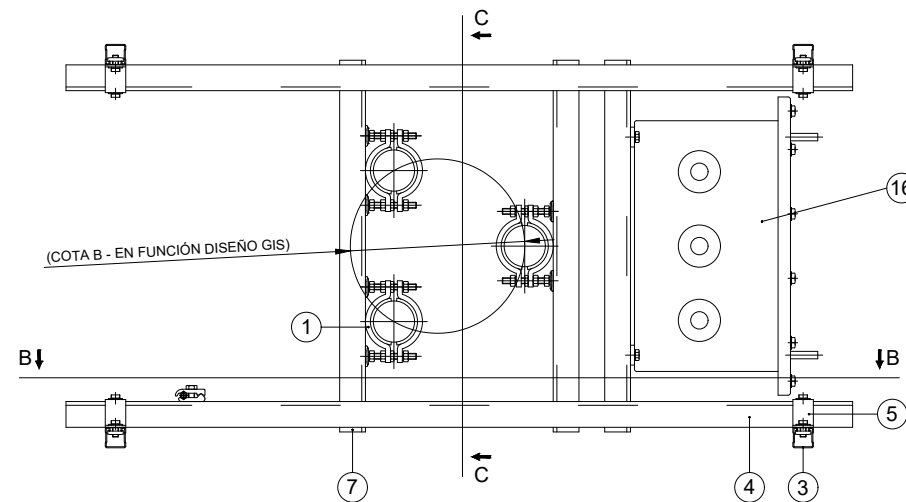
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575/AEBFCBH verificable en https://coiiair.e-gestion.es



POSICIONAMIENTO CABLES DE POTENCIA
 CABLES PARA CAJA CONEXIÓN DE PANTALLAS



SECCIÓN A-A



NOTAS:

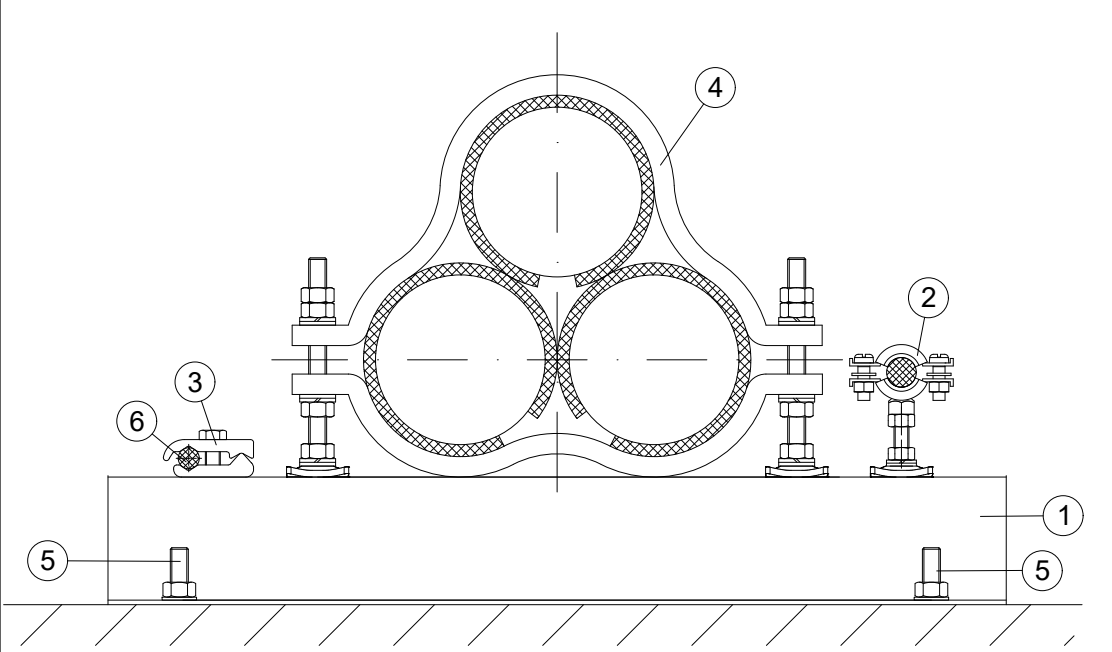
- Los soportes, bridas y cajas de puesta a tierra serán suministrados por el fabricante del cable.
- El diseño de la brida unipolar y de la caja de puesta a tierra será diferente en función del fabricante del cable
- Cotas A, B y C serán en función del diseño de la GIS de 66 kV de envolvente tripolar
- Las longitudes de los carriles HILTI deberán adecuarse al diseño de la GIS de 66 kV
- Por defecto se instalará una caja tripolar para conectar las pantallas de los cables directamente a tierra. Si fuera necesario conectar las pantallas de los cables a través de descargadores se deberán instalar tres cajas unipolares de puesta a tierra a través de descargador.
- El cable de cobre de puesta a tierra será de la misma sección que el cable empleado en la puesta a tierra de la subestación. (normalmente 120 mm²)
- El cable de conexión de pantallas deberá ser fijado a la estructura utilizando aquellos perfiles que mejor respeten su trazado y su radio de curvatura.
- Galvanizado con espesor mínimo según norma UNE-EN 1461
- Cotas en mm.

16	CAJA TRIPOLAR DE CONEXIÓN DE PANTALLAS	1	Acero Inox.
15	GRAPA PUESTA A TIERRA REF. ARRUITI GT-150/M12 PARA CABLE DESNUDO DE COBRE	1	Latón Forjado
14	TUERCA HILTI MQM-12	5	Acero Inox.
13	TORNILLO M12x30	5	Acero Inox.
12	ARANDELA GROWER M12	8	Acero Inox.
11	TUERCA M12	4	Acero Inox.
10	TORNILLO HILTI MSP-MQ-S-F	4	Acero Inox.
9	HILTI PLACA TUERCA MQA-12	12	Acero Inox.
8	TORNILLO-TUERCA HILTI MQN	68	Acero Inox.
7	CARRIL HILTI MQ-52/750	8	Fe Galvanizado
6	ANGULAR HILTI MQW-8/90°	8	Fe Galvanizado
5	ELEMENTO DE UNIÓN HILTI MQB-52	12	Fe Galvanizado
4	CARRIL HILTI MQ-52/1500	6	Fe Galvanizado
3	SOPORTE HILTI MQK-41/300	4	Fe Galvanizado
2	ANCLAJE HILTI HSA-R-M12x120	8	Acero Inox.
1	BRIDA UNIPOLAR SEGÚN EL FABRICANTE DEL CABLE	6	Aluminio
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	MATERIAL

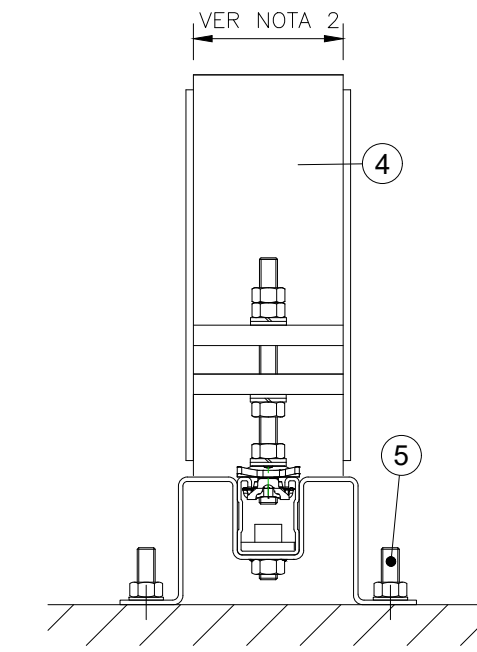
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
C	jun-23	R.T.R.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE TÍTULO
B	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
A	nov-11	C.M.S.	G.D.C.	SE AÑADE PUESTA A TIERRA DEL SOPORTE, SE MODIFICAN NOTAS Y SECCIONES
				INSTALACIÓN
				NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
				TÍTULO
				SOPORTE DE FIJACIÓN DE LOS CABLES DE 66 kV EN LA SUBIDA DESDE EL SÓTANO GIS A LA POSICIÓN GIS
		COORD.	HUSO	
		CODIGO		
A3	N/A			
Nº	LSS007			HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El presente documento es propiedad intelectual de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. y no puede ser reproducido, distribuido, copiado, ni utilizado para otros fines sin el consentimiento escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

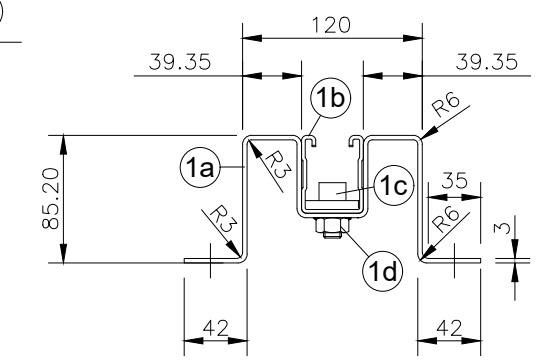
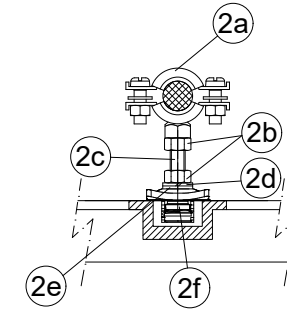
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMFS75IAEBFCHB verificable en https://coliar.e-gestion.es



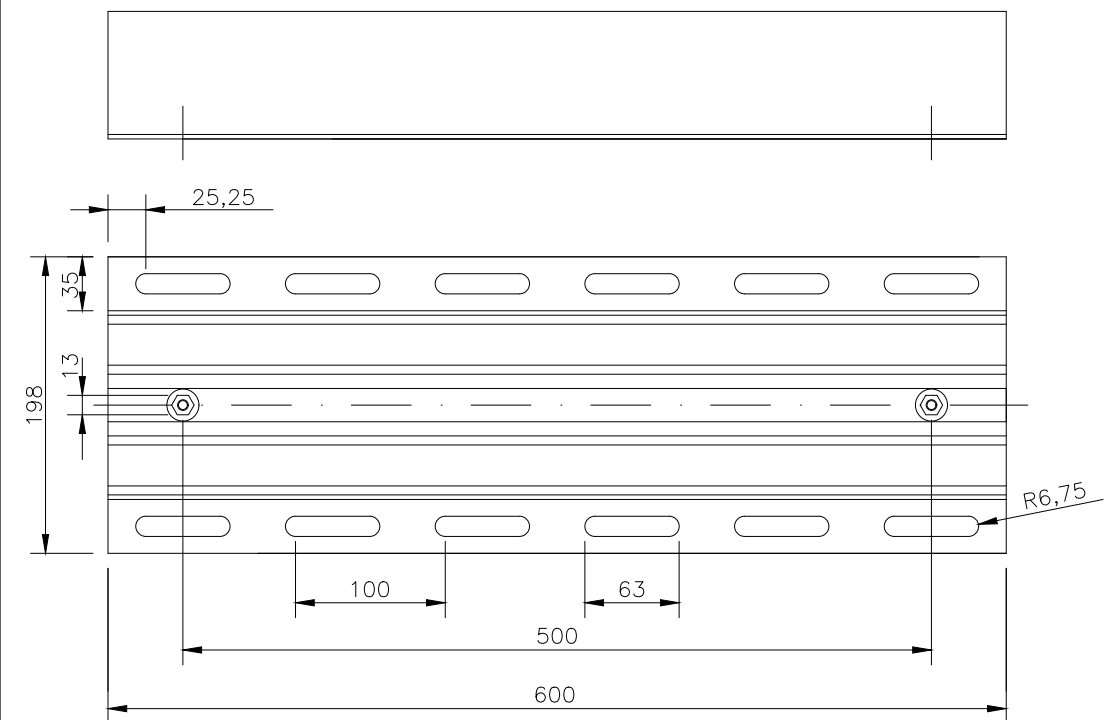
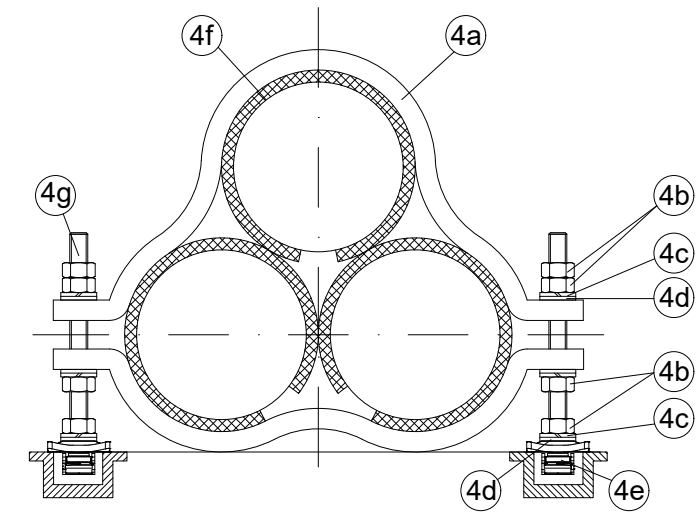
DETALLE SOPORTE MARCA 1



DETALLE MARCA 2 BRIDA CABLE CONEXIÓN SINGLE - POINT (SÍ SE REQUIERE)



DETALLE MARCA 4 BRIDA TRIPOLAR CABLE AISLADO



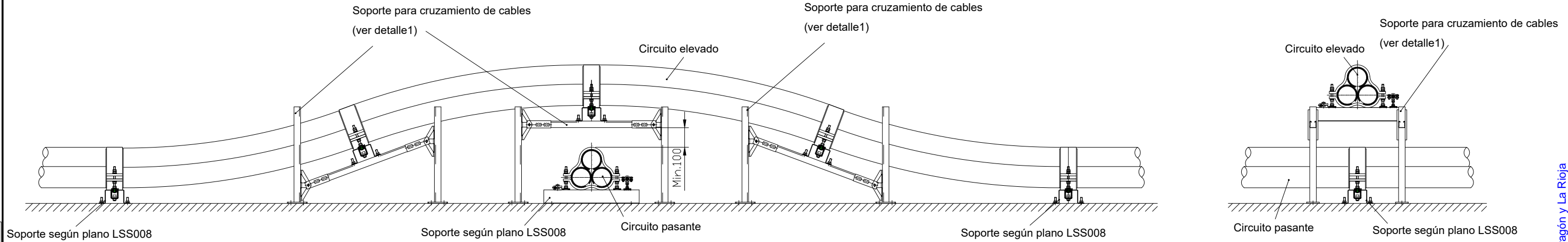
6	CABLE COBRE DESNUDO 120 mm ² PARA P.a.T. SOPORTES	1	-----	
5	ANCLAJE HILTI HUS-H 10	4	acero Inox.	
4g	VARILLA ROSCADA M12	2	acero Inox.	
	PROTECTOR DE CABLE	1	neopreno	
4e	TUERCA DE CARRIL HILTI MQA-M12	2	acero Inox.	
4	4d	ARANDELA PLANA M12	6	acero Inox.
	4c	ARANDELA GROWER M12	6	acero Inox.
	4b	TUERCA M12	8	acero Inox.
	4a	BRIDA	1	aluminio
	3b	TUERCA DE CARRIL HILTI MQM-M10	1	acero Inox.
	3a	GRAPA PUESTA A TIERRA ARRUTI GT-150/M10 O SIMILAR	1	latón forjado
2f	TUERCA DE CARRIL HILTI MQA-M10	1	acero Inox.	
	2e	ARANDELA PLANA M10	1	acero Inox.
	2d	ARANDELA GROWER M10	1	acero Inox.
	2c	VARILLA ROSCADA M10X50	1	acero Inox.
	2b	TUERCA M10	2	acero Inox.
	2a	Ø48-54	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1 1/2"	1
Ø40-45		ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1 1/4"		
Ø32-38		ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1"		
Ø25-30		ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 3/4"		
Ø20-25		ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1/2"		
1d	TUERCA SOLDADA M12	2	Acero Inox.	
	1c	TORNILLO CONECTOR MSP-MQ-S-F	2	Acero Inox.
	1b	CARRIL HILTI MQ-52	1	Fe Galvanizado
	1a	PERFIL DOBLE OMEGA UNIDO CON DOS TORNILLOS MSP-MQ-S-F AL CARRIL HILTI	1	Fe Galvanizado
MARCA	DENOMINACIÓN	CANT.	MATERIAL	

- NOTAS :
1. LOS SOPORTES Y LAS BRIDAS SERÁN SUMINISTRADAS POR EL FABRICANTE DEL CABLE
 2. EL DISEÑO DE LA BRIDA SERÁ DIFERENTE EN FUNCIÓN DEL FABRICANTE DEL CABLE. EN LAS LINEAS DE 66 kV EL ANCHO DE LA BRIDA SERÁ 40 mm Y EN LAS LINEAS DE 132 kV Y 220 kV SERÁ ≥100 Y ≤ 120 mm.
 3. EL CABLE DE COBRE DESNUDO DE PUESTA A TIERRA SERÁ DE LA MISMA SECCIÓN QUE EL CABLE EMPLEADO EN LA PUESTA A TIERRA DE LA SUBESTACIÓN. (NORMALMENTE 120 mm²)
 4. GALVANIZADO CON ESPESOR MÍNIMO SEGÚN NORMA UNE-EN 1461
 5. COTAS EN mm.

F	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
E	may-18	A.L.A.	G.D.C.	SE HOMOGENIZAN LAS DIMENSIONES DE SOPORTES PARA TODOS LOS CABLES
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
TÍTULO SOPORTE PARA LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES DE 66, 132 Y 220 kV EN EL SUELO DE LOS SÓTANOS DE LAS SUBESTACIONES TIPO GIS				COORD. HUSO
				CODIGO A3 N/A
				Nº LSS008 HOJA 1 DE 1

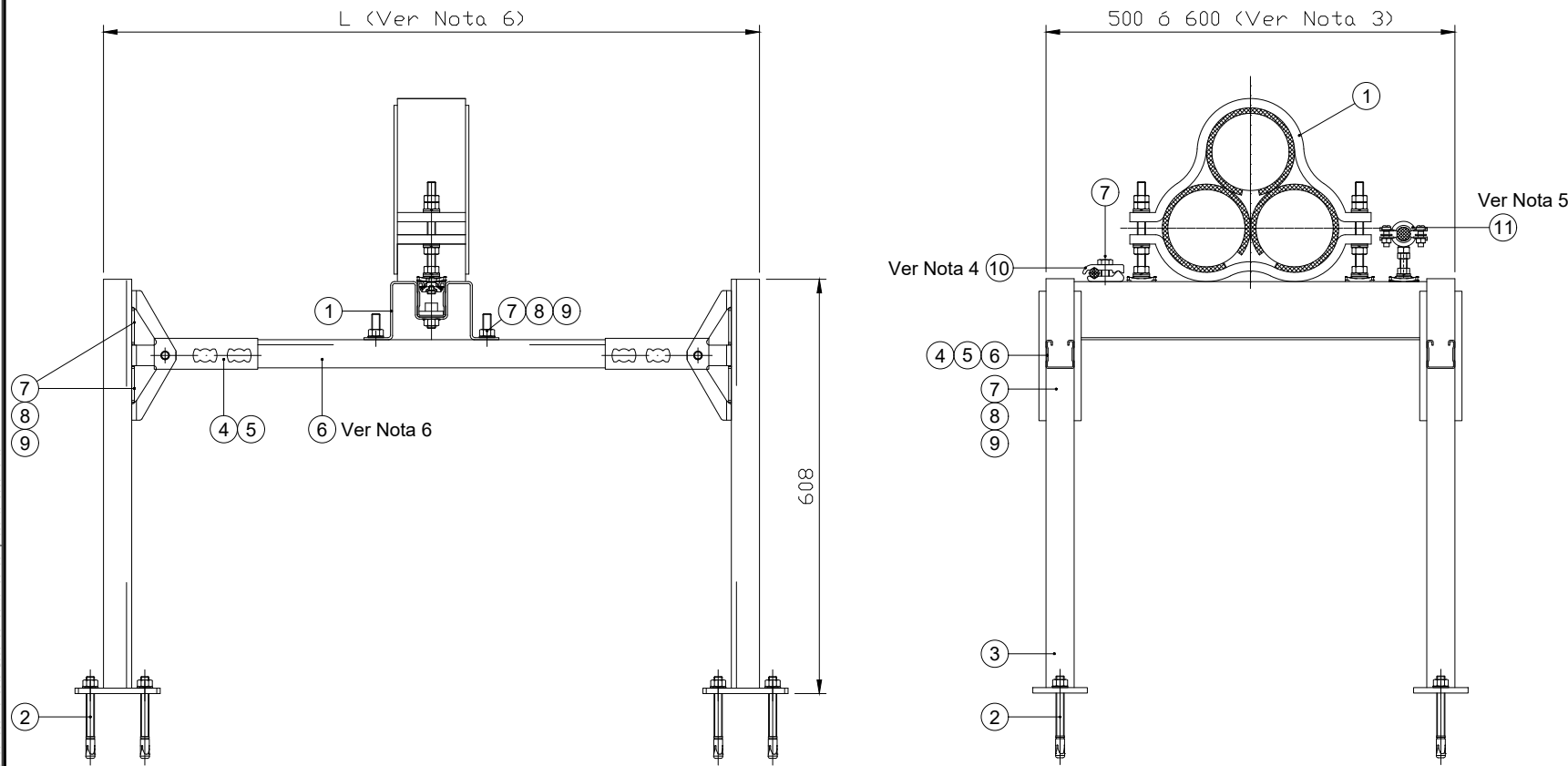
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo caso, estará prohibido para quien no sea titular de los derechos de propiedad intelectual del presente documento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVYMF575IAEBFCHB verificable en https://coliar.e-geston.es



DETALLE 1 SOPORTE PARA CRUZAMIENTO CABLES EN SÓTANO GIS

Escala 1:10



NOTAS:

1. Los soportes y las bridas serán suministradas por el fabricante del cable
2. El diseño de la brida será diferente en función del fabricante del cable
3. Conjunto soporte + brida tresbolillo según plano LSS008
4. El cable de cobre desnudo de puesta a tierra será de la misma sección que el cable empleado en la puesta a tierra de la subestación. (normalmente 120 mm²).
5. Brida para cable de "single-point", si se requiere.
6. La longitud del carril HILTI MQ-52/750 puede ser acortada en obra hasta un mínimo de 500 mm. En función del punto de corte, la longitud L puede ir de un máximo de 965 mm (750 mm de carril) a un mínimo de 715 mm (500 mm de carril).

Las precauciones que deben ser adoptadas para la ejecución del corte son:

- Alejarse de los cables lo suficiente para protegerlos de la proyección de partículas incandescentes.
- Recubrir el corte con pintura galvánica.

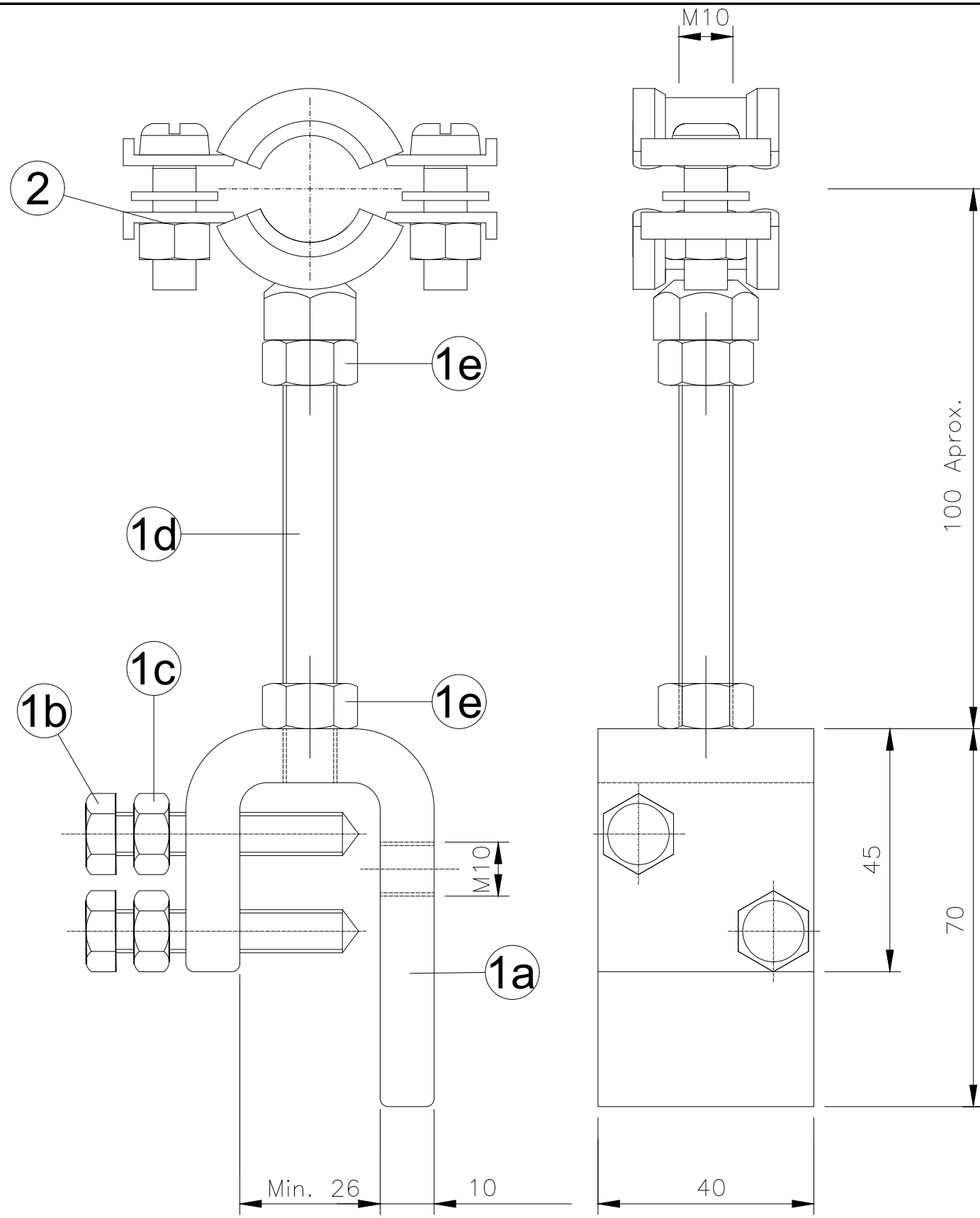
7. El nº de piezas indicado se corresponde a uno de los tres soportes necesarios para realizar el cruzamiento
8. Galvanizado con espesores mínimo según norma UNE-EN 1461
9. Cotas en mm.

MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	MATERIAL
11	Ø48-54	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 1 1/2"	S235JR acero DIN EN 10025 galvanizado en caliente 45µm
	Ø40-45	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 1 1/4"	
	Ø32-38	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 1"	
	Ø25-30	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 3/4"	
	Ø20-25	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 1/2"	
10	GRAPA PUESTA A TIERRA REF. ARRUTI GT-150/M12 PARA CABLE DESNUDO DE COBRE	1	Latón Forjado
9	ARANDELA PLANA M12	12	Acero Inox.
8	TORNILLO M12x30	13	Acero Inox.
7	TUERCA HILTI MQM-M12	13	Acero Inox.
6	CARRIL HILTI MQ-52/750	2	Fe Galvanizado
5	BASE GIRATORIA HILTI MQP-G	4	Fe Galvanizado
4	TORNILLO-TUERCA HILTI MQN	8	Acero Inox.
3	SOPORTE HILTI MQK-41/600	4	Fe Galvanizado
2	ANCLAJE HILTI HSA-R-M12x120	8	Acero Inox.
1	CONJUNTO SOPORTE-BRIDA TRESBOLILLO (Ver Nota 3)	1	-

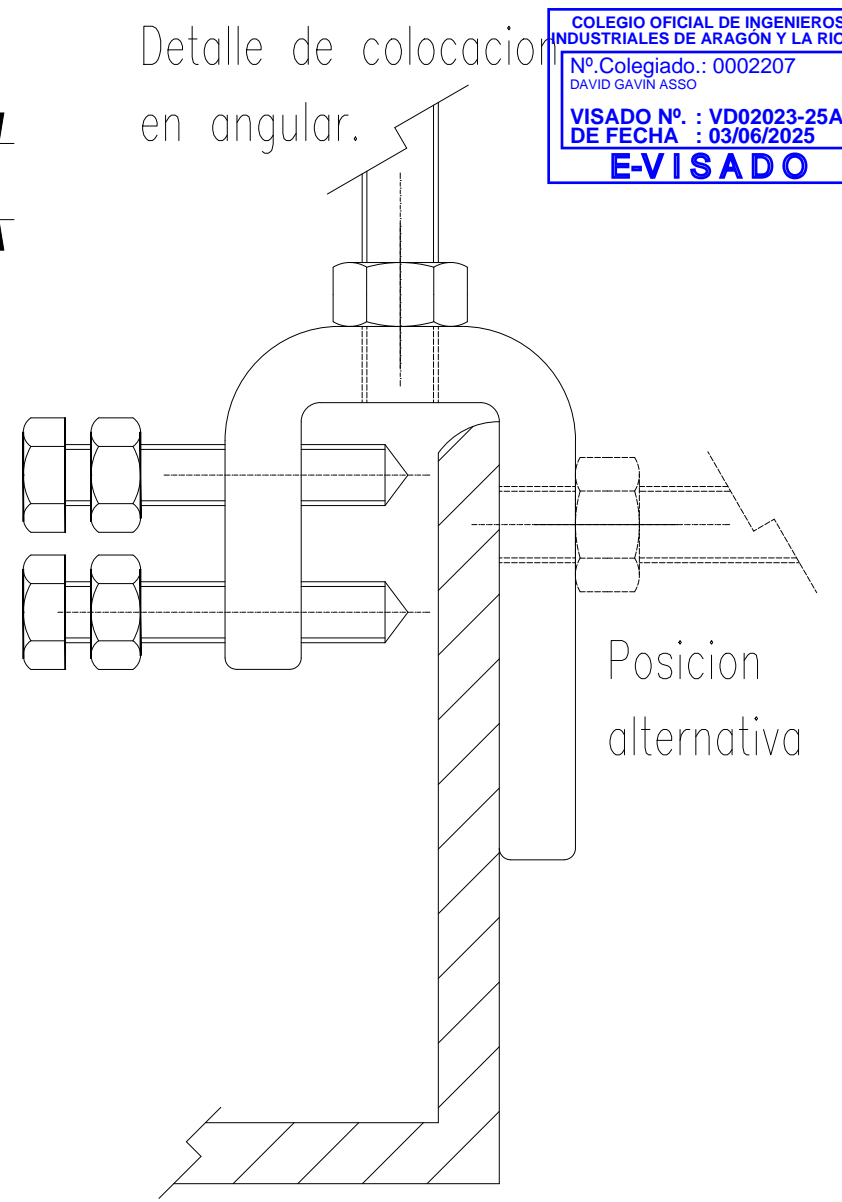
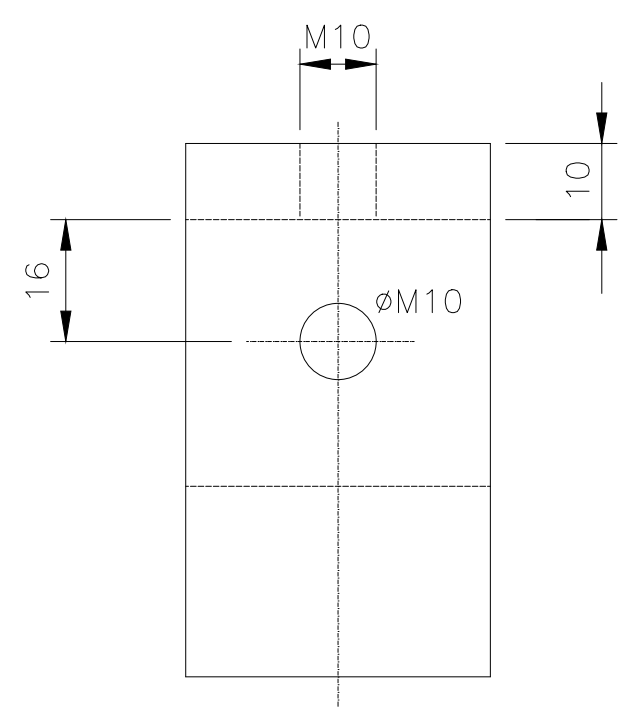
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
A	oct-13	A.L.A.	G.D.C.	SE MODIFICA BRIDA SINGLE-POINT
				INSTALACIÓN
				NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
				TÍTULO
				SOPORTE PARA CRUZAMIENTO DE CABLES EN SÓTANO GIS
		COORD.	HUSO	
		CODIGO		
		A3	N/A	
		Nº	LSS009	HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. EI
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todas las derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo caso, estará prohibido para todo y en todo momento por parte de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. No asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



1. LA BRIDA - SOPORTE ESTA COMPUESTA POR UN SOPORTE MARCA ① Y POR UNA BRIDA MARCA ② .
 2. COTAS EN mm.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
 Nº Colegiado.: 0002207
 DAVID GAVÍN ASSO
 VISADO Nº. : VD02023-25A
 DE FECHA : 03/06/2025
E-VISADO

BRIDA HILTI Ó SIMILAR	2	Ø48-54	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1 1/2"	S235JR ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE 45 µm	DIN EN 1002
		Ø40-45	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1 1/4"		
		Ø32-38	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1"		
		Ø25-30	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 3/4"		
		Ø20-25	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1/2"		
SOPORTE REF. SAPREM CSFO/M10X90 Ó SIMILAR	1e	1	TUERCA M-10	ACERO GALVANIZADO	DIN-934
	1d	1	VARILLA ROSCADA M-10 X 90	ACERO GALVANIZADO	DIN-975
	1c	2	TUERCA M-8	ACERO INOX AIS-304	UNE-36016
	1b	2	TORNILLO M-8 X 45	ACERO INOX AIS-304	UNE-36016
	1a	1	CUERPO DE SOPORTE CSFO-60/40/10	ACERO GALVANIZADO	UNE-36011
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN		MATERIAL	NORMA

A	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN	
0	jun-13	A.L.A.	G.D.C.		
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
				INSTALACIÓN	
				NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS	
				COORD.	
				HUSO	
				CODIGO	
				A3	N/A
				Nº	LSS011
				HOJA 1 DE 1	
				TÍTULO	
				BRIDA-SOPORTE PARA CABLE DE PUESTA A TIERRA EN APOYO PAS Y SOPORTE METÁLICO	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVYMF575IAEBFCHB verificable en https://coliar.e-geston.es

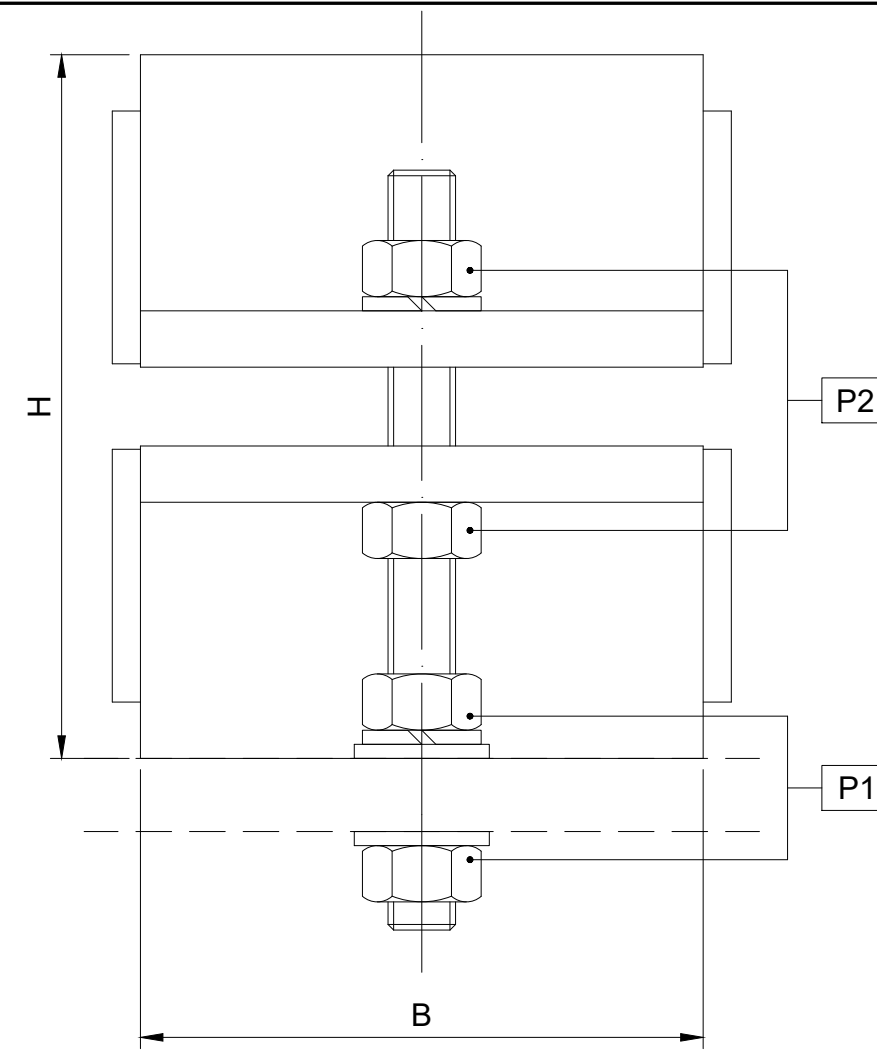
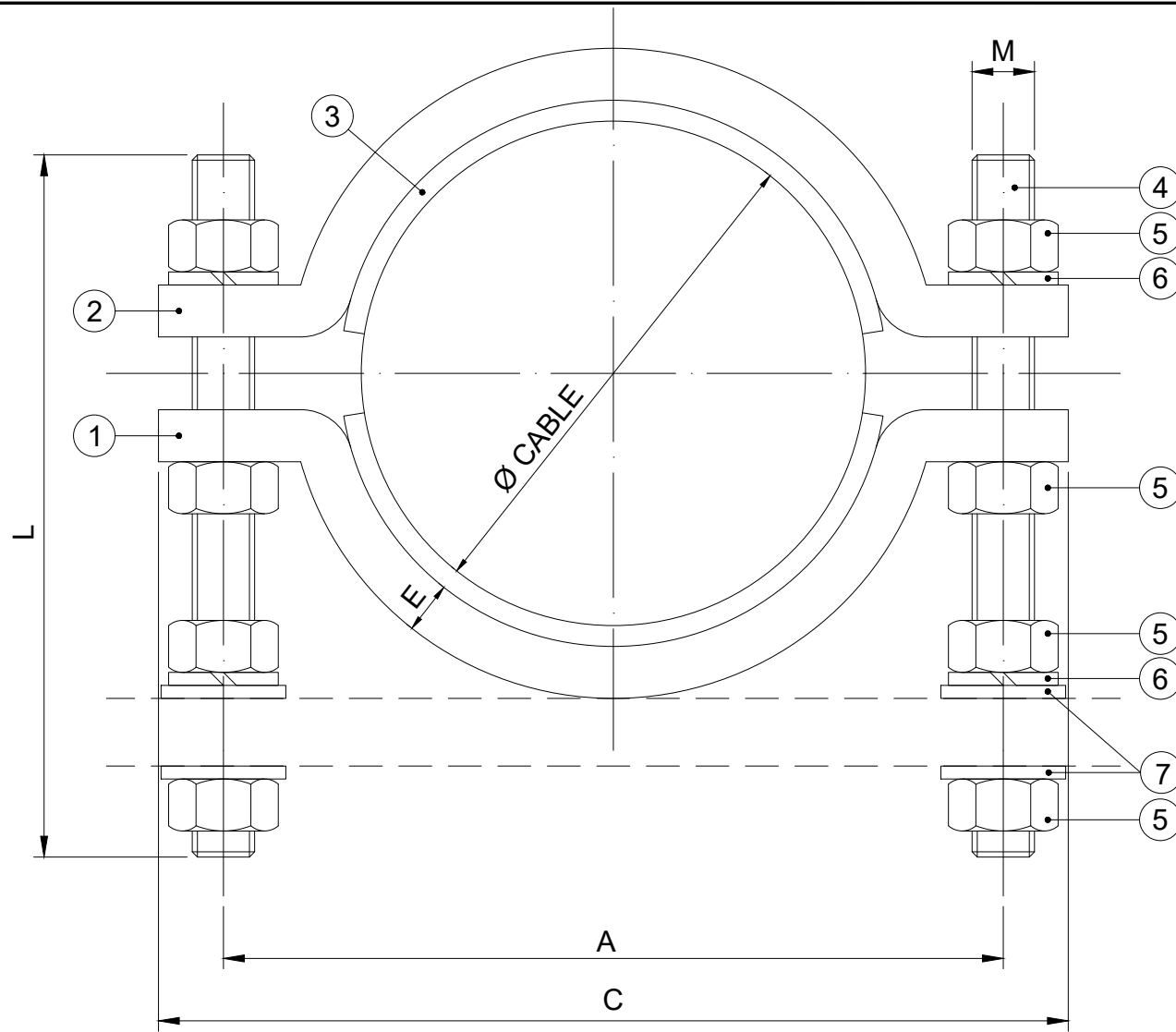
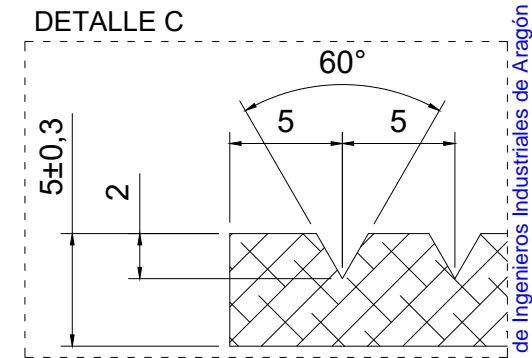


TABLA 3
 PAR DE APRIETE (N·m)

MARCA	ROSCA
	M12
P1	45
P2	35



PERFIL DE GOMA NEOPRENO

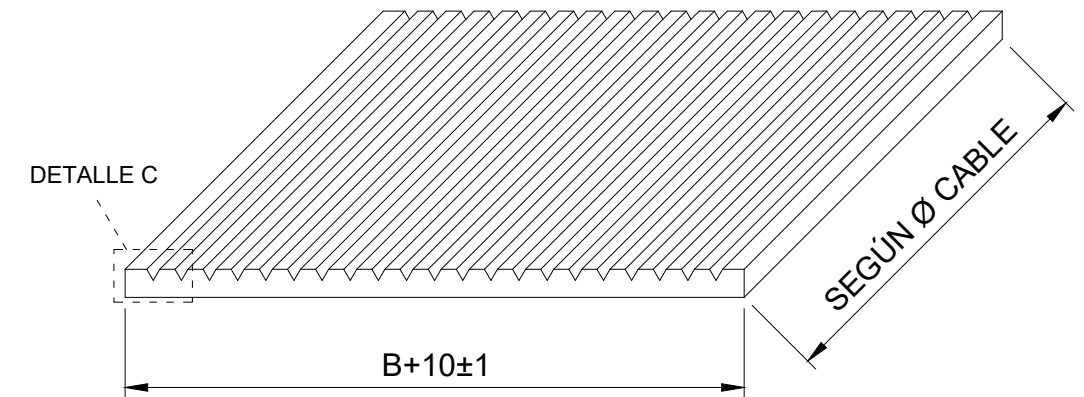


TABLA 2

REQUISITOS REE BRIDAS METÁLICAS UNIPOLARES									
NIVEL TENSIÓN (kV)	TIPO CABLE	DISTANCIA TALADROS A (mm)			ANCHO B (mm)	LARGO MÁX. C (mm)	ALTO MÁX. H (mm)	ESPESOR MIN. E (mm)	MÉTRICA ESPÁRRAGO
		Rango	Min	Max					
66	1000AI	1	120	160	40	180	150	10	M12
	1200AI								
132	1200AI	1	120	160	100	210	175	10	M12
	1600AI								
220	630AI	2	140	180	100	222	175	10	M12
	1200AI								
	2000AI								
	2500Cu								

TABLA 1

7	ARANDELA PLANA M12	4	DIN 125	Acero inox.
6	ARANDELA GROWER M12	4	DIN 127	Acero inox.
5	TUERCA M12	8	DIN 934	Acero inox.
4	ESPÁRRAGO M12xL (según Ø cable)	2	DIN 976	Acero inox.
3	PERFIL GOMA NEOPRENO	2	-	Neopreno
2	MEDIA BRIDA	1	-	Al 6005-A
1	MEDIA BRIDA	1	-	Al 6005-A
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA	MATERIAL

NOTAS:

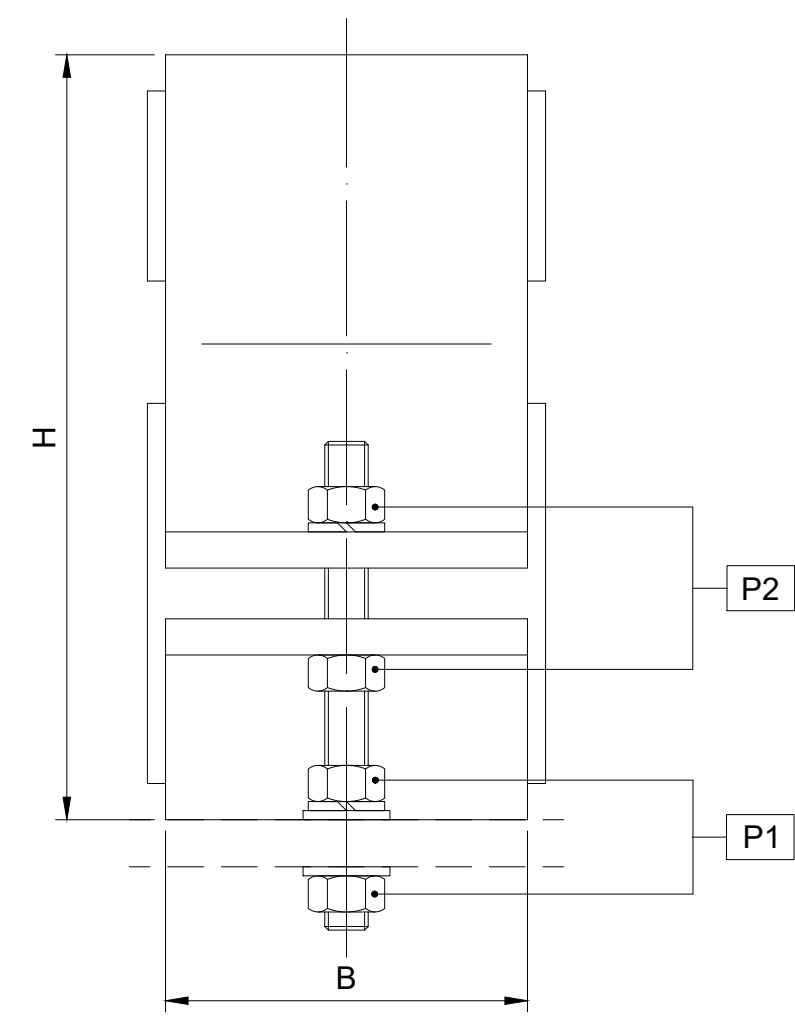
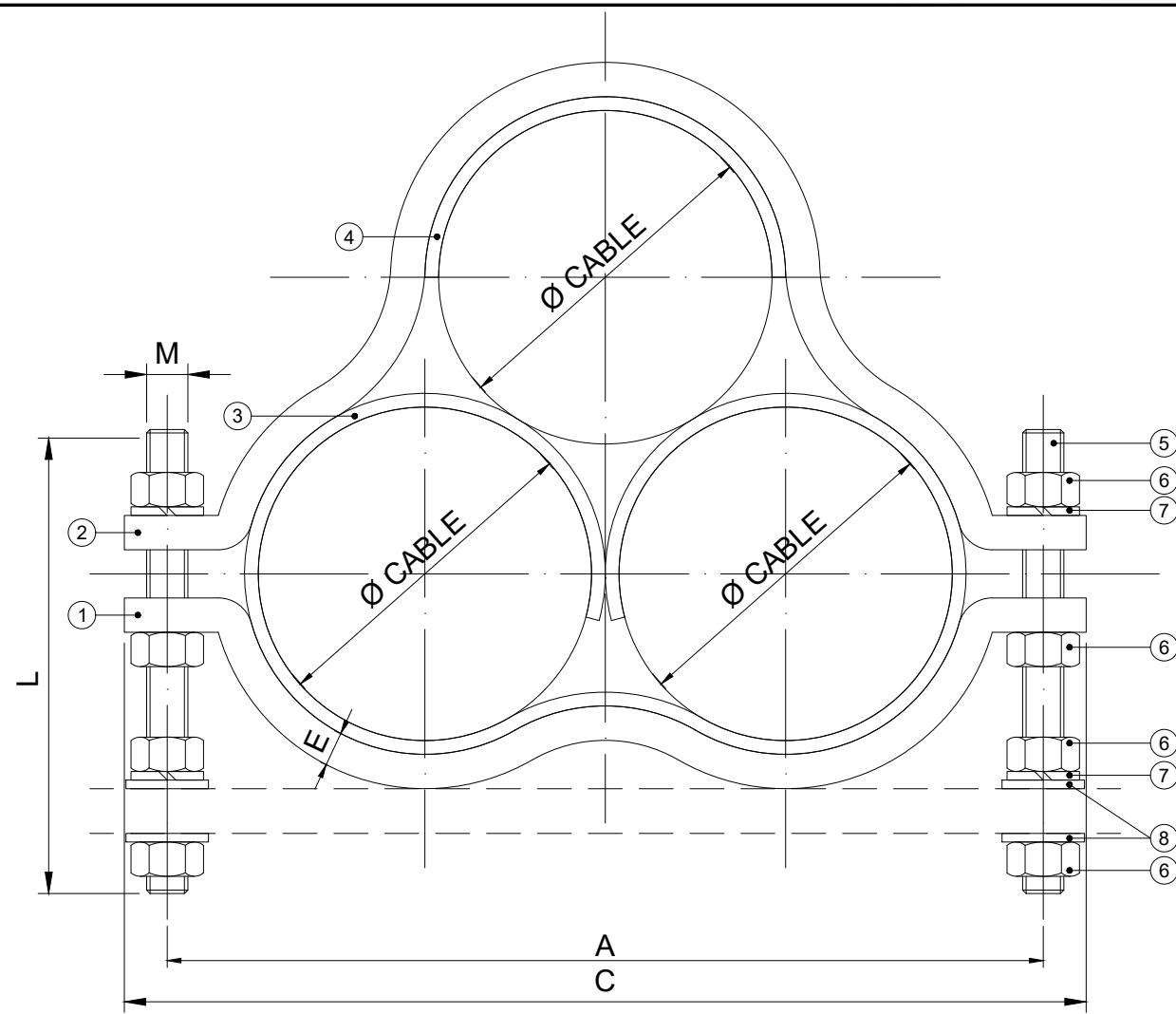
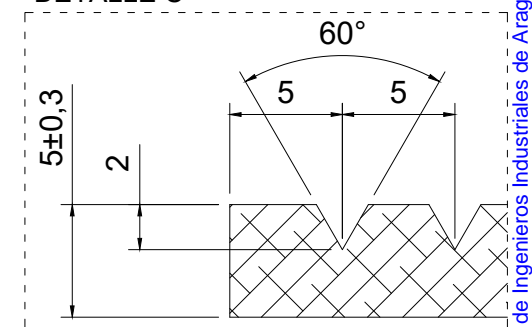
1. Cotas en mm.
2. Cantidades referidas al conjunto representado.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	jul-22	I.G.C.	G.D.C	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
0	may-19	N.A.C.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS TÍTULO BRIDA METÁLICA UNIPOLAR
COORD.		HUSO		
CODIGO		A3 N/A		
Nº LSS015		HOJA 1 DE 1		

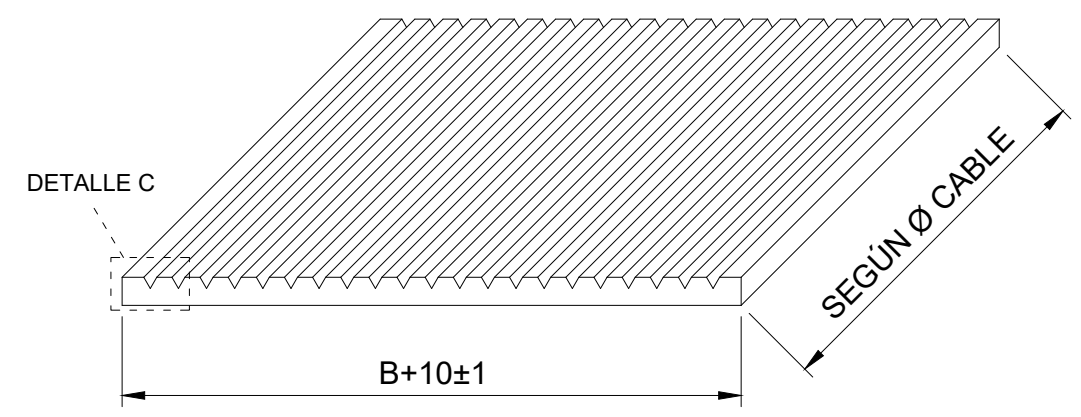
TABLA 3

PAR DE APRIETE (N·m)	
MARCA	ROSCA
	M12
P1	45
P2	35

DETALLE C



PERFIL DE GOMA NEOPRENO



REQUISITOS REE BRIDAS METÁLICAS TRIPOLARES									
NIVEL TENSIÓN (kV)	TIPO CABLE	DISTANCIA TALADROS A (mm)			ANCHO B (mm)	LARGO MÁX. C (mm)	ALTO MÁX. H (mm)	ESPESOR MIN. E (mm)	MÉTRICA ESPÁRRAGO
		Rango	Min	Max					
66	1000AI	1	205	275	40	300	200	10	M12
	1200AI								
132	1200AI	1	205	275	100	300	250	10	M12
	1600AI								
220	630AI	2	250	320	100	375	300	10	M12
	1200AI								
	2000AI								
	2500Cu								

TABLA 1

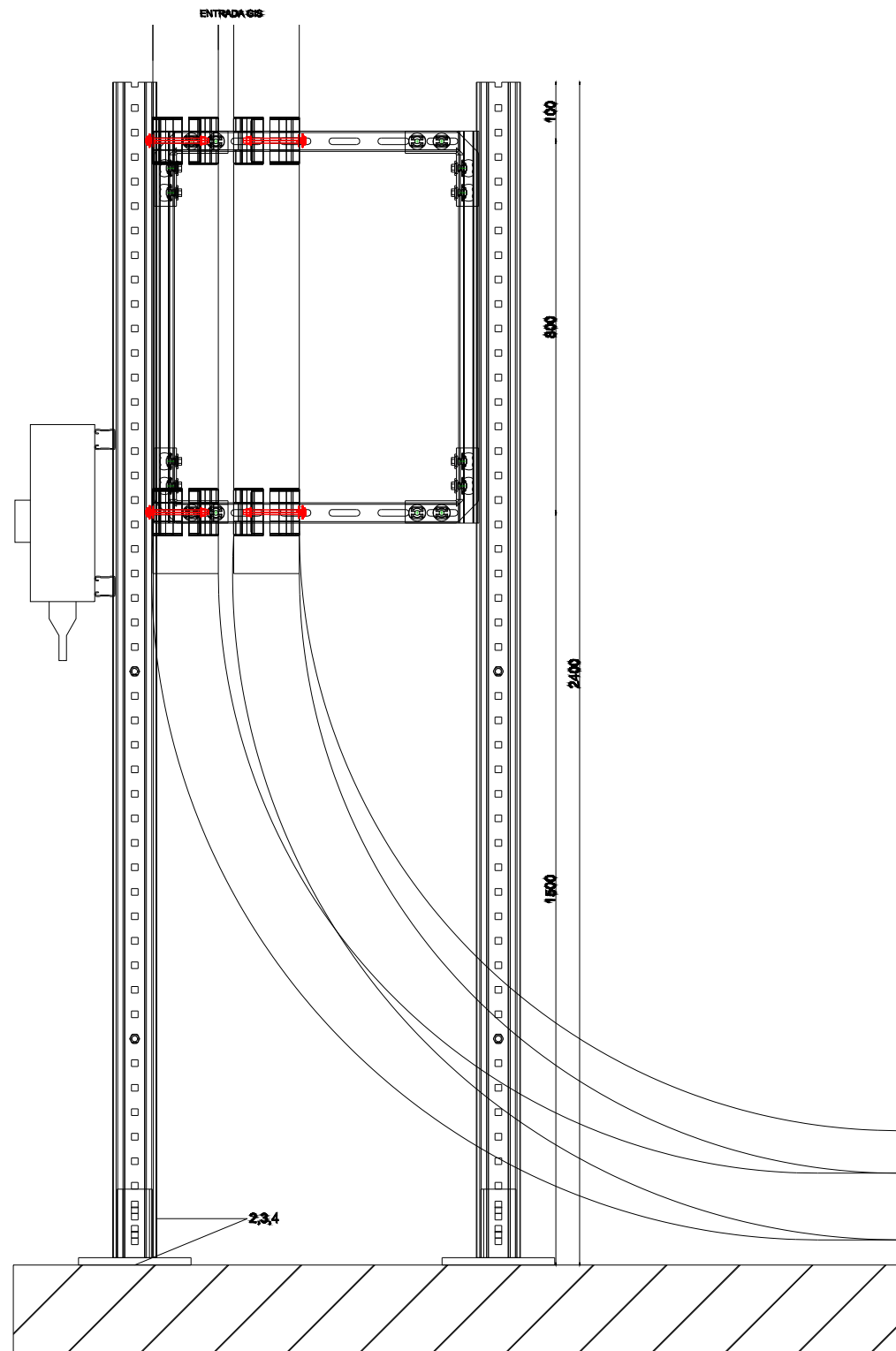
8	ARANDELA PLANA M12	4	DIN 125	Acero inox.
7	ARANDELA GROWER M12	4	DIN 127	Acero inox.
6	TUERCA M12	8	DIN 934	Acero inox.
5	ESPÁRRAGO M12xL (según Ø cable)	2	DIN 976	Acero inox.
4	PERFIL GOMA NEOPRENO SUP	1	-	Neopreno
3	PERFIL GOMA NEOPRENO INF	1	-	Neopreno
2	MEDIA BRIDA	1	-	AI 6005-A
1	MEDIA BRIDA	1	-	AI 6005-A
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA	MATERIAL

NOTAS:

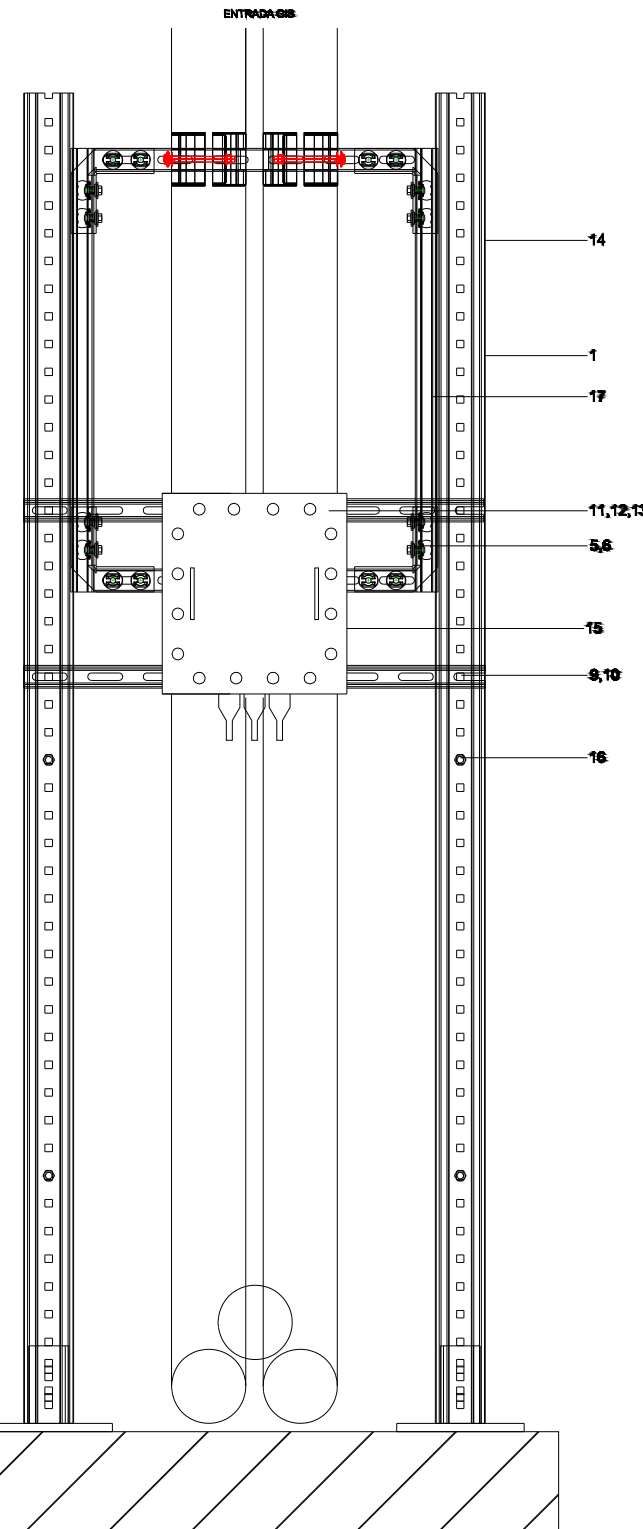
- Cotas en mm.
- Cantidades referidas al conjunto representado.

A	jul-22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN	
0	may-19	N.A.C.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
red eléctrica		INSTALACIÓN		NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS	
		TÍTULO		BRIDA METÁLICA TRIPOLAR	
		COORD.	HUSO		
		CODIGO			
		A3	N/A		⚡
		Nº LSS016	HOJA 1 DE 1		

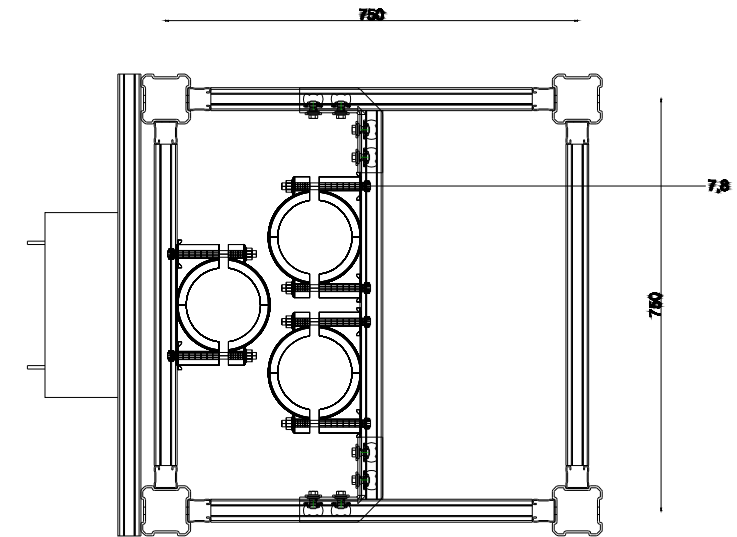
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

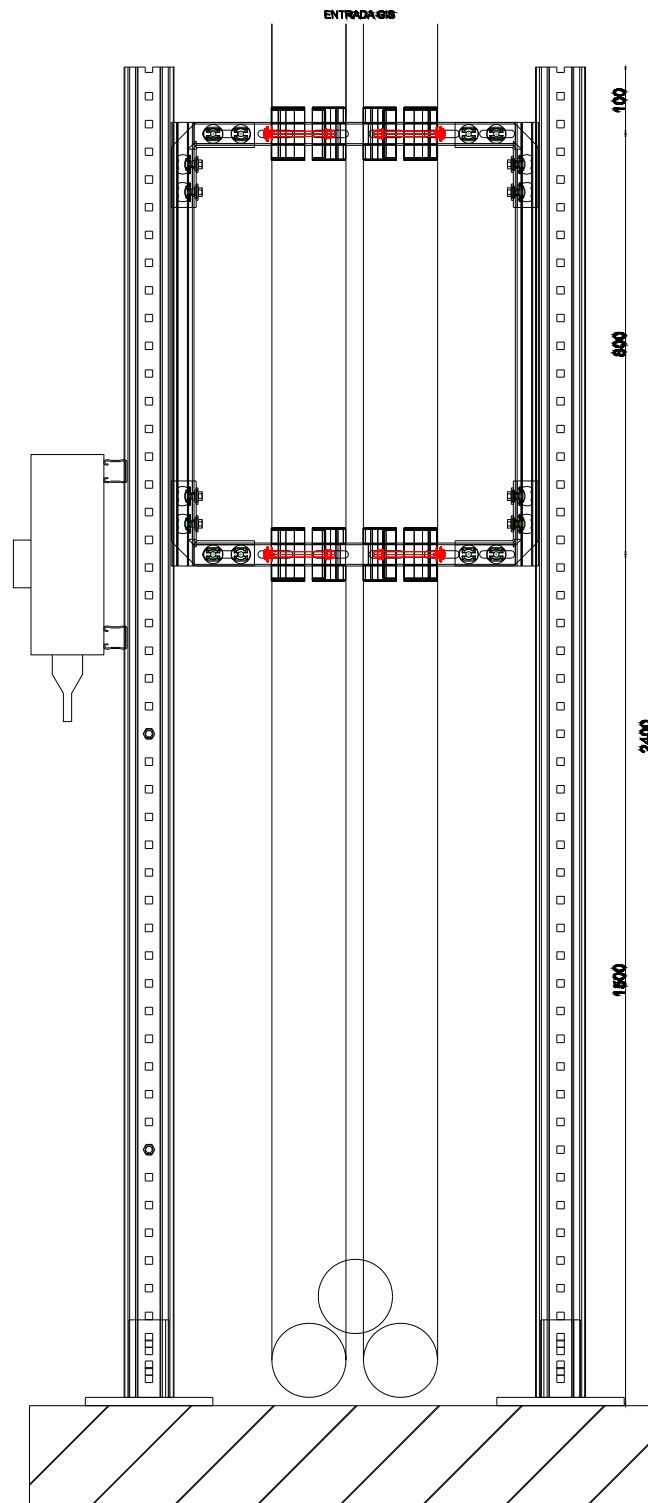


Listado de material					
Soporte para una terna					
Posición	Nº Piezas	ID Prod.	Prod.	Cantidad	UN
1	4	304796	Viga MI-90 3m	2,4	M
2	4	304827	Conector MIC-C90-D hormigón	4	UN
3	16	290131	Anclaje Tornillo HUS-HR 10x115 55/45/25	16	UN
4	16	409406	Arandela plana A 13/37 A4	16	UN
5	20	304175	Angular 8-orificios MQW-8/90-F	20	UN
6	80	387779	Conexión a carril MQN-HDG plus	80	UN
7	6		Abrazadera Simple Fabricante Cable	6	UN
8	6	304140	Placa-tuerca MQA-M12-F	6	UN
9	4	304890	Tornillo pasante MIA-OH120	4	UN
10	4	382897	Tuerca hex.freno int. M12-F-SL-WS 3/4"	4	UN
11	4	87634	Tornillo hexagonal M12x25 A4-70	4	UN
12	4	409406	Arandela plana A 13/37 A4	4	UN
13	4	304017	Tuerca enrasada MQM-M12-R	4	UN
14	24	304882	Conector MIC-MI/MQ-M8	24	UN
15	1		Caja de puesta a tierra	1	UN
16	16		Brida Cable Fabricante Cable	16	UN
17	2	304099	Carril de montaje MQ-41-F 3m	0,83	M
17	8	304099	Carril de montaje MQ-41-F 3m	0,8	M
17	8	304099	Carril de montaje MQ-41-F 3m	0,58	M
17	2	304099	Carril de montaje MQ-41-F 3m	0,7	M

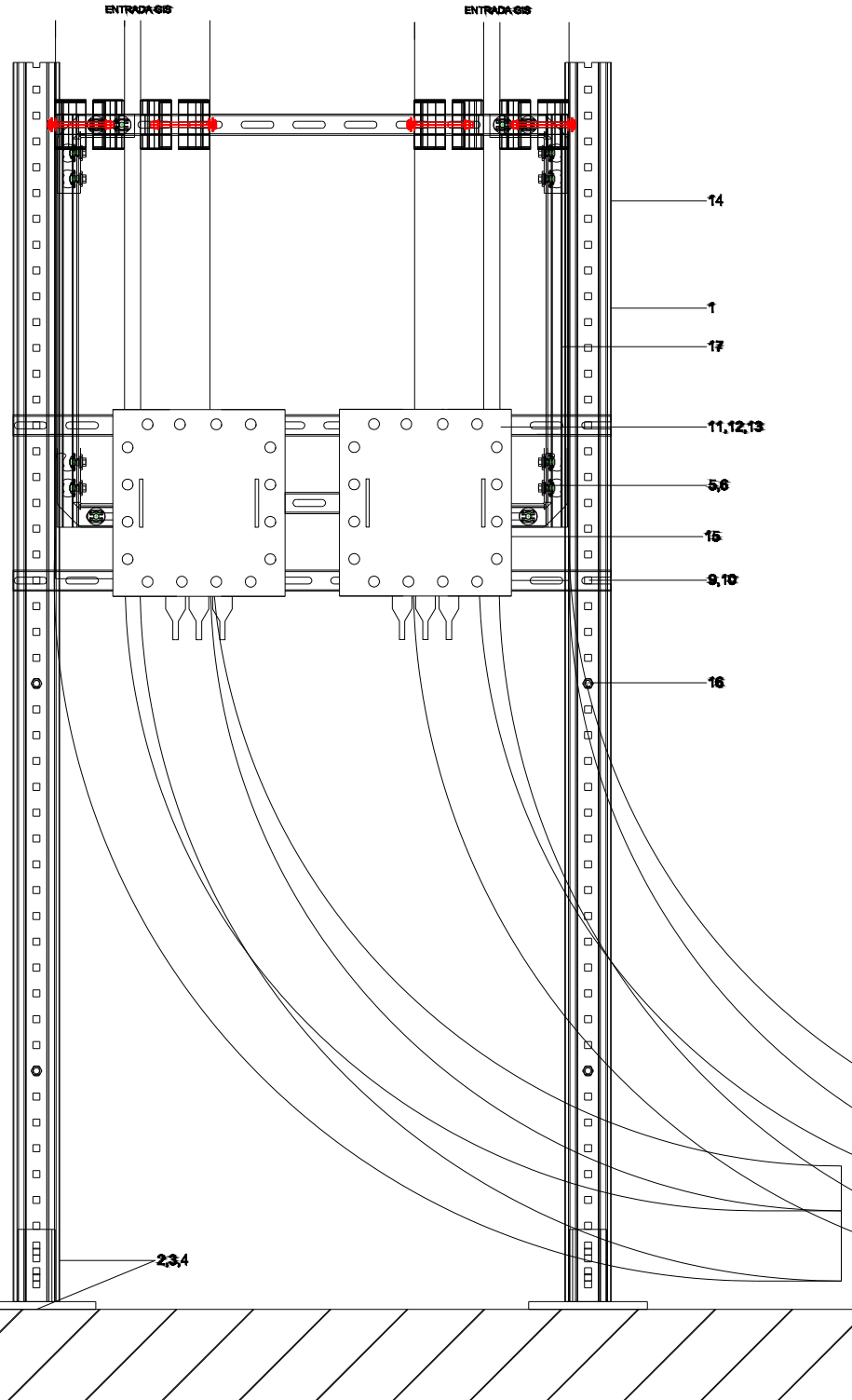
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido, perennidad única y exclusividad o RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso de este documento, sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

0	jun-23	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
	INSTALACIÓN			COORD.
	NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS			HUSO
	TÍTULO			CODIGO
	SOPORTE SUELO SUBIDA A GIS 66 kV (UNA TERNA)			A3 S/E
Nº LSS021				HOJA 1 DE 2

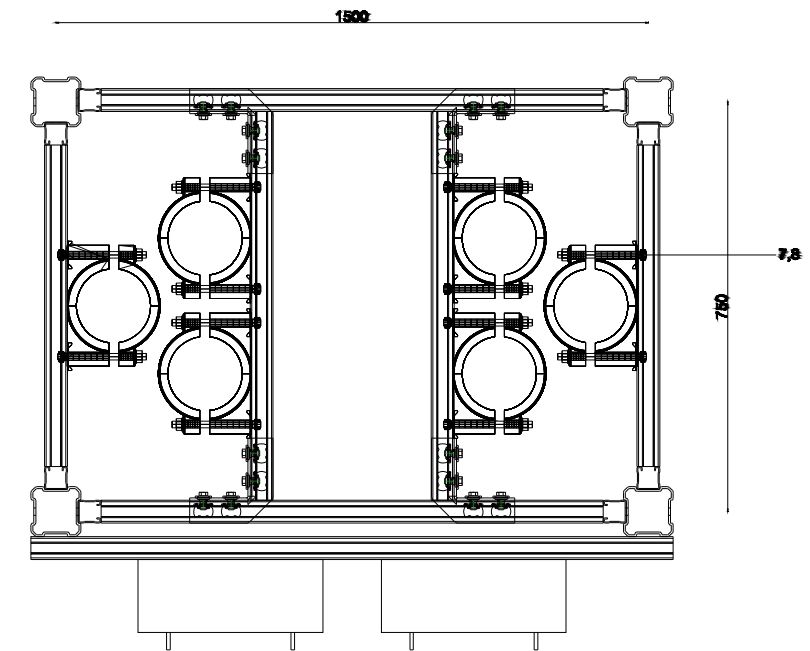
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL




VISTA SUPERIOR

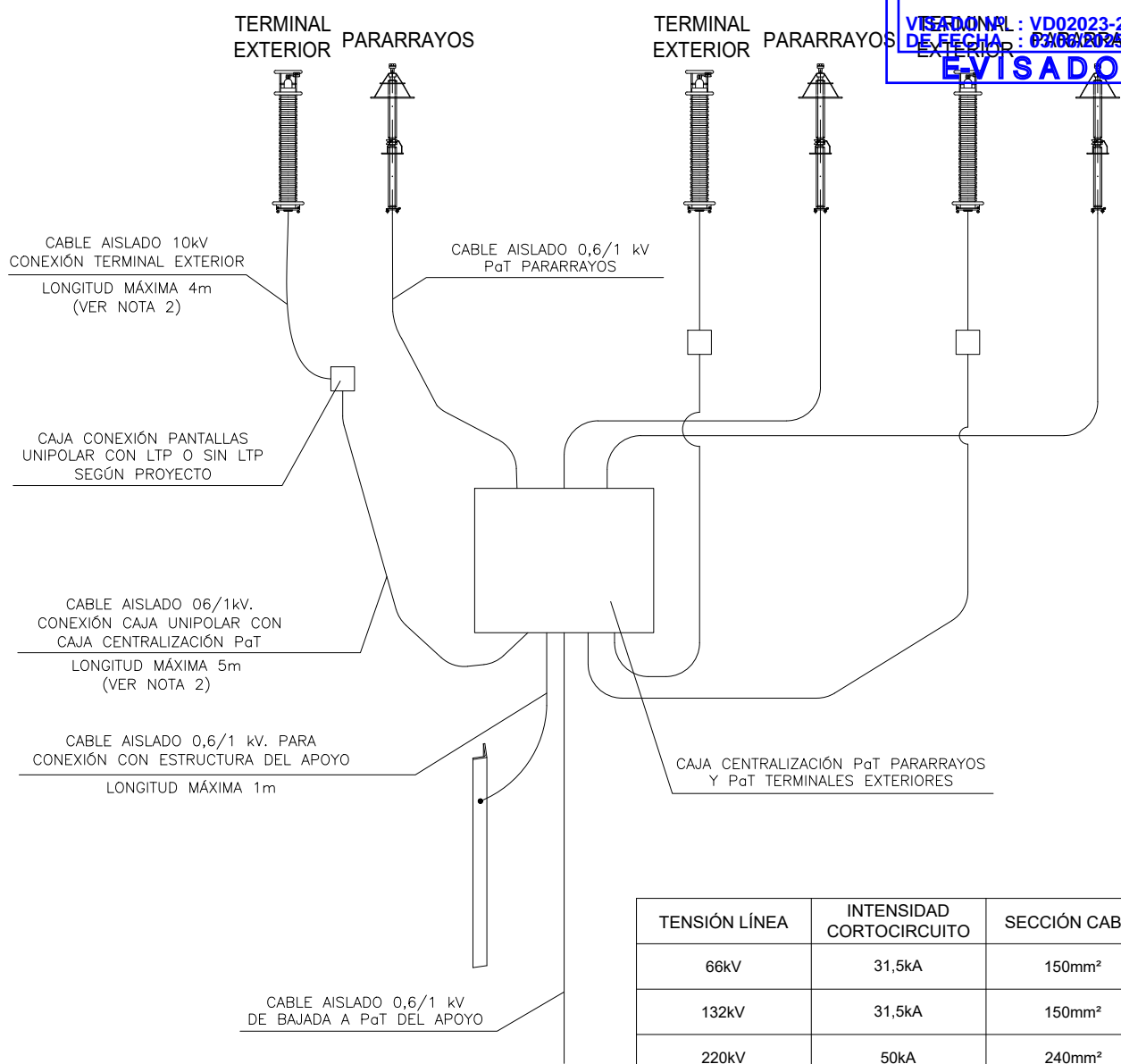


Listado de material
Soporte para dos ternas

Posición	Nº Piezas	ID Prod.	Prod.	Cantidad	UN
1	4	304798	Viga MI-80 3m	2,4	M
2	4	304827	Conector MIC-C90-D hormigón	4	UN
3	16	290131	Anclaje Tornillo HUS-HR 10x116 55/45/25	16	UN
4	16	408406	Arandela plana A 13/37 A4	16	UN
5	24	304175	Angular 8-orificios MQW-8/90-F	24	UN
6	96	387779	Conexión a carril MQN-HDG plus	96	UN
7	12		Abrazadera Simple Fabricante Cable	12	UN
8	12	304140	Placa-tuerca MQA-M12-F	12	UN
9	4	304890	Tornillo pasante MIA-OH120	4	UN
10	4	382887	Tuerca hex. freno int. M12-F-SL-WS 3/4"	4	UN
11	8	87634	Tornillo hexagonal M12x25 A4-70	8	UN
12	8	408406	Arandela plana A 13/37 A4	8	UN
13	8	304017	Tuerca enrasada MQM-M12-R	8	UN
14	24	304882	Conector MIC-MI/MQ-M8	24	UN
15	2		Caja de puesta a tierra	2	UN
16	16		Brida Cable Fabricante Cable	16	UN
17	2	304099	Carril de montaje MQ-41-F 3m	1,16	M
17	8	304099	Carril de montaje MQ-41-F 3m	0,8	M
17	4	304099	Carril de montaje MQ-41-F 3m	0,58	M
17	4	304099	Carril de montaje MQ-41-F 3m	0,91	M
17	4	304099	Carril de montaje MQ-41-F 3m	0,7	M

RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece única y exclusivamente a RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El presente documento es propiedad de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. y no puede ser reproducido, copiado, distribuido, publicado, ni en ningún otro caso, sin el consentimiento escrito de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

0	jun-23	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
 INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS				COORD.	HUSO
				TÍTULO	
SOPORTE SUELO SUBIDA A GIS 66 kV (DOS TERNAS)				A3	S/E
				Nº LSS021	HOJA 2 DE 2



TENSIÓN LÍNEA	INTENSIDAD CORTOCIRCUITO	SECCIÓN CABLE
66kV	31,5kA	150mm ²
132kV	31,5kA	150mm ²
220kV	50kA	240mm ²
220kV	63kA	300mm ²

NOTAS:

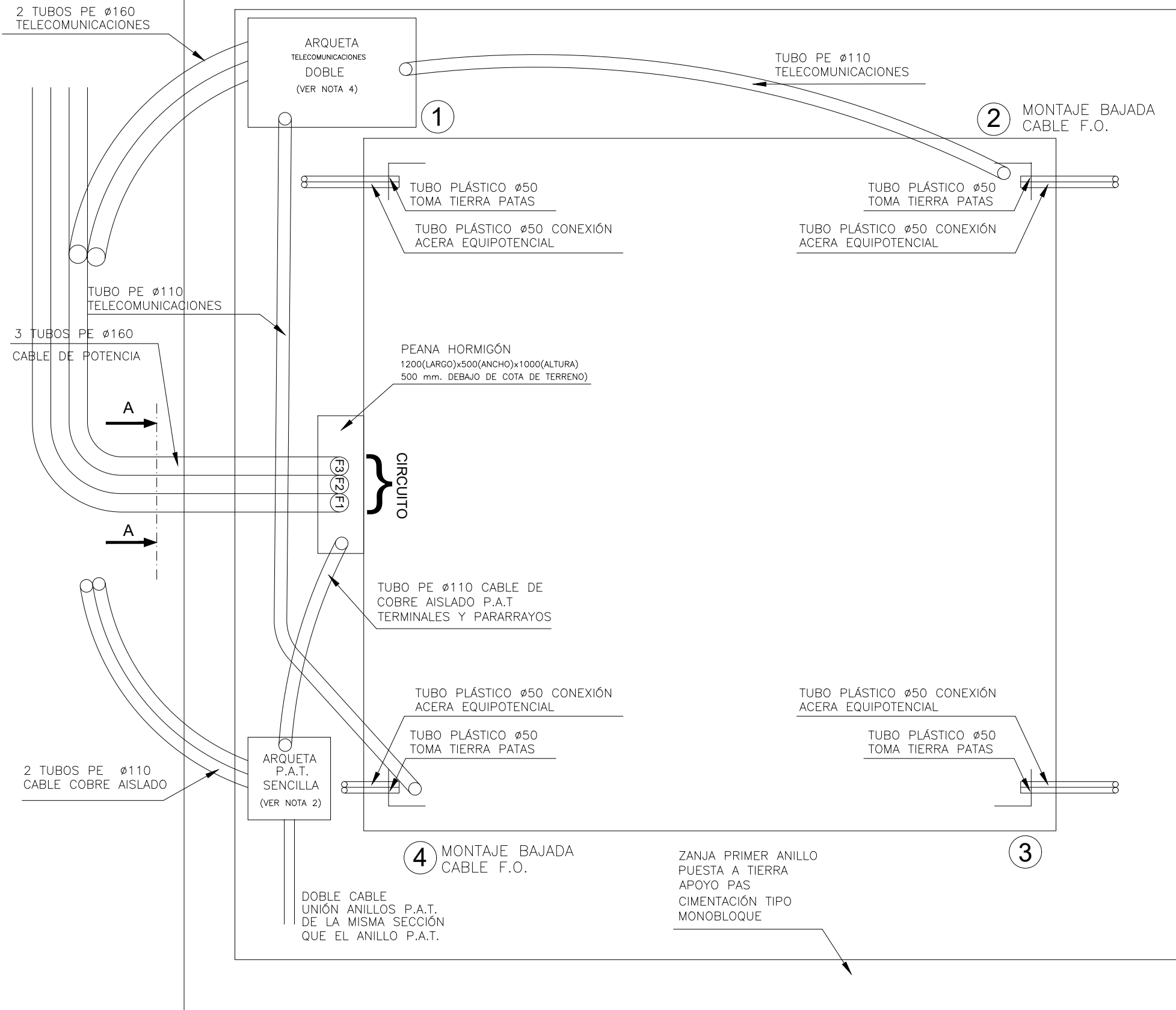
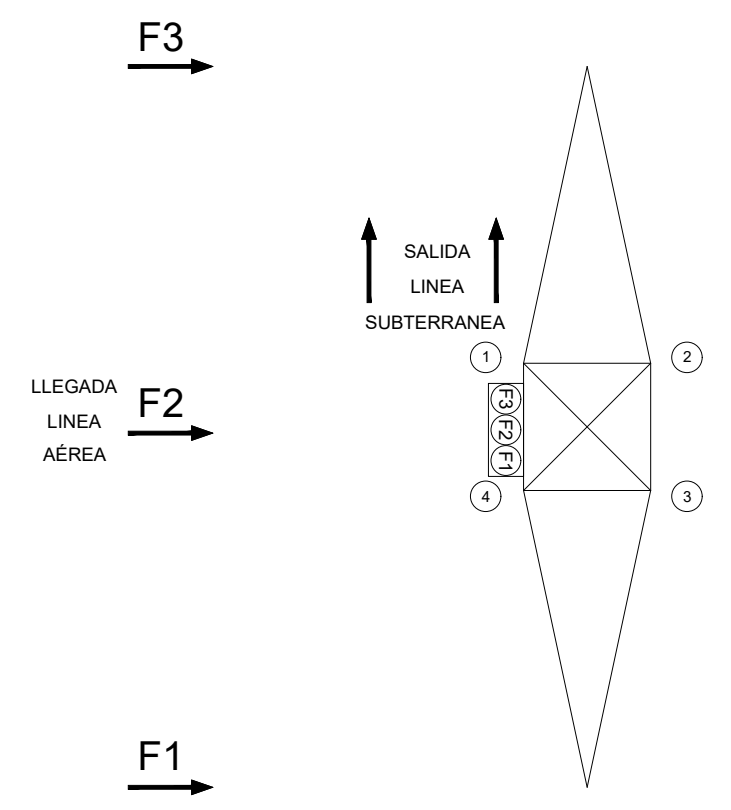
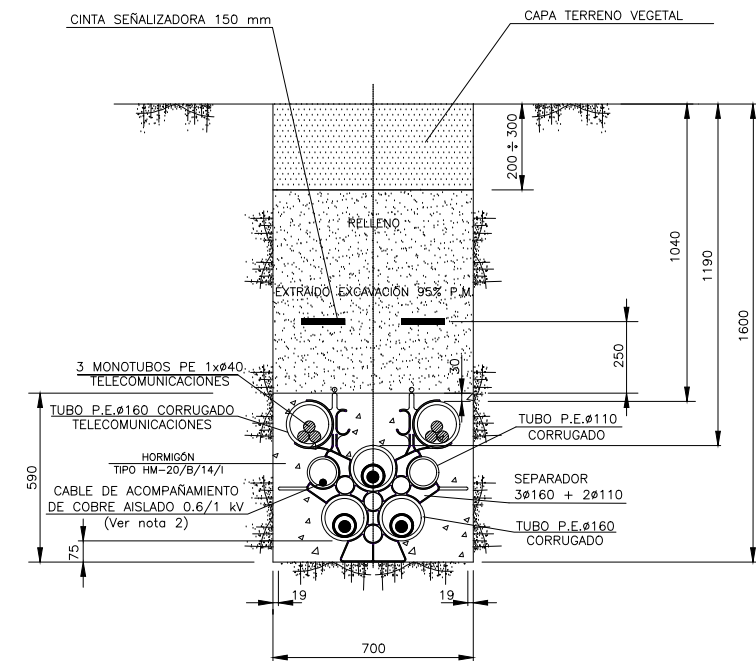
1. LOS PARARRAYOS SE INSTALARÁN SIN CONTADOR DE DESCARGAS.
2. EN CASO DE NO CUMPLIRSE CON LAS LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS, SE DEBERÁ COMUNICAR A REE LAS NUEVAS LONGITUDES PARA SU VALIDACIÓN.
3. LOS CABLES AISLADOS SE SUJETARÁN A LA CELOSÍA CON LA BRIDA-SOPORTE SEGÚN PLANO LSS011.
4. EL CABLE AISLADO ENTRE EL TERMINAL EXTERIOR Y LA CAJA CONEXIÓN PANTALLAS UNIPOLAR PODRÁ SER 0,6/1kV SI LA CAJA ES SIN LTP.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

G	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
F	oct-17		G.D.C.	SE MODIFICAN LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS EN CABLES DE CONEXIÓN DE PANTALLAS
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
TÍTULO ESQUEMA SISTEMA PUESTA A TIERRA DE TERMINAL EXTERIOR Y PARARRAYOS EN LOS APOYOS DE BAJADA A SUBTERRÁNEO				COORD. _____ HUSO _____ CODIGO _____ A4V _____
Nº LSTI003			HOJA 1 DE 1	

SECCIÓN A-A

ZANJA SEGÚN PROYECTO



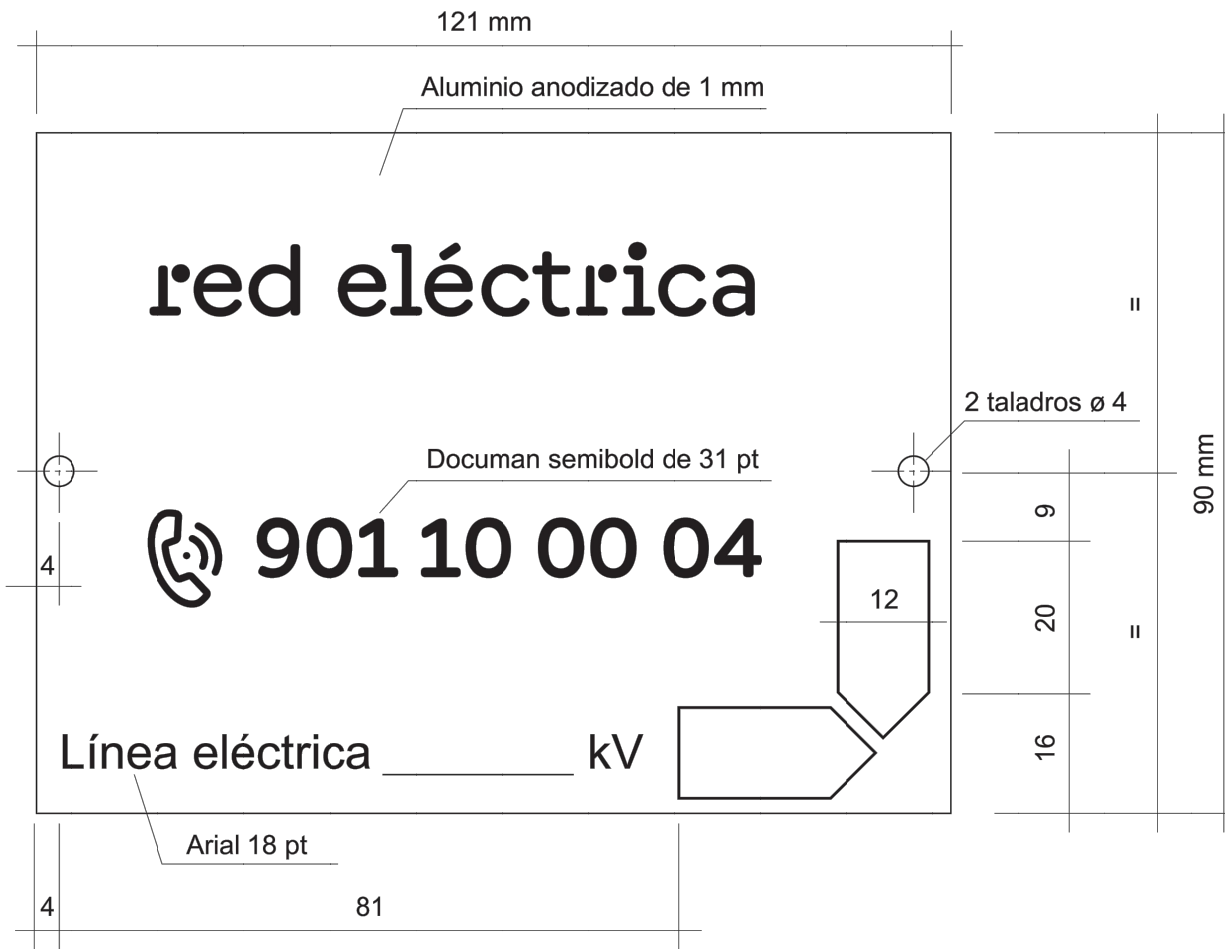
NOTAS :

1. LA BAJADA DEL CABLE AISLADO PARA LA P.A.T. DE LOS TERMINALES Y DE LOS PARARRAYOS SE REALIZARÁ POR EL INTERIOR DEL CAJÓN DE BAJADA DE LOS CABLES DE POTENCIA. LA SECCIÓN DEL CABLE SERÁ SEGÚN PLANO LST1003.
2. ARQUETA DE P.A.T. SENCILLA SEGÚN PLANO LST002. ESTA ARQUETA SERVIRÁ PARA UNIR LA P.A.T. DEL APOYO CON EL SISTEMA P.A.T. DEL CABLE MEDIANTE UNA PLETINA DE COBRE. UNA VEZ REALIZADOS LOS ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO LA ARQUETA SE DEBERÁ RELLENAR DE TIERRA.
3. TODOS LOS TUBOS QUE LLEGAN A LOS MONTANTES DEL APOYO DEBERÁN ATRAVESAR LA PEANA DEL HORMIGÓN.
4. ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES SEGÚN PLANO LST003.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso no autorizado de este documento, en todo o en parte, está prohibido sin el consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

0	May-25	SATEL	R.E.	PROYECTO DE EJECUCIÓN					
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN					
				INSTALACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 kV SC MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1 (TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTÍN)					
				TÍTULO ESQUEMA DISPOSICIÓN DE TUBOS EN APOYO TIPO S1B				COORD.	HUSO
								CODIGO J-0895-L9273	
								A3	S/E
				Nº	V001	HOJA 1 DE 1			

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMFS75/AEBFCHB verificable en https://coliar.e-gestion.es



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntegramente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	sep-22	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZA PLACA IDENTIFICATIVA CON CAMBIO DE IMAGEN CORPORATIVA
A	jul-22	R.T.R.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETIN
0	mar-10	B.S.M.	G.D.C.	CREACIÓN PLANO

red eléctrica	INSTALACIÓN	NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS	COORD.	HUSO
	TÍTULO	PLACA DE IDENTIFICACIÓN CABLES SUBTERRANEOS	CODIGO	A4V 1:20
			Nº	LSV009
			HOJA	1 DE 1

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE
DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 KV SIMPLE CIRCUITO

MODIFICACION DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1
(TRAMO DE T-10 A SE DE SAN MARTIN)

DOCUMENTO 4
PRESUPUESTO



DOCUMENTO Nº 4

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DETALLADO	3
RESUMEN GENERAL	11

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575AEBFCHB verificable en <https://coiiar.e-gesiton.es>

PRESUPUESTO DETALLADO

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
1 INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE				
Estudios de trazado y estudio de las medidas correctoras	0,73	km	3397,14	2.473
TOTAL INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE				2.473
2 INGENIERÍA DE PROYECTO				
Estudio topográfico, distribución de apoyos, cálculos, elaboración de planos y del proyecto de ejecución de línea aérea	0,16	km	16855,20	2.663
Realización del proyecto de ejecución, incluyendo topografía de detalle y separatas de cruzamientos necesarias para los Organismos afectados de línea subterránea.	0,57	km	17656,32	10.064
TOTAL INGENIERÍA DE PROYECTO				12.727
3 GESTIÓN Y TRAMITACIONES				
Incluye: Visado del Proyecto de Ejecución, tramitación de expedientes, obtención de los permisos de los propietarios afectados y la realización de todas las gestiones necesarias para la autorización y la legalización del Proyecto por parte de la Administración	0,73	km	23732,01	17.277
TOTAL GESTIÓN Y TRAMITACIONES				17.277
4 PERMISOS Y DAÑOS				
Pago a los propietarios afectados por los derechos de servidumbre de paso, construcción de accesos, pago de daños a propietarios...	0,16	km	146098,48	23.084
TOTAL PERMISOS Y DAÑOS				23.084
5 MATERIALES				
CABLE Y ACCESORIOS				
Cable de potencia para 72,5 kV RHZ1-RA+2OL(AS) 1X1000KAl+H135	1866	m	84,68	158.037
Cable 1x150 Single-Point RZ1(AS)0,6/1 XLPE	604	m	18,83	11.375

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Pararrayos Polimérico 72,5 kV	3	ud.	1010,00	3.030
Material para la Instalación de Cables AT para cada circuito en Sótano GIS	1	ud.	4000,00	4.000
Material para la Instalación de Cables AT para cada circuito en Torre de Paso Aéreo a Subterráneo	1	ud.	2000,00	2.000
Terminal Exterior para 72,5 kV P-V XLPE 1000KAl+H 31,5 kA	3	ud.	4200,00	12.600
Terminal GIS IEC62271 para 72,5 kV 1000KAl+H 31,5 kA	3	ud.	4950,00	14.850
SISTEMA DE P.A.T DE LAS PANTALLAS				
Caja Tripolar de Puesta a Tierra Directa Cable Unipolar	1	ud.	4995,90	4.996
Caja Unipolar de Puesta a Tierra con Descargadores	3	ud.	1833,98	5.502
Suministro y acopio de pequeño material para conexionado sistema de p.a.t de las pantallas	1	P.A.	900,00	900
SISTEMA DE COMUNICACIONES				
Cajas empalme FO 3 entradas	1	ud.	582,00	582
Armario telecomunicaciones	1	ud.	623,00	623
APOYOS, ANCLAJES Y ALARGADERAS				
Apoyo tipo S1B con un Cable de Tierra	7336	kg.	1,73	12691,28
Anclaje para torre tipo S1B	3660	kg.	1,50	5490
 AISLAMIENTO				
Aislador Compuesto S/Aro N16a Tipo 20	3	ud.	45,16	135,48
MATERIALES DE TENDIDO				
Amortiguador Stockbridge (21.50-30.00)	6	ud.	17,90	107,40
Amortiguador Stockbridge FO (21.50-30.00)	2	ud.	11,75	23,5

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Baliza Completa (1/2naranja-1/2blanca) (600mm)	1	ud.	95,00	95
Cadena Amarre Sencilla Simplex SF1H1126	3	ud.	21,40	64,20
Conexion Bajada Cable (14.00-18.00)	35	ud.	4,36	152,60
Conexion Bajada Cruce (14.00-18.00)	1	ud.	5,95	5,95
Conjunto Amarre Cable T/O (15.1-16.99)	1	ud.	127,70	127,70
Contrapeso Conductor 10kg (20.10-26.00)	6	ud.	32,28	193,68
Grapa Compresión Horquilla Gull M16	3	ud.	34,10	102,30
Grasa Drill para Conector Eléctrico.	1	kg	55,00	55
Mang. Conjunto Empalme Compresión Gull	1	ud.	18,00	18
Mang. Conjunto Repara Compresión (21.15 25.40)	1	ud.	8,70	8,70
Mang. Repara Preformado (24.81 25.81)	1	ud.	12,90	12,90
Peldaño de Seguridad Corto para Crucetas	14	ud.	6,06	84,84
Peldaño Seguridad M20x200 Tipo 3	18	ud.	7,63	137,34
Placa Riesgo Eléctrico Ce29 Castellano Plástico	2	ud.	2,65	5,30
Salvapajaros Aspa Largo (14.80-15.40)	32	ud.	13,40	428,80
Soporte Baliza	1	ud.	15,96	15,96
TOTAL MATERIALES				238.451
6 OBRA CIVIL				
OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA				
Ejecución zanja SC 66kV	490,8	m	130,00	63.809
Suministro y montaje de arqueta de telecomunicaciones doble	1	ud.	1527,00	1.527

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Detección de los servicios existentes en el trazado de las líneas subterráneas con georrádar	0,49	km	5000,00	2.455
Suministro y montaje arqueta sencilla de PAT	1	ud.	784,00	784
Suministro y colocación de hitos de señalización	10	ud.	71,00	710
Presupuesto de la gestión de residuos	1	ud.	8550,00	8.550
Retirada y reincorporación de equipo obra civil	1	ud.	850,00	850
Retirada y reincorporación maquinaria obra civil	1	ud.	850,00	850
Impermeabilización de la obra civil por entrada de un circuito en sótano GIS	1	ud.	2225,00	2.225
OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA				
Apertura de acceso a apoyo	50	ml	35,20	1.760
Extendido tierras	11	m3	13,40	143
Retirada tierras	11	m3	30,40	325
Demolición de cimentación existente	2	apoyo	2100,00	4.200
Excavación normal completa de nuevo apoyo	21	m3	485,10	10.371
Hormigonado de excavación para cimentación normal de nuevo apoyo	23	m3	207,90	4.707
Implantación en obra equipo y maquinaria O. Civil	1	ud.	1950,00	1.950
Implantación en obra de personal de obra civil	1	ud.	2950,00	2.950
Retirada y reincorporación de equipo y maquinaria de obra civil	1	ud.	2900,00	2.900
Retirada y reincorporación de personal de obra civil	1	ud.	2920,00	2.920
Instalación de PAT según plano PaT 005	1	apoyo	1790,00	1.790

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Tala y poda	2056	m2	2,00	4.111
TOTAL OBRA CIVIL				123.988
7 ARMADO E IZADO				
Armado e izado de apoyo nuevo completo con grúa	7	Tn	1029,60	7.553
Desmontaje de apoyo existente por derribo	2	Apoyo	3175,00	6.350
Implantación en obra equipo y maquinaria Armado e izado	1	Ud	4800,00	4.800
Implantación en obra de personal de Armado e Izado	1	Ud	5400,00	5.400
Retirada y reincorporación de equipo y maquinaria de izado	1	Ud	5200,00	5.200
Retirada y reincorporación de personal de izado	1	Ud	6000,00	6.000
Conexionado de la PAT al apoyo	1	Apoyo	60,00	60
TOTAL ARMADO E IZADO				35.363
8 TENDIDO, MONTAJE Y ENSAYOS FINALES				
TENDIDO AÉREO				
Engrapado de conductor en apoyo de amarre por circuito con fases simplex	1	Ud	1900,00	1.900
Engrapado de amarre para cable de tierra o FO	1	Ud	502,00	502
Implantación en obra equipo y maquinaria Tendido	1	Ud	2400,00	2.400
Implantación en obra de personal de Tendido	1	Ud	4920,00	4.920
Retirada y reincorporación de equipo y maquinaria de tendido	1	Ud	4160,00	4.160
Retirada y reincorporación de personal de tendido	1	Ud	6000,00	6.000
Instalación y/o Sustitución de placas de peligro	2	Ud	26,00	52

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Instalación de salvapájaros con robot (1 cable de tierra) aspas	0,16	km de traza	2702,00	427
Colocación de balizas	1	Ud	270,00	270
Adecuación de conductores en proximidades del entronque por circuito Sx	1	Ud	9600,00	9.600
Realización de bajadas de F.O./movimiento de caja de F.O.	1	Ud	1047,48	1.047
Adecuación o movimiento de F.O.	1	Ud	1384,00	1.384
Operaciones de desmontaje sobre la línea en servicio por circuito Sx	0,4	km	11150,00	4.471
TOTAL TENDIDO AÉREO				37.134
MONTAJE SUBTERRÁNEO				
Mandrilado tubo L/SUB<220kV	2455	m	1,20	2.946
Tendido cable "SINGLE POINT" L/SUB<220kV	491	m	4,00	1.964
Tendido cable tubo L/SUB<220kV	1599	m	13,00	20.791
Tendido cable sótano GIS L/SUB<220k	93	m	100,00	9.315
Tendido cable apoyo L/SUB<220kV	48	m	135,00	6.480
Montaje terminal exterior 66 KV apoyo	3	ud.	9000,00	27.000
Montaje terminal tipo GIS 66 KV	3	ud.	6900,00	20.700
Implantación tendido y montaje L/SUB<220	1	ud.	13500,00	13.500
Montaje andamios apoyo. L/SUB<220kV	1	ud.	27000,00	27.000
Impermeabilización tendido L/SUB<220kV	1	ud.	1800,00	1.800
Impermeabilización tendido hueco GIS L/SUB<220kV	1	ud.	1800,00	1.800
Cartelería identificación circuito L/SUB<220kV	1	ud.	1250,00	1.250

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Montaje autoválvula 66 kV apoyo	3	ud.	1500,00	4.500
Mandrilado tubo FO L/SUB<220kV	982	m	1,20	1.178
Tendido soplado cable FO L/SUB<220kV	533	m	3,50	1.866
Tendido manual sótano cable FO SUB <220kV	31	m	10,00	311
Prueba presión tubo telecomunicaciones L/SUB <220kV	0,533	km	1200,00	640
TOTAL MONTAJE SUBTERRÁNEO				143.040
ENSAYOS FINALES				
Ensayos finales. Incluye ensayo de la cubierta exterior del cable, ensayos de tensión con fuente resonante y medida de descargas parciales en terminales y emplames.	1	ud.	30000,00	30.000
Ensayos cable FO	2	ud.	1500,00	3.000
TOTAL ENSAYOS FINALES				33.000
TOTAL TENDIDO, MONTAJE Y ENSAYOS FINALES				213.174
9 DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA				
Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción.	1	P.A.	18396,93	18.397
TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA				18.397
10 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD				
Presupuesto de seguridad Obra Civil Línea Subterránea	1	ud.	1891,13	1.891
Presupuesto de seguridad Tendido y Montaje Línea Subterránea	1	ud.	2567,36	2.567
Presupuesto de seguridad Pruebas Línea Subterranea	1	ud.	1298,14	1.298
Presupuesto de seguridad Obra Civil Línea Aérea	1	ud.	1777,23	1.777
Presupuesto de seguridad Armado e Izado de Apoyos	1	ud.	4509,00	4.509
Presupuesto de seguridad Tendido Línea Aérea	1	ud.	4833,56	4.834
TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD				16.876

	Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)	
11 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS				
Presupuesto de gestión de residuos	1	ud.	2846,61	2.847
TOTAL PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS			2.847	
12 CHATARRA				
Coste gestión OPGW	278	kg	0,11	31
Abono chatarra acero	2603	kg	-0,10	-260
Abono chatarra aluminio	1802	kg	-0,43	-775
TOTAL CHATARRA			-1.005	

RESUMEN GENERAL

RESUMEN

1 INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE	2.473 €
2 INGENIERÍA DE PROYECTO	12.727 €
3 GESTIÓN Y TRAMITACIONES	17.277 €
4 PERMISOS Y DAÑOS	23.084 €
5 MATERIALES	238.451 €
6 OBRA CIVIL	123.988 €
7 ARMADO E IZADO DE APOYOS	35.363 €
8 TENDIDO, MONTAJE Y ENSAYOS FINALES	213.174 €
9 DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA	18.397 €
10 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	16.876 €
11 PRESUPUESTO DE ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	2.847 €
12 CHATARRA	-1.005 €
TOTAL	703.653 €

Importa el presente Presupuesto la cantidad de **SEICIENTOS TRES MIL SEISCIENTOS CIENCIENTA Y TRES EUROS**

Siendo el desglose por provincias el siguiente:

Provincia de Islas Baleares..... 703.653 €



Zaragoza, mayo de 2025

El Ingeniero Industrial
al servicio de SATEL

David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE
DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 KV SIMPLE CIRCUITO

MODIFICACION DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1
(TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTIN)

DOCUMENTO 5
ESTUDIO DE SEGURIDAD

DOCUMENTO Nº 5

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD	4
2	MEMORIA	5
2.1	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	5
2.2	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	6
2.3	CONTROL DE ACCESOS	7
2.4	TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS	7
2.6	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	17
2.6.1	Medidas de Prevención de Riesgos.....	19
2.6.2	Organización de la Seguridad.....	19
2.6.3	Principios Generales aplicables durante la Obra.....	20
2.6.4	Formación.....	21
2.6.5	Medicina Preventiva.....	21
2.6.6	Medios de Protección	21
2.7	INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR).....	22
2.8	DISPOSICIONES DE EMERGENCIA	22
2.8.1	Vías de Evacuación	22
2.8.2	Iluminación.....	22
2.8.3	Instalaciones de suministro y reparto de energía	22
2.8.4	Ventilación	23
2.8.5	Ambientes nocivos y factores atmosféricos.....	23
2.8.6	Detección y lucha contra incendios.....	24
2.8.7	Primeros auxilios.....	24
2.9	CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD	24
3	PLIEGO DE CONDICIONES	25

3.1	NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN.....	
3.2	NORMATIVA INTERNA DE REE.....	25
4	CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS.....	27
4.1	CROQUIS DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS	27
4.2	ENTUBACIÓN	27
4.3	PENDIENTES DE SEGURIDAD EN TALUDES	28
4.4	SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA.....	29
4.5	SEÑALES GESTUALES.....	31
4.6	CROQUIS DE LÍNEAS AÉREAS	32
4.7	ESQUEMA UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA SEGURIDAD.....	33
4.8	SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA.....	36
4.9	SEÑALES GESTUALES.....	37
4.10	PROTECCIÓN SOBRE INFRA ESTRUCTURAS.....	39
5	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD.....	41

1 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

Este estudio establece las medidas de seguridad que deben adoptarse en los trabajos de construcción a realizar en la línea aérea-subterránea de transporte de energía eléctrica a 66 kV de simple circuito "Modificación de la L/66 kV San Martín-Alcudia 1".

Servirá para dar las directrices básicas de las Normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra, facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales Normas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la obra.

La Empresa Contratista quedará obligada a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este Estudio.

RED ELÉCTRICA se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de Seguridad que se apruebe.

2 MEMORIA

2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra consiste en la construcción de una línea simple circuito a 66 kV desde el nuevo apoyo T-10N en el término municipal de Alcuñia la subestación de SE San Martín en el término municipal de Alcuñia.

La obra está situada en la provincia de Islas Baleares.

La línea a construir consta de un tramo subterráneo y otro tramo aéreo.

Resumidamente, la obra consistirá básicamente en realizar las siguientes actividades:

- Cimentaciones para los nuevos apoyos.
- Obra civil de la canalización.
- Armado e izado de los apoyos.
- Adecuación de cables aéreos.
- Tendido y montaje del cable subterráneo y de sus accesorios.
- Picado de cimentaciones existentes.
- Desmontaje de apoyos existentes.
- Desmontaje de cables existentes.

El tramo subterráneo tiene una longitud de 0,57 km, (la obra civil nueva solo será de 0,49 km) y las siguientes características:

- Conductores: Número de circuitos = UNO. Tres fases de cable aislado CAB 72,5 RHZ1-RA+2OL(AS)1X1000KAI+H135 por circuito.
- Canalización nueva: Zanja entubada hormigonada simple circuito (700mm x 1600mm)

La excavación en el tramo subterráneo será según la siguiente tabla:

Concepto	Cantidad	Total excavación (m ³)
Zanja simple circuito (m)	1	549,7

El tramo aéreo consta de un apoyo nuevo, siendo su longitud de 0,158 km.

Apoyos	de celosía, simple circuito, normalización REE serie SE
Conductores	Núm. circuitos = UNO. Tres fases Símplex Conductor AL/AW GULL por circuito.
Cable de tierra	OPGW Tipo 1
Aislamiento	Bastón de goma silicona
Cimentaciones	Monobloque

La totalidad de los apoyos, cimentaciones y pesos se distribuye según la tabla siguiente.

Modelo	Altura	Nº Apoyos	Peso (Tm)	Cimentacion (m³)
APOYO S1B 1CT	A00	1	7,336	22,64

La altura del apoyo es de 16 metros.

La longitud del vano a tender es de 158,12 metros.

2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

En función de datos estadísticos de obras similares y según consta en el Proyecto para esta obra se considera que los trabajos requerirán los siguientes capítulos:

Actividad	Presupuesto (K€)	Jornadas - hombre Previstas	Plazo ejecución (meses)
Obra Civil	124	284	1
Armado e Izado	35	348	1
Tendido	852	1.061	3
Presupuesto adjudicado	1.012	Kilo€uros	
Volumen mano de obra	1693	Jornadas - hombre	
Punta de trabajadores	70	Trabajadores	

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para Obras de Construcción o Ingeniería Civil, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de obra supere 450 kiloeuros
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores
- Cuando el volumen de mano de obra supere 500 jornadas – hombre

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

2.3 CONTROL DE ACCESOS

Deberá señalizarse toda la excavación con elementos adecuados para la intemperie. Si se establece la existencia de lugares de paso, estarán protegidos con elementos de resistencia garantizada.

Se colocará la señalización adecuada a lo largo de las excavaciones y para informar al personal ajeno de la prohibición de acceder a la obra.

En la parte aérea, dado que la situación de la línea, está alejada de núcleos urbanos o zonas de paso, la presencia de personal ajeno a la obra es improbable. A pesar de ello, se realizará señalización de las zonas de trabajo para evitar interferencias de personal ajeno a la obra.

2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los trabajos se realizarán bajo la dirección técnica del técnico competente integrado en la dirección Facultativa.

El tramo subterráneo de la línea parte del nuevo apoyo T-10N PAS, discurriendo primeramente al lado de un camino de tierra. Girará 90 grados atravesando una zona de arbolado y discurriendo paralela a la Subestación Existente hasta alcanzar la SE “San Martín”. Una vez en el interior de la Subestación se llegará a la zanja existente de doble circuito, donde se desmontará el tendido de cable que entra desde el apoyo T-12B hasta la posición GIS y se sustituirá por el nuevo cable proveniente del apoyo T-10N.

En caso de que se detectara la existencia de otras infraestructuras subterráneas o canalizaciones, se deberán mantener las siguientes distancias mínimas:

Canalizaciones de Agua	Canalizaciones de Gas	Cables Telecomunicaciones	Otros Cables de Energía Eléctrica
0,20 m.	0,40 m.	0,20 m.	0,25 m.

La relación no exhaustiva de cruzamientos y paralelismos previstos en el tramo subterráneo es:

Relación de cruzamientos							COORDENADAS UTM ETRS 89			
Nº de cruzamiento	Cruzamiento/ Paralelismo	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y	Huso	Hoja plano L002
1	Abastecimiento	Tubería de abastecimiento de agua	Abaqua	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508337	4407392	31	3
2	Línea eléctrica aérea	Línea aérea de Media Tensión	E-Distribución	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508265	4407334	31	3
3	Línea eléctrica subterránea	LSAT 220 kV EC San Martín – San Martín	Red Eléctrica	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508064	4407187	31	4
4	Línea eléctrica aérea	Línea aérea de Baja Tensión	E-Distribución	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508066	4407176	31	4
5	Tubería	Tubería de abastecimiento en desuso	Abaqua	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508070	4407166	31	4
6	Línea eléctrica aérea	Línea aérea de Media Tensión	E-Distribución	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares	508071	4407162	31	4
7	Gasoducto	Gasoducto Sonalcu	Redexis	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508071	4407162	31	4
8	Línea eléctrica subterránea	LSAT 66 kV San Martín- Alcudia 2	Red Eléctrica	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508091	4407110	31	4

Relación de paralelismos						
Nº de paralelismo	Paralelismo	Descripción del paralelismo	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio
1	Abastecimiento	Tubería de abastecimiento de agua	Abaqua	Islas Baleares	Islas Baleares	Islas Baleares
2	Línea eléctrica subterránea	LSAT 220 kV EC San Martín – San Martín	Red Eléctrica	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia
3	Línea eléctrica subterránea	LSAT 66 kV San Martín-Alcudia 2	Red Eléctrica	Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia



Los trabajos se realizarán bajo la dirección técnica del técnico competente integrado en la dirección Facultativa.

Los trabajos de obra civil de las cimentaciones, armado e izado de los apoyos, pintado de los apoyos y tendido de los cables no estarán interferidos entre sí al ser cada uno tarea siguiente de la anterior.

Los trabajos mencionados, aunque se realicen por varias Empresas, no se interferirán entre sí por ejecutarse en lugares geográficamente distintos, sin compartir siquiera las vías de accesos.

Los trabajos de obra civil y armado e izado de los apoyos y el pintado de los mismos cuando proceda, se realizarán sin que resulten afectados por otras instalaciones eléctricas existentes en la zona.

Los trabajos de tendido de conductores quedaran afectados por la existencia de líneas eléctricas y otras infraestructuras existentes en la zona. La actuación en prevención se realizará conforme a las normas indicadas en este documento en los apartados que les afecten.

La relación de cruzamientos previstos para el tramo aéreo: No hay cruzamientos en el tramo aéreo nuevo.

La relación de cruzamientos previstos para el tramo aéreo a dismantelar:

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM ETRS 89		Hoja en L002
Nº de cruzamiento	Nº de alineación	Apoyo inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y	
1-1	1	T-9	Tubería	Tubería de abastecimiento de agua	Abaqua		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508324	4407382	2
1-2		T-9	Línea Eléctrica Subterránea	LSAT 66kV San Martín-Alcudia 1	Red Eléctrica		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508321	4407376	2
2-1		T-10	Línea Eléctrica Subterránea	LSAT 66kV	Red Eléctrica		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508322	4407376	2
2-2		T-10	Línea Eléctrica Aérea	LAMT	E-Distribución		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508309	4407352	2
2-3		T-10	Gasoducto	Gasoducto	Redexis		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508211	4407166	2
2-4		T-10	Camino	Camino acceso	Ayuntamiento de Alcudia		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508214	4407170	2
3-1	2	T-11	Tubería	Tubería Saneamiento	Ayuntamiento de Alcudia		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508108	4407101	2
3-2		T-11	Línea eléctrica aérea	LABT	E-Distribución		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508100	4407096	2

EMISADO

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM		Hoja en L002
Nº de cruzamiento	Nº de alineación	Apoyo inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo Propietario	p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada	Comunidad	Provincia	Municipio	ETRS 89		
										X	Y	
3-3		T-11	Línea Eléctrica Subterránea	LSAT 660kV San Martín – Alcudia 1	Red Eléctrica		Islas Baleares	Islas Baleares	Alcudia	508098	4407095	2

Tabla 8. Relación de cruzamientos línea a dismantelar

2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Zanja hormigonada

La zanja tipo tendrá unas dimensiones de 700 mm de anchura y 1600 mm de profundidad.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 160 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

Para la colocación de cada terna de tubos se empleará el separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE012 incluido en el Documento 3 - Planos. Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo "Single Point" (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas "Single Point", pero se incluirá aunque no sea éste el tipo de conexión de pantallas utilizado. Además, al igual que los tubos de los cables de potencia, este tubo estará sujeto mediante el mismo separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE012 incluido en el Documento 3 - Planos. Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar el tubo de telecomunicaciones, dentro del cual se colocarán tres monotubos de polietileno de 1 x 40 mm de diámetro exterior en tresbolillo. En el caso de las líneas de simple circuito se colocarán dos tubos de telecomunicaciones sujetos ambos al mismo soporte brida. Los monotubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm, presión nominal 10 bar y coeficiente de rozamiento menor 0,08.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 8 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando

una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

A continuación, se procederá a colocar los tubos de telecomunicaciones en los soportes de los separadores. Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 5 mm.

Una vez colocados los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano nº LSZ017 incluido en el Documento 3 - Planos. Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o zahorra normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de

150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según norma UNE 48103.

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

Las reposiciones de pavimentos se realizarán según las normas de los organismos afectados, con reposición a nuevo del mismo existente antes de realizar el trabajo. Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que el organismo afectado indique un espesor superior.

En el caso de superficies no pavimentadas, la reposición será a las condiciones iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos anteriores a realizar la obra. Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer, serán de las mismas características que las existentes.

Desmontaje de los apoyos actuales

Una vez separados los conductores de las cadenas de aisladores se procederá a desmontar los apoyos por paneles, con ayuda de grúas autopropulsadas. Posteriormente se desmontarán por barras y se clasificarán en el suelo.

Obra civil

Consiste en la realización de los accesos y cimentaciones de los apoyos. Para la ejecución de los accesos puede ser necesaria la actuación sobre la vegetación existente, consistente en trabajos de tala, poda y/o desbroce.

La explanación del terreno donde se ubicarán las patas de los apoyos se realizará preferentemente con maquinaria frontal.

La excavación se realizará por medios mecánicos, manuales o combinados.

Acopio

Los materiales a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos.

Se almacenarán en la campa que cada Adjudicatario determine, en ubicación que él determine. Allí serán reenviados a cada punto de trabajo.

Armado e izado

En esta fase se realiza la unión de las piezas (barras y cartelas) mediante tornillos formando paneles o módulos que luego serán izados y ensamblados en alturas o bien se armará toda la torre en el suelo para luego ser izada toda ella.

Pintado de apoyos

En caso necesario, se aplicará pintura anticorrosiva en los apoyos. Se aplica una capa general de imprimación de pintura de resinas Epoxi de altos sólidos y acabado con pintura de poliuretano con aluminio y óxido de hierro micáceo. En algunos casos además será necesaria una capa intermedia con imprimación de pintura de resinas Epoxi de altos sólidos

Tendido

Para la ejecución del tendido puede ser necesaria la actuación sobre la vegetación existente, consistente en trabajos de tala, poda y/o desbroce.

Para el tendido se tenderán los cables colgando de sus cadenas de herrajes.

Posteriormente se procederá al regulado y engrapado y por último a la colocación de componentes en los cables.

El tendido de los cables subterráneos consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización.

El manejo de la bobina de cable se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la misma rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabestrante. Tanto el cabestrante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

Conexionado

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

En el tendido de los cables a lo largo del apoyo de paso aéreo-subterráneo, estos irán sujetos mediante las abrazaderas correspondientes al apoyo, con una separación entre los puntos de fijación tal que garantice la ausencia de desplazamientos de los cables por efectos electromagnéticos. Los cables irán protegidos hasta una altura mínima de 3 metros sobre el suelo.

Puesta en Servicio

En esta fase se procede a conectar eléctricamente la nueva línea “Modificación de la L/66 kV San Martín-Alcudia 1”

2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las Empresas Contratistas adjudicatarias de los trabajos han de considerar que la evaluación de riesgos concerniente a cada una de las actividades de construcción de líneas supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, las máquinas y equipos que se manejen, las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y ordenación del trabajo, que influyen en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

La valoración de riesgos en cada momento se conocerá tras realizar inspecciones de los trabajos. Para ello se establecen criterios en el apartado “Seguimiento y Control de los Trabajos”

No obstante, se consideran Riesgos Generales y como tales están presentes en cualquier actividad de construcción de líneas los de la siguiente relación no exhaustiva:

Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos Hundimiento de hoyos cimentaciones
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, vuelco de vehículos, Caída de cargas Choques y golpes entre vehículos o contra elementos fijos.
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, mecanismos en movimiento o por objetos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones. Radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos, por el uso de herramientas, movimientos bruscos o al levantar o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición. Proyecciones de chispas o de partículas calientes (soldadura)
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. Fallos mecánicos de vehículos.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación infrarroja o a radiación visible o luminosa.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo) Carga dinámica (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento.
Quemaduras, contactos químicos	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas

Situaciones pormenorizadas de riesgo

2.6.1 Medidas de Prevención de Riesgos

De forma general, las medidas de prevención y de protección para cada uno de los riesgos se detallan en la Normativa indicada en el Pliego de Condiciones, ya sean las de carácter legal o la normativa interna de Red Eléctrica.

Asimismo, deben estar recogidas en el Manual de Seguridad de las Empresas Contratistas.

Las Empresa adjudicatarias asumirán estas normas como obligado cumplimiento. Si se adoptaran otras medidas específicas o su exposición más detallada, deben ser concretadas y desarrolladas en el Plan de Seguridad que las Empresas Adjudicatarias deben elaborar.

2.6.2 Organización de la Seguridad

Coordinador en Materia de Seguridad y Salud

Las tareas de Obra Civil, Armado e Izado, Pintado y Tendido estarán programadas en periodos distintos y en espacios no interferidos, no obstante, sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, si se dieran alguna de las condiciones por las que se precisase nombrar un Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, RED ELÉCTRICA en su calidad de Promotor procederá a tal nombramiento.

Jefe de Trabajo de la Empresa Contratista

Las personas que ejerzan in situ las funciones Jefes dirigiendo y planificando las actividades de los operarios garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

La persona que ejerza las funciones de Jefe de Obra de la Empresa Contratista garantizará que los trabajadores conocen y aplican los principios de acción preventiva expuestos en este documento.

Vigilante de Seguridad de la Empresa Contratista

La empresa Contratista está obligada a reflejar en el Plan de Seguridad que elabore el nombre de una persona de su organización que actuará como su Vigilante de Seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, actuando como apoyo del Jefe de Obra en las tareas preventivas.

2.6.3 Principios Generales aplicables durante la Obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.

Dar las debidas instrucciones a los empleados.

El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo, almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

La recogida de los materiales peligrosos utilizados.

La eliminación o evacuación diaria de residuos y escombros.

La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el Contratista.

Las interacciones e incompatibilidades con los trabajos de mantenimiento que se realicen en la Subestación.

2.6.4 Formación

El personal de la Empresa Contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en Seguridad. No obstante, en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar.

La empresa Contratista garantizará que el personal de sus Empresas Subcontratadas será informado del contenido del Plan de Seguridad, antes de incorporarse al trabajo, explicándoseles los riesgos que se presentan y la forma de asistencia a lesionados.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado” o “personal cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001. Esta clasificación vendrá reflejada en el listado de personal para la obra.

2.6.5 Medicina Preventiva

Reconocimientos médicos

La Empresa Contratista queda obligada a practicar a los trabajadores que desee contratar para la ejecución de los trabajos, un reconocimiento médico previo a su ingreso, respetando la clasificación de puesto de trabajo que dictamine el resultado del reconocimiento médico.

Los trabajadores propios pasarán un reconocimiento periódico al menos una vez al año. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa Contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento RED ELÉCTRICA podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

2.6.6 Medios de Protección

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, haciéndose especial hincapié a los artículos 4,5,6 y 7, referentes a: Criterio para el empleo de los EPI; Condiciones que deben reunir los EPI; Elección de los EPI y Utilización; Mantenimiento de los EPI, respectivamente.

2.7 INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR)

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre Disposiciones Mínima de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo y analizando el Anexo V, se considera que en una obra de evolución continua a realizar a lo largo de la línea y en campo abierto, no es posible la instalación de casetas de obra.

En localidades próximas se habilitará Almacén o Dependencias para descanso y aseo de los trabajadores el Contratista dispondrá de una caseta de obra para ser usada como lugar de descanso.

2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA

2.8.1 Vías de Evacuación

Dadas las características de la obra, línea aérea-subterránea no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

2.8.2 Iluminación

Al tratarse de trabajos que se realizarán a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

2.8.3 Instalaciones de suministro y reparto de energía

Se empleará un grupo electrógeno pequeño para el suministro puntual de la energía eléctrica que requiere algún equipo de trabajo.

El suministro de energía en la obra se utilizará de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Por tratarse de equipos de intemperie, el grado de protección será IP45 para los envolventes y las tomas de corriente.

Cuando se trate de otras instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

2.8.4 Ventilación

No se prevé la necesidad de realizar controles de ventilación dado el tipo de obra. .

2.8.5 Ambientes nocivos y factores atmosféricos

Dado que se trata de un trabajo a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificarán para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

A criterio del responsable de los trabajos, las actividades de su personal serán suspendidas cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad de los trabajadores.

Para evitar el contacto de la piel con los agresivos químicos, usar ropa laboral adecuada y guantes protectores certificados.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo,...), sin la protección adecuada.

2.8.6 Detección y lucha contra incendios

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitarlos se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza. Los restos de obra serán apilados en lugar apartado.

La obra dispondrá de extintores en la cantidad indicada en el apartado presupuesto. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso.

2.8.7 Primeros auxilios

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el 112. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

La Empresa Contratista deberá disponer un botiquín de obra para prestar primeros auxilios. Asimismo siempre deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El Contratista expondrá, de forma bien visible, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección del Centro de Asistencia a posibles accidentados.

2.9 CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD

El Plan de Seguridad que elabore la Empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en obra, para lo cual debe permanecer en poder del Jefe de Trabajo y del Coordinador de Seguridad.

3 PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención De Riesgos Laborales
- Ley 54/03 de 12 de Diciembre de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/97 de 24 de Octubre sobre Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud En Las Obras De Construcción
- RD 171/04 de 30 Enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 614/2001 de 8 de Junio sobre Disposiciones Mínimas Para La Protección De La Salud Y Seguridad De Los Trabajadores Frente Al Riesgo Eléctrico
- R.D. 1215/97 de 18 de Julio sobre Equipos De Trabajo
- R.D. R.D. 1644/ 2008, de 10 de Octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- R.D. 486/97 de 14 de Abril sobre Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud En Los Lugares De Trabajo
- R.D. 487/97 de 14 de Abril sobre Manipulación Manual De Cargas
- R.D. 773/97 de 30 de Mayo sobre Utilización Por Los Trabajadores De Equipos De Protección Individual

3.2 NORMATIVA INTERNA DE REE

Esta documentación es ofrecida por Red Eléctrica a sus proveedores como referencia para la ejecución segura de los procesos indicados sobre las instalaciones, máquinas y/o equipos que en ella se encuentran descritos. En todo caso, el contenido de esta documentación no es ni debe interpretarse como instrucción o instrucciones concretas impartidas por Red Eléctrica sobre el modo de ejecutar las obras/trabajos realizados por los contratistas.

Su entrega no sustituye ni libera a la empresa proveedora que la recibe, de sus obligaciones legales de realizar la evaluación de riesgos y planificación específicas de cada una de las actividades y tareas a desarrollar en las instalaciones de Red Eléctrica.

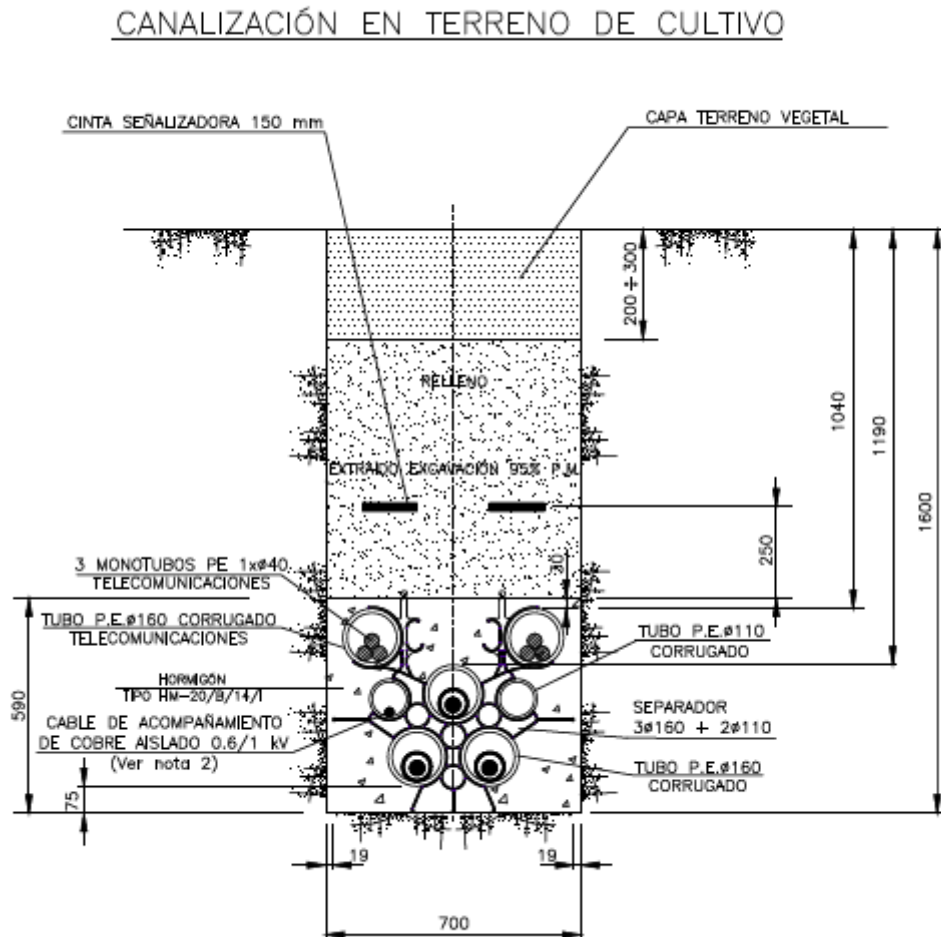
Este Documento de Seguridad deberá cumplir lo establecido en la normativa vigente, debiendo proporcionar un nivel de seguridad equivalente o superior al referido en estas instrucciones.

El contenido de esta documentación se encuentra en continua actualización.

- TM001. Organización de los Trabajos en instalaciones eléctricas de A.T.
- IM001. Medidas de seguridad en instalaciones de AT para trabajos en tensión
- IM002. Medidas de Seguridad en instalaciones de A.T. para trabajos sin tensión.
- IM016. Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos
- IM017. Seguridad en trabajos en cimentaciones de apoyos en líneas.
- IM018. Seguridad en los trabajos de armado e izado de apoyos en líneas.
- IM021. Seguridad en trabajos de tala, poda y desbroces en líneas de A.T.
- IM043 Seguridad en trabajos de tendido de conductores y C.T. de líneas de A.T.
- AM004. Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas
- AM005. Trabajos de manutención manual y mecánica.
- AM007 Guía para la elección y uso de disolventes.
- AM034 Control de riesgos por altas temperaturas.
- IC003. Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros

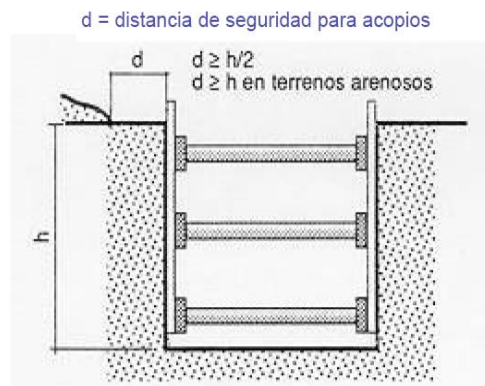
4 CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS

4.1 CROQUIS DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS



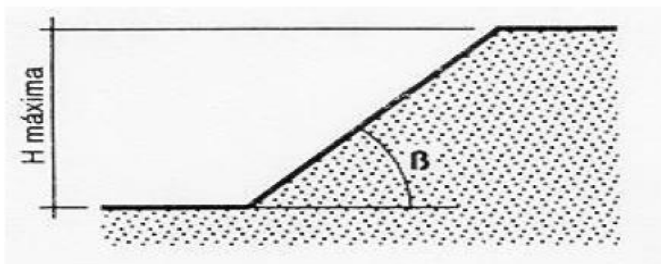
4.2 ENTUBACIÓN

En el siguiente apartado se pueden observar ejemplos de entubación de canalizaciones subterráneas.



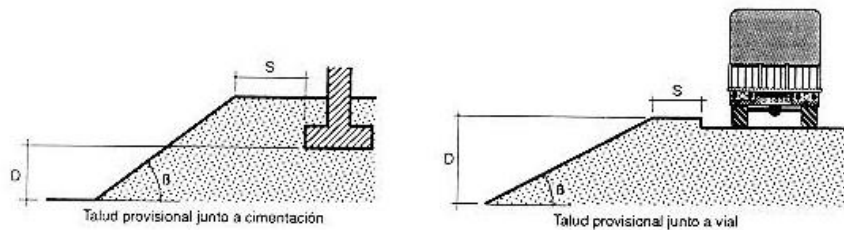
4.3 PENDIENTES DE SEGURIDAD EN TALUDES

En la siguiente tabla se puede determinar la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones y distancias de seguridad para cargas próximas.



Determinación de la altura máx. admisible para taludes libres de solicitaciones

Tipo de terreno	Angulo de talud β	Resistencia a compresión simple R_u en kg/cm^2				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcillas y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcillas y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcillas y limos poco plásticos.	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
Arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00



Determinación de la distancia de seguridad "s" para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de sollicitación	Angulo de talud	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

4.4 SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA

Este tipo de señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.



SEÑALES DE OBLIGACIÓN




Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).









4.5 SEÑALES GESTUALES

Este tipo de señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

- Gestos Generales
- Movimiento Verticales
- Movimientos horizontales
- Peligro

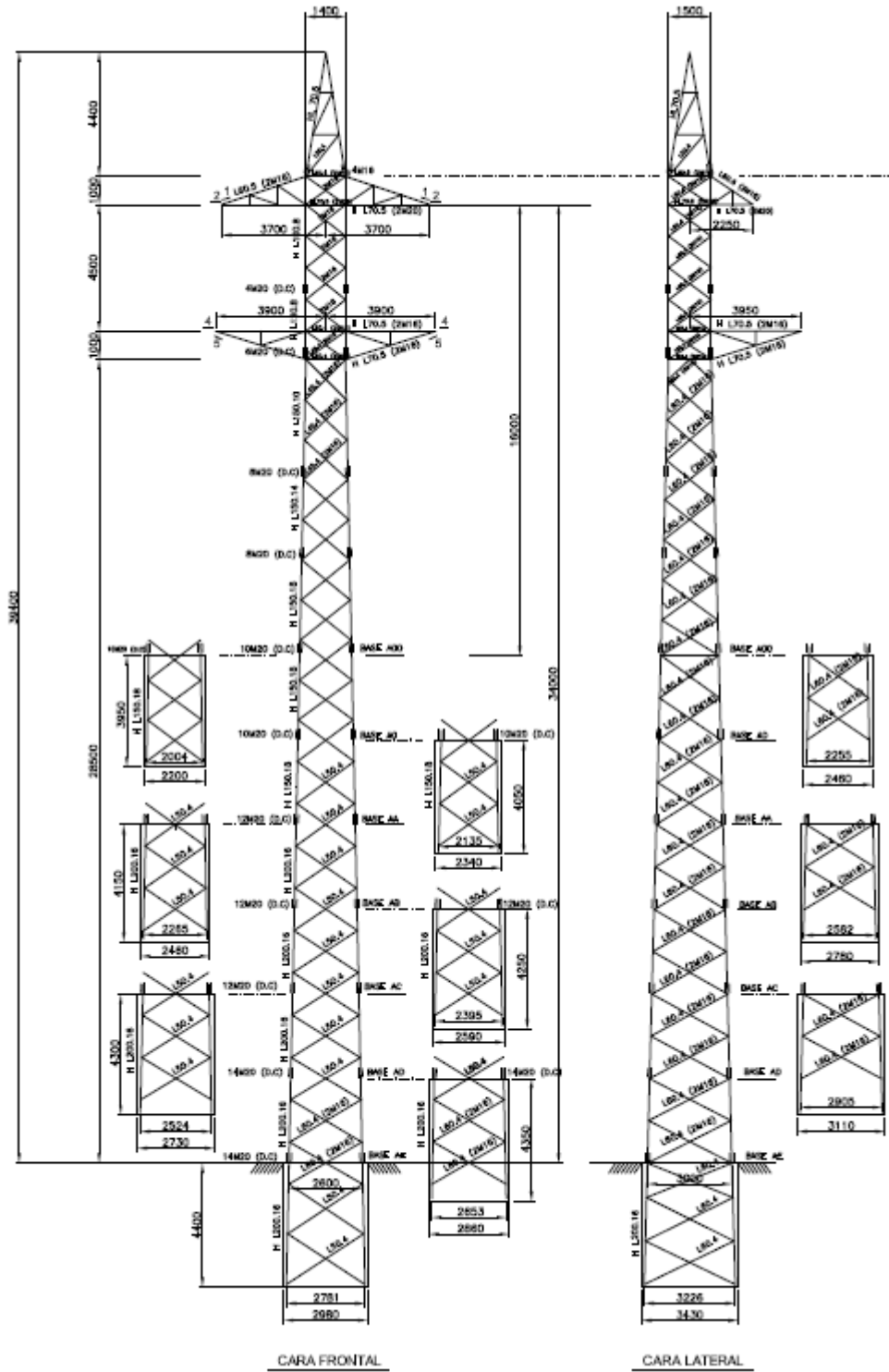
GESTOS GENERALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder:	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia.	

PELIGRO		
Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

4.6 CROQUIS DE LÍNEAS AÉREAS

El esquema de los apoyos a utilizar en la línea aérea de transporte eléctrico objeto del presente proyecto son los siguientes:



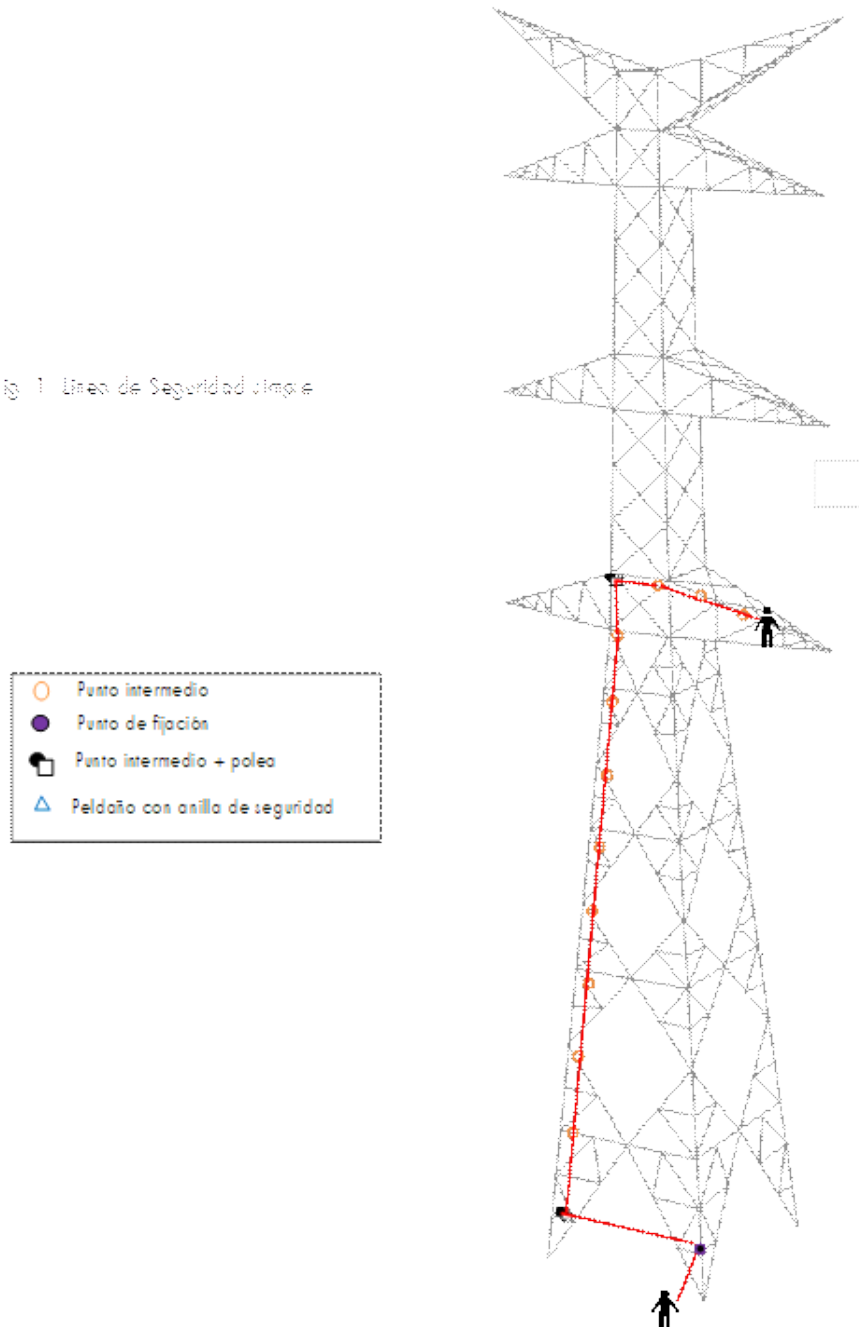
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVWMF575/AEBFCHB verificable en https://coliar.e-gestion.es

4.7 ESQUEMA UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA SEGURIDAD

Línea de seguridad simple.

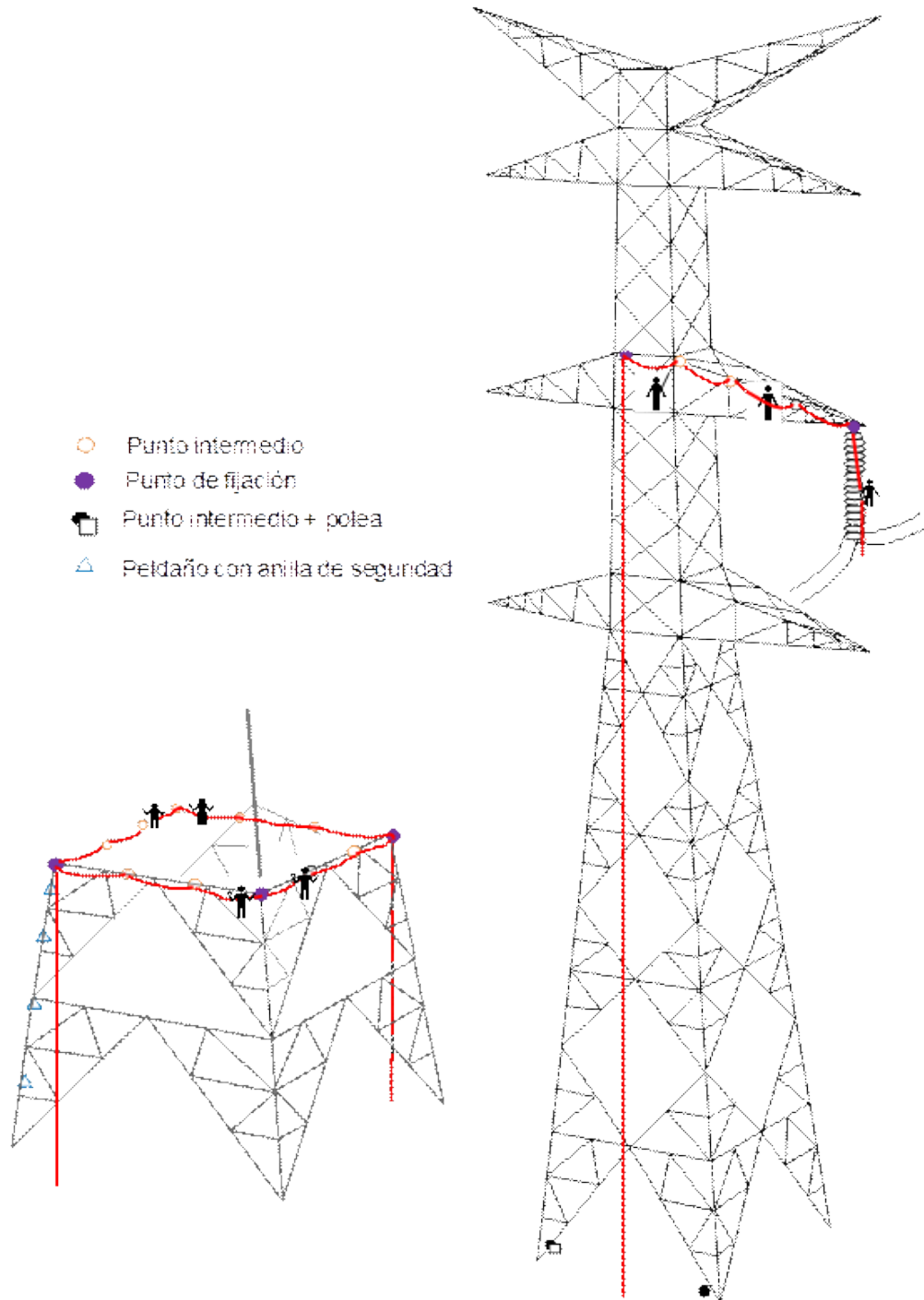
Se utiliza cuando la intervención en el apoyo, la realiza una sola persona. El operario progresa por la estructura, permanentemente asegurado por un segundo operario situado en la base del apoyo. Este tipo de Línea de Seguridad no requiere fijar la cuerda (fig. 1)

Fig. 1 Línea de Seguridad simple

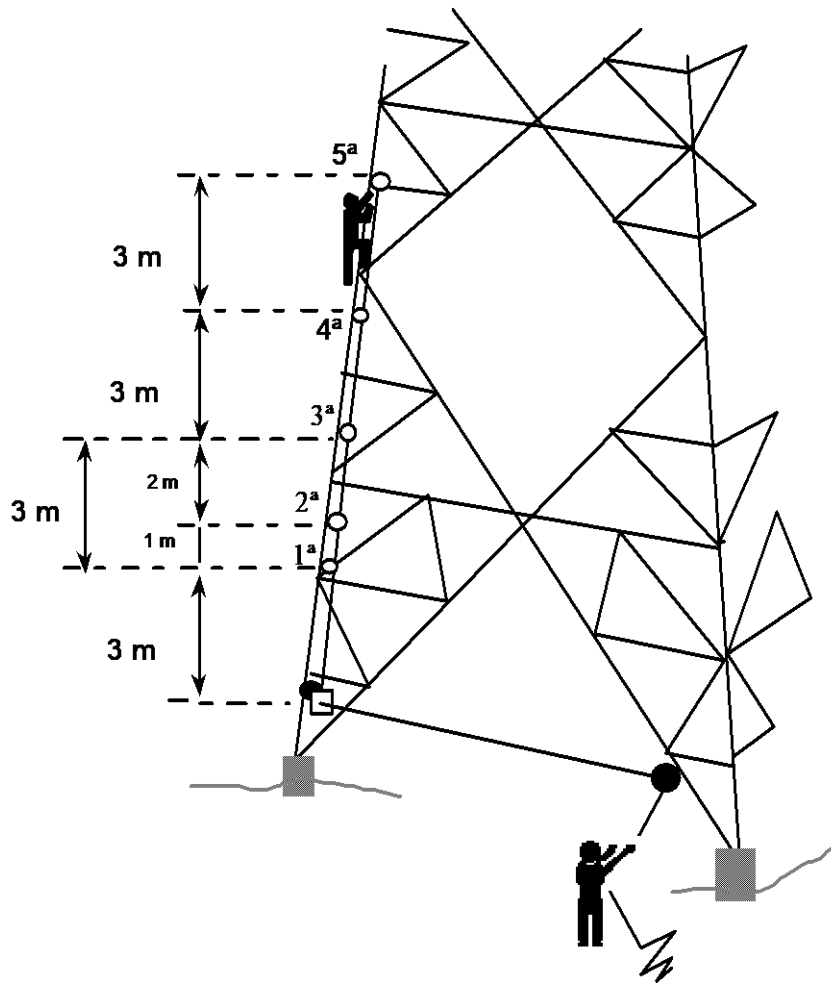
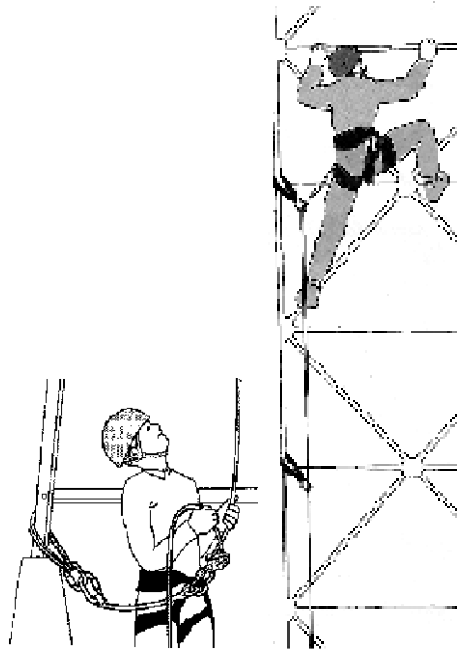


Línea de seguridad clásica

Se utiliza cuando la intervención en el apoyo, requiere de varios operarios para trabajar en la misma actividad. Esta instalación, una vez fijada, permite a todos los operarios acceder, desplazarse, efectuar su trabajo y descender del lugar de intervención permanentemente asegurados



Instalación de la línea de seguridad



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575/AEBFCHB verificable en https://coliar.e-gestion.es

4.8 SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA

Este tipo de señales está establecido en el R.D. 485/1997. Anexo VI

SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.



SEÑALES DE OBLIGACIÓN




Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).









4.9 SEÑALES GESTUALES

Este tipo de señales está establecido en el R.D. 485/1997. Anexo VI

- Gestos Generales
- Movimiento Verticales
- Movimientos horizontales
- Peligro

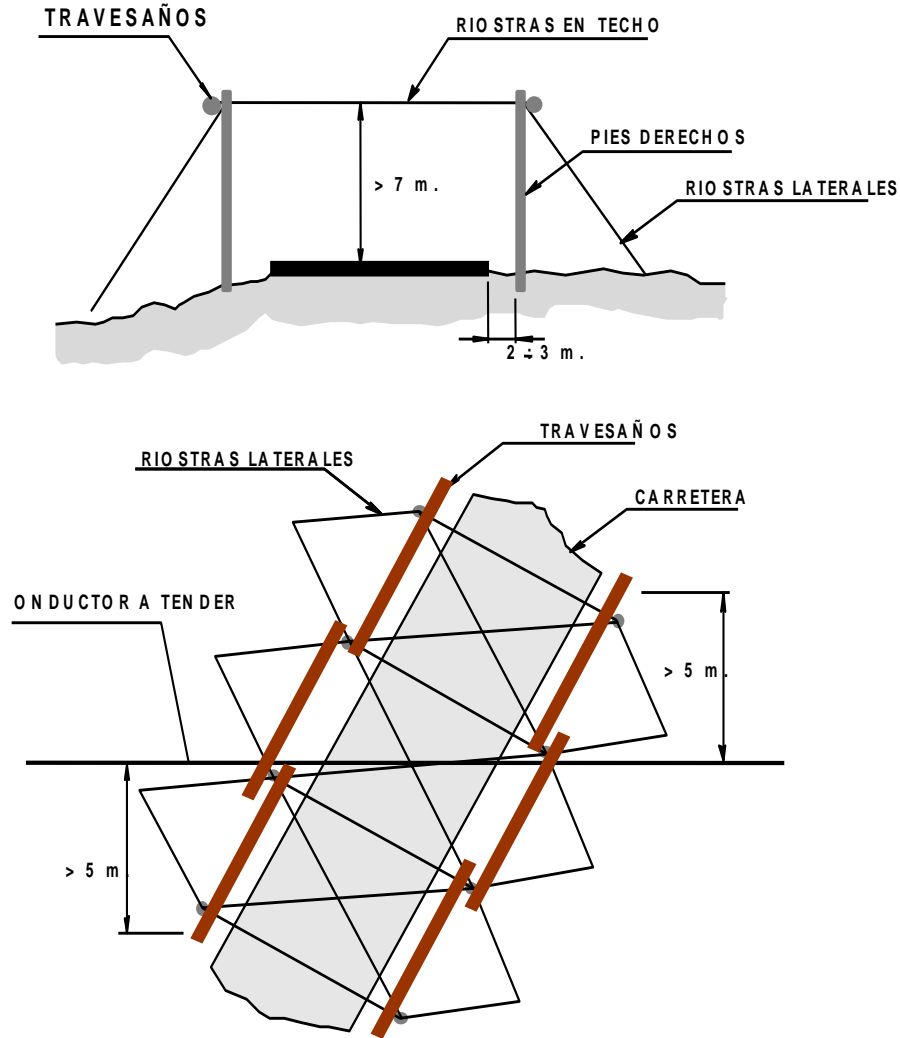
GESTOS GENERALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder:	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia.	

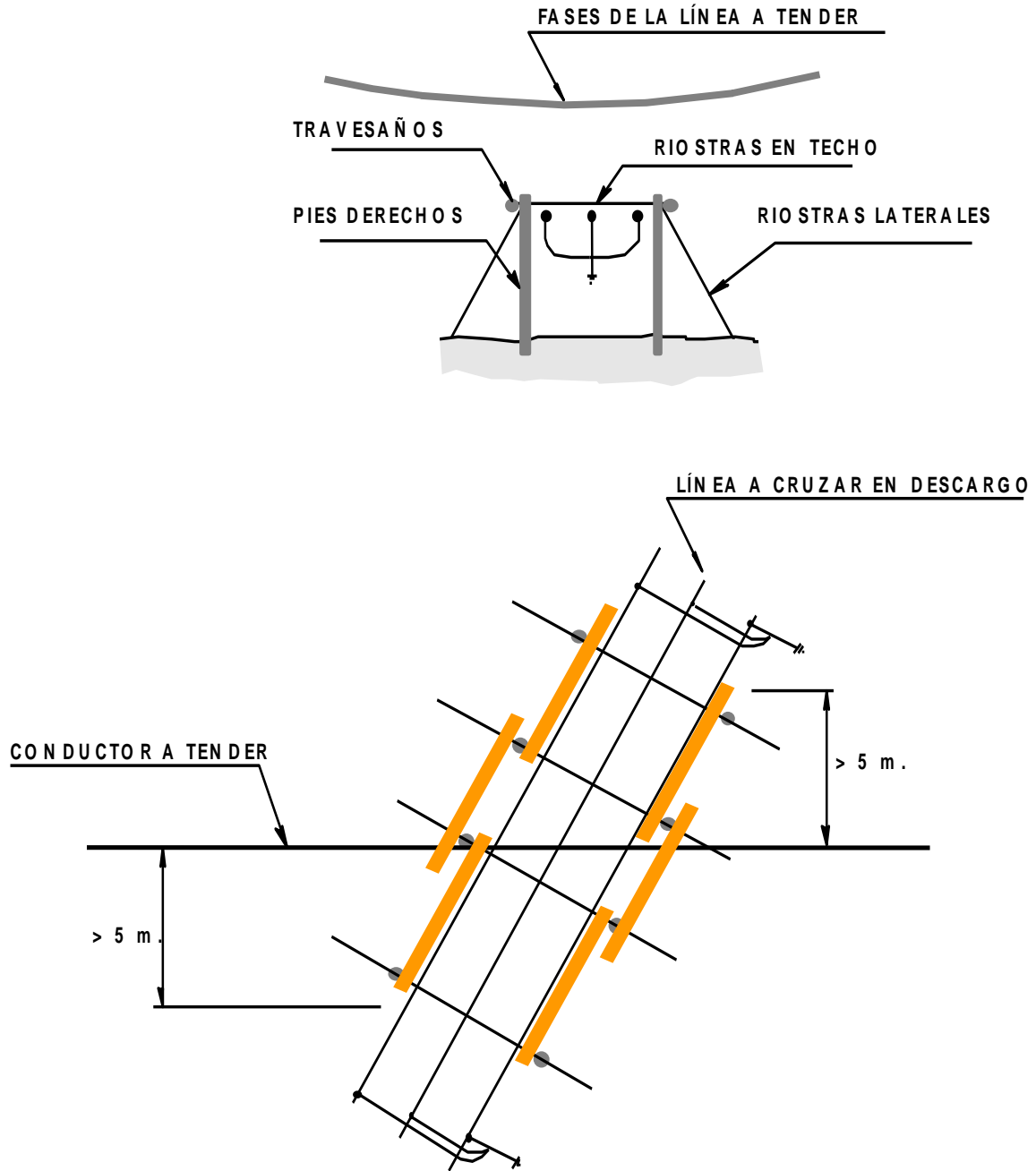
PELIGRO		
Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

4.10 PROTECCIÓN SOBRE INFRA ESTRUCTURAS

Protecciones de madera sobre carreteras, autopistas y ff.cc. sin electrificar



Protecciones sobre líneas de A.T en descargo



5 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Fase de trabajo:	Obra Civil Línea Subterránea
Duración del trabajo: (meses)	0
Operarios previstos:	10
Operarios nuevos previstos:	2

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección	1	1	5,1	5,1
2	Gafas antiimpactos.	2	2	4,8	9,6
3	Mascarilla autofiltrante desechable.	24	11	0,1	1,2
4	Protectores auditivos.	0,1	1	13,1	13,1
5	Guantes de trabajo.	12	6	4,4	26,3
6	Botas de seguridad Clase III	1,3	2	46,6	93,2
7	Botas de agua.	1	1	38,4	38,4
8	Ropa de trabajo	2	2	69,2	138,5
9	Trajes impermeables.	1	1	28,3	28,3
				Coste Parcial	353,7

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)	
1	Cinta de señalización para hoyos	100	0,1	10,0	
2	Capuchones protección ferralla	100	0,3	30,1	
3	Botiquín primeros auxilios	2	18,0	36,1	
4	Tablero o camilla evacuación accidentados	0,2	253,8	50,8	
5	Extintor de 6 kg polvo polivalente	6	30,8	184,8	
				Coste Parcial	311,7

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)	
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	20	34,0	680,0	
2	Reconocimientos médicos	2	30,6	61,2	
				Coste Parcial	741,2

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades (horas)	Precio Udad (€)	Coste total (€)	
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	14,25	34,0	484,5	
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-	
				Coste Parcial	484,5

Cotes Total Excavación y Hormigonado 1.891,1

Fase de trabajo:	Tendido y Montaje
Duración del trabajo: (meses)	1
Total Operarios previstos:	7
Operarios nuevos previstos:	2

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	2	42,3	84,6
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	0	146,1	-
3	Dispositivo anticaída deslizante y compl.	0,5	0	90,3	-
5	Guantes de montador	12	10	4,4	43,8
6	Botas de seguridad	2	2	46,6	93,2
7	Ropa de trabajo	1,25	1	69,2	69,2
8	Traje impermeable	2	2	28,3	56,7
				Coste Parcial	347,5

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	88	11	1,1	11,9
2	Complementos para Línea de Seg.	3,5	1	28,8	28,8
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	0,5	1	93,2	93,2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60,2	60,2
6	Botiquín primeros auxilios	5	1	18,0	18,0
7	Extintores	2	1	30,8	30,8
				Coste Parcial	693,6

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	14	34,0	476,0
2	Reconocimientos médicos	2	30,6	61,2
			Coste Parcial	537,2

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	29,0909091	34,0	989,1
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	989,1

Coste Total Tendido 2.567,4

Fase de trabajo:	Pruebas
Duración del trabajo: (meses)	1
Total Operarios previstos:	3
Operarios nuevos previstos:	1

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	0	42,3	-
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	0	146,1	-
3	Dispositivo anticaída deslizando y compl.	0,5	0	90,3	-
5	Guantes de montador	12	2	4,4	8,8
6	Botas de seguridad	2	0	46,6	-
7	Ropa de trabajo	1,25	0	69,2	-
8	Traje impermeable	2	0	28,3	-
Coste Parcial					8,8

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	38	2	1,1	2,2
2	Complementos para Línea de Seg.	1,5	1	28,8	28,8
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	0,5	1	93,2	93,2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60,2	60,2
6	Botiquín primeros auxilios	5	1	18,0	18,0
7	Extintores	2	1	30,8	30,8
Coste Parcial					683,9

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	6	34,0	204,0
2	Reconocimientos médicos	1	30,6	30,6
Coste Parcial				234,6

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	10,9090909	34,0	370,9
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
Coste Parcial				370,9

Coste Total Tendido 1.298,1

Fase de trabajo: **Obra Civil Línea Aérea**

Duración del trabajo: (meses) 1
 Operarios previstos: 5
 Operarios nuevos previstos: 3

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección	1	1	5,1	5,1
2	Gafas antiimpactos.	2	2	4,8	9,6
3	Mascarilla autofiltrante desechable.	24	11	0,1	1,2
4	Protectores auditivos.	0,1	1	13,1	13,1
5	Guantes de trabajo.	12	6	4,4	26,3
6	Botas de seguridad Clase III	1,3	2	46,6	93,2
7	Botas de agua.	1	1	38,4	38,4
8	Ropa de trabajo	2	2	69,2	138,5
9	Trajes impermeables.	1	1	28,3	28,3
				Coste Parcial	353,7

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)	
1	Cinta de señalización para hoyos	100	0,1	10,0	
2	Capuchones protección ferralla	100	0,3	30,1	
3	Botiquín primeros auxilios	2	18,0	36,1	
4	Tablero o camilla evacuación accidentados	0,2	253,8	50,8	
5	Extintor de 6 kg polvo polivalente	6	30,8	184,8	
				Coste Parcial	311,7

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)	
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	10	34,0	340,0	
2	Reconocimientos médicos	3	30,6	91,8	
				Coste Parcial	431,8

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades (horas)	Precio Udad (€)	Coste total (€)	
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	20	34,0	680,0	
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-	
				Coste Parcial	680,0

Cotes Total Excavación y Hormigonado 1.777,2

Fase de trabajo: Armado e izado
 Duración del trabajo (meses): 1
 Total operarios previstos: 12

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Ud (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección con barboquejo	2	3	42,3	127
2	Gafas de protección antiimpactos	3	4	4,8	19,0
3	Arnés de seguridad homologado	0,5	1	146,1	146,0
4	Dispositivo anticaida deslizante	0,5	1	90,3	90,0
5	Guantes de montador	12	16	4,4	70,0
6	Botas de seguridad	2	3	46,6	140,0
7	Ropa de trabajo	1,25	2	69,2	138,0
8	Trajes impermeables	1	1	28,3	28,0
Coste Parcial					758,0

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total unidades equivalentes	Precio Ud (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas dispositivo anticaida	3250	358	1,08	387
2	Botiquín primeros auxilios	5	2	18,0	28,0
3	Camilla evacuación accidentados	5	2	253,8	393,0
4	Extintores	5	2	30,8	48,0
Coste Parcial					856,0

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud (€)	Coste total (€)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	24	34,0	816,0
2	Reconocimientos médicos	24	30,6	734,0
Coste Parcial				1.550,0

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	40	34,0	1.345,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
Coste Parcial				1.345,0

Coste Total Armado e Izado (€) 4.509,0

Fase de trabajo:

Tendido y Engrapado

Duración del trabajo: (meses)
 Total Operarios previstos:
 Operarios nuevos previstos:

1
 22
 3

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	5	42,3	211,5
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	1	146,1	146,1
3	Dispositivo anticaída deslizante y compl.	0,5	1	90,3	90,3
5	Guantes de montador	12	29	4,4	127,0
6	Botas de seguridad	2	5	46,6	232,9
7	Ropa de trabajo	1,25	3	69,2	207,7
8	Traje impermeable	2	5	28,3	141,7
Coste Parcial					1.157,2

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	275	31	1,1	33,6
2	Complementos para Línea de Seg.	11	2	28,8	57,5
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	2,75	1	93,2	93,2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60,2	60,2
6	Botiquín primeros auxilios	5	1	18,0	18,0
7	Extintores	2	1	30,8	30,8
Coste Parcial					744,0

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	44	34,0	1.496,0
2	Reconocimientos médicos	3	30,6	91,8
Coste Parcial				1.587,8

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	39,5454545	34,0	1.344,5
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
Coste Parcial				1.344,5

Coste Total Tendido 4.833,6

Resumen Presupuestos (€)

Nº Kms. Traza

0,73

	Obra Civil Subterráneo	Tendido Subterráneo	Pruebas y ensayos	Obra Civil Aéreo	Armado e Izado	Tendido y Engrapado
Material de asignación personal	354	347	9	354	758	1.157
Material de asignación colectiva	312	694	684	312	856	744
Formación + Medicina preventiva	741	537	235	432	1.550	1.588
Control de la Seguridad	485	989	371	680	1.345	1.345
Total	1.891	2.567	1.298	1.777	4.509	4.834
Cantidad Total Presupuestada	16.876 €					

Coste por km	2.598 €	3.527 €	1.783 €	2.441 €	6.194 €	6.640 €
--------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de DIECISEIS MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS



Zaragoza, mayo de 2025

El Ingeniero Industrial
al servicio de SATEL

David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE
DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 KV SIMPLE CIRCUITO
MODIFICACION DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1
(TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTIN)

DOCUMENTO 6
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

DOCUMENTO Nº 6

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

1 AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA	3
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2 AFECCIONES.....	4
1.3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS.....	6
ANEXO: PLANOS PARCELARIOS	10

1 AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA

RED ELECTRICA DE ESPAÑA S.A.U. en adelante RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Por ello, en cumplimiento de lo prescrito en las citadas leyes, se integra en este Proyecto de Ejecución, el presente anexo de afecciones a los mencionados efectos de urgente ocupación de la Ley de Expropiación Forzosa, en lo relativo a los bienes y derechos afectados por el procedimiento de expropiación forzosa del pleno dominio o para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica y servicios complementarios, en su caso, tales como caminos de acceso u otras instalaciones auxiliares.

Asimismo, a los efectos del artículo 56.2 de la citada Ley 24/2013, en la citada relación de bienes y derechos, se mencionan los terrenos de dominio, uso o servicio público, o patrimoniales del Estado, o de las Comunidades Autónomas, o de uso público propios o comunales de la provincia o municipio, obras y servicios de los mismos, así como otros bienes o derechos pertenecientes a organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectadas.

En el correspondiente expediente administrativo RED ELÉCTRICA asumirá la condición de entidad beneficiaria.

1.1 JUSTIFICACIÓN

RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de las anteriores funciones, ha proyectado construir una línea aérea de transporte de energía eléctrica, de aérea-subterránea a 66 kV "Modificación de la L/66 kV San Martín-Alcudia 1", con una longitud de línea aérea aproximada de 0,158 kilómetros y con una longitud de línea subterránea aproximada de 0,57 kilómetros, que conectará el apoyo T-10N, en el término municipal de Alcudia (provincia de Islas Baleares), con la subestación de San Martín, situada en el término municipal de Alcudia (provincia de Islas Baleares).

La citada actuación se encuentra recogida en un Acuerdo por el que se modifican aspectos

puntuales del plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 22 de marzo de 2022, por el que se aprueba la Planificación de la Red de Transporte de Energía Eléctrica Horizonte 2026. El anexo con nombre «Modificación de Aspectos Puntuales de la Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026», aprobado por el Consejo de Ministros con fecha 16 de abril de 2024 fue publicado por Resolución de la Secretaria de Estado de Energía en el Boletín Oficial del Estado n.º 100, de 24 de abril de 2024. Dicha instalación está incluida en la citada Planificación con el nombre “Modificación L/San Martín-Alcudia 66 kV”.

1.2 AFECCIONES

El establecimiento de la línea aérea-subterránea a 66 kV denominada “Modificación de la L/66 kV San Martín-Alcudia 1”, requiere la expropiación de los bienes y derechos necesarios para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica, con el alcance y efectos establecidos en el art. 56 y siguientes de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico (LSE) y en el artículo 149.1 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, así como con las limitaciones que se derivan de lo dispuesto en el citado Real Decreto 1955/2000 y en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

En virtud de lo dispuesto en el art. 57 de la Ley 24/2013 (LSE) y en lo que resulte de aplicación del artículo 158 del Real Decreto 1955/2000, la servidumbre de paso aéreo de energía eléctrica tendrá la consideración de servidumbre legal y comprenderá las siguientes afecciones:

- a) **El vuelo sobre el predio sirviente:** consistente en el paso aéreo de los cables conductores sobre los terrenos afectados, definiéndose la misma como la proyección sobre el terreno de los conductores extremos en las condiciones más desfavorables, habiéndose tomado esas condiciones como viento de 120 km/h a 15 °C de temperatura.
- b) **El establecimiento de postes, torres o apoyos fijos para la sustentación de cables conductores de energía:** consistente en la ocupación de la superficie de

terreno por los apoyos de sustentación de la línea y su correspondiente arbolado circular subterráneo de puesta a tierra.

- c) **El derecho de paso o acceso para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario**, esto es, la concreción del derecho de paso de personas y vehículos sobre aquellas fincas cuya afección resulta necesaria al objeto de posibilitar el acceso a los apoyos, tanto para la construcción, como para la vigilancia, conservación y reparación de la instalación eléctrica proyectada.
- d) **La ocupación temporal de los terrenos u otros bienes, en su caso, necesarios para la construcción, vigilancia, conservación y reparación de las instalaciones.**

Los tipos de afecciones motivadas por la construcción de la instalación proyectada del tramo subterráneo, son las siguientes:

- **Servidumbre permanente** de paso de la línea subterránea definida por la franja de terreno corresponde con la anchura de la zanja (0,7 metros) por donde discurrirán los cables más una distancia de seguridad a cada lado de una anchura igual a la mitad de la anchura de la zanja ($\frac{1}{2}$ 0,7 metros a cada lado).

Se considerará una afección permanente en las arquetas de telecomunicaciones de 1400x1925 mm. para las arquetas dobles.

La servidumbre subterránea de zanjas, perforaciones dirigidas, cámaras de empalme y arquetas de telecomunicaciones llevará implícita la servidumbre de acceso, por la que deberá mantenerse libre el paso al personal y elementos necesarios para la vigilancia, mantenimiento reparación y renovación de la instalación, con pago, en su caso de los daños que pudieran ocasionarse.

La implantación de la servidumbre subterránea de zanjas, perforaciones, cámaras de empalme y arquetas de telecomunicaciones llevará implícita las siguientes limitaciones:

- A. Prohibición de plantar árboles o arbustos o cualquier elemento de raíces profundas, así como realizar trabajos de arada, movimientos de tierra o similares a profundidad superior a 50 cm.
- B. Prohibición de realizar cualquier tipo de obra, instalación o construcción, aun cuando

tenga carácter provisional o temporal, sin autorización expresa de RED ELÉCTRICA y con las condiciones que en cada caso fije el Organismo competente en materia de instalaciones eléctricas, ni efectuar acto alguno que pueda dañar o perturbar el buen funcionamiento de la línea eléctrica y sus elementos anejos, así como ocultar o dificultar la visibilidad de los registros.

- **Ocupación temporal** de los terrenos necesarios en la fase de ejecución de obra: Con carácter general la ocupación temporal se define como una franja de terreno de una anchura de 3 m a cada lado de la ocupación permanente para el caso de la línea subterránea.

En los apartados y planos correspondientes del presente anexo de afecciones, se describen en sus demás aspectos los bienes y derechos de necesaria expropiación forzosa.

1.3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La construcción de la línea eléctrica a 66 kV, "Modificación de la L/66 kV San Martín-Alcudia 1" supone la afección, en los términos legalmente previstos, de las parcelas que se indican en la relación que figura en el cuadro adjunto y que a su vez quedan reflejadas en los planos de proyecto y en los planos parcelarios anexos a este documento.

Asimismo, se incluyen los datos de las afecciones debidas a los accesos de la línea.



Zaragoza, mayo de 2025

El Ingeniero Industrial
al servicio de SATEL

David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS DE LÍNEA AEREOSUBTERRÁNEA Y ACCESOS

T.M. Alcúdia (Islas Baleares) Tramo Subterráneo

Parcela Proy.	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m ²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta Telecom. (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Zona de seguridad (m ²)	Ocup. Temporal (m ²)	Acceso a la cámara de empalme	Servidumbre de Paso(m ²)	Naturaleza del terreno
1	CLADERA BIBILONI RAFAEL	7003A00400374	4	374	491	AT01	3	-	-	1.842	-	-	Labor o Labradío secoano, Pastos, Labor o labradío regadío, Matorral, Frutales regadío, Improductivo, Almendro secoano, Pinar maderable
2	SIMONET CRESPI JUAN SIMONET CRESPI BERNARDO	473502EE0087S	-	-	32	-	-	-	-	170	-	-	Improductivo
3	GAS Y ELECTRICIDAD GENERACION SA	00400200EE00F	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	Deportivo / Parcela construida sin división horizontal
4	-	7003A00400543	4	543	88	-	-	-	-	376	-	-	-
5	RED ELECTRICA DE ESPAÑA SA RED ELECTRICA DE ESPAÑA SA	7003A00400395	4	395	73	AT02	3	-	-	289	-	-	LABOR -TIERRA ARABLE

T.M. Alcúdia (Islas Baleares) Tramo Aéreo

Parcela Proy.	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre vuelo (m ²)	Apoyos	Sup. Apoyos y anillo tierra (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Zona de seguridad (m ²)	Ocup. Temporal (m ²)	Acceso al apoyo	Servidumbre de Paso(m ²)	Naturaleza del terreno
1	CLADERA BIBILONI RAFAEL	07003A00400374	4	374	-	T-10N	61	-	-	3.113	-	-	Labor o Labradío seco, Pastos, Labor o labradío regadío, Matorral, Frutales regadío, Improductivo, Almendro seco, Pinar maderable
2	SIMONET CRESPI JUAN SIMONET CRESPI BERNARDO	473502EE0087S	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	Improductivo
4	-	07003A00400543	4	543	-	-	-	-	-	235	-	-	-
5	RED ELECTRICA DE ESPAÑA SA RED ELECTRICA DE ESPAÑA SA	07003A00400395	4	395	-	-	-	-	-	315	-	-	LABOR -TIERRA ARABLE
8	-	868903EE0076N	-	-	-	-	-	-	-	1.974	-	-	-

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS DE LÍNEA AÉREA A DESMONTAR Y ACCESOS

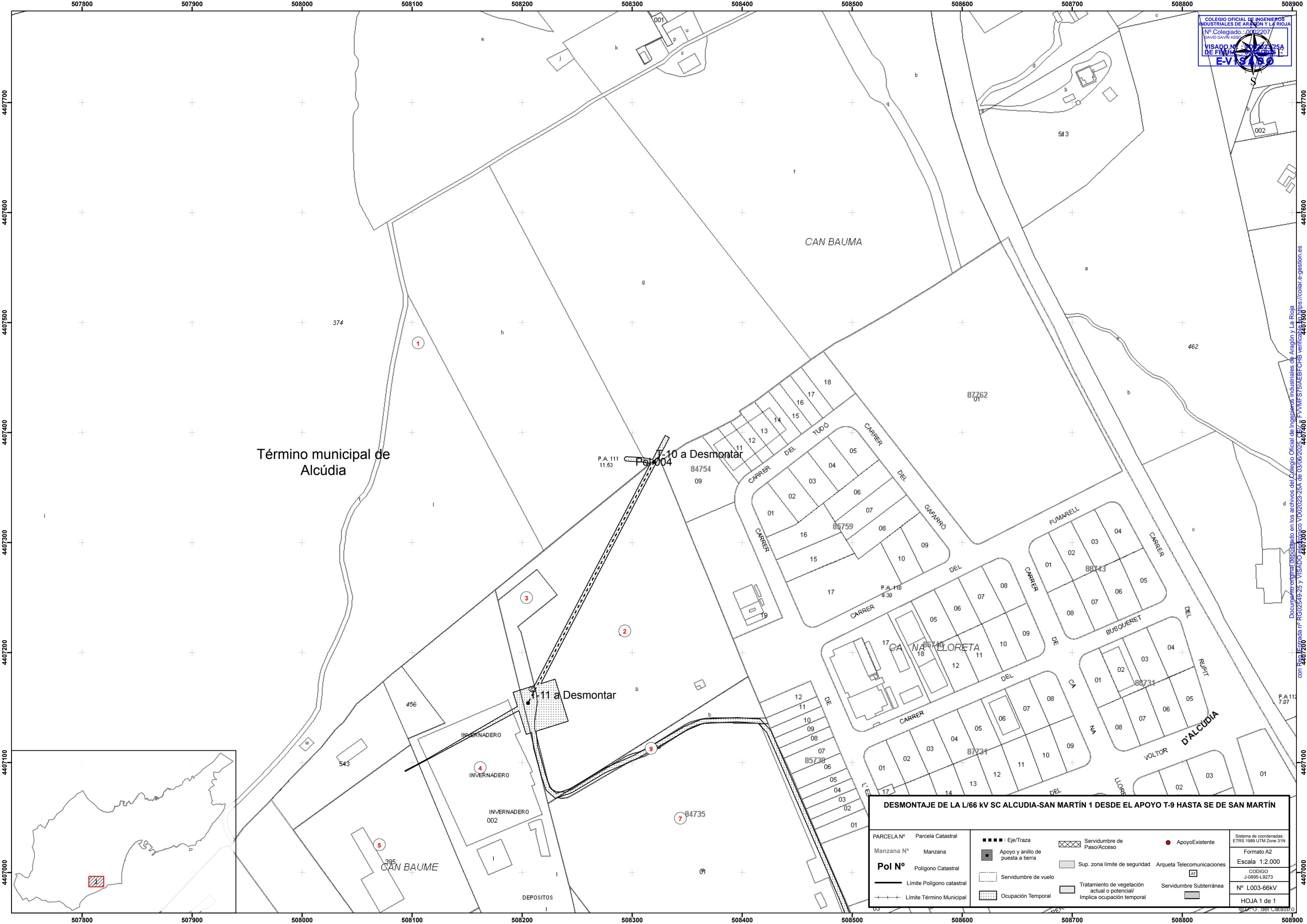
T.M. Alcúdia (Islas Baleares) Tramo Aéreo

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m²)	Apoyos	Sup. apoyos y anillo tierra (m²)	Sup.Tala (m²)	Zona de seguridad (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso al apoyo	Servidumbre de Paso (m²)	Naturaleza del terreno
2	SIMONET CRESPI JUAN SIMONET CRESPI BERNARDO	473502EE0087S	-	-	-	-	-	-	-	1.999	-	-	Improductivo
3	REDEXIS INFRAESTRUCTURAS SL	473505EE0087S	-	-	-	-	-	-	-	664	-	-	Improductivo
4	GAS Y ELECTRICIDAD GENERACION SA	00400200EE00F	-	-	-	-	-	-	-	439	-	-	Deportivo / Parcela construida sin división horizontal
7	GAS Y ELECTRICIDAD GENERACION SA GAS Y ELECTRICIDAD GENERACION SA	473501EE0087S	-	-	-	-	-	-	-	1.508	-	-	IMPRODUCTIVO, INSTALACIONES SOLARES
9	REDEXIS INFRAESTRUCTURAS SL	473504EE0087S	-	-	-	-	-	-	-	727	-	-	Improductivo

ANEXO: PLANOS PARCELARIOS



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02549-25 y VISADO electrónico VD02023-25A de 03/06/2025. CSV = FVVMF575AEBFCHB verificable en <https://coliar.e-gestion.es>



Término municipal de Alcúdia

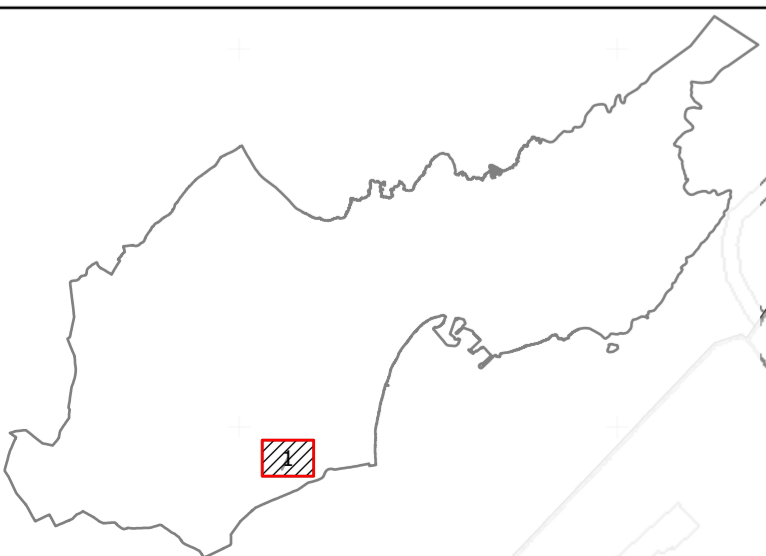
T-10 a Desmontar
 P.A. 111
 11.53

T-11 a Desmontar

DESMONTAJE DE LA L/66 KV SC ALCUDIA-SAN MARTÍN 1 DESDE EL APOYO T-9 HASTA SE DE SAN MARTÍN

PARCELA Nº	Parcela Catastral	■■■■ Eje/Traza	▨▨▨▨ Servidumbre de Paso/ Acceso	● Apoyo Existente
Manzana Nº	Manzana	● Apoyo y anillo de puesta a tierra	▨▨▨▨ Sup. zona límite de seguridad	□ Arqueta Telecomunicaciones
Pol Nº	Polígono Catastral	▨▨▨▨ Servidumbre de vuelo	▨▨▨▨ Tratamiento de vegetación actual o potencial/ Implica ocupación temporal	▨▨▨▨ Servidumbre Subterránea
—	Límite Polígono catastral	▨▨▨▨ Ocupación Temporal		
—+—+—	Límite Término Municipal			

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 31N
 Formato A2
 Escala 1:2.000
 CODIGO J-0895-L9273
 Nº L003-66KV
 HOJA 1 de 1



red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE
DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 KV SIMPLE CIRCUITO
MODIFICACION DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1
(TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTIN)

DOCUMENTO 7
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO Nº 7

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



1	DOCUMENTACIÓN GENERAL	3
2	NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS	3
3	NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS	5
4	NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO SEGÚN ITC-LAT-02	7

1 DOCUMENTACIÓN GENERAL

La documentación a aplicar en la ejecución del presente proyecto es la siguiente:

- Real Decreto 223/2008 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normativa interna de Red Eléctrica.
- Normas y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según ITC-LAT02.

2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS

a) Suministro de materiales

- ET001 – Suministro de apoyos y estructuras metálicas.
- ET004 – Suministro de herrajes y accesorios de conductores.
- ET005 – Suministro de aisladores compuestos de goma de silicona..
- ET112 – Suministro de amortiguadores.
- ET120 – Suministro de salvapájaros.
- ET125 – Suministro de elementos integrantes de apoyos para líneas eléctricas.
- ET143 – Suministro de tornillos, tuercas y arandelas.
- ET148 – Cajas de empalme para cables de fibra óptica.

b) Ejecución de trabajos

- AM004 – Aplicación de la línea de seguridad en trabajos en altura.
- AM005 – Trabajos de manutención manual y mecánica.
- AM011 – Equipos y maquinarias. normas de seguridad.
- AM022 – Organización de la seguridad en trabajos de corta duración.
- AM024 – Seguridad en trabajos en espacios confinados.
- EA004 – Especificaciones ambientales para trabajos en subestaciones, líneas y edificios.

- ET037 – Protección contra la corrosión mediante el revestimiento por galvanizado en caliente.
- ET042 – Trabajos de tala y limpieza de calles en líneas.
- ET046 – Recrecido de peanas de apoyos.
- ET048 – Mejora de resistencias de puestas a tierra en apoyos de líneas eléctricas.
- ET073 – Medida de la resistencia de puesta a tierra de apoyos de líneas eléctricas.
- ET075 – Sustitución de elementos de cadenas de conductor y cable de tierra.
- ET076 – Instalación de anillos de puesta a tierra en apoyos existentes de líneas eléctricas.
- ET098 – Supervisión de trabajos de tala y limpieza de calles en líneas eléctricas aéreas.
- ET099 – Inspección de instalaciones de puesta a tierra, de apoyos de líneas eléctricas.
- ET108 – Ejecución de los trabajos de topografía de líneas eléctricas aéreas.
- ET109 – Ejecución del sistema de puesta a tierra de apoyos de líneas eléctricas.
- ET110 – Armado e izado de estructuras de apoyo de líneas eléctricas.
- ET111 – Tendido y sustitución de conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas y sus trabajos asociados.
- ET123 – Obra civil de apoyos de líneas eléctricas aéreas.
- ET237 – Equipos de inspección, medición y ensayo (EIME).
- IA001 – Normas de actuación ante accidentes con consecuencias medioambientales y medidas para su prevención.
- IA009 – Gestión de máquinas y equipos con aceite.
- IA018 – Gestión de los residuos generados en las instalaciones.
- IC003 – Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros.
- IM001 – Medidas de Seguridad en Instalaciones de Alta Tensión para trabajos en tensión.
- IM002 – Medidas de seguridad en instalaciones de alta tensión para trabajos sin tensión.
- IM016 – Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos.
- IM017 – Seguridad en los trabajos de cimentaciones de apoyos de líneas.
- IM018 – Seguridad en los trabajos de armado e izado de apoyos de líneas.

- IM021 – Seguridad en trabajos de tala, poda y desbroces en líneas de alta tensión.
- IM030 – Seguridad en los trabajos realizados en subestaciones en servicio.
- IM031 – Accesos y permanencia de personas, vehículos y mercancías en instalaciones de Red Eléctrica de España.
- IM043 – Seguridad en los trabajos en conductores y cables de tierra de líneas de alta tensión.
- TM001 – Organización de la seguridad de los trabajos en las instalaciones eléctricas.
- IT139 – Instalación de cables de fibra óptica.
- IT347 – Estudio del trazado de una línea eléctrica de alta tensión.
- IT388 – Puesta en servicio y transferencia de instalaciones.
- TM001 – Organización de la seguridad de los trabajos en las instalaciones eléctricas.

3 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

a) Suministro de materiales

- ET025 – Pararrayos de alta tensión.
- ET044 – Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones.
- ET140 – Suministro de tubos corrugados de doble pared para líneas subterráneas.
- ET141 – Cinta de para señalización subterránea de las líneas subterráneas.
- ET148 – Cajas de empalme para cables de fibra óptica.
- ET171 – Suministro de cables aislados de 36/66kV.
- ET174 - Suministro de terminales GIS para cables aislados 36/66 kV de aislamiento extruido.
- ET176 - Suministro de terminales exteriores para cables aislados de 36/66 kV.
- ET202 – Arquetas de telecomunicaciones para líneas subterráneas.
- ET203 – Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas.
- ET254 – Suministro de cables para el sistema de conexión en pantallas en líneas subterráneas.
- Ref: REE/NORM/2012/07 – Guía de afecciones y señalización en los proyectos de ejecución de líneas subterráneas

- Ref: REE/NORM/2017/35 – Guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) de las líneas subterráneas.

b) Ejecución de trabajos

- AM004 – Aplicación de la línea de seguridad en trabajos en altura.
- AM005 – Trabajos de mantenimiento manual y mecánica.
- AM011 – Equipos y maquinarias. normas de seguridad.
- AM022 – Organización de la seguridad en trabajos de corta duración.
- AM024 – Seguridad en trabajos en espacios confinados.
- EA004 – Especificaciones ambientales para trabajos en subestaciones, líneas y edificios.
- ET154 – Tendido de cables y montaje de accesorios en líneas eléctricas subterráneas.
- ET157 – Obra civil de líneas eléctricas subterráneas en banco de tubos.
- ET160 – Ensayos de puesta en servicio de líneas eléctricas subterráneas.
- ET224 – Ejecución de los trabajos de topografía y georadar de líneas eléctricas subterráneas.
- ET237 – Equipos de inspección, medición y ensayo (EIME).
- ET238 – Servicio de supervisión de tendido, instalación de accesorios y medidas finales de cables de F.O.
- ET239 – Especificaciones para la prevención y extinción de incendios forestales
- IA001 – Normas de actuación ante accidentes con consecuencias medioambientales y medidas para su prevención.
- IA009 – Gestión de máquinas y equipos con aceite.
- IA018 – Gestión de los residuos generados en las instalaciones.
- IC003 – Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros.
- IM001 – Medidas de Seguridad en Instalaciones de Alta Tensión para trabajos en tensión.
- IM002 – Medidas de seguridad en instalaciones de alta tensión para trabajos sin tensión.
- IM016 – Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos.
- IM030 – Seguridad en los trabajos realizados en subestaciones en servicio.
- IM031 – Accesos y permanencia de personas, vehículos y mercancías en instalaciones de Red Eléctrica de España.
- IT139 – Instalación de cables de fibra óptica.

- IT347 – Estudio del trazado de una línea eléctrica de alta tensión.
- IT388 – Puesta en servicio y transferencia de instalaciones.
- TM001 – Organización de la seguridad de los trabajos en las instalaciones eléctricas.
- Ref: REE/NORM/2012/07 – Guía de afecciones y señalización en los proyectos de ejecución de líneas subterráneas.
- Ref: TI.L/14/006/DPIL – Impermeabilización de las líneas subterráneas.
- Ref: TI.L/15/004/DPIL – Carteles de identificación de equipos de líneas subterráneas.
- Ref: TI.LMA/18/006/DILMA – Requisitos de ensayos en las modificaciones de líneas eléctricas subterráneas actualmente en servicio.

4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO SEGÚN ITC-LAT-02

De acuerdo con lo establecido en la ITC-RAT-02 y conforme a la Resolución de 17 de abril de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT-02 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, el presente proyecto cumple con la siguiente normativa en su última edición:

Norma	Título
Generales	
UNE-EN 50102	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)
UNE-EN 60060-1	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo
UNE-EN 60060-2	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ
UNE-EN IEC 60071-1	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas
UNE-EN IEC 60071-2	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación
UNE-EN 60270	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)

Norma	Título
UNE-EN 60865-1	Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
UNE-EN 60909-0	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes
UNE-EN 60909-3	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.
Cables	
UNE 21144-1-1	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.
UNE 21144-3-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
UNE 21192	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 211003-3	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ($U_m=36$ kV).
UNE 211067-1	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ($U_m=170$ kV) hasta 400 kV ($U_m=420$ kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.

Norma	Título
UNE 211435	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
UNE-EN 60228	Conductores de cables aislados.
UNE 211632-4A	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 4A: Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3)
UNE 211006	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
Conductores	
UNE-EN 50182	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50183	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio.
UNE-EN 50189	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.
UNE-EN IEC 60794-4:	Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia.
UNE-EN 61232	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-EN 50540	Conductores para líneas aéreas. Conductores de aluminio soportados por acero (acss).
Accesorios para cables	
UNE 21021	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
UNE-EN 61854	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.
UNE-EN 61897	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo «Stockbridge».
Apoyos y herrajes	
UNE-EN ISO 10684	Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente
UNE 207009	Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
UNE 207017	Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE 207018	Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE-EN 60652	Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 61284	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
UNE-EN ISO 1461	Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo
Especificación UNE 0059	Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para líneas eléctricas aéreas de distribución y líneas de telefonía.

Norma	Título
Aisladores	
UNE 21009	Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores
UNE-EN 61109	Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61467	Aisladores para líneas aéreas. Cadena de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para líneas de tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna.
UNE-EN 60305	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
UNE-EN 60372	Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.
UNE-EN 60383-1	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60383-2	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61211	Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.
UNE-EN 61325	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61466–1	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados
UNE-EN 61466–2	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
UNE-EN 62217	Aisladores poliméricos de alta tensión para uso interior y exterior. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
Pararrayos	
UNE 21087-3	Pararrayos. Parte 3: Ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.

Norma	Título
UNE-EN 60099-4	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin Arco de Cores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-5	Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.



Zaragoza, mayo de 2025

El Ingeniero Industrial
al servicio de SATEL

David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R

Colegiada COGITIM nº26693

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE
DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 66 KV SIMPLE CIRCUITO

MODIFICACION DE LA LÍNEA SAN MARTÍN-ALCUDIA 1

(TRAMO DE T-9 A SE DE SAN MARTIN)

DOCUMENTO 8

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº 8

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1 ANTECEDENTES.....	3
1.1 OBJETO	3
1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS.....	3
2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR	4
3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.....	5
3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.....	5
3.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIÓN	7
4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA.	8
4.1 SEGREGACIÓN	8
4.2 ALMACENAMIENTO	9
5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS	10
5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	10
5.2 RESIDUOS PELIGROSOS	11
6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN	12

1 ANTECEDENTES

1.1 OBJETO

El presente Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el Documento 1: Memoria del presente Proyecto de Ejecución.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- ✓ Apertura/condicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- ✓ Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones (Zanja en el caso de líneas subterráneas)
- ✓ Acopio de material necesario en las campas, armado e izado de los apoyos.
- ✓ Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- ✓ Tendido de conductores y cables de tierra
- ✓ Limpieza y restauración de las zonas de obra.
- ✓ Desmontaje de conductores y elementos auxiliares (herrajes, balizas, salvapájaros etc.)
- ✓ Desmontaje de apoyos.
- ✓ Picado de cimentaciones y retirada de puesta a tierra.

2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (Lista Europea de Residuos):

TIPO RESIDUO	CÓDIGO LER
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Excedentes de excavación	170504
Restos de hormigón	170101
Escombros	170106*/170107
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
Restos asimilables a urbanos	200301
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
Residuos WC químicos	200304
Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 150202*	150203
Residuos de pintura y barniz distintos de los especificados en el código 080111*	80112
Pinturas, tintas, adhesivos y resinas distintos de los especificados en el código 200127*	200128
RESIDUOS PELIGROSOS	
Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	150202*
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	80111*
Pinturas, tintas, adhesivos y resinas que contienen sustancias peligrosas	200127*
Aceites usados	13020*

Nota: La gestión de los equipos derivados del desmantelamiento de equipos pertenecientes a REE será llevada a cabo directamente por REE

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los

trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se puede producir algún otro residuo. Asimismo, la estimación de cantidades, que se incluye en el punto 6 del presente documento, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además, es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- Tierras de excavación:
 - ✓ Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.
 - ✓ Minimizar, desde la elección del trazado de la línea, la definición del tamaño de las campas y de accesos, los movimientos de tierras a llevar a cabo.
 - ✓ Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra en la medida de lo posible.

- Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:
 - ✓ Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
 - ✓ No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.

- ✓ Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
- ✓ Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible
- Residuos metálicos:
 - ✓ Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado.
- Aceites y grasas:
 - ✓ Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
 - ✓ Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
- Tierras contaminadas:
 - ✓ Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:
 - Mantener cerrados todos los recipientes que contengan sustancias peligrosas para el medio ambiente (desenconfante, aceites etc.)
 - Si fuera necesario el almacenamiento de combustibles, disponer de bandeja metálica.
 - Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
 - Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Disponer de absorbentes hidrófobos para la retención de goteos y pequeñas fugas.
- Residuos vegetales:
 - ✓ Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto.
 - ✓ Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios.
 - ✓ En los casos en los que sea posible (por su tamaño o después de haber sido triturados) los restos vegetales se incorporarán al terreno.

3.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIÓN

- Llevar a cabo un estudio y definir e identificar qué elementos son susceptibles de ser reutilizados.
- Llevar a cabo el desmontaje /demolición de forma gradual y selectiva.
- Desmontaje de los elementos reutilizables/reciclables en primer lugar, siempre que no tengan función de soporte.
- Desmontaje o derribo con técnicas y métodos que faciliten la selección in situ de los materiales, para facilitar un posterior reciclaje.

4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

4.1 SEGREGACIÓN

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

Se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

4.2 ALMACENAMIENTO

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, los residuos peligrosos y no peligrosos se almacenarán de forma separada.

Según el tipo de residuos, se podrán almacenar en la propia obra y cuando no sea viable se podrán almacenar en una instalación propia del contratista (siempre y cuando cuente con todos los permisos necesarios) o contratar los servicios de almacenamiento a un gestor autorizado.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 553/2020 , de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado y Ley 07/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento.
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales. (Normalmente no estarán ubicadas en obra).
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas..), papeles (sacos de mortero..) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en calles y zonas de policía.
- En el caso de desmantelamiento de apoyos, se evitarán los almacenamientos de chatarra que puedan dañar el entorno de la zona de obra.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar pequeñas cantidades de residuos en las campas de trabajo siendo estos trasladados a un almacén propiedad del contratista. No procede, por tanto, la inclusión de un plano con las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos. En los correspondientes Planes de Gestión de residuos de construcción y demolición que proporcionen los contratistas se deberá incluir la localización de los almacenes utilizados. En dichos planes también se incluirá la descripción de los contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.

5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

- RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.
- Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique el Ayuntamiento ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios.

Según el caso y si el tamaño lo permite (si es necesario se procederá a su trituración) los restos se incorporarán al suelo.

Si ninguna de las opciones anteriores es posible, se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

- Excedentes de excavación, como ya se ha comentado tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.
- Escombros, y excedentes de hormigón: Gestión en vertedero autorizado. Si es factible, los restos de hormigón se llevarán a una trituradora de áridos para su reutilización.
- Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones. **(La chatarra resultante del desmantelamiento de instalaciones será gestionada por el contratista según se indique en las condiciones generales de contratación).**

5.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Los residuos peligrosos asociados a equipos desmantelados propiedad de REE, serán gestionados directamente por REE.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el **Plan de gestión de residuos de construcción** se

reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho Plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de “Gestión de residuos generados en las obras de construcción” que incluirá las cantidades de residuos generadas según su tipo, destino y fecha de gestión.

Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de Control y Seguimiento (Residuos peligrosos).
- Notificaciones de traslado (Residuos peligrosos).
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.

6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En el cuadro que se muestra a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y además las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidades	estimados de gestión (€)
Excedentes de excavación	170504	795,65	m ³	2148,27
Restos de hormigón	170101	1,54	m ³	12,42
Escombros	170107	11,40	m ³	87,78
Mezcla bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	170301/170302/17030	0,00	m ³	0,00
Papel y cartón	200101	0,60	kg	0,01
Maderas	170201	8,86	kg	0,22
Plásticos (envases y embalajes)	170203	171,00	kg	9,41
Chatarras metálicas	170405/170407/ 170401/170402	15,80	kg	0,09
Restos asimilables a urbanos	200301	80,83	kg	0,12
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos(Si segregan)	150102/150104/ 150105/150106	121,25	kg	0,18
Trapos impregnados	150202*	0,04	kg	0,04
Tierras contaminadas	170503*	0,01	m ³	1,45
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	0,53	kg	0,64
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	110,54	kg	1,44
Residuos WC quimicos	200304	135,00	día	584,55
Total			€	2846,61



Zaragoza, mayo de 2025

El Ingeniero Industrial
al servicio de SATEL

David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R