



PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

L/220 kV ST TARACENA – AP 56

Término Municipal de Guadalajara

(Provincia de Guadalajara)

Firmado por
BLAZQUEZ GARCIA
MARIA INMACULADA
- ***8527** el
día 27/06/2023
con un
certificado
emitido por AC
FNMT Usuarios

osprel



COLEGIO DE
INGENIEROS
DEL ICAI



VISADO

VISADO: 0454/23 - Fecha: 28/6/2023
Documento sellado con firma electrónica

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

ANEXO N°1: CÁLCULOS

ANEXO N°2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO N°3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°4: PLANOS

DOCUMENTO N°5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N°6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO N°7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO N°8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

ÍNDICE

1.	Antecedentes y Finalidad	3
2.	Objeto	4
3.	MODIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
4.	Normativa Aplicable	5
4.1.	Normativa del Sector Eléctrico.....	5
4.2.	Normativa Ambiental	6
5.	Titular de la Instalación	7
6.	Descripción del Trazado	8
6.1.	Descripción del Trazado Aéreo de la Línea	9
6.2.	Descripción del Trazado Subterráneo de la Línea.....	10
7.	Características de la Línea	12
7.1.	Características Generales de la Línea Aérea	12
7.2.	Características de los Materiales del Tramo Aéreo	13
7.3.	Características Generales de la Línea Subterránea.....	21
7.4.	Características de los Materiales del Tramo Subterráneo	22
8.	Cronograma de Ejecución.....	29
9.	Cruzamientos.....	31
9.1.	Normas Aplicables a líneas aéreas.....	31
9.2.	Normas Aplicables a líneas subterráneas	36
9.3.	Resumen de Distancias	42
9.4.	Relación de Cruzamientos, Paralelismos y Organismos Afectados	45
10.	Organismos Afectados	46
11.	Conclusión	47

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD

El Proyecto Básico Administrativo inicial fue firmado el pasado 21 de diciembre de 2020 por el técnico competente D^a: María Inmaculada Blázquez García con número de visado del proyecto 0648/20.

Dicho Proyecto Básico Administrativo, junto con sus infraestructuras asociadas dentro del mismo expediente, fue presentado ante la Secretaría de Estado de Energía de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la transición Ecológica y el Reto Demográfico el 27 de abril de 2021, con subsanación posterior el 26 de mayo de 2021. Con fecha 8 de junio de 2021, la Dirección General de Política Energética y Minas otorga acuerdo de acumulación conjunta relativa de los expedientes de Autorización Administrativa Previa. Con fecha 18 de febrero de 2022 se inició el proceso de Información Pública y de consultas a organismos.

Una vez finalizado el proceso de Información Pública y Consultas a Organismos, se han recogido las distintas alegaciones/informes presentados por los agentes afectados e interesados. El resultado de este procedimiento de Información Pública y consultas a organismos ha sido el otorgamiento de la Declaración de Impacto Ambiental (“DIA”) por parte de la Subdirección General de Evaluación Ambiental del MITERD publicada en el Boletín Oficial del Estado en fecha 10 de marzo de 2023, que ha resultado favorable con condicionantes, y, en consecuencia, se ha procedido a adaptar el proyecto de la Línea para dar respuesta a los condicionantes indicados en la DIA.

Posteriormente, con fecha 5 de junio de 2023, se le otorgó Autorización Administración Previa a la sociedad Acequia Solar, S.L., para la instalación fotovoltaica Acequia Solar y sus infraestructuras de evacuación, dentro de las cuales se encuentra la L/220 kV SET Taracena – AP 56.

2. OBJETO

El motivo de la redacción del presente Proyecto Oficial de Ejecución es recoger todas las modificaciones necesarias en el Proyecto Básico Administrativo L/220 kV SET Taracena – AP 56, en el término municipal de Guadalajara (Guadalajara) para adaptar el Proyecto Oficial de Ejecución a los condicionantes impuestos en la DIA o aceptados por parte del Promotor durante el procedimiento de información pública, en este caso relacionados con el soterrado de parte del trazado de la línea.

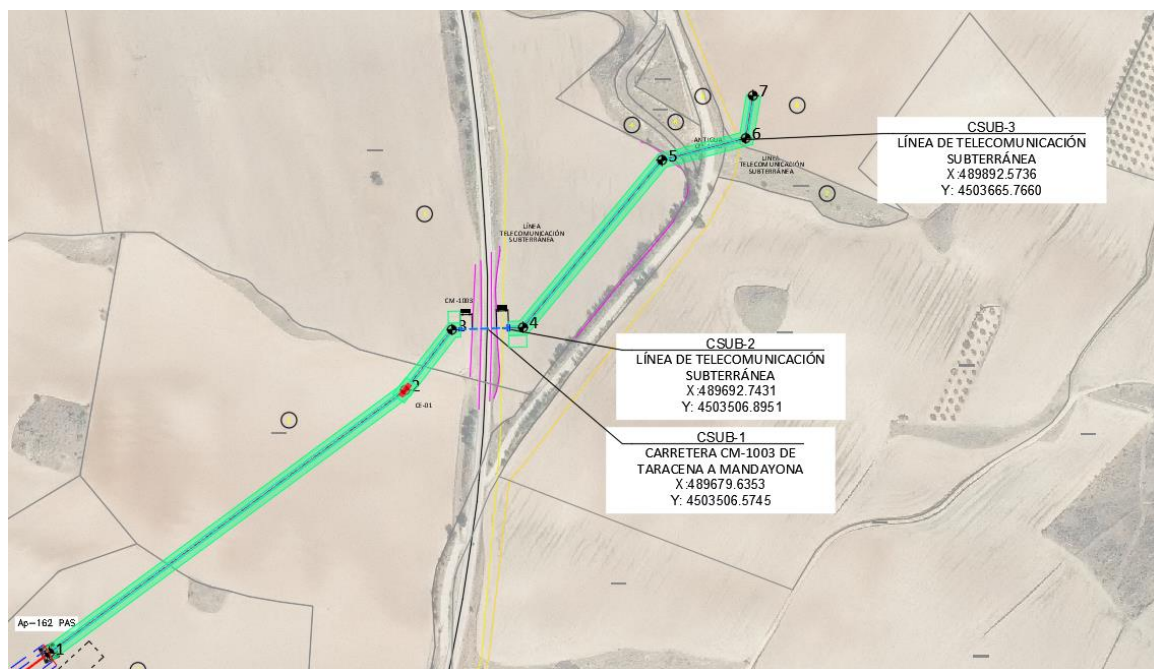
Se ha adaptado el Proyecto Oficial de Ejecución de la línea de evacuación de 220 kV, de forma que pasa de ser aérea en su totalidad a dividirse en dos tramos: uno aéreo y otro soterrado.

Por último, el objeto del presente proyecto es solicitar la modificación de la Autorización Administrativa Previa, la Autorización Administrativa de Construcción, así como la Declaración, en concreto, de Utilidad Pública del circuito 2 descrito.

3. MODIFICACIÓN DEL PROYECTO

La modificación del diseño del proyecto se adapta a los siguientes condicionantes indicados en la DIA o aceptados por parte del promotor durante el procedimiento de Información Pública:

Se soterra la mayoría del trazado (791 m) con el fin de cumplir con lo solicitado por la Dirección General de Biodiversidad de Castilla-La Mancha, tal y como se muestra en la siguiente figura:



En el trazado soterrado se realizan dos modificaciones de la traza: una con el objetivo de cumplir con los requerimientos de la Dirección General de Carreteras de la Junta de Castilla-La Mancha en el cruzamiento con la carretera (carretera CM-1003 que se cruza con una perforación dirigida horizontal) y otra con el objetivo de salvar una línea telefónica enterrada detectada en las cercanías de la subestación.

Se incorpora un nuevo apoyo, el 162 PAS, ubicándose a 100 metros del apoyo 56.

4. NORMATIVA APLICABLE

Se aplicarán las normas citadas en los documentos que conforman el presente proyecto. Asimismo, se tendrán en cuenta las actualizaciones posteriores a dichas normas y que sean aplicables a este proyecto.

4.1. NORMATIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO

- Ley 24/2013, que tiene por objeto establecer la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica, y de adecuarlo a las necesidades de los consumidores en términos de seguridad, calidad, eficiencia, objetividad, transparencia y al mínimo coste.
- 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
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
- 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.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

4.2. NORMATIVA AMBIENTAL

La necesidad de realización del Estudio de Impacto Ambiental de este proyecto queda supeditada al Procedimiento de Evaluación de impacto ambiental ordinario para la formulación de la declaración de impacto ambiental de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificado por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre.

5. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El titular de la instalación objeto del presente proyecto es:

Promotor	CIF	Planta de generación fotovoltaica
Acequia Solar, S.L.	B88498969	Acequia Solar
Vega Solar, S.L.	B88498902	Vega Solar

Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºD - 28016 Madrid, España

Teléfono: 910059775

Email: alcala2@ignis.es

A efectos de notificaciones, el interlocutor será:

IGNIS DESARROLLO S.L.

C.I.F.: B- 87973327

Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºD - 28016 Madrid, España

Teléfono: 910059775

Email: alcala2@ignis.es

6. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

La línea objeto del presente proyecto de simple circuito, a la tensión de 220 kV, tiene su origen en la subestación de Taracena 30/220 kV, situada en el término municipal de Guadalajara (Guadalajara) hasta el apoyo 56 entronque, perteneciente al proyecto “L/220 kV AP 56 – SET Alcalá II colectora” situado en el término municipal de Guadalajara (Guadalajara).

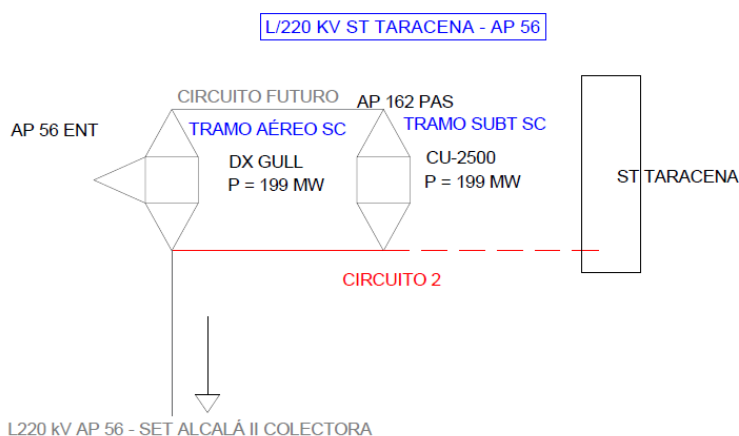
El apoyo 162 PAS estará preparado para albergar un posible circuito futuro, por lo que en el actual proyecto únicamente estará tendido el **circuito 2**. En este proyecto, ese circuito no se tendrá en cuenta para los cálculos ni presupuesto, siendo alcance de este proyecto únicamente el **circuito 2**, con origen en la SET Taracena hasta el apoyo 56 entronque.

Esta línea tiene una longitud total de **0,891 km**, dividida en **0,1 km** en aéreo y **0,791 km** en soterrado. Está distribuida de la siguiente manera:

- **Tramo aéreo:** 100 metros, desde los apoyos 56 ENT hasta el apoyo PAS 162.
- **Tramo subterráneo:** 791 metros, desde el apoyo PAS 162 hasta la ST Taracena.

Para una mejor comprensión de los tramos, se incluye la siguiente tabla resumen y el siguiente esquema:

DISPOSICIÓN	DESCRIPCION	Nº CIRCUITOS	TENSIÓN	LONGITUD (m)
Aéreo	PAS 162- AP 56 ENT	1C	220 kV (C2)	100
Subterráneo	PAS 162– ST TARACENA	1C	220 kV (C2)	791



La línea discurre en su totalidad por el término municipal de Guadalajara (Guadalajara).

6.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO AÉREO DE LA LÍNEA

La línea aérea tiene su origen el apoyo 56 ENT, perteneciente al proyecto “L/220 kV AP 56 – SET Alcalá II colectora” situado en el término municipal de Guadalajara (Guadalajara) y discurre a través de 1 alineación y 1 apoyo, hasta el apoyo PAS 162, situado en el término municipal de Guadalajara (Guadalajara).

Tiene una longitud de 100 metros, y discurre en su totalidad por el término municipal de Guadalajara, perteneciente a la provincia de Guadalajara.

6.1.1. ALINEACIONES Y TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

A continuación, se muestra el municipio por el que discurren las distintas alineaciones de la línea aérea.

Provincia: Guadalajara

Término municipal	Guadalajara
Apoyos	PAS 162 -AP 56 ENT

En la siguiente tabla se presentan las alineaciones de la línea objeto del presente Proyecto, junto con sus características fundamentales:

- Apoyos inicial y final
- Ángulo con siguiente alineación en grados sexagesimales
- Longitud en metros

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Angulo con la siguiente alineación (g)	Longitud (m)
1	PAS 162	56 ENT	-	100,3

6.1.2. COORDENADAS DE LOS APOYOS

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los apoyos de la línea aérea (Zona 30N UTM):

Nº Apoyo	Denominación	Función	Ángulo (º)	Vano posterior (m)	X _{UTM}	Y _{UTM}	Z _{UTM}
*56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC	ANCLAJE - ENTRONQUE	0	100,3	489229,46	4503173,25	751,45

PAS 162	IC-70000E-20-PAS	FIN DE LÍNEA - PAS	0	0	489310,13	4503232,86	741,07
---------	------------------	--------------------	---	---	-----------	------------	--------

**El apoyo 56 ENT (IC-70000E-20-N1334E90-ANC) no pertenece a este proyecto, pertenece al llamado “L/220 kV AP 56 – SET Alcalá II colectora”.*

6.2. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA

La línea subterránea tiene una longitud total de 0,791 km, dividida en un único tramo:

- TRAMO 1 SUBTERRÁNEO: 791 metros, en planta. Discurre entre el apoyo PAS 162 y la subestación Taracena, en el término municipal de Guadalajara (Guadalajara).

Por tanto, dentro de las longitudes anteriores, no se incluye lo siguiente:

- 20 metros de bajada de cable desde el soporte del terminal de transición aéreo subterráneo en los apoyos: PAS 162

El trazado de la línea subterránea tendrá una (1) perforación dirigida, con la siguiente longitud:

- Primera perforación dirigida, PD-1 a PD-2: 60 metros, para el cruce con la carretera CM-1003

El detalle del recorrido de la línea subterránea se especifica en el documento “Planos” del presente Proyecto.

6.2.1. COORDENADAS DE LOS VÉRTICES Y POZOS DE PERFORACIÓN DIRIGIDA

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los vértices de los tramos de línea subterránea (Zona 30N UTM):

Vertice Nº	POZO DE PERFORACIÓN DIRIGIDA	Coord Xutm	Coord Yutm
1		489310,13	4503232,86
2		489610,41	4503454,64
3		489649,92	4503505,66
	PD-1	489649,92	4503505,66
	PD-2	489709,86	4503507,50
4		489709,86	4503507,50
5		489827,14	4503648,72
6		489897,88	4503667,20
7		489903,91	4503703,15

6.2.2. COORDENADAS DE LAS CÁMARAS DE EMPALME

Se ha proyectado un total de 1 cámara de empalme, y en la siguiente tabla se recogen las coordenadas de esta y los tramos subterráneos en la que se sitúa:

Tramo LSAT	Cámara de empalme	XUTM	YUTM
TRAMO 1	1	489610,407	4503454,644

7. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AÉREA

Los tramos aéreos de la línea objeto del presente Proyecto tiene como principales características las siguientes:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	220
Tensión más elevada de la red (kV)	245
Categoría.....	Especial
Nº de circuitos	1
Número de cables de fibra óptica	2
Tipo de cable de fibra óptica	OPGW 64k78 (7540)
Número de apoyos.....	1
Longitud total tramos aéreos (m)	100
Provincias afectadas	Guadalajara
Zona de aplicación	ZONA B
Nivel de contaminación	IV
Tipo de aislamiento.....	Vidrio
Apoyos	Torres Metálicas de Celosía
Cimentaciones	Tetrabloque, cilíndricas con cueva
Puesta a tierra (no frecuentados)	Grapa de conexión, conductor de cobre y pica de puesta a tierra
Puesta a tierra (frecuentados – tipo PAS)	Anillo cerrado de acero descaburado

Tramo SC Aéreo:

Nº de circuitos	1
Temperatura máxima considerada a efectos de flecha máxima (°C)	85
Longitud (m).....	100
Origen	AP 56 ENT
Fin	PAS 162
Nº de conductores aéreos por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-380 GULL
Potencia máxima de diseño por circuito (MW)	199
Potencia máxima de transporte por circuito (MVA)	542,61

Potencia máxima de transporte verano por circuito (MVA)	588,34
Potencia máxima de transporte invierno por circuito (MVA)	802,5

7.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL TRAMO AÉREO

7.2.1. CONDUCTORES

El conductor a emplear en la construcción de la línea será de aluminio y acero recubierto de aluminio. A continuación, se definen sus principales características:

Tipo	GULL-ACSR-AW
Material	Aluminio – Acero recubierto
Diámetro (mm)	25,38
Sección total (mm ²)	381
Peso (daN/m)	1,254
Carga de rotura (daN)	10.900
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	4.910
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	23·10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica con cc a 20°C (Ω/Km)	0,0857
Composición	54 + 7

7.2.2. CABLE DE FIBRA ÓPTICA

El cable de tierra compuesto de fibra óptica OPGW a utilizar en la construcción de la línea tendrá las siguientes características:

Denominación	OPGW 64k78 (7540)
Nº de fibras	48
Corriente máxima de falta 2s (kA)	151
Sección total (mm ²)	143,7
Diámetro total (mm)	16,4
Peso del cable (kg/m)	0,773
Carga de rotura (kg)	11,390
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	11,410
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	14,8·10 ⁻⁶

7.2.3. AISLADORES

Se utilizarán cadenas de aislamiento de vidrio compuestas por aisladores tipo U160BS, para ambos circuitos,

Denominación.....	U160BSP
Paso (mm).....	146
Diámetro (mm)	320
Línea de fuga (mm)	550
Carga mecánica (daN).....	16,000
Unión normalizada IEC-60120	20
Tensión soportada a 50 Hz bajo lluvia (kV)	55
Tensión soportada Impulso tipo rayo en seco (kV)	140
Peso neto aproximado (kg).....	8,3

7.2.4. HERRAJES

En el Documento “Planos” del presente proyecto, se muestra en detalle las siguientes cadenas de aislamiento que contienen los siguientes herrajes:

- **HERRAJES DEL CONDUCTOR**

Los herrajes serán de acero galvanizado en caliente, y estarán adecuadamente protegidos frente a la corrosión. Éstos cumplirán lo indicado en la norma UNE 21 006.

DX GULL:

La cadena de suspensión tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Anilla de bola de protección
- Rótula horquilla N20 AE
- Yugo triangular N20
- Horquilla revirada N20 AE
- Grapa de suspensión armada
- Aislador de cadena

La carga de rotura mínima de la cadena de suspensión es 12.000 daN.

La cadena de amarre tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Eslabón N36
- Yugo triangular N36
- Horquilla bola de protección N20
- Rótula Horquilla N20 AE

- Yugo separador N20
- Horquilla revirada N20 AE
- Tensor de corredera N20
- Grillete normal N20 AE
- Raqueta de protección
- Grapa de amarre a compresión AE
- Aislador cadena de vidrio

La carga de rotura mínima de la cadena de amarre es 32.000 daN.

- **HERRAJES DEL CABLE DE OPGW**

Los herrajes del cable de cable OPGW 64k78 (7540) pueden ser de suspensión o de amarre. En el caso de amarre pueden ser de amarre bajante o de amarre pasante.

Las cadenas de suspensión están compuestas por los siguientes elementos:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Grapa de suspensión armada
- Manguito
- Varillas de grapa
- Grapa de conexión paralela
- Grapa de conexión a torre
- Tapón terminal

La carga de rotura mínima de la cadena de suspensión es de 5.000 daN,

Las cadenas de amarre bajante están compuestas por los siguientes elementos:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Tensor de corredera
- Guardacabos
- Retención preformada
- Empalme de protección
- Grapa de conexión a torre

La carga de rotura mínima de la cadena de amarre bajante es de 12.000 daN.

Las cadenas de amarre pasante están compuestas por los siguientes elementos:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Tensor de corredera
- Guardacabos
- Empalme de protección
- Retención de anclaje
- Grapa de conexión a torre

La carga de rotura mínima de la cadena de amarre pasante es de 12.000 daN

7.2.5. EMPALMES

Los separadores se utilizan para mantener las distancias entre conductores de una misma fase o subconductores del circuito, y garantizarán un perfecto servicio sobre cualquier condición climática. Responderán a lo reseñado en la UNE-EN 61 854:1999.

El separador ha de ofrecer, bajo las condiciones de servicio especificadas, entre otros, los siguientes requisitos:

- Mantener la separación entre subconductores en el lugar de aplicación del separador.
- Estar adaptados para su instalación fácil y segura evitando daños en los subconductores.
- Asegurar que los diferentes conductores no se aflojarán en servicio.
- Elasticidad para absorber las deformaciones por vibración, alteraciones del conductor por cortocircuito, cargas desequilibradas por formación de manguitos de hielo, etc.
- Ausencia de arcos debido a la continuidad eléctrica entre los elementos que la componen.
- Ausencia de efluvios y de perturbaciones.

Se instalarán separadores amortiguadores para una distancia fija entre conductores de 400 mm. Se trata de un separador lineal de cuerpo compuesto de material ligero resistente a la corrosión al igual que el componente elástico del mismo. Los tornillos de fijación de las grapas serán de acero galvanizado. En el interior de las mordazas del separador, y en contacto con el conductor, existe un inserto de neopreno que lo protege y actúa como absorbente de los movimientos de los conductores de las fases. Las mordazas se aprietan sobre el conductor utilizando un tornillo. El par de apriete será especificado por el fabricante.

Los separadores serán de aleación de aluminio.

7.2.6. BALIZAS

Su función consiste en hacer más visibles los cables de tierra. Se colocarán para señalar la presencia de tendidos eléctricos en zonas con mayor densidad de tráfico aéreo, siguiendo los criterios siguientes:

- En vanos de cruce con autopistas y autovías, para prevenir accidentes de helicópteros que las recorren. Se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo.
- En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico aéreo se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 m. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo, quedando separadas en este caso 60 m. en cada hilo de tierra. En cualquier caso se cumplirá lo que especifique la autoridad en materia de navegación aérea.

7.2.7. PUESTA A TIERRA

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados en este proyecto, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Para el diseño de la puesta a tierra se tendrá en cuenta el efecto de los cables de tierra a lo largo de la línea

Para poder identificar los apoyos en los que se deben garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en el aptdo. 7.3.4.2 del ITC 07 se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación:

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

El apoyo de la línea cumple las condiciones de Frecuentados.

Por tanto, en este caso los apoyos no frecuentados con cimentación tipo patas separadas tendrán una puesta a tierra en cada pata mediante grapa de conexión, conductor de cobre y pica de puesta a tierra. El sistema de puesta a tierra se muestra detallado en el documento Planos.

Los apoyos tipo PAS, también con cimentaciones tetrabloque, tendrán una puesta a tierra con anillo cerrado de acero descaburado.

7.2.8. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según fabricante y el año de fabricación.

La placa de señalización de "riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura visible y legible desde el suelo, pero suficiente para que no pueda ser retirada desde el suelo (aprox. 4 m).

7.2.9. AMORTIGUADORES

En general, tal como expone el apdo. 3.2.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT, se recomienda que la tracción a temperatura de 15°C no supere el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

Será preciso un estudio de amortiguamiento que se solicitará al fabricante de los mismos para determinar el número real de amortiguadores y la colocación exacta de estos.

7.2.10. DISPOSITIVOS SALVAPÁJAROS

Según el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de Alta Tensión en su artículo 7 relativo a medidas de prevención contra colisión, se establece que los nuevos tendidos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma. Se han de colocar en los cables de tierra y si éstos no existiesen, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, y se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm.

Se estima la utilización de balizas salvapájaros de dos tipos:

- Tipo BAGTR: para las zonas con presencia de aves crepusculares o identificadas como alto riesgo de colisión.
 - Instalación manual o semiautomática mediante máquina sobre el cable de tierra.
 - Cadencia: cada 5 metros en un cable de tierra único y cada 10 metros alternos cuando la línea disponga de dos cables de tierra.
- Tipo BESP: para el resto de las zonas en las que sea necesario aplicar esta medida.
 - Modelo helicoidal de doble empotramiento (amarillo o naranja).
 - Instalación manual.
 - Cadencia: cada 5 metros entre extremos del dispositivo en un cable de tierra único y cada 10 metros alternos cuando la línea disponga de dos cables de tierra.

En el Documento Planos se mencionan las características de los salvapájaros descritos.

El tipo de dispositivos salvapájaros, su ubicación, el número total y su colocación definitiva será confirmado en el Estudio de Impacto Ambiental.

7.2.11. APOYOS Y CIMENTACIONES

Los apoyos que se van a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía de las series ICÁRO ESPECIAL del fabricante IMEDEXSA, o similar. La configuración de los apoyos para la línea aérea del presente proyecto será en doble bandera. Esta configuración facilita el respeto de distancias eléctricas y los cruzamientos con otras líneas de tensión.

Los apoyos seleccionados están contruidos con perfiles angulares totalmente atornillados, con el cuerpo formado por tramos tronco-piramidales de sección cuadrada con extensiones de 3 ó 5 m de altura hasta conseguir la altura útil deseada.

Todos los apoyos dispondrán de una doble cúpula para instalar los cables de fibra óptica por encima de los conductores. Las geometrías básicas de los apoyos pueden consultarse en el documento Planos.

Las cimentaciones serán de patas separadas, tetrabloque y tipo circular con cueva para todos los apoyos de la línea, Las características dimensionales de las cimentaciones para cada tipo de apoyo pueden consultarse en el documento Anexo1, Cálculos.

Nº	Denominación	H (m)	Hu (m)	b (m)	a (m)	c (m)	d-e (m)
*AP 56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC	20	20	5,8	6+6	6+6	6.2-3.5
PAS 162	IC-70000E-20-PAS	20	20	5,3+5,8	5+6+7	5+6+7	6.2-3.5

**El apoyo 56 ENT (IC-70000E-20-N1334E90-ANC) no pertenece a este proyecto, pertenece al llamado “L/220 kV AP 56 – SET Alcalá II colectora)”.*

7.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Estas son las características generales de la línea subterránea:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	220
Tensión más elevada de la red (kV)	245
Número de circuitos	1
Categoría	Especial
Longitud total subterráneo (km)	0,791
Provincias afectadas	Madrid
Número de cables de fibra óptica	1
Tipo de cable de fibra óptica	PKP 48
Tipo de instalación	Canalización tubular hormigonada
Disposición de los cables	Simple circuito
Anchura de la zanja	0,8 m
Profundidad de la zanja en terreno de cultivo	1,8 m
Profundidad de la zanja en camino de tierra	1,45 m

Tramo SUBTERRÁNEO SC

Longitud (m)	791
Anchura de la zanja (m)	0,8
Tipo de puesta a tierra	Mid-Point
Origen	PAS 162
Final	ST TARACENA
Tipo de conductor subterráneo	RHZ1-RA+2OL(AS) 127220 kV 1x2500 M+T375Al
Potencia a transportar (MW)	199
Potencia máxima de transporte (MVA)	500

Longitud (m) / Puesta a tierra de SUBTERRÁNEO tramo subterráneo 791/ Mid-Point

7.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

7.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE

A continuación, se definen las principales características del conductor de fase subterráneo:

El cable propuesto es un cable de 220 kV con denominación REE RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados)

Es un cable de cobre 127/220 kV de 1x2500 mm² de sección, con aislamiento XLPE, pantalla con cubierta metálica lisa de aluminio con sección de 379,8 mm², con una cubierta exterior de poliolefina (PO) DMZ 2 con capa semiconductora de recubrimiento extruido. A continuación, se definen las principales características del cable:

Denominación.....	REE RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados)
Tensión nominal del cable (kV).....	127/220
Tensión más elevada en el cable (kV)	245
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV)	1050
Temperatura máxima del conductor (en servicio normal)	90°C
Temperatura máxima del conductor (en cortocircuito)	250°C
Diámetro del conductor (mm)	67,5
Sección del conductor.....	2500 mm ² Cobre
Resistencia del conductor cc a 20°C (Ω/km).....	0,0072
Aislamiento	XLPE
Pantalla	Cubierta metálica lisa de aluminio
Sección de la pantalla (mm ²)	379,8
Resistencia de la pantalla cc a 20°C (Ω/km)	0,07478
Diámetro nominal exterior (mm).....	125,8
Peso aproximado del cable (kg/km)	31,259
Esfuerzo máximo de tiro (daN)	15000

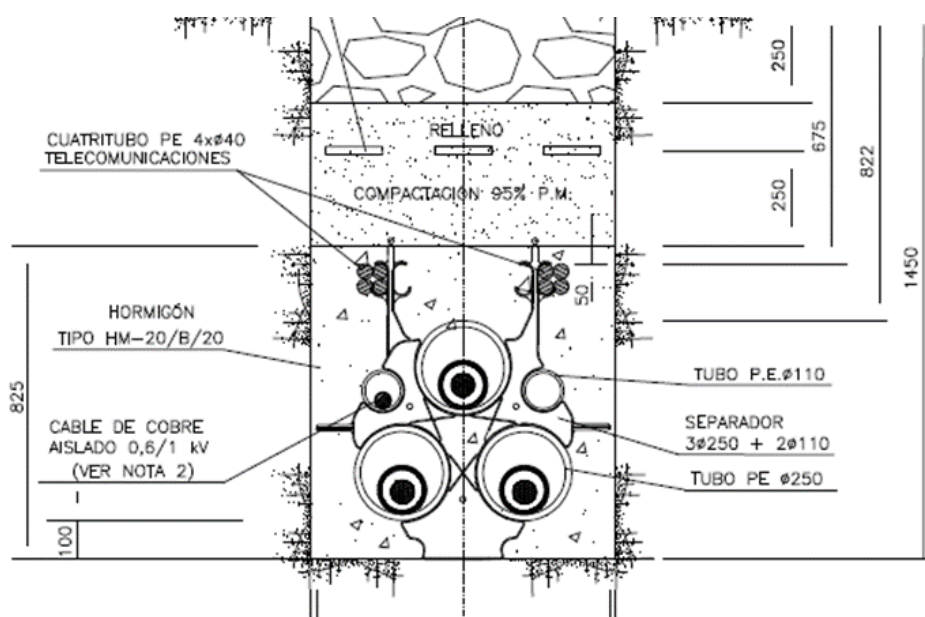
7.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

La canalización de la línea se realizará en configuración de tresbolillo, bajo tubo hormigonado (hormigón HM-20/B/20) de 250 mm de diámetro. Se incluyen unas canalizaciones de tubo de plástico de 110 mm de diámetro para la configuración de puesta a tierra “Single-Point”.

Se enterrarán una distancia tal que el exterior del tubo superior se encuentre a una distancia de la superficie de 0,82 metros y el exterior del tubo inferior se encuentre a 1,35 metros de profundidad. La disposición relativa de los tubos se especifica en la figura.

La puesta a tierra sigue el sistema “Single-Point” a fin de mejorar la ampacidad del conductor.

Se señalizará todo el recorrido mediante cintas de señalización. Se rellenarán las capas superiores de la forma que se indica en la figura atendiendo a la colocación de los cables de comunicaciones.



7.4.3. TIPO DE CONEXIÓN PARA PUESTA A TIERRA

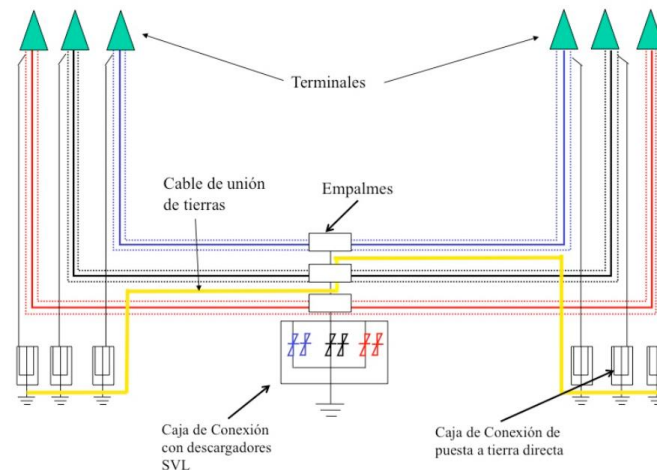
Los conductores disponen de una pantalla sobre la que se inducen tensiones, por lo que es necesario un sistema de conexión de puesta a tierra. En el caso de la presente línea se ha optado por el sistema Mid-Point – Bonded en la última parte, ya que se trata de poca longitud.

Este método consiste en conectar las pantallas de los cables a tierra en un punto medio de la línea para aumentar su ampacidad.

Así, el cable está conectado a tierra en un punto medio de la ruta y aislado de tierra mediante SVL en el punto de empalme. De esta manera se dobla la longitud de la ruta respecto al sistema de conexión Single – Point.

Como ventajas de este tipo de puesta a tierra, se pueden señalar:

- Sistema de conexión sencillo y de poco coste
- En régimen de servicio continuo, las tensiones de las pantallas entre sí y respecto de tierra son pequeñas debido a la longitud de la línea, se eliminan las corrientes que debido a la inducción puedan circular por la pantalla y aumenten la temperatura de operación del cable a niveles peligrosos.



7.4.4. LIMITADORES DE Tensión (SVL)

Cuando el sistema de puesta a tierra lo precise, se instalarán limitadores de tensión de óxido de cinc, dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito. Deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles. Se dimensionarán de acuerdo con las condiciones de la instalación a proteger, y cumplirán con los requisitos indicados en la norma UNE-EN 60099-4.

El cálculo referente a los limitadores de tensión se puede encontrar en el Anexo 3 de Cálculo.

7.4.5. CAJAS DE CONEXIÓN TRIPOLARES DE PUESTA A TIERRA

Las cajas de conexión serán de dos tipos, enterradas y tipo intemperie, estas últimas alojarán los descargadores de sobretensión, asociados al sistema de puesta a tierra.

Las tapas serán de acero inoxidable y garantizarán un grado de protección mínimo IP 58 para las cajas de tipo intemperie e IP 68 para cajas enterradas.

7.4.6. CAJAS DE CONEXIÓN UNIPOLARES DE PUESTA A TIERRA

Las cajas de conexión serán de tipo intemperie, y alojarán los descargadores de sobretensión, asociados al sistema de puesta a tierra.

Las tapas serán de acero inoxidable y garantizarán un grado de protección mínimo IP 58 para las cajas de tipo intemperie e IP 68 para cajas enterradas.

7.4.7. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR DE FIBRA ÓPTICA SUBTERRÁNEO

El cable de fibra óptica será de tipo OPSYCOM PKP de 48 fibras y estará constituido por un núcleo de fibra de vidrio, en donde se soportarán los cables de fibra óptica.

Contará con cubierta de polietileno de baja densidad de mínimo 0,8 mm de espesor. El cable está reforzado con hilos de poliamida y con una cubierta de polietileno de baja densidad mínimo de 1,5 mm de espesor.

7.4.8. EMPALMES

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

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

Los empalmes y terminales no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable, debiendo cumplir las siguientes condiciones básicas:

- La conductividad del empalme o terminal deberá ser igual o superior a la de un solo conductor de la misma longitud.
- El aislamiento ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio del cable.
- El empalme o terminal debe estar protegido para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- El empalme o terminal debe resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, sí como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.
- Los empalmes y terminales serán premoldeados o preformados y ensayados en fábrica según especificaciones. En el caso de encontrarse con un nivel de tensión de 45, los empalmes y terminales serán preferentemente contráctiles en frío o deslizantes, serán totalmente secos,

no admitiéndose ningún tipo de aceite aislante entre el elemento de control de campo y la envolvente exterior.

7.4.9. CÁMARAS DE EMPALME

Las cámaras de empalme serán prefabricas de hormigón armado y deberán ir colocadas sobre una losa de hormigón armado nivelada con las características definidas en el plano correspondiente.

Una vez colocada la cámara en su sitio se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara. Una vez embocados los tubos se procederá a su sellado.

Una vez cerrada la tapa de la boca de tendido y antes de rellenar el espacio entre la cámara y el terreno con hormigón de limpieza, habrá que rellenar los huecos libres entre el tubo de ayuda al tendido y el pasamuros con lana de roca y posteriormente mortero, para evitar que el hormigón se una a la tapa de la boca de tendido, inutilizándola.

Para finalizar estas tareas se rellenará el espacio entre la cámara y el terreno con un hormigón de limpieza tipo HM-12,5 hasta una cota de 300 mm por debajo de la cota del terreno.

7.4.10. TERMINALES DE EXTERIOR (TRANSICIÓN AÉREO – SUBTERRÁNEO)

Los terminales de exterior serán de composite y para una tensión de 220 kV nominales. Estos terminales tienen el aislador de composite de pedestal anclado a una base metálica de fundición que a su vez está soportada por una placa metálica. Estos terminales se colocarán en el apoyo PAS y en la SET Taracena.

El arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador. El aislador se rellena de aceite de silicona, que no requiere un control de la presión de este.

Se utilizarán manguitos de conexión a presión diseñada para resistir esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento habitual y los eventos de cortocircuito.

Esta descripción no corresponde a un tipo de terminal específico, en el momento de la construcción los terminales se determinarán en función de las ofertas reales del fabricante que cumplan con los requisitos de diseño.

7.4.11. AUTOVÁLVULAS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones de origen atmosférico, se instalará una autoválvula o pararrayos en cada uno de los extremos de los cables unipolares. Estos elementos se dispondrán entre el tramo aéreo y el terminal.

Serán de óxido de cinc, como elemento activo, y en cada uno de los pararrayos instalados se dispondrá un cable de puesta a tierra aislado independiente en el que se instalará un contador de descargas.

La conexión a tierra del pararrayos no podrá efectuarse a través de la estructura del propio apoyo, sino que dispondrá de una línea de tierra propia.

7.4.12. PERFORACIÓN DIRIGIDA

Los cruzamientos con carreteras, ríos, vías de tren, etc, que no permitan la apertura de zanja a través de ellos, se emplearán el método de la perforación dirigida, que consiste en un topo que realiza una excavación parabólica bajo el cruzamiento a realizar.

Podrán realizarse perforación mediante tubos independientes para cada conductor o bien una vaina de polietileno de alta densidad que agrupe varios conductores.

La perforación subterránea horizontal dirigida sustituye la apertura de zanjas en aquellos ámbitos en los que no sea una opción viable, Se trata de un método rápido, limpio y ecológico.

Anterior al trabajo en campo, debe realizarse un estudio previo, El diseño del trabajo debe ser preciso para la elección de la máquina y útiles adecuados para cada obra, Así pues, es necesario realizar una topografía exacta de la zona de trabajo y una investigación geológica con sondeos de recuperación de testigo continuo para determinar el terreno a perforar.

Una vez en campo, la primera operación a realizar es la construcción del pozo de trabajo con unas dimensiones que dependerán del espacio de trabajo, del diámetro del tubo de revestimiento y de la máquina perforadora a emplear, entre otros, Las dimensiones se medirán desde el eje de la conducción, donde se ubicará la maquinaria de perforación, Los laterales de este pozo se deberán hormigonar o entibar o ataluzar si la profundidad de este, o las condiciones del terreno, así lo exigiesen.

Se deberá realizar una solera para que la máquina perforadora quede asentada bien en el suelo y así evitar el error que pudiera implicar el movimiento de la perforadora (debido a terrenos poco compactos, posibles vibraciones, niveles freáticos...)

En la cara posterior del pozo, visto éste en el sentido de avance, se deberá cuidar la perpendicularidad del eje, y si por la longitud y el diámetro del paso fuese necesario, se construirá un muro de reacción para soportar el empuje máximo a realizar, Una vez instalada la máquina en el pozo de trabajo y comprobadas la línea y cota, se procederá a la bajada del primer tubo de acero, con una longitud habitual de 6 metros, que aloja en su interior la broca de corte y los sinfines de extracción.

La máquina está dotada de un motor-reductor hidráulico que da giro al conjunto de broca y sinfines y de dos mecanismos de empuje, uno para el tubo y otro para el sinfín, lo que permite independizar el avance de cada uno, siendo la naturaleza del terreno, la que determine la posición de la broca dentro de la vaina, que solo estará avanzada respecto al tubo unos centímetros en terrenos donde la dureza y la estabilidad así lo requieran.

Cuando el primer tubo esté introducido en el terreno, se retirará hacia atrás el mecanismo de empuje, procediéndose a la bajada, alineación y soldadura del segundo tubo, Este ciclo se repite, hasta alcanzar la longitud deseada, tras lo cual se retiran los sinfines del interior de la vaina, quedando ésta dispuesta para colocar en su interior, La conducción deseada, que debe de tener unos centímetros menos de diámetro exterior para facilitar su instalación.

En la salida se necesita abrir un pozo de recepción para recuperar el escudo dirigible este tendrá 3 metros de largo (en el sentido de avance) x 2,5 metros de anchura x 0,80 metros (desde el eje de la perforación).

La tubería que se va a instalar contará con un revestimiento exterior de fibra de vidrio para protección catódica.

Una vez realizada la instalación del tubo principal, se procederá a introducir los conductores eléctricos en sus respectivos tubos, En la misma conducción principal se dispondrán un tubo de telecomunicaciones, así como dos tubos de reserva, uno para el circuito eléctrico y otro para la fibra óptica.

Todas las perforaciones dirigidas necesarias en el proyecto serán estudiadas en cada caso de manera detallada en una fase posterior a la que corresponde este proyecto administrativo, La configuración de dichas perforaciones será elegida en dicha fase.

8. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El programa previsto para la ejecución de la línea, una vez realizado el Proyecto de ejecución y obtenidos todos los permisos y autorizaciones pertinentes por parte de los organismos afectados, tendrá una duración aproximada de seis meses, distribuidos de acuerdo con el siguiente cronograma:

Para el tramo aéreo:

		MES 1				MES 2				MES 3			
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
1,0	L/220kV ST TARACENA – AP 56												
1,1	Replanteo de apoyos												
1,2	Desbroce y tala de arbolado (sólo si aplica)												
1,3	Adecuación de accesos												
1,4	Adecuación de campos de acopio												
1,5	Acopio y clasificación de materiales												
1,7	Excavación de cimentaciones												
1,8	Hormigonado de cimentaciones												
1,9	Montaje de estructuras e izado												
1,10	Tendido de conductores												
1,11	Tensado, regulado y engrapado de conductores												
1,12	Tendido de cables de FO												
1,13	Tensado, regulado y engrapado de FO												
1,14	Instalación de balizas protección avifauna												
1,15	Señalización												
1,16	Limpieza de áreas afectadas												
1,17	Restauración de terrenos												

1,18	Verificación e inspección inicial												
2,0	Vigilancia mediambiental												
3,0	Seguridad y salud												

Para el tramo subterráneo:

	MES 1				MES 2				MES 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
L/220kV ST TARACENA – AP 56												
Replanteo de canalización												
Desbroce y tala de arbolado (sólo si aplica)												
Adecuación de accesos												
Adecuación de campos de acopio												
Acopio y clasificación de materiales												
Excavación de zanja												
Colocación de tubos en la canalización												
Hormigonado de zanja												
Reposición del firme												
Mandrilado de canalización												
Tendido conductores												
Confección de terminales												
Confección de empalmes (sólo si aplica)												
Pruebas de la instalación en vacío												
Señalización												
Limpieza de áreas afectadas												
Restauración de terrenos												
Verificación e inspección inicial												
Vigilancia medioambiental												
Seguridad y salud												

9. CRUZAMIENTOS

9.1. NORMAS APLICABLES A LÍNEAS AÉREAS

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

A continuación, se incluye la tabla base a partir de la cual se determinarán las distancias, y posteriormente se detallarán las distancias de seguridad en los distintos casos de cruzamientos necesarios en este Proyecto.

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
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

Donde:

- D_{el} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, D_{el} puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.
- D_{pp} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, D_{pp} es una distancia interna.

Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

Este apartado corresponde al 5.4.2 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

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

Por tanto, la distancia mínima será de 1,7 m para líneas de 220 kV.

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

Este apartado corresponde al 5,5 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La distancia mínima de los conductores a cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficie de agua no navegable será de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} [m]$$

Con un mínimo de 6 metros.

Por tanto, la distancia mínima será de 7 metros para líneas de 220 kV.

Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

Este apartado corresponde al 5,6 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como de baja tensión.

En caso de cruzamiento entre líneas eléctricas aéreas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada.

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

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} [m]$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión hasta 45kV,
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45kV y hasta 66kV,
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66kV y hasta 132kV,
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132kV y hasta 220kV,
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220kV y hasta 400kV.

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

$$D_{add} + D_{pp} [m]$$

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

Siendo en este caso:

- $D_{add} = 3,5$ metros
- $D_{pp} = 2$ metros

Por tanto, la distancia mínima vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en el punto de cruce será de 5,5 metros para líneas de 220 kV.

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

$$D_{add} + Del = 1,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 2 metros.

Por tanto, esta distancia mínima será de 3,2 metros para líneas de 220 kV.

Distancias a carreteras, ferrocarriles, tranvías y trolebuses

Este apartado corresponde a los subapartados 5.7, 5.8 y 5.9 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de las carreteras o por las cabezas de los carriles de los ferrocarriles sin electrificar será de:

$$D_{add} + Del [m]$$

Con una distancia mínima de 7 metros, siendo D_{add} igual a 7,5 para líneas de categoría especial.

Por tanto, esta distancia mínima será de 9,2 metros para líneas de 220 kV.

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

$$D_{add} + Del = 3,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 4 metros.

Por tanto, esta distancia mínima será de 5,2 metros para líneas de 220 kV.

Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

La distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será en líneas que sean de categoría especial de:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 3,5 + D_{el} [m]$$

siendo G el gálibo. En el caso de que no exista gálibo definido se considerará este igual a 4,7 metros.

Por tanto, esta distancia mínima será de 9,9 metros (considerando un gálibo de 4,7 metros) para líneas de 220 kV conforme a lo establecido en la ITC 07.

Además, tomando el criterio que marcan varias confederaciones hidráulicas para los cursos de agua, la altura mínima de los conductores en su condición de máxima flecha sobre el nivel de máxima crecida del curso de agua se debe determinar mediante la expresión:

$$H = G + 2,3 + 0,01 \cdot U_N [m]$$

Por defecto, y a expensas de confirmación por parte de las confederaciones afectadas por la línea objeto del presente proyecto, se considerará un gálibo de 10,5 metros sobre embalses y ríos navegables, y de 4,7 metros en el resto de los cruces.

De este modo, la altura mínima de los conductores en su condición de máxima flecha sobre el nivel de máxima crecida del curso de agua resulta ser:

- 15 metros para cruzamientos con embalses y ríos navegables
- 9,2 metros para cruzamientos con el resto de cauce de agua

Esta es la altura mínima que se considerará en el proyecto, dado que es más restrictiva que la establecida por la ITC LAT 07.

Paso por bosques, árboles y masas de arbolado

Este apartado corresponde al 5.12.1 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

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

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} [m]$$

Con un mínimo de 2 metros.

Por tanto, la zona de servidumbre de vuelo se verá incrementada 3,2 metros a ambos lados de su proyección para líneas de 220 kV.

Edificios, construcciones y zonas urbanas

Este apartado corresponde al 5.12.2 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$Dadd + Del = 3,3 + Del [m]$$

Con un mínimo de 5 metros.

Entonces, para la línea de 220 kV objeto del presente Proyecto, esta distancia será 5 m.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas:

$$5,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 6 metros.

Entonces, para la línea de 220 kV objeto del presente Proyecto, esta distancia será 7,2 metros.

- Sobre puntos no accesibles a las personas:

$$3,3 + Del [m]$$

Con un mínimo de 4 metros.

Entonces, para la línea de 220 kV objeto del presente Proyecto, esta distancia será 5 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

9.2. NORMAS APLICABLES A LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

9.2.1. CRUZAMIENTOS

Las normas aplicables a los cruzamientos de esta línea están recogidas en el 5º apartado de la ITC-LAT-06 del vigente Reglamento de condiciones técnicas y de seguridad en líneas de alta tensión

Calles y carreteras

Los cables subterráneos en calles y carreteras se deben colocar en canalizaciones entubadas y hormigonadas en toda su longitud. Se debe cumplir que la profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no sea inferior a 0,6 m. Además, siempre que sea posible, el cruce se deberá hacer perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles

Al igual que en calles y carreteras, los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas y perpendiculares a la vía siempre que sea posible. Se debe cumplir que la profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no sea inferior 1,1 m respecto de la cara inferior de la traviesa. Las canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

Otros cables de Energía Eléctrica

Siempre que sea posible, los cables de alta tensión deben discurrir por debajo de los cables de baja tensión. La distancia mínima entre los cables de alta tensión y cualquier otro cable de energía eléctrica debe de ser de 0,25 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes no será inferior a 1 m.

En caso de que estas distancias no puedan respetarse, el cable de instalación más reciente se dispondrá separado mediante tubos, conductor o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Cables de Telecomunicación

La distancia mínima entre cables de comunicación y cables de energía eléctrica no debe ser inferior a 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.

Al igual que en cables de energía eléctrica, si estas separaciones mínimas no pueden respetarse el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Canalizaciones de Agua

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 m. Por motivos de seguridad, se evitarán tanto el cruce por la vertical de las juntas de canalizaciones de agua como el cruce de los empalmes de canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia siempre superior a 1 m del cruce. En caso de que estas distancias no puedan mantenerse, se realizará el mismo procedimiento que en los dos puntos anteriores: la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Canalizaciones de Gas

Se mantendrán las distancias mínimas que se presentan en la *Tabla: Distancias En Cruzamientos con Canalizaciones de Gas*, recogida en la ITC 06:

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

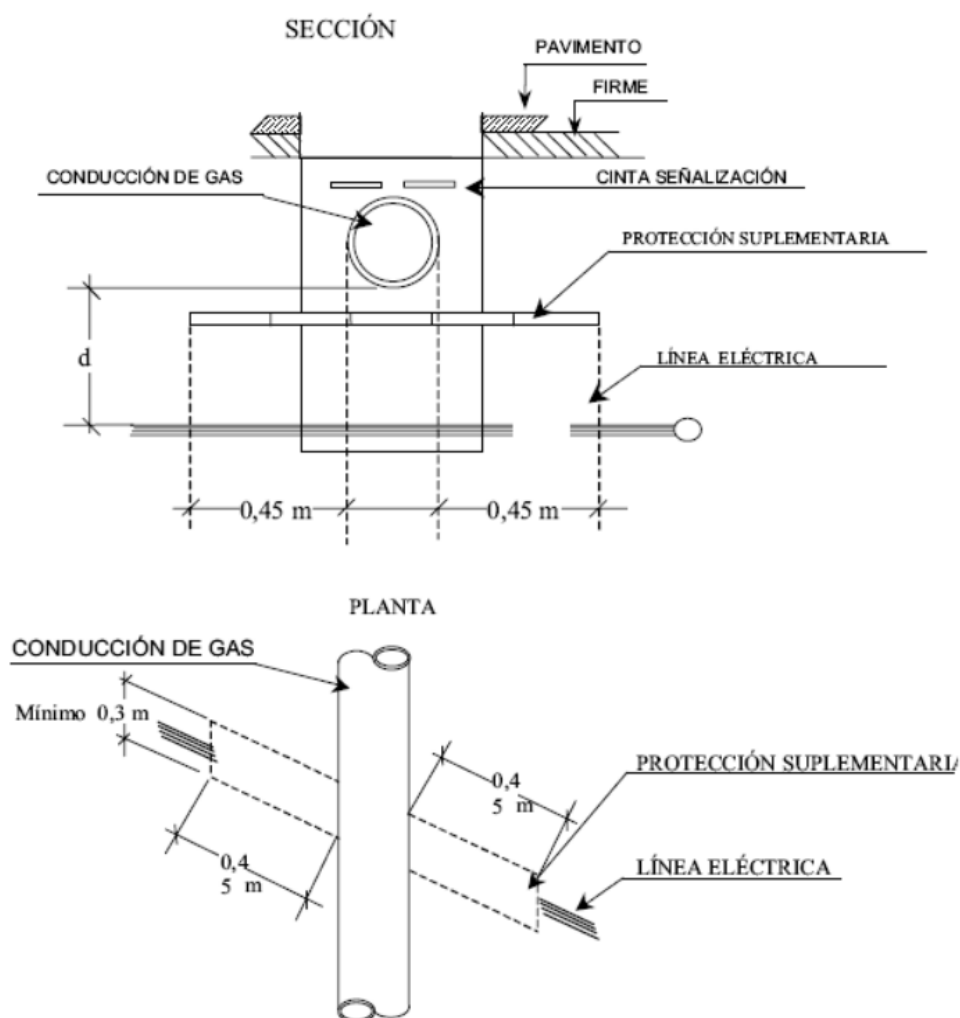
Distancias en Cruzamientos con Canalizaciones de Gas

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

Según establece la normativa, en caso de que por causa justificada no se puedan mantener las distancias expuestas, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria hasta los mínimos

establecidos en la tabla anterior. Esta protección deberá estar constituida por materiales preferentemente cerámicos.

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



Sección de Canalizaciones de Gas

En caso de no poder cumplirse con la distancia mínima con protección suplementaria se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Conducciones de Alcantarillado

Siempre que sea posible, los cables deberán pasar por encima de las conducciones de alcantarillado, y nunca se deberá incidir en su interior. Únicamente se admitirá incidir en su pared si se asegura que ésta no ha quedado debilitada. En caso contrario, se pasará por debajo y los cables quedarán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Depósitos de Carburante

Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Los tubos distarán, como mínimo, 1,20 metros del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.

9.2.2. PARALELISMOS

Atendiendo a la ITC-LAT 06: LÍNEAS SUBTERRANEAS CON CABLES AISLADOS se presentan las condiciones y distancias de proximidades que deben cumplir los cables subterráneos de alta tensión, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones. Además, se evitará el contacto directo entre el hormigón de nueva canalización con el hormigón de la existente.

Otros cables de Energía Eléctrica

Los cables subterráneos de alta tensión se podrán instalar paralelamente a otros (de baja o alta tensión) manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m.

En caso de que no sea posible aplicar esta distancia, se procederá de igual modo que en casos anteriores, es decir, cuando no se pueda respetar esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

Cables de Telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Canalizaciones de Agua

La distancia mínima entre las canalizaciones de agua y los cables de energía eléctrica será de 0,20 m. Por otro lado, la distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones será de 1 m. Al igual que en casos anteriores, si no se puede mantener esta distancia mínima, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Por otro lado, siempre que sea posible, se deberá mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y la canalización del agua debe quedar por debajo del nivel del cable eléctrico.

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

Canalizaciones de Gas

Se mantendrán las distancias mínimas que se presentan en la *Tabla: Distancias En Paralelismos con Canalizaciones de Gas*, recogida en la ITC 06:

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

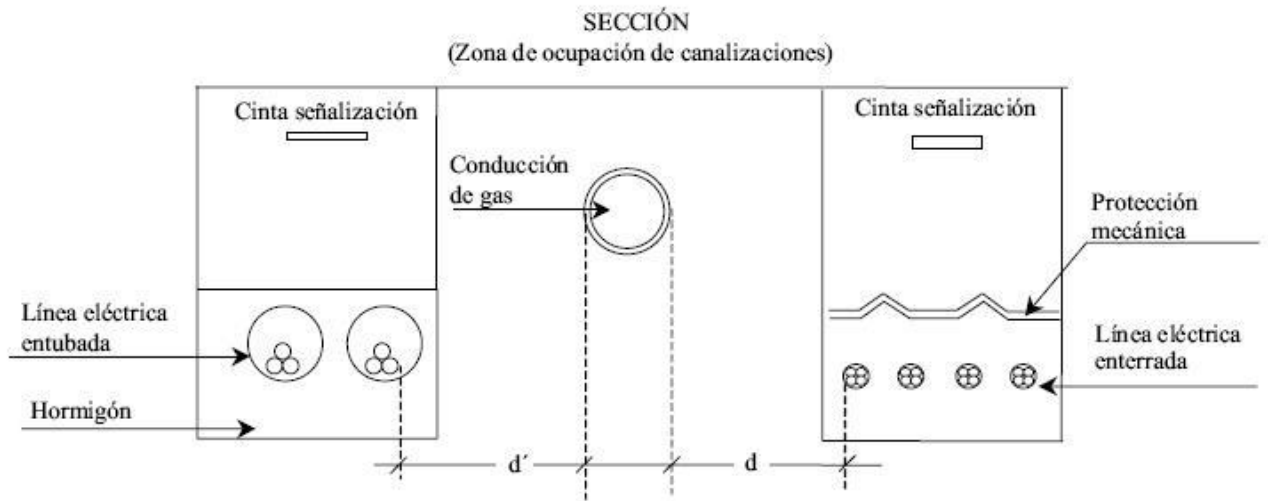
Distancias en Paralelismos con Canalizaciones de Gas

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

Según establece la normativa, en caso de que por causa justificada no se puedan mantener las distancias expuestas, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria hasta los mínimos establecidos en la tabla anterior. Esta protección deberá estar constituida por materiales preferentemente cerámicos o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

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

Se presenta en la siguiente imagen un diagrama de la zona de ocupación de canalizaciones:



Sección de Canalizaciones de Gas

9.2.3. ACOMETIDAS (CONEXIONES DE SERVICIO)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de baja tensión como de alta tensión en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

tensión en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

9.3. RESUMEN DE DISTANCIAS

A continuación, se muestra un resumen de las distintas distancias de seguridad en los distintos casos particulares:

9.3.1. LÍNEAS AÉREAS

Distancias de aislamiento	
Distancia	Tensión nominal 220 kV
Distancia a masa (m)	1,7
Distancia a fase (m)	2,0
Distancia mínima al terreno (m)	7
Bosques y árboles (m)	3,2

Distancias verticales en cruzamientos	
Distancia mínima a	Tensión nominal 220kV
Caminos o sendas (m)	7
Cursos de agua no navegables (m)	7
Líneas eléctricas o líneas de telecomunicación (distancia a conductores) (m)	5,5
Líneas eléctricas o líneas de telecomunicación (distancia a cables de guarda) (m)	3,2
Carreteras y ferrocarriles sin electrificar (m)	9,2
Ferrocarriles electrificados, tranvías o trolebuses (m)	5,2 a conductor más alto de todas las líneas del ferrocarril
Ríos y canales, navegables o flotables (m)	G+5,2

9.3.2. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

Distancias en cruzamientos	
Distancia mínima a	Distancia mínima (salvo excepciones)
Calles y carreteras (m)	0,6
Ferrocarriles (m)	1,1
Otros cables de Energía Eléctrica (m)	0,25
Cables de Telecomunicación (m)	0,20
Canalizaciones de Agua (m)	0,20
Canalizaciones de Gas	Ver tabla: Distancias En Cruzamientos con Canalizaciones de Gas
Conducciones de Alcantarillado	No se rigen por norma general
Depósitos de Carburante	
Acometidas	0,30

Distancias en paralelismos	
Distancia mínima a	Distancia mínima (salvo excepciones)
Otros cables de Energía Eléctrica (m)	0,25
Cables de Telecomunicación (m)	0,20
Canalizaciones de Agua (m)	0,20

Distancias en paralelismos	
Distancia mínima a	Distancia mínima (salvo excepciones)
Canalizaciones de Gas	Ver tabla: Distancias En Paralelismos con Canalizaciones de Gas
Acometidas	0,30

9.4. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se muestra un resumen de los cruzamientos de la línea, así como sus organismos afectados:

Tramo subterráneo

Cruzamiento	Vértice Inicio	Vértice Fin	Cruzamientos	Organismos Afectados	Coordenadas Xutm	Coordenadas Yutm
TRAMO subterráneo						
C _{LSAT} -1	3	4	Carretera CM-1003 de Taracena a Mandayona	Consejería de Fomento del Gobierno de Castilla La Mancha	489679.6353	4503506.5745
C _{LSAT} -2			Línea de Telecomunicación Subterránea	Telefónica, S.A.	489692.7431	4503506.8951
C _{LSAT} -3	5	6	Línea de Telecomunicación Subterránea	Telefónica, S.A.	489892.5736	4503665.7660

10. ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se presenta un listado resumen de los organismos afectados por la presente L/220kV ST TARACENA – AP 56:

- Ayuntamiento de Guadalajara (Guadalajara)
- Consejería de Fomento del Gobierno de Castilla La Mancha. Red de Carreteras.
- Telefónica, S.A.
- Subdirección General de Patrimonio. Ministerio de Defensa

11. CONCLUSIÓN

Considerando expuestas en esta memoria del Proyecto de Ejecución de la Línea “L/220kV ST TARACENA - AP 56”, todas las razones que justifican la construcción de la misma, se espera sea concedida **modificación de la Autorización Administrativa Previa, la Autorización Administrativa de Construcción, así como la Declaración, en concreto, de Utilidad Pública** a efecto de imposición de servidumbres para el paso de la línea a través de los terrenos afectados por las obras de acuerdo con la ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.

Madrid, junio de 2023

Dña, María Inmaculada Blázquez García

Ingeniera Industrial y del ICAI

Col, Nº 3694/2924

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

ANEXO N°1: CÁLCULOS

ANEXO N°2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO N°3: CÁLCULOS DETALADOS SUBTERRÁNEOS

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°4: PLANOS

DOCUMENTO N°5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N°6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO N°7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO N°8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ANEXO N°1: CÁLCULOS

ÍNDICE

1. Cálculos eléctricos línea aérea.....	6
1.1. Características generales.....	6
1.2. Características del conductor de fase	7
1.3. Cable de fibra óptica	7
1.4. Cálculo de matriz impedancias.....	8
1.4.1. Cálculo de la resistencia serie del terreno.....	11
1.4.2. Cálculo de la resistencia eléctrica del conductor.....	11
1.4.3. Matriz impedancia final.....	12
1.5. Calculo de matriz de admitancias	12
1.6. Reducción al monofásico equivalente	13
1.7. Impedancia Característica y Constante de Propagación.....	14
1.8. Potencia Característica.....	14
1.9. Modelo de parámetros distribuidos	15
1.10. Caída de Tensión	15
1.11. Pérdidas de Potencia.....	16
1.12. Impedancias Secuenciales.....	17
1.13. Potencia Máxima de Transporte	18
1.13.1. Potencia máxima admisible de transporte.....	18
1.13.2. Potencia máxima de transporte en función de la temperatura	18
1.14. Efecto Corona	19
1.14.1. Tensión crítica disruptiva	19
1.14.2. Pérdidas de potencia debidas al efecto corona	20
1.15. Aislamiento.....	21
1.15.1. Características de los aisladores.....	21
1.15.2. Grado de aislamiento	21
2. Cálculos eléctricos de la línea subterránea.....	22
2.1. Características generales.....	22
2.2. Características del conductor de fase	23
2.3. Parámetros de la línea	24

2.3.1.	Resistencia del conductor en corriente alterna.....	24
2.3.1.1.	FACTOR DE EFECTO PELICULAR	25
2.3.1.2.	FACTOR DE EFECTO DE PROXIMIDAD	26
2.3.2.	Inductancia del conductor	26
2.3.2.1.	REACTANCIA INDUCTIVA	27
2.3.3.	Capacidad del cable	28
2.3.3.1.	REACTANCIA CAPACITIVA	28
2.3.4.	Admitancia, conductancia y susceptancia	28
2.3.5.	Impedancia de onda	29
2.3.6.	Impedancias de fase	29
2.3.6.1.	SECUENCIA DIRECTA E INVERSA	29
2.3.6.2.	SECUENCIA HOMOPOLAR	30
2.4.	Intensidad máxima admisible	31
2.4.1.	Factor de pérdidas en la pantalla o en la cubierta metálica	32
2.4.1.1.	FACTOR DE PÉRDIDAS CAUSADAS POR CORRIENTES DE CIRCULACIÓN	32
2.4.1.2.	FACTOR DE PÉRDIDAS CAUSADAS POR CORRIENTES DE FOUCAULT	33
2.4.2.	Factor de pérdidas dieléctricas.....	35
2.4.3.	Resistencias térmicas.....	36
2.4.3.1.	RESISTENCIA TÉRMICA T1	36
2.4.3.2.	RESISTENCIA TÉRMICA T2	37
2.4.3.3.	RESISTENCIA TÉRMICA T3	37
2.4.3.4.	RESISTENCIA TÉRMICA EXTERNA T4	38
2.4.4.	Intensidad máxima admisible en régimen permanente	47
2.4.5.	Intensidad máxima admisible de cortocircuito	48
2.5.	Caída de tensión.....	52
2.6.	Pérdidas de potencia.....	53
2.7.	Tensión inducida en las pantallas.....	54
2.7.1.	Tensión inducida en las pantallas: Single Point o Single Point doble	54
2.7.2.	Tensión inducida en las pantallas: CROSS BONDING	57
3.	Cálculos eléctricos de la línea completa	59
3.1.	Caída de tensión.....	59

3.2.	Pérdidas de potencia activa	60
4.	Resistencia Mecánica de las Cadenas de Aislamiento	62
5.	Cálculo Mecánico de Conductores	62
5.1.	Características del conductor.....	62
5.2.	Acciones consideradas	62
5.3.	Hipótesis de partida	63
5.4.	Hipótesis de cálculo.....	64
5.5.	Vano Ideal de Regulación	67
5.6.	Comparación de hipótesis.....	67
5.7.	Resultados de cálculo	68
5.8.	Tabla de regulación	70
5.9.	Distancias	73
6.	Cálculo Mecánico del Cable de Fibra Óptica	80
6.1.	Características del cable de fibra óptica	80
6.2.	Acciones consideradas	80
6.3.	Hipótesis de partida	81
6.4.	Hipótesis de cálculo.....	81
6.5.	Resultados de cálculo.....	84
6.6.	Tabla de regulación	86
7.	Cálculo Mecánico de Apoyos	87
7.1.	Hipótesis Normales	87
7.1.1.	Esfuerzos Verticales	88
7.1.2.	Esfuerzos Horizontales, Longitudinales y Transversales.....	92
7.1.3.	Esfuerzos Equivalente en el Apoyo.....	96
7.2.	Hipótesis Anormales	97
7.2.1.	Esfuerzos Verticales	98
7.2.2.	Esfuerzos Horizontales Individuales	98
7.2.3.	Esfuerzos Equivalente en el Apoyo.....	101
7.3.	Tablas de Resultados.....	101
8.	Cálculo Mecánico de Cimentaciones	105
8.1.	Cimentaciones de zapatas individuales	106
8.2.	Características dimensionales	108

9. Cálculos de Puesta a Tierra.....	110
9.1. Dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica	110
9.2. Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas	111
9.3. Dimensionamiento para la protección contra los efectos del rayo	115

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AÉREA

1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La línea discurre en su totalidad como un simple circuito a 220 kV.

Los tramos aéreos de la línea objeto del presente Proyecto tiene como principales características las siguientes:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	220
Tensión más elevada de la red (kV)	245
Categoría.....	Especial
Nº de circuitos	1
Número de cables de fibra óptica.....	2
Tipo de cable de fibra óptica	OPGW 64k78 (7540)
Número de apoyos.....	1
Longitud total tramos aéreos (m)	100
Provincias afectadas	Guadalajara
Zona de aplicación	ZONA B
Nivel de contaminación	IV
Tipo de aislamiento.....	Vidrio
Apoyos	Torres Metálicas de Celosía
Cimentaciones	Tetrabloque, cilíndricas con cueva
Puesta a tierra (no frecuentados)	Grapa de conexión, conductor de cobre y pica de puesta a tierra
Puesta a tierra (frecuentados – tipo PAS)	Anillo cerrado de acero descarbonado

Tramo SC Aéreo:

Nº de circuitos	1
Temperatura máxima considerada a efectos de flecha máxima (°C)	85
Longitud (m).....	100
Origen	AP 56 ENT
Fin	PAS 162
Nº de conductores aéreos por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-380 GULL

Potencia máxima de diseño por circuito (MW)	199
Potencia máxima de transporte por circuito (MVA)	542,61
Potencia máxima de transporte verano por circuito (MVA)	588,34
Potencia máxima de transporte invierno por circuito (MVA)	802,5

1.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR DE FASE

Son conductores cableados de aluminio con alma de acero galvanizado, concéntricos. A continuación, se definen sus principales características:

Tipo	GULL-ACSR-AW
Material	Aluminio – Acero recubierto
Diámetro (mm)	25,38
Sección total (mm ²)	381
Peso (daN/m)	1,254
Carga de rotura (daN)	10.900
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	4.910
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1)	23·10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica con cc a 20°C (Ω/Km)	0,0857
Composición	54 + 7

1.3. CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Es un conductor que combina las funciones de protección y de telecomunicaciones. El cable de tierra compuesto de fibra óptica OPGW a utilizar tendrá las siguientes características:

Denominación	OPGW 64k78 (7540)
Nº de fibras	48
Corriente máxima de falta 2s (kA)	151
Sección total (mm ²)	143,7
Diámetro total (mm)	16,4
Peso del cable (kg/m)	0,773
Carga de rotura (kg)	11.390
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	11.410
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1)	14,8·10 ⁻⁶

1.4. CÁLCULO DE MATRIZ IMPEDANCIAS

Esta matriz define la impedancia de la línea en ohmios por metro. Los elementos de esta matriz vienen definidos por:

$$Zs'_{ii} = Rs'_i + Rg' + j\omega \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{De}{RMG_i} \quad [\Omega/m]$$

$$Zs'_{ij} = Rg' + j\omega \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{De}{D_{ij}} \quad \left[\frac{\Omega}{m} \right]$$

Donde:

- μ_0 : permeabilidad magnética en el vacío. Siendo esta $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ (H/m)
- ω : Pulsación del sistema, $\omega = 2\pi f$
- Rs'_i : Resistencia serie del conductor i por unidad de longitud ($\frac{\Omega}{m}$)
- Rg' : Resistencia serie del terreno por unidad de longitud ($\frac{\Omega}{m}$)
- RMG_i : Radio medio geométrico del conductor i (m).

$$RMG_i = r_i \cdot e^{-\frac{1}{4}}$$

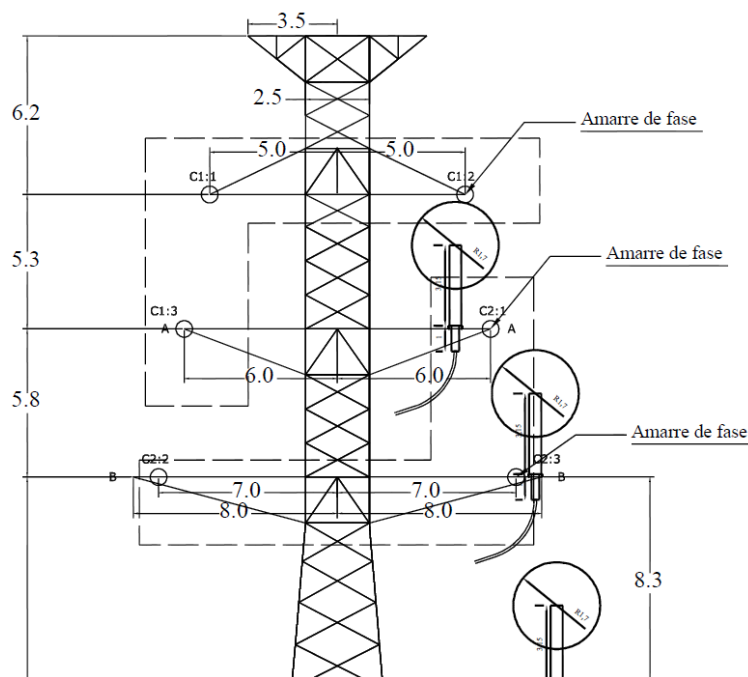
- D_{ij} : Distancia que separa los conductores i y j (m)
- De : distancia equivalente del terreno (m)

$$De = 658,368 \cdot \sqrt{\frac{\rho_g}{f}}$$

Siendo ρ_g la resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$), tomando como valor de referencia $110 \frac{\Omega}{m}$

Para la realización de los cálculos eléctricos se ha cogido como referencia el apoyo más común de la línea, siendo en cada tramo son los siguientes:

- Tramo 1 Aéreo: el apoyo **IC-70000E-PAS** de Imedexsa, cogiendo como altura útil **20 metros**.



La matriz de distancias (D_{ij}) es la matriz que define las distancias entre los conductores, y se expresa de la siguiente forma, donde las tanto las filas como las columnas se refieren a los conductores, es decir, el número de filas y de columnas de la matriz será el número total de conductores (conductores por fase y conductores de tierra):

	Matriz de distancias			
	j	$j + 1$	...	n
i	$D_{i,j}$	$D_{i,j+1}$	...	$D_{i,n}$
$i + 1$	$D_{i+1,j}$	$D_{i+1,j+1}$	...	$D_{i+1,n}$
...	...	...	...	...
n	$D_{n,j}$	$D_{n,j+1}$	...	$D_{n,n}$

Donde:

$D_{i,j}$ es la distancia entre los conductores i y j

n es el número total de conductores

A partir de las dimensiones del armado y la altura escogida, se obtiene la matriz de distancias en metros.

TRAMO AÉREO:

Matriz de distancias (m)							
0	0,4	5,89	5,97	11,28	11,36	20,34	17,69
0,4	0	5,83	5,89	11,21	11,28	20,13	17,61
5,89	5,83	0	0,4	5,39	5,48	15,04	11,81
5,97	5,89	0,4	0	5,33	5,39	14,79	11,73
11,28	11,21	5,39	5,33	0	0,4	10,68	6,43
11,36	11,28	5,48	5,39	0,4	0	10,36	6,33
20,34	20,13	15,04	14,79	10,68	10,36	0	7
17,69	17,61	11,81	11,73	6,43	6,33	7	0

La matriz de distancias (D_{ij}') es la matriz que define las distancias entre los conductores y sus imágenes, y se expresa de la siguiente forma, donde las filas se refieren a los conductores y las columnas a sus imágenes, es decir, el número de filas y de columnas de la matriz será el número total de conductores (conductores por fase y conductores de tierra):

	Matriz de distancias			
	i'	$(i + 1)'$	...	n'
i	$D_{i,i}'$	$D_{i,i+1}'$	...	$D_{i,n'}$
$i + 1$	$D_{i+1,i}'$	$D_{i+1,i+1}'$	...	$D_{i+1,n'}$
...	...	...	...	...
n	$D_{n,i'}$	$D_{n,i+1}'$	...	$D_{n,n'}$

Donde:

$D_{i,i}'$ es la distancia entre el conductor i y su imagen i'

n es el número total de conductores

Se obtiene así la matriz de distancias a las imágenes en metros.

TRAMO 1 AÉREO:

Matriz de distancias a imágenes (m)							
60	60	65,81	65,81	71,13	71,14	78,04	77,39
60	60	65,8	65,81	71,12	71,13	77,98	77,37
65,81	65,8	71,6	71,6	76,91	76,91	83,66	83,14
65,81	65,81	71,6	71,6	76,9	76,91	83,62	83,13
71,13	71,12	76,91	76,9	82,2	82,2	88,83	88,42
71,14	71,13	76,91	76,91	82,2	82,2	88,79	88,41
78,04	77,98	83,66	83,62	88,83	88,79	94,6	94,86

77,39	77,37	83,14	83,13	88,42	88,41	94,86	94,6
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------

1.4.1. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA SERIE DEL TERRENO

La resistencia serie del terreno viene calculada por la siguiente expresión.

$$R_g = 9,867 \cdot 10^{-7} \cdot f \left[\frac{\Omega}{m} \right]$$

Obtenemos así una resistencia serie del terreno de **$4,9335 \cdot 10^{-5} \frac{\Omega}{m}$** .

1.4.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CONDUCTOR

El valor de la resistencia por unidad de longitud en corriente continua a la temperatura θ vendrá dada por la siguiente expresión:

$$R'_{\theta cc} = R'_{20} \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)] \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

Donde:

- $R'_{\theta cc}$: Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura θ °C (Ω /km)
- R'_{20} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura de 20 °C (Ω /km).
- α_{20} : Coeficiente de variación a 20 °C de la resistividad en función de la temperatura (°C). En este caso **$4,03 \cdot 10^{-3}$** .
- θ : Temperatura de servicio, calculada mediante la siguiente expresión, que depende del grado de carga del conductor.

$$\theta = \theta_0 + (\theta_{max} - \theta_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{adm}} \right)^2$$

- θ_0 : Temperatura de referencia en °C. Se toma como referencia una temperatura de **20°C**.
- θ_{max} : Temperatura máxima admisible del conductor en °C. Se calcula para **85°C**.
- I : Intensidad nominal del circuito (A).
- I_{adm} : Intensidad máxima admisible del conductor.

La obtención de la resistencia en serie en corriente alterna a la temperatura dada, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$R'_{\theta} = R'_{\theta cc} \cdot (1 + Y_p) \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

Siendo

- Y_p : Factor de efecto pelicular.

Se obtiene así un valor de la resistencia en corriente alterna de:

TRAMO AÉREO:

$$R'_{\theta T1} = 0,0899 \Omega/\text{km}$$

1.4.3. MATRIZ IMPENDANCIA FINAL

Con los valores de resistencia y reactancia explicados previamente, se obtiene la siguiente matriz de impedancia en ohmios por kilómetro.

TRAMO AÉREO:

Matriz de impedancias							
0,139+0,72i	0,049+0,487 i	0,049+0,318 i	0,049+0,317 i	0,049+0,277 i	0,049+0,277 i	0,049+0,24i	0,049+0,249 i
0,049+0,487 i	0,139+0,72i	0,049+0,319 i	0,049+0,318 i	0,049+0,278 i	0,049+0,277 i	0,049+0,241 i	0,049+0,249 i
0,049+0,318 i	0,049+0,319 i	0,139+0,72i	0,049+0,487 i	0,049+0,324 i	0,049+0,323 i	0,049+0,259 i	0,049+0,274 i
0,049+0,317 i	0,049+0,318 i	0,049+0,487 i	0,139+0,72i	0,049+0,324 i	0,049+0,324 i	0,049+0,26i	0,049+0,275 i
0,049+0,277 i	0,049+0,278 i	0,049+0,324 i	0,049+0,324 i	0,139+0,72i	0,049+0,487 i	0,049+0,281 i	0,049+0,313 i
0,049+0,277 i	0,049+0,277 i	0,049+0,323 i	0,049+0,324 i	0,049+0,487 i	0,139+0,72i	0,049+0,283 i	0,049+0,314 i
0,049+0,24i	0,049+0,241 i	0,049+0,259 i	0,049+0,26i	0,049+0,281 i	0,049+0,283 i	0,049+0,741 i	0,049+0,307 i
0,049+0,249 i	0,049+0,249 i	0,049+0,274 i	0,049+0,275 i	0,049+0,313 i	0,049+0,314 i	0,049+0,307 i	0,049+0,741 i

1.5. CALCULO DE MATRIZ DE ADMITANCIAS

Esta matriz define la admitancia de la línea en ohmios por metro. La parte real de cada elemento de la matriz se corresponde con la conductancia en paralelo; mientras que la imaginaria, con la susceptancia en paralelo.

El valor de la conductancia es despreciable; mientras que la susceptancia en líneas aéreas se calcula con la matriz de potenciales de Maxwell (P), siendo los elementos de esta matriz:

$$P_{ii} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \ln \frac{2 \cdot H_i}{r_i}$$

$$P_{ij} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \ln \frac{D_i'}{D_{ij}}$$

Donde:

- ϵ_0 : permitividad eléctrica en el vacío, $8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m
- ω : pulsación del sistema, $\omega = 2\pi f$

- r_i : radio físico del conductor i (m)
- H_i : altura a la que se encuentra el conductor i del terreno (m)
- D_{ij} : distancia que separa los conductores i y j (m)
- D_{ij}' : distancia que separa el conductor i y el espejo del conductor j (m)

Una vez obtenida la matriz de Potenciales de Maxwell, la matriz de admitancia será:

$$Y = j \omega C_p$$

Donde:

- C_p = inversa de la matriz de Potenciales de Maxwell.

Con los datos anteriores, se obtiene la matriz de admitancia en micro siemens por kilómetro:

TRAMO AÉREO:

Matriz de admitancias							
3,3i	-1,77i	-0,21i	-0,2i	-0,1i	-0,09i	-0,08i	-0,08i
-1,77i	3,3i	-0,21i	-0,21i	-0,09i	-0,09i	-0,08i	-0,08i
-0,21i	-0,21i	3,35i	-1,71i	-0,22i	-0,21i	-0,11i	-0,13i
-0,2i	-0,21i	-1,71i	3,35i	-0,22i	-0,21i	-0,11i	-0,13i
-0,1i	-0,09i	-0,22i	-0,22i	3,34i	-1,73i	-0,17i	-0,28i
-0,09i	-0,09i	-0,21i	-0,21i	-1,73i	3,34i	-0,19i	-0,29i
-0,08i	-0,08i	-0,11i	-0,11i	-0,17i	-0,19i	2,16i	-0,43i
-0,08i	-0,08i	-0,13i	-0,13i	-0,28i	-0,29i	-0,43i	2,25i

1.6. REDUCCIÓN AL MONOFÁSICO EQUIVALENTE

A continuación, se procede a realizar la reducción de las matrices previamente obtenidas al monofásico equivalente para la realización de los cálculos de caída de tensión y potencia.

Se han tenido en cuenta las siguientes reducciones:

- **Eliminación de conductores pasivos:** Estos elementos pasivos influyen en el modelado eléctrico de las líneas, y por ello, es necesario tenerlas en cuenta en el modelado de la línea. Sin embargo, el hecho de ser conductores pasivos permite reducirlos matemáticamente, de forma que su influencia no se pierda, pero eliminando sus tensiones y corrientes de las variables del sistema. Para ello se ha considerado que los conductores pasivos se encuentran conectados a tierra en dos puntos.

- **Reducción a conductores equivalentes:** Cuando sólo quedan conductores activos en la línea, el siguiente paso es sustituir cada fase por un solo conductor equivalente que la represente. De este modo, en aquellas fases con más de un conductor (dúplex, tríplex, etc.) se reducen todas las tensiones y corrientes a una.
- **Monofásico equivalente:** En los sistemas trifásicos RST el modo habitual de funcionamiento es el equilibrio de secuencia directa. La secuencia directa es aquella en la que las tres fases presentan el mismo módulo, mientras que la fase de S está 120° retrasada con respecto de R y la fase de T está 120° retrasada con respecto de S. Bajo estas circunstancias se plantea la idea de reducir el sistema a una sola impedancia serie y una sola admitancia paralelo que represente dicha secuencia directa.

Tras estas reducciones, se obtienen los siguientes valores de impedancia y admitancia monofásicas equivalentes en ohmios por km y siemens por km, respectivamente:

TRAMO AÉREO:

$$Z_{SEQ} = 0,045 + j0,295 \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right)$$

$$Y_{PEQ} = j3,876 \left(\frac{\mu S}{\text{km}} \right)$$

1.7. IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA Y CONSTANTE DE PROPAGACIÓN

Se define la impedancia característica y la constante de propagación de la línea como:

$$Z_c = \sqrt{\frac{Z'_s}{Y'_p}}$$

$$\gamma = \sqrt{Z'_s \cdot Y'_p}$$

Operando con los parámetros calculados anteriormente, se obtienen los siguientes resultados:

TRAMO 1 AÉREO:

$$Z_c = 276,92 - j20,99 \Omega$$

1.8. POTENCIA CARACTERÍSTICA

Se define la Potencia Característica como:

$$P_c = \frac{U_2^2}{Z_c} (\text{MW})$$

Tomando U_2 con el valor de la tensión nominal de la línea y el módulo de Z_c , se obtiene:

TRAMO AÉREO:

$$P_c = 174,28 \text{ MW}$$

1.9. MODELO DE PARÁMETROS DISTRIBUIDOS

Para un cálculo más preciso, se utilizará el modelo de parámetros distribuidos de la línea. Un modelo matricial que emplea los parámetros calculados en apartados anteriores de la forma:

$$\begin{bmatrix} V_i \\ I_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_0 \\ I_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ch}(\gamma \ell) & -Z_c \cdot \text{sh}(\gamma \ell) \\ -\frac{1}{Z_c} \cdot \text{sh}(\gamma \ell) & \text{ch}(\gamma \ell) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_0 \\ I_0 \end{bmatrix}$$

Donde:

- V_0 = Tensión simple en el extremo generador (kV)
- V_L = Tensión simple en el extremo receptor (kV)
- I_0 = Intensidad de línea en el extremo generador (kV)
- I_L = Intensidad de línea en el extremo generador (kV)

1.10. CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión se calcula a partir de los valores obtenidos en el apartado anterior, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{|U_L| - |U_0|}{|U_0|} \cdot 100 (\%)$$

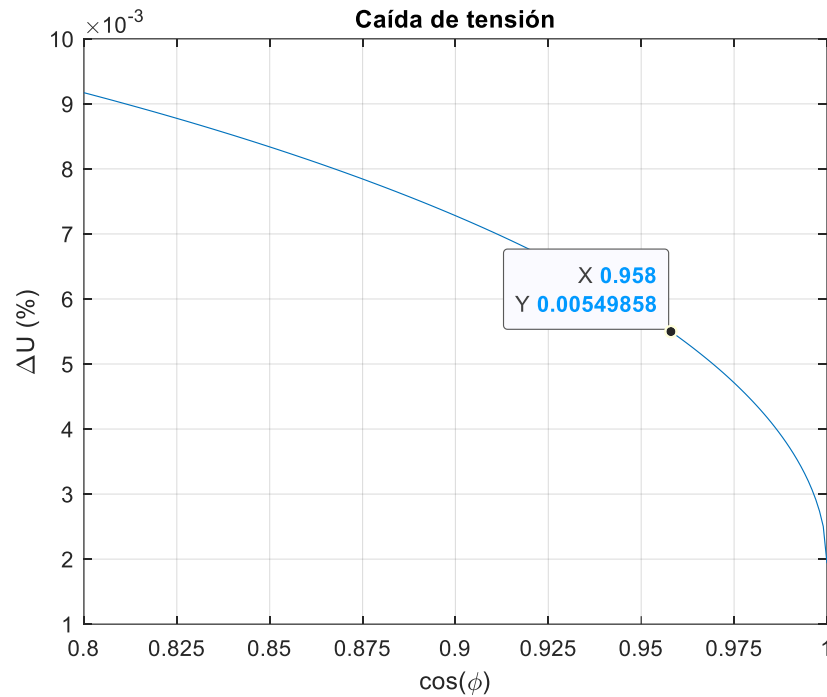
Calculado para un factor de potencia de **0,958**, obtenemos la siguiente caída de tensión:

TRAMO AÉREO:

$$\Delta U = 0,0055\%$$

Se obtiene, además, la siguiente gráfica que muestra la caída de tensión:

TRAMO AÉREO:



1.11. PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas vienen derivadas tanto por efecto joule en forma de calor como por corrientes de fuga a través de las capacidades de la línea.

Calculando la potencia en cualquier punto x de la línea mediante la siguiente expresión:

$$P_x = \text{real}(\sqrt{3} \cdot U_x \cdot I_x^*)$$

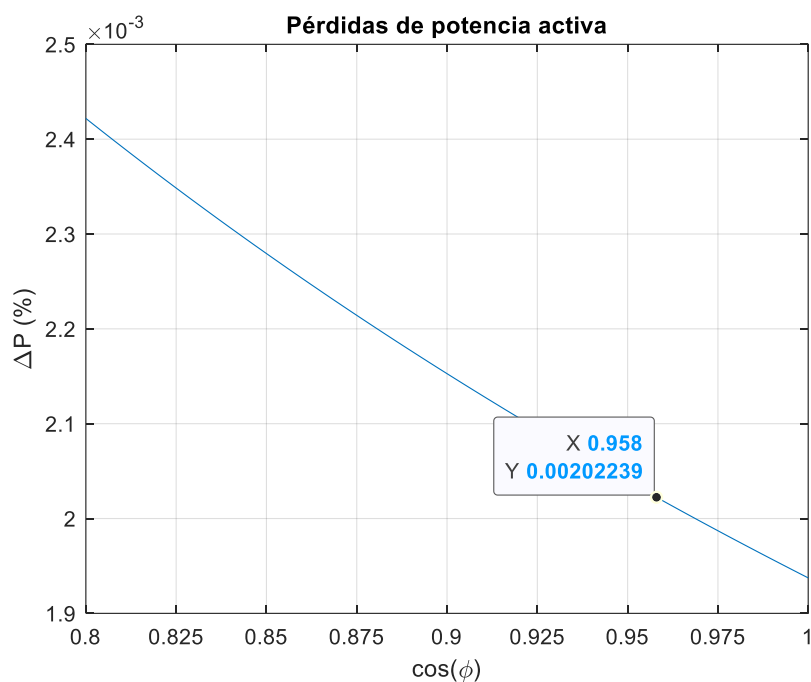
Por tanto, para un factor de potencia de **0,958** las pérdidas de potencia activa en la línea son:

TRAMO AÉREO:

$$\Delta P = 0,0020 \%$$

Se obtiene, además, la siguiente gráfica que muestra las pérdidas de potencia:

TRAMO AÉREO:



1.12. IMPEDANCIAS SECUENCIALES

A partir de la matriz de impedancias de la línea, aplicando el teorema de Fortescue, se obtienen las siguientes impedancias en secuencia:

TRAMO AÉREO:

- Impedancia de secuencia directa (Ω/km) **0,045 + j0,2955**
- Impedancia de secuencia inversa (Ω/km) **0,045 + j0,2955**
- Impedancia de secuencia homopolar (Ω/km) **0,079 + j0,8015**

1.13. POTENCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE

1.13.1. POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE DE TRANSPORTE

La densidad máxima de corriente en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de la tabla de coeficientes de reducción contenidos en el apartado 4.2.1 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de líneas de Alta Tensión.

CONDUCTOR LA-380	
Densidad de Corriente (A/mm ²)	1,87
Coeficiente corrector	0,95
Corriente Máxima (A)	712

La potencia máxima que puede transportar la línea vendrá limitada por la intensidad máxima admisible calculada en el apartado anterior.

La máxima potencia de transporte de la línea por circuito se determinará mediante la siguiente expresión:

$$S_{m\acute{a}x} = n \cdot n' \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{adm}$$

Donde:

- n: Número de circuitos
- n': Número de conductores por fase
- U: Tensión nominal compuesta de la línea (kV)
- I_{adm}: Intensidad máxima admisible del conductor (kA)

Por tanto, la potencia máxima de transporte para ambos tramos:

$$S_{m\acute{a}x_A} = 542,61MVA$$

1.13.2. POTENCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Para determinar la capacidad máxima de transporte en verano e invierno, se emplean métodos de cálculo como el proporcionado por CIGRE, similar al método IEEE 738. En ellos, se tienen en cuenta los siguientes parámetros.

La ecuación de equilibrio térmico en régimen permanente es la siguiente:

$$Q_J + Q_S = Q_r + Q_c$$

Donde:

Q_J	Calor generado por efecto Joule (W/m)
Q_S	Calor absorbido por el conductor por efecto de la radiación solar (W/m)
Q_r	Calor desprendido por radiación del propio conductor (W/m)
Q_C	Calor transmitido al ambiente (W/m)

Se estima una velocidad media del viento de 0.6 m/s. Así, se asume que la temperatura máxima de servicio de los conductores bajo carga normal no sobrepasará la temperatura de 85°C.

Las temperaturas máximas ambientales en invierno y verano que se estiman se presentan en la siguiente tabla, así como se presentan los resultados de capacidad de transporte del conductor en función de la estación del año.

Descripción	Unidad	Valor	
Estación del año	-	Invierno	Verano
Temperatura del conductor	°C	85	85
Temperatura ambiente	°C	0	35
Intensidad	A	1053	772
Potencia	MVA	802,5	588,34

1.14. EFECTO CORONA

Será preceptiva la comprobación del comportamiento de los conductores al efecto corona en las líneas de tensión nominal superior a 66 kV, tal como se recoge en el apartado 4.3 de la ITC 07.

1.14.1. TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA

Si los conductores de una línea eléctrica alcanzan un potencial lo suficientemente grande para que rebase la rigidez dieléctrica del aire, se producen pérdidas de energía debido a la corriente que se forma a través del medio. Es decir, es como si el aire se hiciera conductor, dando lugar a una corriente de fuga.

Cuando el gradiente de potencial en la superficie del conductor alcanza este valor crítico se generan pérdidas de energía importantes al producirse una ruptura parcial del dieléctrico que es el aire.

Este fenómeno va a tener lugar si la tensión de los conductores supera la tensión crítica disruptiva que va a venir determinada por la formulación de Peek.

$$U_c = \frac{30}{\sqrt{2}} \cdot n' \cdot m_a \cdot m_c \cdot \delta \cdot r \cdot \ln \frac{DMG}{RMG} (kV_{eficaz}) \text{ onde:}$$

- n' : Número de subconductores del haz.
- m_a : factor de corrección atmosférico. Toma el valor de 0,8 para tiempo lluvioso.

- m_c : factor de corrección del conductor. Toma el valor 0,85 para conductores formados por hilos.
- δ : Densidad relativa del aire respecto a 25°C y 760 mmHg según la expresión recogida en la UNE-EN 60071-2, siendo T_{amb} la temperatura ambiental, y h la altura media por donde discurre la línea en metros.

$$\delta = \frac{273 + 25}{273 + T_{amb}} \cdot e^{-\frac{h}{8150}}$$

- r : Radio del conductor en centímetros.
- DMG : Diámetro medio geométrico en metros.
- RMG : Radio medio geométrico en metros.

Para esta línea, y teniendo en cuenta la formulación de Peek, obtenemos un valor de tensión crítica simple de:

TRAMO AÉREO:

Ambiente seco: $U_c = 190,90 \text{ kV}$

Ambiente húmedo: $U_c = 152,72 \text{ kV}$

Siendo la tensión simple más elevada de los conductores de esta línea:

$$U_{sf-n} = 141,45 \text{ kV}$$

1.14.2. PÉRDIDAS DE POTENCIA DEBIDAS AL EFECTO CORONA

La pérdida de potencia de la línea debida al efecto corona por unidad de longitud se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P_{co} = 3 \cdot n \cdot \left(\frac{241}{\delta} \right) \cdot (f + 25) \cdot \sqrt{\frac{r}{DMG}} \cdot (U_{sf-n} - U_c)^2 \cdot 10^{-5} \left(\frac{kW}{km} \right)$$

Donde:

- P_{co} : pérdidas de potencia por efecto corona por unidad de longitud.
- n : Número de circuitos
- δ : es el factor de corrección de la densidad del aire (adimensional).
- f : es la frecuencia de operación de la línea en Hz.
- r : es el radio del conductor en metros.
- DMG : es la distancia media geométrica entre fases en metros.
- U_{sf-n} : es la tensión simple más elevada en kV.

- U_c : es la tensión crítica disruptiva en kV.

Dado que la tensión máxima de la línea es menor que la tensión crítica, no se producirá efecto corona y por lo tanto, las pérdidas que esta provoca son:

$$P_{co} = 0 \text{ kW}$$

1.15. AISLAMIENTO

1.15.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES

Se utilizarán cadenas de aislamiento de vidrio compuestas por aisladores tipo U160BSP, para ambos circuitos.

Denominación.....	U160BSP
Paso (mm).....	146
Diámetro (mm).....	320
Línea de fuga (mm).....	550
Carga mecánica (daN).....	16.000
Unión normalizada IEC-60120.....	20
Tensión soportada a 50 Hz bajo lluvia (kV).....	55
Tensión soportada Impulso tipo rayo en seco (kV).....	140
Peso neto aproximado (kg).....	8,3

1.15.2. GRADO DE AISLAMIENTO

En la siguiente tabla se recogen los niveles de aislamiento mínimo que establece la ITC 07 dentro de la tabla 13 del apartado 4.4 que se refiere a la coordinación de aislamiento:

Tensión nominal (kV)	220
Tensión más elevada (kV eficaces)	245

Este nivel de tensión se tomará como base para la determinación de los niveles de aislamiento de las cadenas de aisladores utilizadas en el proyecto.

Se considera un nivel de contaminación muy alto (IV) acorde con la clasificación del grado de contaminación reflejado en la norma UNE EN 60071-2, con lo que la línea de fuga mínima específica será de 31 mm/kV.

Acorde con lo establecido en la tabla 14 de la ITC 07, dada la tensión más elevada de la línea (145 kV), la línea de fuga mínima en la línea será:

$$\text{Línea de fuga mínima} = 31 \left(\frac{\text{mm}}{\text{kV}} \right) \cdot 245 \text{ (kV)} = 7595 \text{ (mm)}$$

Por ello, las cadenas de suspensión estarán formadas por una fila de 14 aisladores U160BP, lo cual garantiza los niveles de aislamiento de la línea. Las cadenas de amarre llevarán un aislador más por razones operativas de mantenimiento de la línea.

$$\text{Línea de fuga} = 14 \text{ aisladores} \cdot 550 \text{ (mm)} = 7700 \text{ (mm)}$$

2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Estas son las características generales de la línea subterránea:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	220
Tensión más elevada de la red (kV)	245
Número de circuitos	1
Categoría	Especial
Longitud total subterráneo (km)	0,791
Provincias afectadas	Madrid
Número de cables de fibra óptica	1
Tipo de cable de fibra óptica	PKP 48
Tipo de instalación	Canalización tubular hormigonada
Disposición de los cables	Simple circuito
Anchura de la zanja	0,8 m
Profundidad de la zanja en terreno de cultivo	1,8 m
Profundidad de la zanja en camino de tierra	1,45 m

Tramo SUBTERRÁNEO SC

Longitud (m)	791
Anchura de la zanja (m)	0,8
Tipo de puesta a tierra	Mid-Point
Origen	PAS 162
Final	ST TARACENA
Tipo de conductor subterráneo	RHZ1-RA+2OL(AS) 127220 kV 1x2500 M+T375AI
Potencia a transportar (MW)	199

Potencia máxima de transporte (MVA) 500

Longitud (m) / Puesta a tierra de SUBTERRÁNEO tramo subterráneo 791/ Mid-Point

Además, se consideran los siguientes datos de partida:

Descripción	Unidad	Valor
Temperatura del terreno	°C	25
Resistividad térmica del terreno	K*m/W	1,5
Resistividad térmica del hormigón	K*m/W	0,85
Factor de potencia	-	0,958

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR DE FASE

A continuación, se definen las principales características del conductor de fase subterráneo:

El cable propuesto es un cable de 220 kV con denominación REE RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados).

Es un cable de cobre 127/220 kV de 1x2500 mm² de sección, con aislamiento XLPE, pantalla del tipo cubierta metálica lisa del material aluminio, con una sección de 379,8 mm², y cinta semiconductora de bloqueo al agua, con una cubierta exterior de polietileno DME1 con capa semiconductora de recubrimiento extruido.

A continuación, se definen las principales características del cable:

Denominación.....	REE RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados)
Tensión nominal del cable (kV).....	127/220
Tensión más elevada en el cable (kV).....	245
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV).....	1050
Temperatura máxima del conductor (en servicio normal).....	90°C
Temperatura máxima del conductor (en cortocircuito).....	250
Diámetro del conductor (mm).....	63,5
Sección del conductor.....	2500 mm ² Cobre
Resistencia del conductor cc a 20°C (Ω/km).....	0,0072
Aislamiento.....	XLPE
Pantalla.....	Cubierta metálica de aluminio
Sección de la pantalla (mm ²).....	379,8
Resistencia de la pantalla cc a 20°C (Ω/km).....	0,07478
Diámetro nominal exterior (mm).....	125,8

Peso aproximado del cable (kg/km) 31,26
 Esfuerzo máximo de tiro (daN) 15000

2.3. PARÁMETROS DE LA LÍNEA

Descripción	Unidad	Valor
Resistencia del conductor en corriente alterna	Ω/km	0,0088
Inductancia del conductor	mH/km	0,5120
Reactancia inductiva	Ω/km	0,1608
Capacidad del cable	$\mu\text{F}/\text{km}$	0,2870
Reactancia capacitiva	Ω/km	11087
Admitancia	S/km	6,20
Susceptancia capacitiva	$\mu\text{S}/\text{km}$	-90,189
Conductancia	S/km	0,3406
Impedancia de onda	Ω	42,23
Impedancia de secuencia directa	Ω/km	0,0884 + j 0,1608
Impedancia de secuencia inversa	Ω/km	0,0884 + j 0,1608
Impedancia de secuencia homopolar	Ω/km	0,0768 + j 0,0527

2.3.1. RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE ALTERNA

La resistencia del conductor por unidad de longitud en corriente alterna y a la temperatura máxima de servicio para cables unipolares, viene dada por la siguiente expresión:

$$R = R' \cdot (1 + \gamma_s + \gamma_p)$$

$$R' = R_0 \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)]$$

Donde:

- R es la resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)
- R' es la resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)
- γ_s es el factor de efecto pelicular
- γ_p es el factor de efecto de proximidad
- θ es la temperatura de servicio del conductor ($^{\circ}\text{C}$)

R_0 es la resistencia del conductor en corriente continua a 20°C (Ω/m)

α_{20} es el coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura (K^{-1})

2.3.1.1. FACTOR DE EFECTO PELICULAR

El factor de efecto pelicular γ_s viene dado por la expresión:

$$x_s = \sqrt{\frac{8 \cdot \pi \cdot f}{R'} \cdot 10^{-7} \cdot k_s}$$

a) Si $0 < x_s \leq 2,8$:

$$\gamma_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4}$$

b) Si $2,8 < x_s \leq 3,8$:

$$\gamma_s = -0,136 - 0,0177 \cdot x_s + 0,0563 \cdot x_s^2$$

c) Si $2,8 < x_s \leq 3,8$:

$$\gamma_s = 0,354 \cdot x_s - 0,733$$

Donde:

f es la frecuencia de la corriente de alimentación (Hz)

k_s coeficiente que depende del tipo de conductor y del material del conductor

Se asumen/utilizan los siguientes valores por defecto:

Conductor	Aislamiento	k_s
Cobre		
Redondo sólido	Todos	1
Redondo cableado	Aceite fluido/papel	1
Redondo cableado	Extruido	1
Redondo milliken	Aceite fluido/papel	0,435
Redondo milliken, hilos aislados	Extruido	0,35
Redondo milliken, hilos desnudos unidireccionales	Extruido	0,62
Redondo milliken, hilos desnudos bidireccionales	Extruido	0,8
Hueco, cableado helicoidal	Todos	(*)
Aluminio		
Redondo sólido	Todos	1
Redondo cableado	Todos	1

Redondo milliken	Todos	0,25
Hueco, cableado helicoidal	Todos	(*)

2.3.1.2. FACTOR DE EFECTO DE PROXIMIDAD

El factor de efecto de proximidad para cables unipolares γ_p viene dado por la expresión:

$$x_p = \sqrt{\frac{8 \cdot \pi \cdot f}{R'} \cdot 10^{-7} \cdot k_p}$$

$$\gamma_p = \frac{x_p^4}{192 + 0,8 \cdot x_p^4} \cdot \left(\frac{d_c}{S}\right)^2 \cdot [0,312 \cdot \left(\frac{d_c}{S}\right)^2 + \frac{1,18}{\frac{x_p^4}{192 + 0,8 \cdot x_p^4} + 0,27}]$$

Donde:

d_c es el diámetro del conductor (mm)

S es la distancia entre ejes de conductor (mm)

k_p coeficiente que depende del tipo de conductor y del material del conductor

Se asumen/utilizan los siguientes valores por defecto:

Conductor	Aislamiento	k_p
Cobre		
Redondo sólido	Todos	1
Redondo cableado	Aceite fluido/papel	0,8
Redondo cableado	Extruido	1
Redondo milliken	Aceite fluido/papel	0,37
Redondo milliken, hilos aislados	Extruido	0,20
Redondo milliken, hilos desnudos unidireccionales	Extruido	0,37
Redondo milliken, hilos desnudos bidireccionales	Extruido	0,37
Hueco, cableado helicoidal	Todos	0,8
Aluminio		
Redondo sólido	Todos	1
Redondo cableado	Todos	0,8
Redondo milliken	Todos	0,15
Hueco, cableado helicoidal	Todos	0,8

2.3.2. INDUCTANCIA DEL CONDUCTOR

La inductancia L por fase de un cable tripolar o de 3 cables unipolares, tiene dos partes, la propia inductancia del conductor y la inductancia mutua con otros conductores y viene dada por:

$$L = K + 0,2 \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S}{d} \right)$$

Donde:

L es la inductancia (mH/Km)

K es una constante que depende de la constitución del conductor

S es la distancia entre ejes de conductor. Para cables unipolares dispuestos en capa, es igual a 1,26 x espaciado de dos cables adyacentes (mm)

d es diámetro del conductor (mm)

En la tabla siguiente, se dan valores típicos de la constante K para diferentes conductores cableados a 50 Hz.

Número de hilos en el conductor	K
1 (conductor sólido) o circular compacto	0,0500
3	0,0778
7	0,0642
19	0,0554
37	0,0528
61 y superior	0,0514
Conductor hueco, 12mm tubo	0,0383

2.3.2.1. REACTANCIA INDUCTIVA

La reactancia inductiva por fase de un cable o de los cables unipolares que comprenden el circuito, se puede obtener de la fórmula:

$$X_L = \omega \cdot L \cdot 10^{-3}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

Donde:

X_L es la reactancia inductiva (Ω /Km)

L_c es la inductancia del conductor (mH/Km)

ω es la frecuencia angular del sistema y f la frecuencia (Hz)

2.3.3. CAPACIDAD DEL CABLE

Si consideramos cables de media y alta tensión unipolares con una pantalla metálica conectada a tierra alrededor del núcleo (conductor + semiconductor interior + aislamiento + semiconductor exterior), o un cable tripolar con una pantalla metálica conectada a tierra alrededor de cada núcleo. El campo electrostático está contenido dentro de la pantalla conectada a tierra y lo podemos considerar sustancialmente radial.

Con estas consideraciones, la capacidad de un cable, viene dada por la siguiente expresión:

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \cdot \ln\left(\frac{D_i}{d_c}\right)} \cdot 10^{-9}$$

Donde:

C es la capacidad del cable (F/m)

ε es la permisividad relativa del aislamiento

D_i es el diámetro exterior del aislamiento (excluida la pantalla semiconductora sobre aislamiento) (mm)

d_c es el diámetro del conductor (incluida la pantalla semiconductora sobre conductor) (mm)

2.3.3.1. REACTANCIA CAPACITIVA

La reactancia capacitiva se puede obtener de la fórmula:

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

Donde:

X_c es la reactancia capacitiva (Ω/Km)

C es la capacidad del cable (F/Km)

2.3.4. ADMITANCIA, CONDUCTANCIA Y SUSCEPTANCIA

La admitancia es la inversa de la impedancia, viene dada por la fórmula:

$$Y = \frac{1}{Z} = \left(\frac{R}{R^2 + X^2} \right) + j \left(\frac{-X}{R^2 + X^2} \right)$$

Donde:

Y es la admitancia (S/km)

R es la resistencia (Ω /km)

X es la reactancia (Ω /km)

La parte real de la admitancia es la conductancia y la parte imaginaria la susceptancia. Así tenemos:

$$G = \left(\frac{R}{R^2 + X^2} \right)$$

$$B = \left(\frac{-X}{R^2 + X^2} \right)$$

Donde:

G es la conductancia (S/km)

B es la susceptancia (S/km)

2.3.5. IMPEDANCIA DE ONDA

La impedancia de onda Z_{ZI} , viene dada por la fórmula:

$$Z_{ZI} = \sqrt{1000 \cdot 10^9 \cdot \frac{L}{C}}$$

Donde:

Z_{ZI} es la impedancia de onda (Ω)

L es la inductancia del conductor (mH/Km)

C es la capacidad del cable (F/Km)

2.3.6. IMPEDANCIAS DE FASE

2.3.6.1. SECUENCIA DIRECTA E INVERSA

Para los cables, las impedancias de secuencia positiva (impedancia directa) y de secuencia negativa (impedancia inversa) son las mismas y son los valores derivados para condiciones simétricas.

La impedancia de fase de un cable o de un cable unipolar en un circuito, viene así dada por:

$$Z_+ = R + jX_L$$

$$Z_- = R - jX_L$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Donde:

Z_+ es la impedancia directa (Ω/m)

Z_- es la impedancia inversa (Ω/m)

R es la resistencia en corriente alterna a la temperatura de servicio (Ω/m)

X_L es la reactancia inductiva (Ω/m)

2.3.6.2. SECUENCIA HOMOPOLAR

Para cables unipolares, la reactancia homopolar (o de secuencia cero) del cable por fase, se puede obtener de la fórmula:

$$X_0 = \omega \cdot 10^{-3} \cdot \left[K + 0,2 \cdot \ln \left(\frac{d_m}{d_c} \right) \right]$$

Donde:

X_0 es la impedancia directa (Ω/m)

d_m es la impedancia inversa (Ω/m)

d_c es la resistencia en corriente alterna a la temperatura de servicio (Ω/m)

K es la reactancia inductiva (Ω/m)

Para cables tripolares la fórmula es:

$$X_0 = 0,434 \cdot \log \left(\frac{d_m}{GMD} \right)$$

Donde:

GMD es el diámetro medio geométrico de los conductores en el cable trenzado (Ω/km)

La resistencia homopolar de un conductor por fase es la resistencia en corriente alterna del conductor a temperatura ambiente (normalmente 20°C) sin el incremento del efecto proximidad, pero con el incremento del efecto pelicular. A este valor, se debe añadir:

- Para cables tripolares: 3 veces la resistencia de la pantalla o cubierta metálica
- Para cables unipolares: la resistencia de la pantalla o cubierta metálica
- Para cables en tubo de acero: la resistencia de una pantalla o cubierta metálica en paralelo con 3 veces la resistencia de la armadura.

Entonces, la impedancia homopolar o de secuencia cero Z_0 viene dada por:

$$Z_0 = R_0 + jX_0$$

$$Z_0 = \sqrt{R_0^2 + X_0^2}$$

Donde:

Z_0 es la impedancia homopolar o de secuencia cero (Ω/m)

R_0 es la resistencia homopolar (Ω/m)

X_0 es la reactancia homopolar (Ω/m)

2.4. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Descripción	Unidad	Valor
Factor de pérdidas dieléctricas W_d	W/m	1,455
Factor de pérdidas en la pantalla λ_1	-	0,1184
Factor de pérdidas en la pantalla debidas a las corrientes de circulación λ_1'	-	0
Factor de pérdidas en la pantalla debidas a las corrientes de Foucault λ_1''	-	0,1184
Factor de pérdidas en la armadura λ_2	-	0
Resistencia térmica por unidad de longitud entre el conductor y la pantalla T_1	K*m/W	0,3180
Resistencia térmica entre la cubierta y la armadura T_2	K*m/W	0
Resistencia térmica de la cubierta T_3	K*m/W	0,0437
Resistencia térmica externa T_4	K*m/W	1,965
Intensidad máxima admisible en régimen permanente I	A	1312
Intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor	kA	506,891
Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla	kA	56,802

2.4.1. FACTOR DE PÉRDIDAS EN LA PANTALLA O EN LA CUBIERTA METÁLICA

Las pérdidas de potencia en las pantallas o cubiertas metálicas (λ_1), son debidas a las pérdidas causadas por las corrientes de circulación (λ_1') y a las pérdidas debidas por las corrientes de Foucault o corrientes Eddy (λ_1''). Así, tenemos que:

$$\lambda_1 = \lambda_1' + \lambda_1''$$

2.4.1.1. FACTOR DE PÉRDIDAS CAUSADAS POR CORRIENTES DE CIRCULACIÓN

- Tres cables unipolares al tresbolillo:

Con las pantallas o cubiertas metálicas en solidly bonded (en cortocircuito en ambas extremidades de una sección eléctrica), el factor de pérdidas por corrientes de circulación, viene dado por la siguiente expresión:

$$\lambda_1' = \frac{R_s}{R} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{R_s}{X}\right)^2}$$

$$X = 2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S}{d} \right)$$

Donde:

R_s	es la resistencia de la pantalla o cubierta metálica a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)
R	es la resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)
X	es la reactancia por unidad de longitud de la pantalla o cubierta metálica (Ω/m)
S	es la distancia entre ejes de conductor en la sección eléctrica considerada (mm)
d	es el diámetro medio de la pantalla o cubierta metálica (mm)

- Tres cables unipolares en disposición plana, con el cable del medio equidistante de los otros dos cables y con transposición regular de los cables:

Con las pantallas o cubiertas metálicas en solidly bonded (en cortocircuito en ambas extremidades de una sección eléctrica), el factor de pérdidas por corrientes de circulación, viene dado por las siguientes expresiones:

$$\lambda'_1 = \frac{R_s}{R} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{R_s}{X}\right)^2}$$

$$X_1 = 2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(2 \cdot \sqrt[3]{2} \cdot \frac{S}{d} \right)$$

Donde:

X_1 es la reactancia por unidad de longitud de la pantalla o cubierta metálica (Ω/m)

- Tres cables unipolares en disposición plana, con el cable del medio equidistante de los otros dos cables y sin transposición regular de los cables:

Con las pantallas o cubiertas metálicas en solidly bonded (en cortocircuito en ambas extremidades de una sección eléctrica), el factor de pérdidas por corrientes de circulación, viene dado por las siguientes expresiones:

a) Cable exterior que lleva la fase de retraso

$$\lambda'_{11} = \frac{R_s}{R} \cdot \left[\frac{0,75 \cdot P^2}{R_s^2 + P^2} + \frac{0,25 \cdot Q^2}{R_s^2 + Q^2} + \frac{2 \cdot R_s \cdot P \cdot Q \cdot X_m}{\sqrt{3} \cdot (R_s^2 + P^2) \cdot (R_s^2 + Q^2)} \right]$$

b) Cable exterior que lleva la fase de adelanto

$$\lambda'_{12} = \frac{R_s}{R} \cdot \left[\frac{0,75 \cdot P^2}{R_s^2 + P^2} + \frac{0,25 \cdot Q^2}{R_s^2 + Q^2} - \frac{2 \cdot R_s \cdot P \cdot Q \cdot X_m}{\sqrt{3} \cdot (R_s^2 + P^2) \cdot (R_s^2 + Q^2)} \right]$$

c) Cable del medio o cable central

$$\lambda'_{1m} = \frac{R_s}{R} \cdot \frac{Q^2}{Q^2 + R_s^2}$$

Donde:

$$P = X + X_m \quad Q = X - \frac{X_m}{3}$$

$$X = 2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S}{d} \right) \quad X = 2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln (2)$$

2.4.1.2. FACTOR DE PÉRDIDAS CAUSADAS POR CORRIENTES DE FOUCAULT

- Cables unipolares con las pantallas o cubiertas metálicas en single-point o en cross-bonding:

El factor de pérdidas por corrientes de Foucault o corrientes Eddy viene dado por la siguiente expresión:

$$\lambda_1'' = \frac{R_s}{R} \cdot [g_s \cdot \lambda_0 \cdot (1 + \Delta_1 + \Delta_2) + \frac{(\beta_1 \cdot t_s^4)}{12 \cdot 10^{12}}]$$

$$g_s = 1 + \left(\frac{t_s}{D_s}\right)^{1,74} \cdot (\beta_1 \cdot D_s \cdot 10^{-3} - 1,6) \quad \beta_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi \cdot \omega}{10^7 \cdot \rho_s}}$$

Donde:

t_s es el espesor de la pantalla o cubierta metálica (mm)

D_s es el diámetro exterior de la pantalla o cubierta metálica (mm)

ρ_s es la resistividad eléctrica del material que constituye la pantalla o cubierta metálica a la temperatura de servicio ($\Omega \cdot m$)

Para cables con pantalla de hilos de cobre y cinta equipotencial, o lámina metálica sobre los hilos, las pérdidas debidas a corrientes de Foucault se consideran despreciables.

a) 3 cables unipolares al tresbolillo

$$\lambda_0 = 3 \cdot \left(\frac{m^2}{1 + m^2}\right) \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S}\right)^2$$

$$\Delta_1 = -\frac{0,74 \cdot (m + 2) \cdot m^{0,5}}{2 + (m - 0,3)^2} \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S}\right)^{m+1}$$

$$\Delta_2 = 0,92 \cdot m^{3,7} \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S}\right)^{m+2}$$

$$m = \frac{\omega}{R_s} \cdot 10^{-7}$$

b) 3 cables unipolares en disposición plana

a. Cable exterior que lleva la fase de retraso

$$\lambda_0 = 1,5 \cdot \left(\frac{m^2}{1 + m^2}\right) \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S}\right)^2$$

$$\Delta_1 = -\frac{0,74 \cdot (m + 2) \cdot m^{0,5}}{2 + (m - 0,3)^2} \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S}\right)^{m+1}$$

$$\Delta_2 = 0,92 \cdot m^{3,7} \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S} \right)^{m+2}$$

$$m = \frac{\omega}{R_s} \cdot 10^{-7}$$

b. Cable exterior que lleva la fase de adelanto

$$\lambda_0 = 1,5 \cdot \left(\frac{m^2}{1 + m^2} \right) \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S} \right)^2$$

$$\Delta_1 = 4,7 \cdot m^{0,7} \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S} \right)^{0,16 \cdot m + 2}$$

$$\Delta_2 = 21 \cdot m^{3,3} \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S} \right)^{1,47 \cdot m + 5,06}$$

$$m = \frac{\omega}{R_s} \cdot 10^{-7}$$

c. Cable del medio o cable central

$$\lambda_0 = 6 \cdot \left(\frac{m^2}{1 + m^2} \right) \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S} \right)^2$$

$$\Delta_1 = 0,86 \cdot m^{3,08} \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot S} \right)^{1,4 \cdot m + 0,7}$$

$$\Delta_2 = 0$$

$$m = \frac{\omega}{R_s} \cdot 10^{-7}$$

2.4.2. FACTOR DE PÉRDIDAS DIELÉCTRICAS

Las pérdidas dieléctricas de un cable en corriente alterna, vienen dadas por la siguiente expresión:

$$Wd = \omega \cdot C \cdot U_0^2 \cdot \tan \delta$$

Donde:

Wd son las pérdidas dieléctricas, por unidad de longitud, del aislamiento que rodea al conductor (W/m)

C es la capacidad del cable (F/m)

U_0 es la tensión con relación a tierra (V)

ω es la frecuencia angular (Hz)

ε es la permisividad relativa del aislamiento (mm)

$\tan\delta$ es la tangente del ángulo de pérdidas

D_i es el diámetro exterior del aislamiento (excluida la pantalla semiconductora sobre aislamiento) (mm)

d_c es el diámetro del conductor (incluida la pantalla semiconductora sobre conductor) (mm)

2.4.3. RESISTENCIAS TÉRMICAS

2.4.3.1. RESISTENCIA TÉRMICA T1

- CABLES UNIPOLARES O TRIPOLARES APANTALLADOS INDIVIDUALMENTE

La resistencia térmica entre un conductor y la pantalla o cubierta metálica para cables unipolares, o para cables tripolares con aislamiento extruido, apantallados individualmente (apantallados con cubiertas metálicas o cintas), viene dada por la expresión:

$$T_1 = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left[1 + \frac{2 \cdot t_1}{d_c} \right]$$

Donde:

ρ_T Resistividad térmica del aislamiento (K·m/W).

t_1 Espesor de aislamiento entre conductor y pantalla (mm).

d_c Diámetro del conductor (mm).

- CABLES TRIPOLARES CON PANTALLA COLECTIVA O INDIVIDUALMENTE CON HILOS DE Cu

La resistencia térmica entre un conductor y la pantalla o cubierta metálica para cables tripolares con aislamiento extruido, apantallados colectivamente o apantallados individualmente con pantalla de hilos de cobre, viene dada por la expresión:

$$T_1 = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot G \cdot 0,031 \cdot (\rho_T - \rho_f) \cdot e^{0,67 \frac{t}{d_c}}$$

Donde:

- ρ_f Resistividad térmica del material de relleno (K·m/W).
- G Factor geométrico calculado según IEC 60287.
- t Espesor de aislamiento entre conductores (mm).

2.4.3.2. RESISTENCIA TÉRMICA T2

- CABLES UNIPOLARES O TRIPOLARES APANTALLADOS COLECTIVAMENTE

La resistencia térmica entre la cubierta y la armadura para cables unipolares, viene dada por la expresión:

$$T_2 = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left[1 + \frac{2 \cdot t_2}{D_s} \right]$$

Donde:

- t_2 Espesor del asiento de armadura (mm).
- D_s Diámetro exterior de la pantalla o cubierta metálica (mm).

- CABLES TRIPOLARES APANTALLADOS INDIVIDUALMENTE

La resistencia térmica entre la cubierta y la armadura para cables triplomo o con cubierta metálica de aluminio en cada fase, viene dada por:

$$T_2 = \frac{\rho_T}{6 \cdot \pi} \cdot \bar{G}$$

Donde:

- $\bar{G}$ Factor geométrico calculado según IEC 60287.

2.4.3.3. RESISTENCIA TÉRMICA T3

La resistencia térmica del revestimiento o la cubierta exterior del cable, viene dada por la expresión:

$$T_3 = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left[1 + \frac{2 \cdot t_3}{D'_a} \right]$$

Donde:

ρ_T Resistividad térmica del material (K·m/W).

t_3 Espesor del revestimiento o cubierta exterior (mm).

D_s Diámetro exterior de la armadura (mm). Si el cable no armado, es el diámetro inmediatamente debajo de la cubierta.

Si la cubierta es cubierta ondulada, la expresión es:

$$T_3 = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left[\frac{D_{oc} + 2 \cdot t_3}{\left(\frac{D_{oc} + D_{it}}{2} \right) + t_s} \right]$$

Donde:

D_{oc} Diámetro del cilindro imaginario coaxial a una envolvente ondulada y tangente a la superficie exterior de las crestas (mm).

D_{it} Diámetro del cilindro imaginario coaxial a una envolvente ondulada y tangente a la superficie interior de los entrantes (mm).

t_s Espesor de la cubierta metálica (mm).

2.4.3.4. RESISTENCIA TÉRMICA EXTERNA T4

- CABLES AL AIRE PROTEGIDOS DE LA RADIACIÓN SOLAR

La resistencia térmica externa del entorno de un cable instalado al aire libre y protegido de la radiación solar directa, viene dada por la expresión:

$$T_4 = \frac{1}{\pi \cdot D_e^* \cdot h \cdot (\Delta\theta_s)^{\frac{1}{4}}}$$

$$h = \frac{Z}{(D_e^*)^g} + E$$

Donde:

D_e^* Diámetro exterior del cable (m). Si la cubierta es ondulada $D_e^* = (D_{oc} + 2 \cdot t_3) \cdot 10^{-3}$ (m).

h Coeficiente de disipación del calor (W/m²·K^{5/4}).

Z, g, E Constantes que dependen de la configuración de la instalación y de la posición de los cables.

$\Delta\theta_s$ Calentamiento de la superficie del cable respecto a la temperatura ambiente (K). Para obtener este calentamiento, se calcula primero:

$$K_A = \frac{\pi \cdot D_e^* \cdot h}{1 + \lambda_1 + \lambda_2} \cdot \left[\frac{T_1}{n} + T_2 \cdot (1 + \lambda_1) + T_3 \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \right]$$

Y el calentamiento se obtiene de la siguiente expresión:

$$(\Delta\theta)_{n+1}^{\frac{1}{4}} = \left[\frac{\Delta\theta + \Delta\theta_d}{1 + K_A \cdot (\Delta\theta)_n^{\frac{1}{4}}} \right]^{0.25}$$

Donde:

$$\Delta\theta_d = W_d \cdot \left[\left(\frac{1}{1 + \lambda_1 + \lambda_2} - \frac{1}{2} \right) \cdot T_1 - \frac{n \cdot \lambda_2 \cdot T_2}{1 + \lambda_1 + \lambda_2} \right]$$

- **CABLES DIRECTAMENTE EXPUESTOS A LA RADIACIÓN SOLAR**

La resistencia térmica externa del entorno de un cable expuesto a la radiación solar directa, viene dada por la expresión:

$$T_4^* = \frac{1}{\pi \cdot D_e^* \cdot h \cdot (\Delta\theta_s)^{\frac{1}{4}}}$$

$$h = \frac{Z}{(D_e^*)^g} + E$$

Donde:

D_e^* Diámetro exterior del cable (m). Si la cubierta es ondulada $D_e^* = (D_{oc} + 2 \cdot t_3) \cdot 10^{-3}$ (m).

h Coeficiente de disipación del calor ($W/m^2 \cdot K^{5/4}$).

Z, g, E Constantes que dependen de la configuración de la instalación y de la posición de los cables.

$\Delta\theta_s$ Calentamiento de la superficie del cable respecto a la temperatura ambiente (K). Para obtener este calentamiento, se calcula primero:

$$K_A = \frac{\pi \cdot D_e^* \cdot h}{1 + \lambda_1 + \lambda_2} \cdot \left[\frac{T_1}{n} + T_2 \cdot (1 + \lambda_1) + T_3 \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \right]$$

Y el calentamiento se obtiene de la siguiente expresión:

$$(\Delta\theta)_{n+1}^{\frac{1}{4}} = \left[\frac{\Delta\theta + \Delta\theta_d + \Delta\theta_{ds}}{1 + K_A \cdot (\Delta\theta)_n^{\frac{1}{4}}} \right]^{0,25}$$

Donde:

$$\Delta\theta_d = W_d \cdot \left[\left(\frac{1}{1 + \lambda_1 + \lambda_2} - \frac{1}{2} \right) \cdot T_1 - \frac{n \cdot \lambda_2 \cdot T_2}{1 + \lambda_1 + \lambda_2} \right]$$

$$\Delta\theta_{ds} = \frac{\sigma \cdot D_e^* \cdot H}{1 + \lambda_1 + \lambda_2} \cdot \left[\frac{T_1}{n} + T_2 \cdot (1 + \lambda_1) + T_3 \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \right]$$

Donde:

- σ Coeficiente de absorción de los rayos solares por la superficie del cable.
- K Intensidad de las radiaciones solares.

- **CABLES EN CANALIZACIONES NO RELLENAS**

Cuando se instalan los cables en canalizaciones no rellenas y cuya cubierta está al ras del suelo y expuesta al aire libre, se calcula la resistencia térmica según los apartados anteriores, pero se tiene en cuenta el calentamiento del aire dentro de la canalización por encima de la temperatura ambiente, que se debe aumentar.

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d \cdot [0,5 \cdot T_1 + n \cdot (T_2 + T_3 + T_4)] + \Delta\theta_{tr}}{R \cdot T_1 + n \cdot R \cdot T_2 \cdot (1 + \lambda_1) + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (T_3 + T_4)}}$$

$$\Delta\theta_{tr} = \frac{W_{TOT}}{3 \cdot p}$$

Donde:

- W_{TOT} Potencia total disipada dentro de la canalización por metro de longitud (W/m).
- p Parte del perímetro de la canalización que participa en la disipación del calor (m).

- **CABLES ENTERRADOS: UN SOLO CABLE**

La resistencia térmica externa del entorno de un solo cable enterrado, viene dada por la expresión:

$$T_4 = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot L}{D_e} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot L}{D_e} \right)^2 - 1} \right)$$

Donde:

L Distancia de la superficie del suelo al eje del cable (mm).

D_e Diámetro exterior del cable (mm).

- **CABLES ENTERRADOS SEPARADOS DESIGUALMENTE CARGADOS**

En este caso, se aplica el principio de superposición, admitiendo los siguientes supuestos:

- cada cable actúa como una fuente de calor lineal y que no distorsiona el campo térmico debido a los otros cables.
- la resistividad del suelo es constante en todas partes y no cambia con el campo de calor.
- la superficie de la tierra es una isoterma.

Así, tenemos que el método utilizado para grupo de cables desigualmente cargados y de construcción diferente, consiste en calcular la elevación de la temperatura en la superficie del cable considerado debida a los demás cables del grupo ($\Delta\theta_p$), y restar esa elevación de temperatura del valor $\Delta\theta$ utilizado en la ecuación para la intensidad de corriente admisible, quedando la fórmula resultante en:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d \cdot [0,5 \cdot T_1 + n \cdot (T_2 + T_3 + T_4)] - \Delta\theta_p}{R \cdot T_1 + n \cdot R \cdot T_2 \cdot (1 + \lambda_1) + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (T_3 + T_4)}}$$

Así, tenemos que para el cable situado en la posición “p”, el calentamiento debido a la potencia disipada por el resto de los cables del grupo (“q” cables), viene dado por:

$$\Delta\theta_p = \Delta\theta_{1p} + \Delta\theta_{2p} + \dots + \Delta\theta_{qp}$$

El calentamiento producido en la superficie del cable “k” sobre el cable “p” se establece como:

$$\Delta\theta_{kp} = \frac{\rho_T \cdot W_k}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{d'_{pk}}{d_{pk}} \right)$$

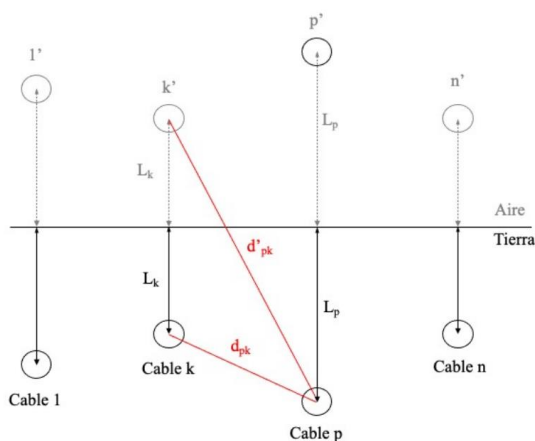
Donde:

W_k Potencia por unidad de longitud (suma de pérdidas por efecto Joule y las pérdidas dieléctricas), disipada por el cable “k” (W)

d'_{pk} Distancia entre centros del cable “p” y la imagen, con respecto a la superficie de la tierra, del cable “k” (mm).

d_{pk} Distancia entre centros de los cables “p” y “k” (mm).

Estas distancias, están mostradas en la figura siguiente:



- **CABLES ENTERRADOS SEPARADOS IGUALMENTE CARGADOS**

También en este caso, se aplica el principio de superposición, admitiendo los siguientes supuestos:

- cada cable actúa como una fuente de calor lineal y que no distorsiona el campo térmico debido a los otros cables.
- la resistividad del suelo es constante en todas partes y no cambia con el campo de calor
- la superficie de la tierra es una isoterma.

Pero la intensidad de la corriente admisible, se determina por la del cable más caliente, y se utiliza un valor corregido de $T_{4\text{corregida}}$ que tenga en cuenta el calentamiento mutuo de los cables del grupo.

El valor corregido de la resistencia térmica $T_{4\text{corregida}}$ viene dado (para el cable en la posición “p”) por la siguiente expresión:

$$T_{4 \text{ corregida}} = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left[\left(\frac{2 \cdot L}{D_e} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot L}{D_e} \right)^2 - 1} \right) \cdot F_{T4} \right]$$

$$F_{T4} = \left(\frac{d'_{p1} \cdot d'_{p2} \cdot \dots \cdot d'_{pk} \cdot \dots \cdot d'_{pn}}{d_{p1} \cdot d_{p2} \cdot \dots \cdot d_{pk} \cdot \dots \cdot d_{pn}} \right)$$

Donde el término $\frac{d'_{pp}}{d_{pp}}$ queda excluido.

- **CABLES ENTERRADOS EN CONTACTO IGUALMENTE CARGADOS**

Si tenemos 3 cables unipolares igualmente cargados, en contacto entre sí, la resistencia térmica T4 viene dada por la siguiente expresión:

- a) cables en disposición plana con cubiertas metálicas:

$$T_4 = \rho_T \cdot \left[0,475 \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot L}{D_e} \right) - 0,346 \right]$$

- b) cables en disposición plana sin cubiertas metálicas:

$$T_4 = \rho_T \cdot \left[0,475 \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot L}{D_e} \right) - 0,142 \right]$$

- c) cables al tresbolillo con cubiertas metálicas:

$$T_4 = \frac{1,5 \cdot \rho_T}{\pi} \cdot \left[\ln \left(\frac{4 \cdot L}{D_e} \right) - 0,630 \right]$$

En este caso “L” se mide con respecto al centro del tresbolillo, y la resistencia térmica T3 calculada previamente se debe multiplicar por 1,6.

- d) cables al tresbolillo sin cubiertas metálicas:

$$T_4 = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\ln \left(\frac{4 \cdot L}{D_e} \right) + 2 \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot L}{D_e} \right) \right]$$

En este caso “L” se mide con respecto al centro del tresbolillo. Esta fórmula se utilizará también para cables en tubulares en contacto.

- CABLES ENTERRADOS EN TUBULARES

La resistencia térmica de cables en tubulares consiste en tres partes:

- a) la resistencia del espacio de aire entre la superficie del cable y la superficie interior de la tubular T'_4 .

$$T'_4 = \frac{U}{1 + 0,1 \cdot (V + Y \cdot \theta_m) \cdot D_e}$$

Esta fórmula asume que el cable está ubicado en el centro de la tubular.

Donde:

U, V, Y Constantes que dependen de los tipos de instalación.

θ_m Temperatura media del medio entre el cable y la tubular ($^{\circ}\text{C}$).

D_e Diámetro exterior del cable (mm).

- b) la resistencia del material de la tubular T''_4 .

Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$T''_4 = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \ln\left(\frac{D_o}{D_d}\right)$$

Donde:

ρ_T Resistividad térmica del material de la tubular ($\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$).

D_o Diámetro exterior de la tubular (mm).

D_d Diámetro interior de la tubular (mm).

- c) la resistencia entre la superficie exterior de la tubular y el entorno T'''_4 .

Se calcula aplicando la fórmula adecuada para los cables, pero sustituyendo el diámetro del cable por el diámetro exterior de la tubular:

Así, tenemos:

$$T_4 = T'_4 + T''_4 + T'''_4$$

En caso de haber 3 cables dentro de la tubular, $D_e = 2,15 \times$ (diámetro exterior del cable), y

$$T_4 = 3 \cdot (T'_4 + T''_4 + T'''_4)$$

Si los tubulares están rellenos completamente de un material bombeable que tenga una resistividad no superior a la del medio circundante, pueden considerarse como cables directamente enterrados.

- **CABLES ENTERRADOS EN TUBULARES DENTRO DE VAINAS**

Cuando se cruzan carreteras, vías ferroviarias, ríos, ... es normal utilizar vainas para colocar los cables dentro de ellas. Estas vainas pueden llevar 1 o varios circuitos con uno o varios cables colocados en tubulares que pueden fijarse en posiciones con separadores. En este caso, la resistencia térmica externa total de un cable podemos imaginar que se divide en dos componentes, uno que representa los materiales entre el cable y la superficie interna de la vaina, y otra para el material de la vaina y el suelo exterior.

Se hacen algunas suposiciones:

a) el cálculo de la resistencia térmica del aire entre la tubular y la pared de la vaina se puede hacer mediante la misma ecuación empírica que para el aire entre un cable y una tubular

b) para el cálculo de la resistencia térmica del aire, se considera que la tubular se encuentra en el centro de la vaina

c) las constantes empíricas dadas para los tamaños de tubulares típicos también son válidas para una vaina de mayor tamaño

Así, tenemos:

1. la resistencia del espacio de aire entre la superficie de la tubular y la superficie interior de la vaina

$$T'_{4v}:$$

$$T'_{4v} = \frac{U}{1 + 0,1 \cdot (V + Y \cdot \theta_{mv}) \cdot D_e}$$

Donde:

U, V, Y Constantes que dependen de los tipos de instalación.

θ_m Temperatura media del medio entre el cable o la tubular y la vaina (°C).

D_e Diámetro exterior de la tubular (mm).

2. La resistencia térmica propia de la vaina:

$$T''_4 = \frac{\rho_{Tv}}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{D_{ov}}{D_{dv}} \right)$$

Donde:

ρ_{Tv} Resistividad térmica del material de la vaina (K·m/W).

D_{ov} Diámetro exterior de la vaina (mm).

D_{dv} Diámetro interior de la vaina (mm).

3. La resistencia térmica externa la vaina:

$$T'''_{4v} = \frac{\rho_{Tv}}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot L_v}{D_{ov}} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot L_v}{D_{ov}} \right)^2 - 1} \right)$$

Donde:

L_v Profundidad al centro de la vaina (mm).

Y la resistencia térmica total es:

$$T_4 = n \cdot (T'_{4 \text{ tubular}} + T''_{4 \text{ tubular}}) + N \cdot (T'_{4v} + T''_{4v} + T'''_{4v})$$

Donde:

n Número de conductores que lleva cada cable.

N Número de cables dentro de la vaina.

- **CABLES EN TUBULARES EMBEBIDOS EN HORMIGÓN**

Cuando los tubulares están embebidos en hormigón, se asume que:

a) existe un medio uniforme fuera de las tubulares

b) la resistividad térmica de ese medio es igual a la del hormigón

c) el bloque de conductos o tubulares tiene una forma cilíndrica y calcula su radio equivalente r_b .

Posteriormente, se añade una corrección algebraicamente para tener en cuenta la diferencia entre las resistividades térmicas del hormigón y del suelo (si la hubiera). Esta corrección térmica viene dada por:

$$T_{4\text{ corregida}} = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left[\left(\frac{2 \cdot L}{D_e} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot L}{D_e} \right)^2 - 1} \right) \right] + F_{\text{hormigón}}$$

$$F_{\text{hormigón}} = \frac{N \cdot (\rho_T - \rho_c)}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{L_G}{r_b} + \sqrt{\left(\frac{L_G}{r_b} \right)^2 - 1} \right)$$

$$r_b = e^{\frac{x}{2 \cdot y} \cdot \left(\frac{4}{\pi} \cdot \frac{x}{y} \right) \cdot \ln \left(1 + \frac{x^2}{y^2} \right) + \ln \left(\frac{x}{2} \right)}$$

Donde:

N	Número de cables con carga en el bloque de conductos o tubulares.
ρ_T	Resistividad térmica del suelo que rodea al bloque de conductos o tubulares (K·m/W).
L_G	Profundidad al centro del bloque de conductos o tubulares (mm).
x	Menor de las dimensiones del bloque de conductos o tubulares (mm).
y	Mayor de las dimensiones del bloque de conductos o tubulares (mm).

Esta fórmula, solamente es aplicable cuando $\frac{y}{x} < 3$.

2.4.4. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE

La intensidad admisible se calcula según la Norma UNE 21-144 / IEC 60287.

Para cables de corriente alterna enterrados donde la desecación del suelo no existe, la intensidad admisible viene dada por la siguiente expresión:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_D \cdot [0,5 \cdot T_1 + n \cdot (T_2 + T_3 + T_4)]}{R \cdot T_1 + n \cdot R \cdot T_2 \cdot (1 + \lambda_1) + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (T_3 + T_4)}}$$

Donde:

I	Intensidad de corriente que circula por el conductor (A).
-----	---

$\Delta\theta$	Calentamiento del conductor respecto a la temperatura ambiente o la temperatura del terreno (K).
W_d	Pérdidas dieléctricas, por unidad de longitud, del aislamiento que rodea al conductor (W/m).
T_1	Resistencia térmica entre el conductor y la pantalla (K·m/W).
T_2	Resistencia térmica del relleno de asiento entre la pantalla y la armadura (K·m/W).
T_3	Resistencia térmica de la cubierta exterior del cable (K·m/W).
T_4	Resistencia térmica entre la superficie del cable y el medio circundante (K·m/W).
n	Número de conductores aislados en servicio en el cable (conductores con la misma sección y transportando la misma carga).
λ_1	Relación de las pérdidas en la pantalla o cubierta metálica con respecto a las pérdidas totales en todos los conductores del cable.
λ_2	Relación de las pérdidas en la armadura con respecto a las pérdidas totales en todos los conductores del cable. Para cables no armados su valor es 0.
ν	Cociente de la resistividades térmicas de zonas de terrenos secos y húmedos.
ρ_d	Resistividad térmica del terreno seco (K·m/W).
ρ_w	Resistividad térmica del terreno húmedo (K·m/W).
$\Delta\theta_x$	Incremento de la temperatura crítica del terreno e incremento de la temperatura de la frontera entre las zonas húmedas y seca sobre la temperatura ambiente (K).
θ_x	Temperatura crítica del terreno y la temperatura de la frontera entre las zonas húmeda y seca (°C).
θ_a	Temperatura ambiente o del entorno (°C).
H	Intensidad de radiación solar (W/m²).
σ	Coeficiente de absorción de radiación solar por la superficie del cable.
T_4^*	Resistencia térmica externa del cable al aire libre, ajustada para tener en cuenta la radiación solar (K·m/W).
D_e^*	Diámetro exterior del cable (m).
R	Resistencia del conductor en corriente alterna a su temperatura máxima de servicio ($\frac{\Omega}{m}$)

2.4.5. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO

El cálculo se realiza según la Norma UNE 21-192 / IEC 60949.

El cálculo de régimen de cortocircuito de cualquier componente conductor de corriente de un cable se basa generalmente en que el calor es retenido en el interior de dicho componente mientras dura el cortocircuito (calentamiento adiabático), sin embargo, debido a los componentes del cable, existe alguna transmisión de calor a los materiales adyacentes durante el cortocircuito, y se puede sacar provecho de esta circunstancia para obtener la intensidad de cortocircuito admisible. La intensidad de cortocircuito admisible, viene dada entonces por la siguiente fórmula:

$$I = \varepsilon \cdot I_{AD}$$

Donde:

- I es la intensidad de cortocircuito admisible (A)
- ε es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes
- I_{AD} es la intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito)

La expresión del calentamiento adiabático, aplicable a cualquier temperatura inicial, viene dada por la siguiente expresión:

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

Donde:

- t es la duración del cortocircuito (s)
- K es la constante que depende del material del componente conductor de corriente ($A \cdot s^{\frac{1}{2}}/mm^2$)

$$K = \sqrt{\frac{\sigma_c(\beta + 20) \cdot 10^{-12}}{\rho_{20}}}$$

- S es la sección geométrica del componente conductor de corriente (mm²)

θ_f es la temperatura final (°C)

θ_i es la temperatura inicial (°C)

β es la inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente (K)

σ_c es el calor específico volumétrico a 20°C del componente conductor de corriente (J/K.m³)

ρ_{20} es la resistividad eléctrica, a 20°C del componente conductor de corriente (Ω.m)

En algunas circunstancias, por ejemplo redes con puesta a tierra a través de impedancia, la intensidad máxima de cortocircuito es conocida, y la temperatura del conductor al final del cortocircuito se puede obtener de la siguiente expresión:

$$I_{AD} = \frac{I_{SC}}{\varepsilon}$$

$$\theta_f = (\theta_i + \beta) \cdot \exp\left(\frac{I_{AD}^2 \cdot t}{K^2 \cdot S^2}\right) - \beta$$

Donde

I_{SC} es la intensidad de cortocircuito conocida (valor eficaz durante el cortocircuito)

- FACTOR NO ADIABÁTICO PARA CONDUCTORES Y ALAMBRES DE PANTALLA NO CONTIGUOS

La fórmula para el factor no adiabático, viene dada por:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + F \cdot A \cdot \sqrt{\frac{t}{S}} + F^2 \cdot B \cdot \left(\frac{t}{S}\right)}$$

Donde:

F es el factor que tiene en cuenta la imperfección de los contactos térmicos entre el conductor o los alambres y los materiales no metálicos adyacentes

- A* constante empírica basada en las características térmicas de los materiales no metálicos adyacentes (mm^2/s)^{1/2}
- B* constante empírica basada en las características térmicas de los materiales no metálicos adyacentes (mm^2/s)
- C1* tiene un valor de 2464 (mm/m)
- C2* tiene un valor de 1,22 ($\text{K} \cdot \text{m} \cdot \text{mm}^2/\text{J}$)
- σ_c es el calor específico volumétrico a 20°C del componente conductor de corriente ($\text{J}/\text{K} \cdot \text{m}^3$)
- σ_i es el calor específico volumétrico de los materiales no metálicos adyacentes ($\text{J}/\text{K} \cdot \text{m}^3$)
- ρ_i es la resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes ($\text{K} \cdot \text{m}/\text{W}$)

- ALAMBRES NO CONTIGUOS TOTALMENTE EMBEBIDOS:

Para los alambres no contiguos totalmente embebidos y siempre que estén separados al menos un diámetro de alambre individual y totalmente rodeados de materiales no metálicos, se utilizará un valor de $F = 0,7$. La intensidad se calcula para un alambre tomado individualmente y se multiplica por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. No se considera la influencia de flejes delgados equipotenciales dispuestos helicoidalmente.

- ALAMBRES NO CONTIGUOS NO TOTALMENTE EMBEBIDOS:

Para los alambres no contiguos ubicados bajo un tubo extruido y con espacios libres entre los alambres, se utilizará un valor de $F = 0,5$. La intensidad se calcula para un alambre tomado individualmente y se multiplica por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. No se considera la influencia de flejes delgados equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Cuando los alambres están situados entre dos materiales de diferente naturaleza, se tomará la media aritmética de las resistividades térmicas y de los calores específicos volumétricos de los dos materiales.

- FACTOR NO ADIABÁTICO PARA CUBIERTAS METÁLICAS, PANTALLAS Y ARMADURAS

La fórmula para el factor no adiabático para las cubiertas metálicas, pantallas y armaduras, viene dada por:

$$\varepsilon = 1 + 0,61 \cdot M \cdot \sqrt{t} - 0,069 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^2 + 0,0043 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^3$$

Donde:

M es un factor que viene dado por la siguiente expresión ($s^{-1/2}$)

$$M = \frac{(\sqrt{\frac{\sigma_2}{\rho_2}} + \sqrt{\frac{\sigma_3}{\rho_3}})}{2 \cdot \sigma_1 \cdot \delta \cdot 10^{-3}} \cdot F$$

σ_2, σ_3 son los calores específicos volumétricos de los medios adyacentes a la cubierta metálica, pantalla o armadura (J/K.m³)

ρ^1, ρ_2 son las resistividades térmicas de los medios adyacentes a la cubierta metálica, pantalla o armadura (K.m/W)

σ_2 es el calor específico volumétrico de la cubierta metálica, pantalla o armadura (J/K.m³)

δ es el espesor de la cubierta metálica, pantalla o armadura (mm)

En general, el programa utiliza un valor de $F = 0,7$ excepto cuando el componente metálico está totalmente pegado a una de las caras del medio adyacente, entonces considera $F = 0,9$.

2.5. CAÍDA DE TENSIÓN

En un circuito trifásico, la caída de tensión viene dada por la siguiente fórmula:

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

Donde:

ΔU es la caída de tensión (V)

I es la intensidad que circula por el conductor (A)

l es la longitud a considerar (m)

R es la resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)

X es la reactancia inductiva (Ω/m)

A continuación, se presentan los resultados de la caída de tensión de los tramos subterráneos, para un factor de potencia $\cos\phi = 0,958$:

	Caída de tensión ΔU (%)
	Circuito 1
TRAMO 1	0,019

2.6. PÉRDIDAS DE POTENCIA

En un circuito trifásico, las pérdidas de potencia vienen dadas por la siguiente fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot l \cdot (1 + \lambda_1)$$

Donde:

I es la intensidad que circula por el conductor (A)

R es la resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)

l es la longitud a considerar (m)

λ_1 es el factor de pérdidas en la pantalla

La intensidad que circula por la línea está relacionada con la potencia transportada según la siguiente expresión:

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

Donde:

P es la potencia activa entregada por la línea (kW)

U es la tensión compuesta en el extremo de la línea (kV)

$\cos\phi$ es el factor de potencia

	Pérdidas de potencia ΔP (%)
	Circuito 1
TRAMO 1	0,0052

2.7. TENSIÓN INDUCIDA EN LAS PANTALLAS

Los cables unipolares de corriente alterna se construyen normalmente con un conductor concéntrico exterior o una pantalla que rodea al conductor portador de corriente y que está nominalmente a potencial de tierra. Cuando los cables transportan corriente alterna, se inducen tensiones en las pantallas y las corrientes fluyen a lo largo de ellas si están conectadas formando un circuito cerrado, por ejemplo, uniendo rígidamente y poniendo a tierra las pantallas en ambos extremos de los cables. Estas corrientes que circulan por las pantallas no son deseables porque causan pérdidas de calor que reducen la capacidad de transporte del cable. Por este motivo, se ha desarrollado la práctica de conexiones especiales de las pantallas en las que las pantallas de los cables se unen y se conectan a tierra de manera que se eliminen o reduzcan estas corrientes de pantalla longitudinales. El uso de estas conexiones especiales da lugar a sobretensiones en las pantallas durante los transitorios y durante los fallos, los valores de estas sobretensiones han de ser considerados. Para sistemas de alta tensión, serán necesarios limitadores de tensión.

2.7.1. TENSIÓN INDUCIDA EN LAS PANTALLAS: SINGLE POINT O SINGLE POINT DOBLE

- TENSIONES INDUCIDAS POR FALLO TRIFÁSICO SIMÉTRICO (EXTERNO A LOS CABLES):

Las ecuaciones para obtener las sobretensiones (V/m) en las pantallas de los 3 cables son las siguientes:

$$E_1 = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{2}{d} \cdot \frac{S_{12}^2}{S_{13}} \right) + j \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{13}}{d} \right) \right)$$

$$E_2 = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \left(+\frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot S_{12} \cdot S_{23}}{d^2} \right) + j \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \ln \left(\frac{S_{23}}{S_{12}} \right) \right)$$

$$E_3 = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{2}{d} \cdot \frac{S_{23}^2}{S_{13}} \right) + j \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{13}}{d} \right) \right)$$

Donde:

- d Diámetro medio de la pantalla del cable (mm).
- S_{12} Espaciado axial entre las fases 1 y 2 (mm).
- S_{23} Espaciado axial entre las fases 2 y 3 (mm).
- S_{13} Espaciado axial entre las fases 1 y 3 (mm).
- I Intensidad de cortocircuito en amperios (rms)
- ω Frecuencia angular del sistema.

- **TENSIONES INDUCIDAS POR FALLO FASE-FASE (EXTERNO A LOS CABLES):**

Si la corriente de fallo en los cables es asimétrica en relación al conductor de tierra, fluirá una corriente en este conductor de un valor que dependerá de su resistencia y las resistencias de tierra en sus extremos y actuará como conductor de apantallamiento. Este pequeño efecto se ignora en las siguientes ecuaciones para que representen el peor de los casos. En el caso general de cualquier formación de cable, asumiendo un fallo entre las fases 1 y 2 sin corriente de tierra que siga, si I_{12} = corriente de fallo, los gradientes de tensión de la pantalla son:

$$E_1 = j \cdot \omega \cdot I_{12} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{12}}{d} \right)$$

$$E_2 = -j \cdot \omega \cdot I_{12} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{12}}{d} \right)$$

$$E_3 = -j \cdot \omega \cdot I_{12} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{S_{23}}{S_{13}} \right)$$

- **TENSIONES INDUCIDAS POR FALLO FASE-TIERRA (EXTERNO A LOS CABLES):**

Los cálculos precisos de las sobretensiones de la cubierta en condiciones de fallo a tierra requieren un conocimiento de la proporción de la corriente de retorno que fluye en la tierra misma y la proporción que regresa a través del conductor de continuidad de tierra en paralelo. Esto depende de una serie de factores que normalmente no se conocen con precisión. Afortunadamente, sin embargo, las sobretensiones de interés práctico son las que se encuentran entre las pantallas y el conductor de continuidad de tierra en paralelo y pueden calcularse simplemente asumiendo que este conductor transporta la totalidad de la corriente de retorno. Esta suposición suele ser casi cierta y conduce a sobretensiones en la pantalla que son ligeramente superiores a las observadas en la práctica. Para un fallo a tierra en la fase 1 y el caso general de cualquier formación de cable, si I_{IE} = corriente de fallo, las tensiones de la pantalla al conductor de tierra son:

$$E_1 = I_{IE} \cdot \left(R_c + j \cdot \omega \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{1c}^2}{d \cdot \gamma_c} \right) \right)$$

$$E_2 = I_{IE} \cdot \left(R_c + j \cdot \omega \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{S_{1c} \cdot S_{2c}}{S_{12} \cdot \gamma_c} \right) \right)$$

$$E_3 = I_{IE} \cdot \left(R_c + j \cdot \omega \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{S_{1c} \cdot S_{3c}}{S_{13} \cdot \gamma_c} \right) \right)$$

Donde:

S_{1c} Espacio medio geométrico entre la fase 1 y el conductor de tierra (mm).

S_{2c} Espacio medio geométrico entre la fase 2 y el conductor de tierra (mm).

S_{3c} Espacio medio geométrico entre la fase 3 y el conductor de tierra (mm).

R_c Resistencia del conductor de tierra (Ω/m).

γ_c Radio medio geométrico del conductor de tierra (se toma el valor de 0,75 veces el radio del conductor).

- **TENSIONES INDUCIDAS POR FALLOS INTERNOS DE LOS CABLES:**

La tensión más elevada entre la pantalla y el conductor de tierra aparece en un fallo interno adyacente a una terminación en el lado de los descargadores (lado izquierdo de la figura 1) asumiendo que el sistema se alimenta desde el lado izquierdo en esta figura. En este caso, la corriente de fallo pasa por la pantalla del cable defectuoso hasta el enlace en el extremo lejano del circuito y regresa a través del conductor de tierra. La tensión desde la pantalla del cable defectuoso hasta los conductores de tierra en el extremo izquierdo del circuito viene dado por:

$$E_1 = I_{IE} \cdot \left(R_c + R_s + j \cdot \omega \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{1c}^2}{d \cdot \gamma_c} \right) \right)$$

Donde:

R_s Resistencia de la pantalla del cable (Ω/m).

Por lo tanto, esta tensión excede a la debida a un fallo a tierra externo dada anteriormente en una cantidad que depende de la resistencia de la pantalla del cable

γ_c Radio medio geométrico del conductor de tierra (se toma el valor de 0,75 veces el radio del conductor).

2.7.2. Tensión inducida en las pantallas: CROSS BONDING

- TENSIONES INDUCIDAS POR FALLO TRIFÁSICO SIMÉTRICO (EXTERNO A LOS CABLES):

Las ecuaciones para obtener las sobretensiones (V/m) en las pantallas de los 3 cables son las mismas que en la conexión *single-point*:

$$E_1 = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{12}^2}{d \cdot S_{13}} \right) + j \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{13}}{d} \right) \right)$$

$$E_2 = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \left(+\frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot S_{12} \cdot S_{23}}{d^2} \right) + j \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \ln \left(\frac{S_{23}}{S_{12}} \right) \right)$$

$$E_3 = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{23}^2}{d \cdot S_{13}} \right) + j \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{13}}{d} \right) \right)$$

Las tensiones de la pantalla deben calcularse utilizando la longitud de sección menor más larga en el caso de conexión cruzada seccionada o la longitud de sección elemental más larga en el caso de conexión cruzada continua. Las tensiones entre pantallas, deben considerarse cuando el punto común de los descargadores (conjunto en estrella) no está conectado a tierra. Para cables al tresbolillo, la tensión entre pantallas es igual y viene dada por la fórmula:

$$E_{12} = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S}{d} \right)$$

Para cables en disposición plana, la tensión más elevada es entre la pantalla exterior y viene dada por:

$$E_{12} = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot S}{d} \right)$$

- TENSIONES INDUCIDAS POR FALLO FASE-FASE (EXTERNO A LOS CABLES):

Afirmar que un cross bonding es una condición equilibrada que da como resultado que no fluya corriente de pantalla se ha demostrado que es incorrecta en el caso normal en el que los cables se trasponen además de las pantallas. No es posible derivar una ecuación simple para las tensiones de la pantalla, pero los cálculos detallados hechos para casos típicos muestran que las tensiones entre las pantallas son menores que los

valores encontrados para los fallos trifásicos simétricos. En el caso de un fallo de 2 fases a tierra, las tensiones entre la pantalla y la tierra dependerán en gran medida de las resistencias de tierra y los comentarios realizados en el siguiente apartado también son aplicables a este caso

- **TENSIONES INDUCIDAS POR FALLO FASE-TIERRA (EXTERNO A LOS CABLES):**

En este caso la corriente de retorno se dividirá entre las tres pantallas en paralelo y tierra, la proporción de corriente que retorna por tierra irá función de la resistencia de la pantalla y de las resistencias de tierra en los extremos del circuito. En el caso de cables en tresbolillo la corriente en las pantallas se divide equitativamente entre las mismas pero en el caso de cables tendidos planos existe un pequeño desequilibrio entre las pantallas central y exterior. Se puede dar una ecuación para las tensiones entre pantallas, pero las tensiones entre pantalla y tierra dependerán en gran medida de las resistencias de tierra en los extremos del circuito y no se pueden calcular de una manera fácil. Las resistencias de puesta a tierra en posiciones rígidamente conectadas a tierra en un circuito seccionado de cruzamiento de pantallas tienen solo un efecto menor en las tensiones de la pantalla. Las tensiones máximas entre pantallas en los puntos de cruzamiento vienen dados por las siguientes ecuaciones para cables al tresbolillo:

$$V_{12} = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot S}{d}\right)$$

$$V_{23} = 0$$

$$V_{31} = -V_{12}$$

Para cables en disposición plana, tenemos:

$$V_{12} = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot 2^{\frac{1}{3}} \cdot S}{d}\right)$$

$$V_{23} = -j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln\left(\frac{2}{2^{\frac{2}{3}}}\right)$$

$$V_{31} = j \cdot \omega \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot S}{d}\right)$$

- **TENSIONES INDUCIDAS POR FALLOS INTERNOS DE LOS CABLES:**

Las conclusiones de algunos cálculos detallados para sistemas seccionados de cruzamiento de pantallas son que las tensiones de pantalla a pantalla debidas a fallos internos no exceden los debidos a fallos externos. Sin embargo, las tensiones de pantalla a tierra se ven afectadas por los valores de las resistencias de puesta

a tierra en las posiciones de conexión rígida a tierra que ahora asumen un mayor significado y si estas resistencias son altas, las tensiones de la pantalla a tierra debido a un fallo interno excederán las debidas a un fallo a tierra externo. No se han realizado cálculos para sistemas continuos de cruzamiento de pantallas, pero en este caso la ausencia de conexiones rígidas, que permiten que la corriente de retorno se distribuya entre las tres pantallas, aumenta la importancia de la resistencia de la pantalla y se puede esperar que conduzca a mayores tensiones de pantalla. que para el cruzamiento simple.

3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA COMPLETA

3.1. CAÍDA DE TENSIÓN

En un circuito trifásico, la caída de tensión viene dada por la siguiente fórmula:

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

Donde:

ΔU es la caída de tensión (V)

I es la intensidad que circula por el conductor (A)

l es la longitud a considerar (m)

R es la resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)

X es la reactancia inductiva (Ω/m)

A continuación, se presentan los resultados de la caída de tensión total de la línea completa para cada uno de los circuitos de la línea, para un factor de potencia $\cos\phi = 0,958$:

Caída de tensión ΔU (%)
Circuito 2

0,0245

3.2. PÉRDIDAS DE POTENCIA ACTIVA

En un circuito trifásico, las pérdidas de potencia vienen dadas por la siguiente fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot l \cdot (1 + \lambda_1)$$

Donde:

I es la intensidad que circula por el conductor (A)

R es la resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)

l es la longitud a considerar (m)

λ_1 es el factor de pérdidas en la pantalla

La intensidad que circula por la línea está relacionada con la potencia transportada según la siguiente expresión:

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

Donde:

P es la potencia activa entregada por la línea (kW)

U es la tensión compuesta en el extremo de la línea (kV)

$\cos\phi$ es el factor de potencia

Pérdidas de potencia ΔP (%)
Circuito 2
0,0072

4. RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS CADENAS DE AISLAMIENTO

Las cadenas horizontales en apoyos de amarre estarán formadas por dos filas de aisladores de 160 kN de carga nominal de rotura, siendo 320 kN la carga de rotura mínima de la cadena. Considerando una tracción máxima por subconductor correspondiente a la carga máxima admisible, un 40% de la carga de rotura (10900 daN), se comprueba que el coeficiente de seguridad de la cadena de aislamiento es superior a 2,5.

$$CS = \frac{32000}{2 \cdot 0,4 \cdot 10900} = 3,67 > 2,5$$

La solución de herrajes adoptada para ambos tipos de cadena posee un valor de carga nominal de rotura mayor al de las cadenas.

5. CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

5.1. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

El conductor que se va a emplear en la construcción de la línea será de aluminio y acero recubierto de aluminio. A continuación, se definen sus principales características:

Tipo	GULL-ACSR-AW
Material	Aluminio – Acero recubierto
Diámetro (mm)	25,38
Sección total (mm ²)	381
Peso (daN/m)	1,254
Carga de rotura (daN)	10.900
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	4.910
Coeficiente de dilatación lineal (°C-1)	23·10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica con cc a 20°C (Ω/Km)	0,0857
Composición	54 + 7

5.2. ACCIONES CONSIDERADAS

Cargas Permanentes

Según la ITC-LAT 07 en su punto 3.1.1 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considera la carga vertical debida al peso propio del conductor.

Sobrecarga de viento

Según lo recogido en la ITC-LAT 07, el cálculo de la presión del viento para conductores de un diámetro total superior a 16 mm se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$P_v = 50 \left(\frac{V_v}{120} \right)^2$$

Los cálculos mecánicos se realizan con una hipótesis de viento de 120 km/h, según lo recogido en la ITC-LAT 07 para líneas que son de primera categoría, como es el caso de la línea de 220 kV que es objeto del presente proyecto.

Para esta velocidad, se obtiene una presión de viento de:

$$P_v = 50 \left(\frac{140}{120} \right)^2 = 68,056 \text{ daN/m}^2$$

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la presión del viento sobre el conductor en función del diámetro de este, Se ha considerado una velocidad máxima de viento de 140 km/h.

Sobrecarga de Hielo

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, en las líneas de zona B, Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor (daN/metro lineal):

$$0,18 \times \sqrt{d}$$

siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.

5.3. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Límite Dinámico: Hipótesis EDS (Every Day Stress):

La hipótesis de carga EDS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de temperatura normales (15 ° C para todas zonas) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura.

El valor de tense EDS empleado en las tablas de cálculo mecánico será el indicado en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE EDS (daN)	% ROTURA
LA 380 GULL	10900	2071	19

5.4. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Tracción Máxima Admisible

Según la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria 07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión los conductores deberán resistir las sobrecargas siguientes en ZONA B:

- **Tracción máxima de viento:** Peso propio y sobrecarga de viento 140 km/h a -10°C

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_{140}^2}$$

- **Tracción máxima de hielo:** Peso propio y peso del manguito de hielo a -15°C

$$R = P_c + P_h$$

- **Tracción máxima hielo + viento:** sobrecarga de viento 60 km/h+ sobrecarga de hielo a -15°C

$$R = \sqrt{(P_c + P_h)^2 + W_{60}^2}$$

Hipótesis de Flecha Máxima

Según el actual Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (Apdo, 3.2.3 ITC-LAT 07), se determinará la flecha máxima de los conductores para ZONA B en las hipótesis siguientes:

- **Flecha máxima con viento:** Acción del peso propio y una sobrecarga de viento 120 km/h a la temperatura de 15°C .

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_{120}^2}$$

- **Flecha máxima con hielo:** Acción del peso propio y manguito de hielo a la temperatura de 0°C .

$$R = P_c + P_h$$

- **Flecha máxima temperatura 85°C :** Acción del peso propio a la temperatura de 50°C .

$$R = P_c$$

Hipótesis de Flecha Mínima

Se determinará la flecha mínima de los conductores para ZONA B en las hipótesis siguientes:

- **Flecha mínima temperatura -15°C :** Acción del peso propio a la temperatura de -15°C .

$$R = P_c$$

Desviación y vibraciones

- **Desviación de cadenas con viento mitad:** Acción del peso propio y una sobrecarga de viento 25 daN/m² a la temperatura de -10 °C.

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_V^2 \frac{1}{2}}$$

- **Control de vibraciones:** Acción del peso propio a la temperatura de -5° C.

$$R = P_c$$

A continuación, se resumen las anteriores hipótesis utilizadas para el cálculo mecánico del conductor.

Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga hielo			Sobrecarga viento			Peso conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m³)	Peso hielo (daN/m)	Presión viento (daN/m²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Tracción máxima de viento	-10	0	750	0	68,06	25,4	1,729	1,254	2,14
Tracción máxima de hielo	-15	10,67	750	0,91	0	46,74	0	1,254	2,16
Tracción máxima de hielo + viento	-15	10,67	750	0,91	12,5	46,74	0,584	1,254	2,24
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,254	1,25
Flecha máxima temperatura (50°)	50	0	750	0	0	25,4	0	1,254	1,25
Flecha máxima temperatura (85°)	85	0	750	0	0	25,4	0	1,254	1,25
Flecha máxima viento	15	0	750	0	50	25,4	1,27	1,254	1,78
Flecha máxima hielo	0	10,67	750	0,91	0	46,74	0	1,254	2,16
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	25,4	0	1,254	1,25
Desviación cadenas	-10	0	750	0	25	25,4	0,635	1,254	1,41
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	25,4	0	1,254	1,25

5.5. VANO IDEAL DE REGULACIÓN

El comportamiento de la componente horizontal de la tensión del cable en un cantón de la línea se puede asemejar al comportamiento del mismo cable en un único vano llamado vano ideal de regulación.

Siendo:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^2}{a_i}}$$

$$a'_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (\text{m})$$

donde:

a_i : Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m),

b_i : Desnivel del vano i medido en la dirección vertical (m),

El vano ideal de regulación se determinará mediante la siguiente expresión:

$$a_r = k \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{a_i'^2}{a_i}}} \quad (\text{m})$$

5.6. COMPARACIÓN DE HIPÓTESIS

Tensión Mecánica

Partiendo de la tensión, temperatura y carga total correspondientes al valor de la tensión máxima adoptado, se calcula con la ayuda de la ecuación de cambio de condiciones, las tensiones respectivas a las hipótesis citadas en el apartado anterior.

Dicha ecuación es:

$$T_2^2 \cdot \left[T_2 \cdot \frac{A \cdot a^2 \cdot p_1^2}{T_1^2} + B \cdot (\theta_2 - \theta_1) - T_1 \right] = A \cdot a^2 \cdot p_2^2$$

siendo:

- T_1 Tensión del cable en condiciones iniciales en daN
- q_1 Temperatura del cable en condiciones iniciales en °C
- p_1 Carga del cable en condiciones iniciales, en daN/m
- T_2, q_2, p_2 Los mismos conceptos anteriores en condiciones finales
- a Vano de cálculo en m
- $A = \frac{S_a \cdot E}{24}$
- $B = S \cdot E \cdot \alpha$, en daN/°C

Flecha

El cálculo de flechas se obtiene mediante la expresión:

$$f = \frac{T_0}{p_a} \cdot \left(\cosh \left(\frac{a \cdot p_a}{2 \cdot T_0} \right) - 1 \right)$$

siendo:

- p_a Peso aparente del cable (daN/m),
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación (daN)
- a Longitud del vano (m),

Con los valores de p_a y T de cada vano de regulación obtenidos en las siguientes hipótesis:

- **Flecha máxima:** aquella que resulte mayor de la comparación de las hipótesis de flecha máxima
- **Flecha mínima:** hipótesis de flecha mínima

Se obtienen los parámetros de la catenaria de las curvas de replanteo correspondientes a la flecha máxima y mínima respectivamente.

5.7. RESULTADOS DE CÁLCULO

A continuación, se muestran los resultados del cálculo teniendo en cuenta las hipótesis iniciales, el vano regulador y la comparación de hipótesis.

Apoyo		Vano (m)	Tracción Máxima Viento				Tracción Máxima Hielo				Tracción Máxima Hielo+Viento			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	2646	4,12	1233	1,05	2844	3,83	1303	1	2877	3,79	1273	1,02

Apoyo		Vano (m)	Flecha máxima T2 (+85°C)				Flecha máxima viento (+15°C+120kmh)			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	796	13,69	624	2,08	1764	6,18	981	1,32

Apoyo		Vano (m)	Flecha máxima hielo (0°C+hB)				Flecha mínima (-15°C)			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	2358	4,62	1079	1,2	2469	4,41	1952	0,66

Apoyo		Vano (m)	Desviación cadenas (-10°C+PV/2)				Control de vibraciones (-5°C)				EDS (+15°C)			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	2325	4,69	1642	0,79	2068	5,27	1634	0,79	1452	7,51	1145	1,13

5.8. TABLA DE REGULACIÓN

Las tablas de regulación indican las flechas con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T = T_0 \cdot ch\left(\frac{x}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T Tensión del cable (daN)
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN)
- H Parámetro de la catenaria (m)
- x Coordenada en el eje x del cable (m)

La dirección de esta tensión en este punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T_m = T_0 \cdot ch\left(\frac{x_m}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

donde:

$$x_m = H \cdot \sinh^{-1} \left[\frac{\left(\frac{b}{2 \cdot H}\right)}{\sinh\left(\frac{s}{2 \cdot H}\right)} \right] \quad (\text{m})$$

siendo:

- T_m Tensión del cable en el punto medio del vano (daN)
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN)
- H Parámetro de la catenaria (m)
- x_m Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m)
- a Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m)
- b Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m)

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \left[ch\left(\frac{a_i}{2 \cdot H}\right) - 1 \right] \quad (\text{m})$$

donde:

- f: Flecha (m)
- T_{mi} : Tensión del cable en el punto medio del vano i (daN)

- H: Parámetro de la catenaria (m)
- p: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m)
- a_i: Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m)

Operando de esta forma, se obtiene la tabla de regulación que se muestra a continuación:

	Longitud de Vano (m)	Vano de regulación (m)	-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
			Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)
Apoyo 56 ENT a Apoyo PAS 162	100,73	100,18	2705,07	0,59	2540,51	0,63	2376,53	0,67	2219,98	0,72	2064,4	0,77	1916,8	0,83	1774,01	0,9	1643,3	0,97	1525,04	1,05	1414,24	1,13	1316,53	1,21	1228,59	1,3

5.9. DISTANCIAS

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

- D_{el} Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, Previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red, Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.
- D_{pp} Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, Esta distancia previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos.
- a_{som} Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra, La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna a_{som} debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona, Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad ($D_{add} + D_{el}$) deben ser siempre superiores a $1,1 a_{som}$.

Los valores para la tensión nominal de 220 kV son los siguientes:

Tensión más elevada U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
245	1,70	2,00

Distancias entre conductores a partes puestas a tierra

Según la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión la distancia mínima de los conductores y sus partes puestas en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} , con un mínimo de 0,2 m.

$$D_{el} = 1,70 \text{ m} \quad d_{min} = 1,70 \text{ m}$$

Distancia de seguridad en apoyos de alineación

El ángulo de inclinación de las cadenas de suspensión vendrá dado por la expresión:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{F_t + \frac{F_{ta}}{2}}{P + \frac{P_a}{2} + P_c}$$

siendo:

- F_t Fuerza debida a una presión de viento mitad actuando sobre los conductores a ambos lados del apoyo, a la que se añade en los apoyos de ángulo la componente horizontal de las fuerzas de tracción transmitida (daN)
- F_{ta} Fuerza debida a la presión del viento actuando sobre la cadena de aisladores con presión de viento mitad (daN)
- P Componente vertical de las fuerzas transmitidas por el conductor situado en los vanos contiguos al apoyo (daN)
- P_a Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN)
- P_c Peso de los contrapesos que eventualmente se hayan instalado (daN)

Teniendo en cuenta que puede presentarse el caso de apoyos en donde el gravivano sea inferior al eolovano y despreciando el peso y la fuerza que ejerce el viento sobre la cadena de aisladores, la desviación de la cadena de aisladores será:

$$tg\beta = \frac{F_t e_o}{P g_r}$$

siendo:

- e_o : Eolovano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado
- g_r : Gravivano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado

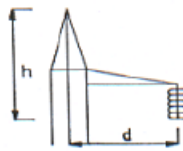
Para garantizar la distancia mínima entre conductores y apoyos de alineación, el ángulo de oscilación de la cadena de aisladores no debe superar 50,71° en la condición de desviación de cadenas. Este ángulo está calculado en base al diseño de los apoyos de suspensión en alineación, respetando la distancia de 1,7 m a partes puestas a tierra, y se puede comprobar en el documento Planos.

Distancias al cable de tierra

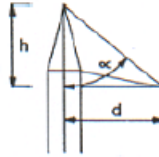
Según el apartado 2.1.7 de la ITC-LAT 07, del vigente reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, cuando se empleen cables de tierra para la protección de la línea, será recomendable que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase no exceda de 35°.

$$\alpha = \arctg \frac{d}{h + L_{sus}}$$

Apoyos de suspensión:



Apoyos de amarre:



Siendo:

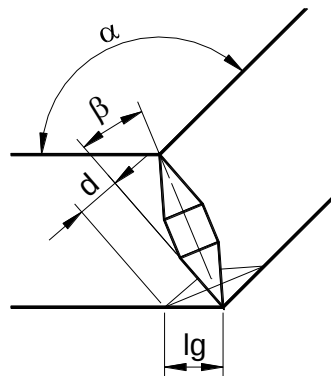
- D: Longitud de la semicruceta
- h: Distancia desde cable de tierra hasta el conductor.
- Lsus: Longitud de la cadena de suspensión

Para el armado PAS:

$$\alpha = \arctg \frac{1.5}{6.2 + 0} = 14^\circ$$

Cálculo de la distancia a masa en apoyos tipo ángulo

En los apoyos tipo ángulo la distancia entre los conductores en tensión y el apoyo puesto a tierra se puede calcular de la siguiente forma:



$$d = lg \operatorname{sen} \left(\frac{\alpha}{2} - \beta \right)$$

siendo:

- l_g : Longitud de la cadena de amarre en metros
- α : Ángulo de la línea
- β : Semiángulo de la cruceta

donde:

$$\beta = \operatorname{atan}\left(\frac{f/2}{br - f/2}\right)$$

siendo:

- f: Fuste del apoyo
- br: Brazo más corto de la cruceta

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de la distancia a masa en apoyos tipo ángulo. Puede comprobarse que en todos los casos se supera la distancia mínima establecida por la Del de 1,7 metros.

Nº Apoyo	Tipo	Función	Armado	α (°)	f (m)	br (m)	l (m)	h (m)	β (°)	d (m)	d puente flojo (m)
56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC	ANCLAJE- ENTRONQUE	N1334E90	180	2,5	6	3,66	2,5	11,77	3,58	4,08
PAS 162	IC-70000E-20-PAS	FIN DE LÍNEA - PAS	PAS	180	2,5	5	3,66	2,5	14,04	3,55	3,08

Distancia de los conductores entre sí

De acuerdo con lo establecido en el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

siendo:

- D Distancia mínima entre conductores en m
- F Flecha máxima en m
- D_{pp} Distancia mínima aérea especificada definida anteriormente
- L Longitud en metros de la cadena de suspensión, En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L=0$,
- K Coeficiente que depende de la oscilación (α) de los conductores con el viento
- K' Coeficiente en función de la categoría de la línea, tal que K' es **0,85** para líneas de categoría especial, mientras que para el resto de líneas K' es 0,75

La longitud de la cadena de suspensión se considera **2,78 m**.

El ángulo de oscilación de los conductores se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = \arctg \frac{Pv}{Pc} = \arctg \frac{2,014}{1,568} = 52,45^\circ$$

Calculando la presión de viento para una velocidad de 120 km/h, la ITC 07 en su tabla 16 establece el valor del coeficiente K en función del ángulo de oscilación:

Ángulo de oscilación α	Valores de K para 132 kV
Superior a 65°	0,7
Entre 40° y 65°	0,65
Inferior a 40°	0,6

Para el citado ángulo de oscilación, K será **0,65**.

Se obtiene la siguiente tabla para la comprobación de distancia entre conductores en cada apoyo.

Apoyo	Denominación	Función	Flecha máxima en vano anterior (m)	Flecha máxima en vano posterior (m)	Dis. Mín (m)	Dis. Real (m)	Porcentaje superación
56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC	ANCLAJE- ENTRONQUE	-	2,08	2,64	5,80	54%
PAS 162	IC-70000E-20-PAS	FIN DE LÍNEA - PAS	2,08	0,00	2,57	5,30	52%

6. CÁLCULO MECÁNICO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que debe tenderse el cable de fibra óptica y los esfuerzos que este provoca en los apoyos.

6.1. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Denominación.....	OPGW 64k78 (7540)
Nº de fibras	48
Corriente máxima de falta 2s (kA)	151
Sección total (mm ²)	143,7
Diámetro total (mm)	16,4
Peso del cable (kg/m)	0,773
Carga de rotura (kg)	11.390
Módulo de elasticidad(daN/mm ²)	11.410
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	14,8·10 ⁻⁶

6.2. ACCIONES CONSIDERADAS

Cargas Permanentes

Según la ITC-LAT 07 en su punto 3,1,1 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considera la carga vertical debida al peso propio del cable.

Sobrecarga de viento

Según lo recogido en la ITC-LAT 07, el cálculo de la presión del viento para conductores de un diámetro total superior a 16 mm se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$P_v = 50 \left(\frac{V_v}{120} \right)^2$$

Los cálculos mecánicos se realizan con una hipótesis de viento de 120 km/h, según lo recogido en la ITC-LAT 07 para líneas que son de categoría no especial, como es el caso de la línea de 132 kV que es objeto del presente proyecto.

Para esta velocidad, se obtiene una presión de viento de:

$$P_v = 50 \left(\frac{120}{120} \right)^2 = 50 \text{ daN/m}^2$$

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la presión del viento sobre el conductor en función del diámetro de este, Se ha considerado una velocidad máxima de viento de 120 km/h.

Sobrecarga de Hielo

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, en las líneas de zona B, Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor (daN/metro lineal):

$$0,18 \times \sqrt{d}$$

siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.

6.3. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Límite Dinámico: Hipótesis EDS (Every Day Stress):

La hipótesis de carga EDS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de temperatura normales (15 ° C para todas zonas) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura.

El valor de tense EDS empleado en las tablas de cálculo mecánico será el indicado en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE EDS (daN)	% ROTURA
OPGW 64k78 (7540) 1	11.390	1.367	12

6.4. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Tracción Máxima Admisible

Según la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria 07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión los conductores deberán resistir las sobrecargas siguientes en ZONA B:

- **Tracción máxima de viento:** Peso propio y sobrecarga de viento 120 km/h a –10 ° C

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_{120}^2}$$

- **Tracción máxima de hielo:** Peso propio y peso del manguito de hielo a –15 ° C

$$R = P_c + P_h$$

- **Tracción máxima hielo + viento:** sobrecarga de viento 60 km/h+ sobrecarga de hielo a –15 ° C

$$R = \sqrt{(P_c + P_h)^2 + W_{60}^2}$$

Hipótesis de Flecha Máxima

Según el actual Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (Apdo,3.2.3 ITC-LAT 07), se determinará la flecha máxima de los conductores para ZONA B en las hipótesis siguientes:

- **Flecha máxima con viento:** Acción del peso propio y una sobrecarga de viento 120 km/h a la temperatura de 15 ° C.

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_{120}^2}$$

- **Flecha máxima con hielo:** Acción del peso propio y manguito de hielo a la temperatura de 0 ° C.

$$R = P_c + P_h$$

- **Flecha máxima temperatura 50°C:** Acción del peso propio a la temperatura de 50 ° C.

$$R = P_c$$

Hipótesis de Flecha Mínima

Se determinará la flecha mínima de los conductores para ZONA B en las hipótesis siguientes:

- **Flecha mínima temperatura -15°C:** Acción del peso propio a la temperatura de -15 ° C.

$$R = P_c$$

Desviación y vibraciones

- **Control de vibraciones:** Acción del peso propio a la temperatura de -5° C.

$$R = P_c$$

A continuación, se resumen las anteriores hipótesis utilizadas para el cálculo mecánico del cable de tierra OPGW.

Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga hielo			Sobrecarga viento			Peso conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m³)	Peso hielo (daN/m)	Presión viento (daN/mm²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Tracción máxima de viento	-10	0	750	0	50	16,4	0,82	0,773	1,13
Tracción máxima de hielo	-15	11,21	750	0,73	0	38,82	0	0,773	1,5
Tracción máxima de hielo + viento	-15	11,21	750	0,73	12,5	38,82	0,485	0,773	1,58
EDS	15	0	750	0	0	16,4	0	0,773	0,77
Flecha máxima temperatura (50º)	50	0	750	0	0	16,4	0	0,773	0,77
Flecha máxima temperatura (85º)	85	0	750	0	0	16,4	0	0,773	0,77
Flecha máxima viento	15	0	750	0	50	16,4	0,82	0,773	1,13
Flecha máxima hielo	0	11,21	750	0,73	0	38,82	0	0,773	1,5
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	16,4	0	0,773	0,77
Desviación cadenas	-10	0	750	0	25	16,4	0,41	0,773	0,88
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	16,4	0	0,773	0,77

6.5.RESULTADOS DE CÁLCULO

OPGW C1

Apoyo		Vano (m)	Tracción Máxima Viento				Tracción Máxima Hielo				Tracción Máxima Hielo+Viento			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	1834	6,21	1351	0,91	1984	5,74	1320	0,93	2011	5,66	1272	0,97

Apoyo		Vano (m)	Flecha máxima T1 (+50ºC)				Flecha máxima viento (+15ºC+120kmh)			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	743	15,33	969	1,27	1341	8,49	1192	1,03

Apoyo		Vano (m)	Flecha máxima hielo (0ºC+hB)				Flecha mínima (-15ºC)			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	1739	6,55	1156	1,06	1728	6,59	2262	0,54

Apoyo		Vano (m)	Desviación cadenas (-10ºC+PV/2)				Control de vibraciones (-5ºC)				EDS (+15ºC)			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	1657	6,87	1909	0,64	1524	7,47	1994	0,62	1163	9,79	1521	0,81

OPGW C2

Apoyo		Vano (m)	Tracción Máxima Viento				Tracción Máxima Hielo				Tracción Máxima Hielo+Viento			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	1846	6,17	1360	0,96	1998	5,7	1329	0,98	2025	5,62	1282	1,01

Apoyo		Vano (m)	Flecha máxima T1 (+50ºC)				Flecha máxima viento (+15ºC+120kmh)			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)
56 ENT	PAS 162	100,3	756	15,07	986	1,32	1354	8,41	1204	1,08

Apoyo		Vano (m)	Flecha máxima hielo (0ºC+hB)				Flecha mínima (-15ºC)			
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)

56 ENT		PAS 162		100,3	1755		6,49	1167		1,11	1732		6,58		2268		0,57	
Apoyo		Vano (m)	Desviación cadenas (-10°C+PV/2)				Control de vibraciones (-5°C)				EDS (+15°C)							
Inicial	Final		Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)	Tensión (daN)	CS	Parámetro (m)	Flecha (m)				
56 ENT	PAS 162		100,3	1664	6,84	1917	0,68	1530	7,44	2003	0,65	1172	9,72	1533			0,85	

6.6. TABLA DE REGULACIÓN

TABLA DE REGULACIÓN PARA EL CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW C1

	Longitud de Vano (m)	Vano de regulación (m)	-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
			Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)
Apoyo 56 ENT a Apoyo PAS 162	98,9	98,31	1829,39	0,51	1728,32	0,54	1629,22	0,57	1532,1	0,61	1439,43	0,65	1348,81	0,69	1262,73	0,74	1178,77	0,79	1101,92	0,85	1028,52	0,91	962,36	0,97	901	1,03

TABLA DE REGULACIÓN PARA EL CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW C2

	Longitud de Vano (m)	Vano de regulación (m)	-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
			Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)
Apoyo 56 ENT a Apoyo PAS 162	101,71	101,13	1834,19	0,54	1735,55	0,57	1636,48	0,6	1541,83	0,64	1446,76	0,68	1358,62	0,73	1272,59	0,77	1188,66	0,83	1111,85	0,89	1040,98	0,95	974,86	1,01	913,54	1,08

7. CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS

Los cálculos mecánicos de apoyos se realizan de forma individual y para cada una de las distintas hipótesis de carga que establece la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Estos cálculos incluyen para cada hipótesis los esfuerzos individuales que cada conductor y cable transmiten a la cruceta y a la cúpula de fibra óptica y el esfuerzo equivalente de todos ellos sobre el apoyo.

Los esfuerzos se referencian en un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal a derechas (longitudinal, transversal, vertical).

Las distintas hipótesis de carga a considerar en el cálculo mecánico de apoyos serán las establecidas en las tablas 5 a 8 de la ITC-07 del RLAT siendo las siguientes:

- Hipótesis normales
- Hipótesis anormales

7.1. HIPÓTESIS NORMALES

Las hipótesis normales para considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas según la zona de aplicación B son las indicadas en la siguiente tabla:

Tipo de apoyo	Zona B	
	Viento	Viento + Hielo
Suspensión en alineación	Cargas permanentes Viento Temperatura -10°C	Cargas permanentes Viento + Hielo zona B Temperatura -15°C
Amarre en alineación	Cargas permanentes Viento Temperatura -10°C	Cargas permanentes Viento + Hielo zona B Temperatura -15°C
Amarre en ángulo	Cargas permanentes Viento Resultante del ángulo Temperatura -10°C	Cargas permanentes Viento + Hielo zona B Resultante del ángulo Temperatura -15°C
Anclaje en alineación	Cargas permanentes Viento Temperatura -10°C	Cargas permanentes Viento + Hielo zona B Temperatura -15°C
Anclaje en ángulo	Cargas permanentes Viento Resultante del ángulo Temperatura -10°C	Cargas permanentes Viento + Hielo zona B Resultante del ángulo Temperatura -15°C
Fin de línea	Cargas permanentes Viento	Cargas permanentes Viento + Hielo zona B

Tipo de apoyo	Zona B	
	Viento Des. de tracciones Temperatura -10°C	Viento + Hielo Des. de tracciones Temperatura -15°C

Se definen:

- V = Esfuerzo Vertical
- L = Esfuerzo Longitudinal
- T = Esfuerzo Transversal

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,5 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

Estos coeficientes de seguridad se aumentan un 25 % en aquellos apoyos que intervienen en cruzamientos según se describe en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07 del RLEAT.

7.1.1. ESFUERZOS VERTICALES

Teoría del Gravivano

El cálculo de los esfuerzos verticales que conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de fibra óptica se realiza mediante la teoría del Gravivano.

Se denomina gravivano a la longitud de vano que hay que considerar para determinar los esfuerzos verticales que debido a los pesos aparentes de conductores y cables se transmiten al apoyo.

Dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo (ag).

El vértice de la catenaria modifica su situación con respecto a cada apoyo en función del parámetro de la catenaria, que varía con la temperatura y con el coeficiente de sobrecarga de cada hipótesis.

Para cada hipótesis normal y para cada apoyo se determina el valor del gravivano del conductor y cable de fibra óptica.

Adicionalmente también se calcula el gravivano del conductor para la hipótesis de mínima flecha con el objeto de evitar el posible ahorcamiento en las cadenas de suspensión.

En el dibujo se pueden observar los tramos de la catenaria que intervienen en la determinación del gravivano de un apoyo.

En los apoyos de anclaje se tendrá presente la diferencia del parámetro de la catenaria en cada semigravivano.

$$a_g = a_{g1} + a_{g2} \text{ (m)}$$

$$a_{g1} = a_1 - H_1 \left(\frac{\arg t h \left(\frac{ch \frac{a_1}{H_1}}{sh \frac{a_1}{H_1}} \right) - 1}{\frac{b_1}{H_1}} - \arg s h \frac{\frac{b_1}{H_1}}{\sqrt{sh^2 \frac{a_1}{H_1} - \left(\left(ch \frac{a_1}{H_1} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

$$a_{g2} = H_2 \left(\frac{\arg t h \left(\frac{ch \frac{a_2}{H_2}}{sh \frac{a_2}{H_2}} \right) - 1}{\frac{b_2}{H_2}} - \arg s h \frac{\frac{b_2}{H_2}}{\sqrt{sh^2 \frac{a_2}{H_2} - \left(\left(ch \frac{a_2}{H_2} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

Siendo el criterio de signos para b_1 y b_2 el siguiente:

- $b_1 > 0$ si $y_{b1} - y_{a1} > 0$
- $b_1 < 0$ si $y_{b1} - y_{a1} < 0$
- $b_2 > 0$ si $y_{b2} - y_{a2} > 0$
- $b_2 < 0$ si $y_{b2} - y_{a2} < 0$

Conocido el gravivano se determinan los esfuerzos verticales que el conductor y el cable transmiten sobre cruceta y cúpula de fibra óptica respectivamente.

$$P = P_A + P_B \quad (\text{daN})$$

$$P = p_a \left(H_1 sh \frac{a_{g1}}{H_1} + H_2 sh \frac{a_{g2}}{H_2} \right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- P Esfuerzo vertical que el cable o conductor transmite a la cruceta o cúpula de fibra óptica (daN)
- P_A Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano anterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de fibra óptica (daN)

- P_B Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano posterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de fibra óptica (daN)
- p_a Peso aparente del cable o conductor (daN/m)
- a_g Gravivano del cable o conductor (m)
- H_1 Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano anterior al apoyo (m)
- H_2 Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano posterior al apoyo (m)

Cargas Permanentes

De acuerdo con el apartado 3.1.1 de la ITC-07 del RLEAT se consideran como cargas permanentes las cargas verticales debidas al peso propio de conductores, cables de fibra óptica, aisladores y herrajes, apoyos y cimentaciones.

Fuerzas del Viento sobre los Componentes de las Líneas Aéreas

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-LAT 07 del RLEAT se considera un viento de 120km/h que se supone horizontal actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

Sobrecargas motivadas por el viento

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-LAT 07 del RLEAT los conductores y cables se consideran sometidos a una sobrecarga horizontal transversal por viento por unidad de longitud, cuyo valor será:

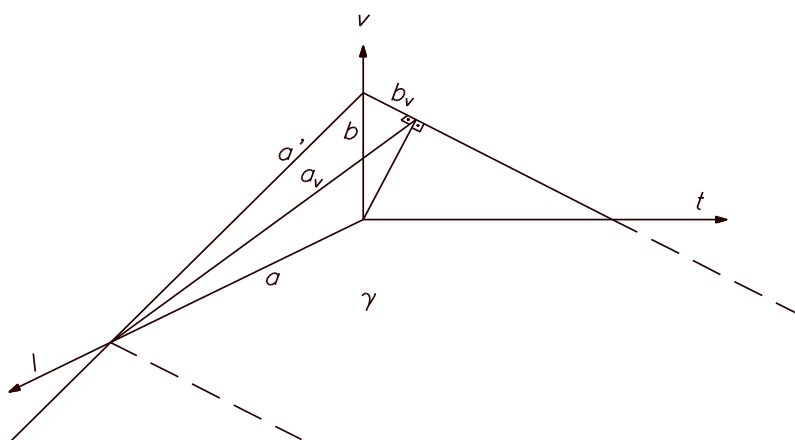
$$p_v = q \, d \, 10^{-3} \quad (\text{daN/m})$$

siendo:

- d Diámetro del conductor o cable (mm)
- q Presión de viento
- $q = 60 \left(\frac{v}{120} \right)^2$ para conductores $d < 16\text{mm}$
- $q = 50 \left(\frac{v}{120} \right)^2$ para conductores $d > 16\text{mm}$

Al no ser las fuerzas debidas al viento por unidad de longitud coplanarias con el plano vertical, la catenaria se sitúa en el plano resultante de las fuerzas (γ).

Para poder aplicar la teoría del gravivano habrá que considerar las proyecciones de a y b sobre el plano que contiene a la catenaria (γ).



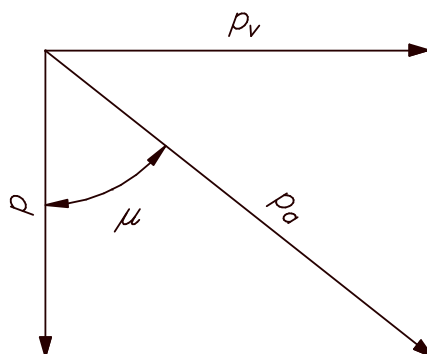
$$b_v = b \cos(\mu) \quad (\text{m})$$

$$a_v = \sqrt{a'^2 - b_v^2} = \sqrt{a^2 + b^2 \sin^2(\mu)} \quad (\text{m})$$

$$\mu = \tan^{-1}\left(\frac{p_v}{p}\right)$$

$$a' = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (\text{m})$$

Siendo:



- b_v Proyección de b sobre el plano que contiene la catenaria (m)
- a_v Proyección de a sobre el plano que contiene la catenaria (m)

Una vez aplicada la teoría del gravivano para referenciar el valor del esfuerzo vertical en el sistema de coordenadas principal se proyecta el valor del mismo sobre el plano vertical.

$$P = P' \cos(\mu) \quad (\text{daN})$$

donde:

- P' Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica referido al sistema de coordenadas secundario (plano que contiene la catenaria) (daN).
- P Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica referido al sistema de coordenadas principal (plano vertical) (daN).

Sobrecargas motivadas por el hielo

De acuerdo con el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT 07 del RLEAT, para Zona B, los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor $0,18 \times \sqrt{d}$ daN por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.

7.1.2. ESFUERZOS HORIZONTALES, LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

Teoría del Eolovano

Para el cálculo de los esfuerzos horizontales transversales (F_t) que los conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de fibra óptica se emplea la teoría del eolovano.

Se define el eolovano como la longitud de vano horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento, los conductores y cables transmiten al apoyo, Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguos al apoyo.

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (\text{m})$$

Siendo:

- a_v Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m)
- a_1 Longitud del vano anterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m)
- a_2 Longitud del vano posterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m)

Apoyos de alineación con cadena de suspensión y amarre

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor o cable de fibra óptica, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-LAT 07 del RLEAT mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \quad (\text{daN})$$

$$F_t = p_v \cdot a_v \quad (\text{daN})$$

siendo:

- a_v Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m)
- p_v Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m)

b) Hipótesis del hielo:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del manguito de hielo, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, serán nulos.

$$F_t = 0 \quad (\text{daN})$$

$$F_l = 0 \quad (\text{daN})$$

En líneas de categoría no especial será preciso considerar el esfuerzo transversal creado por el viento sobre los conductores:

$$F_t = n \cdot P_{v60} \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot (\text{daN})$$

$$F_l = 0 \quad (\text{daN})$$

siendo,

- P_{v60} : Presión del viento sobre los conductores a la velocidad 60 km/h (daN/m²)
- d : Diámetro del conductor (m)
- a_1 : Longitud del vano anterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).
- a_2 : Longitud del vano posterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).
- n : Número de subconductores del haz

A su vez, se tendrá en cuenta, el manguito de hielo, por lo que la acción del viento sobre el conductor rodeado de hielo es, para diámetros menores o iguales a 16 mm:

$$P_v = 60 \left(\frac{v_v}{120} \right)^2 (d + 2e) \quad (\text{daN/m})$$

Para conductores de mayores diámetros:

$$P_v = 50 \left(\frac{v_v}{120} \right)^2 (d + 2e) \quad (\text{daN/m})$$

Siendo v_v la velocidad del viento 60 km/h y “e” el espesor del manguito de hielo, que viene dado por:

$$e = -r + \sqrt{r^2 + \frac{240 \cdot \sqrt{2} \cdot r}{\pi}} \text{ (mm)}$$

donde:

- r : radio del conductor expresado en milímetros.

Apoyos de ángulo con cadena de amarre y anclaje,

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de fibra óptica, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-LAT 07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \quad (\text{daN})$$

$$F_t = n \left(p_v \frac{a_1 + a_2}{2} \left| \cos \frac{\alpha}{2} \right| + 2 \max[T_{0v1}, T_{0v2}] \left| \sin \frac{\alpha}{2} \right| \right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- n Número de subconductores del haz
- T_{0v1}, T_{0v2} Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento en los vanos anterior y posterior al apoyo (daN).
- p_v Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m)
- a_1 Longitud del vano anterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m)
- a_2 Longitud del vano posterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m)
- α Ángulo en grados sexagesimales que forman las alineaciones

b) Hipótesis del hielo:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del manguito de hielo, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinarán, de acuerdo con el apartado 3.1.3 y 3.1.6 de la ITC 07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \quad (\text{daN})$$

$$F_t = n \cdot 2 \max[T_{0h1}, T_{0h2}] \sin \frac{\alpha}{2} \quad (\text{daN})$$

siendo:

- $T_{0h1} T_{0h2}$ Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de hielo en los vanos anterior y posterior al apoyo, a -15 °C en zona B y -20°C en zona C (daN/m).
- n Número de subconductores del haz

En líneas de categoría no especial será preciso considerar el esfuerzo transversal creado por el viento sobre los conductores teniendo presente el manguito de hielo:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = n \cdot \left(2 \cdot \max [T_{0h+v1}, T_{0h+v2}] \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + P_{v60} \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \right) \text{ (daN)}$$

siendo,

- $T_{0h+v1} T_{0h+v2}$ Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de hielo (según zona) más viento a 60 km/h en los vanos anterior y posterior al apoyo, a -15 °C en zona B y -20°C en zona C (daN/m).
- P_{v60} Presión del viento a 60 km/h sobre los conductores (daN/m²)
- a_1 Longitud del vano anterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).
- a_2 Longitud del vano posterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).
- n Número de subconductores del haz

Apoyos de Fin de Línea

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de fibra óptica, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 6, de la ITC-LAT 07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = T_{0v} \quad \text{(daN)}$$

$$F_t = p_v \frac{a_1}{2} \text{ (daN)}$$

siendo:

- T_{0v} Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento (N)
- p_v Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m)
- a_1 Longitud del vano del apoyo medido en la dirección longitudinal (m)

b) Hipótesis del hielo:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del manguito de hielo, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinarán, de acuerdo con el apartado 3.1.3 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = n \cdot T_{0h} \quad (\text{daN})$$

$$F_t = 0 \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T_{0h} Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de hielo
- n Número de subconductores del haz

En líneas de categoría no especial será preciso considerar el esfuerzo transversal creado por el viento sobre los conductores:

$$F_l = n \cdot T_{0h+v} \quad (\text{daN})$$

$$F_t = n \cdot P_{v60} \cdot a_1 \quad (\text{daN})$$

siendo,

- T_{0h+v} Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de hielo más viento a 60 km/h, a -15 °C (daN/m).
- P_{v60} Presión del viento a 60 km/h sobre los conductores (daN/m²)
- a_1 Longitud del vano anterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).
- n Número de subconductores del haz

7.1.3. ESFUERZOS EQUIVALENTE EN EL APOYO

Los distintos esfuerzos que los conductores y cables de fibra óptica transmiten al apoyo en las hipótesis normales pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$F_{l\text{ equi}} = \frac{\sum_1^n F_{li} y_i}{y_{\text{equi}}} \quad (\text{daN})$$

$$F_{t\text{ equi}} = \frac{\sum_1^n F_{ti} y_i + F_{vi} x_i}{y_{\text{equi}}} \quad (\text{daN})$$

$$F_{v\text{ equi}} = \sum_1^n F_{vi} \quad (\text{daN})$$

donde:

$F_{l\text{ equi}}$: Componente longitudinal del esfuerzo equivalente (daN)

$F_{t\text{ equi}}$: Componente transversal del esfuerzo equivalente (daN)

$F_{v\text{ equi}}$: Componente vertical del esfuerzo equivalente (daN)

7.2. HIPÓTESIS ANORMALES

Las hipótesis anormales a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas son las indicadas en la siguiente tabla:

Tipo de apoyo	Zona B	
	Desequilibrio de tracciones	Rotura de conductores
Suspensión en alineación	Cargas permanentes Hielo zona b Des. De tracciones Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo zona b Rotura De conductores Temperatura -15°C
Amarre en alineación	Cargas permanentes Hielo zona b Des. De tracciones Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo zona b Rotura De conductores Temperatura -15°C
Amarre en ángulo	Cargas permanentes Hielo zona b Des. De tracciones Resultante de ángulo Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo zona b Rotura De conductores Resultante de ángulo Temperatura -15°C
Anclaje en alineación	Cargas permanentes Hielo zona b Des. De tracciones Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo zona b Rotura De conductores Temperatura -15°C
Anclaje en ángulo	Cargas permanentes Hielo zona b Des. De tracciones Resultante de ángulo Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo zona b Rotura De conductores Resultante de ángulo Temperatura -15°C

Tipo de apoyo	Zona B	
	Desequilibrio de tracciones	Rotura de conductores
Fin de línea	-	Cargas permanentes Hielo zona b Rotura De conductores Temperatura -15°C

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,2 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

7.2.1. ESFUERZOS VERTICALES

Los esfuerzos verticales para hipótesis anormales se calculan con el mismo procedimiento indicado en el apartado anterior, teniendo en cuenta que para la hipótesis de rotura de conductor se considerará que el conductor o cable de fibra óptica roto no ejerce esfuerzo vertical, El resto de los conductores se calculará con el mismo gravivano que las hipótesis anteriores.

7.2.2. ESFUERZOS HORIZONTALES INDIVIDUALES

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión

a) Desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que cada conductor o cable de fibra óptica, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.1 de la ITC-LAT 07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0,15 T_0 \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- T_0 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en la citada hipótesis (daN).

Este esfuerzo se considera distribuido a lo largo del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de fibra óptica.

b) Rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que, debidos a la rotura de un conductor o cable de fibra óptica, se transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3,1,5,1 de la ITC-LAT 07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0,5 T_0 \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- T_0 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN),

En apoyos de ángulo con cadena de suspensión se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

Apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que cada conductor o cable de fibra óptica, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica se determinan, de acuerdo con el apartado 3,1,4,2 de la ITC-LAT 07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = n \cdot 0,25 \max [T_{01}, T_{02}] \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- $T_{01}T_{02}$: Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN)
- n Número de subconductores del haz

Este esfuerzo se considera distribuido a lo largo del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de fibra óptica.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido al mismo.

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que, debidos a la rotura de un conductor o cable de fibra óptica, se transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3,1,5,2 de la ITC-LAT 07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = \max [T_{01}, T_{02}] \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- $T_{01}T_{02}$: Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

Apoyos de Anclaje

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_i) que cada conductor o cable de fibra óptica, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.3 de la ITC-LAT 07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_i = 0,5 \max [T_{01}, T_{02}] \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T_{01}, T_{02} Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Este esfuerzo se considera distribuido a lo largo del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de fibra óptica.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_i) que, debidos a la rotura de un conductor o cable de fibra óptica, se transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.3 de la ITC-LAT 07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_i = \max [T_{01}, T_{02}] \quad (\text{daN}) \text{ para } n' = 1 \text{ conductores normales}$$

$$F_i = \max [T_{01}, T_{02}] n' 50\% \quad (\text{daN}) \text{ para } n' > 1 \text{ conductores en haz}$$

Siendo:

- T_{01}, T_{02} Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).
- n' Número de conductores por fase

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

Apoyos de Fin de Línea

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

En apoyos fin de línea no se considera la hipótesis.

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que, debidos a la rotura de un conductor, serán los mismos que en el apartado anterior, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda:

$$F_l = T_0 n' \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T_0 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN),
- n' Número de conductores por fase

7.2.3. ESFUERZOS EQUIVALENTE EN EL APOYO

Desequilibrio de Tracciones

Los distintos esfuerzos que los conductores y cable de fibra óptica transmiten al apoyo en la hipótesis de desequilibrio de tracciones pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calcularán según lo establecido en el apartado anterior.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

Rotura de Conductores

La sollicitación que la rotura de un conductor transmite al apoyo se representa mediante un momento torsor en la dirección del eje vertical y un esfuerzo vertical aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) calculados según las siguientes expresiones:

$$M_{t\ equi} = F_{li} x_i \quad (\text{daN m})$$

$$F_{v\ equi} = \sum_1^n F_{vi} \quad (\text{daN})$$

El momento torsor se representa mediante un esfuerzo aplicado en un punto del apoyo a una distancia d del eje vertical, El valor de este esfuerzo equivalente se calcula según la siguiente expresión:

$$F_{l\ equi} = \frac{M_{t\ equi}}{d} \quad (\text{daN})$$

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

7.3. TABLAS DE RESULTADOS

A continuación, se reflejan los resultados obtenidos para en el cálculo mecánico de apoyos.

SOLITACIONES EN CRUCETA

Hipótesis 1

N º Apoyo	Nombre Apoyo	Función	H1 CONDUCTOR-2			H1 OPGW-1			H1 OPGW-2			H eq (daN)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	
56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC.str	ANCLAJE- ENTRONQUE	356	2459	6521	6	856	2309	259	1778	15	72653
PAS 162	IC-70000E-20-PAS.STR	FIN DE LÍNEA - PAS	18	148	3094	-185	63	2096	-191	62	2083	33350

Hipótesis 2

N º Apoyo	Nombre Apoyo	Función	H2 CONDUCTOR-2			H2 OPGW-1			H2 OPGW-2			H eq (daN)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	
56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC.str	ANCLAJE- ENTRONQUE	594	2255	6745	96	856	2554	493	1760	10	72407
PAS 162	IC-70000E-20-PAS.STR	FIN DE LÍNEA - PAS	42	97	3278	-166	31	2258	-173	31	2244	34771

Hipótesis 3

N º Apoyo	Nombre Apoyo	Función	H3 CONDUCTOR-1			H3 OPGW-1			H3 OPGW-2			H eq (daN)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	
56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC.str	ANCLAJE- ENTRONQUE	594	2099	6696	96	791	2533	493	1210	1269	97495

Hipótesis 4 (Rotura de conductores)

N º Apoyo	Nombre Apoyo	Función	H4 CONDUCTOR ROTO-1			H4 OPGW-1			H4 OPGW-2			T res (daN)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	
56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC.str	ANCLAJE- ENTRONQUE	1851	6045	6696	96	791	2533	493	1613	5	0
PAS 162	IC-70000E-20-PAS.STR	FIN DE LÍNEA - PAS	63	69	6569	-166	7	2258	-173	7	2244	0

Hipótesis 4 (Rotura de cable de fibra óptica)

N º Apoyo	Nombre Apoyo	Función	H4 CONDUCTOR-2			H4 OPGW-1 ROTO			H4 OPGW-2 ROTO			T res (daN)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	
56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC.str	ANCLAJE- ENTRONQUE	2007	4229	1	96	791	2533	493	1613	2533	6000
PAS 162	IC-70000E-20-PAS.STR	FIN DE LÍNEA - PAS	-168	66	6569	-166	7	2258	-173	7	2244	6000

Nota 1: Los esfuerzos nominales considerados para los apoyos, están sujetos a verificación por parte del fabricante.
Nota 2: La validación de apoyos de entronque, está sujeta a verificación por parte del fabricante.

Nota 3: La validación de los pórticos de cruzamiento, está sujeta a verificación por parte del fabricante.

8. CÁLCULO MECÁNICO DE CIMENTACIONES

Las cimentaciones serán de zapatas individuales para los apoyos seleccionados, acorde con los valores proporcionados por el fabricante IMEDEXA, o similares.

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, de acuerdo con lo establecido en el apdo, 3,6 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de líneas eléctricas, el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no será inferior a los siguientes valores:

- Hipótesis normales (H1 y H2) 1,50
- Hipótesis anormales (H3 y H4) 1,20

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno de acuerdo con lo establecido en el apdo, 2 del Reglamento de líneas eléctricas, la tangente del ángulo de giro al alcanzar el equilibrio no será superior a 0,01, siendo el coeficiente de seguridad al vuelco, para las distintas hipótesis, no inferior a los siguientes valores:

- Para: $0 \leq \frac{M_{ch}}{M_{cv}} \leq 1$ 1,50
- Para: $\frac{M_{ch}}{M_{cv}} > 1$ 1,50

Siendo:

- M_{ch} : Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (daN m).
- M_{cv} : Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (daNm).

Estos coeficientes de seguridad se verán aumentados un 25% para las hipótesis normales en aquellos apoyos que intervengan en cruzamientos con otras líneas o con vías de comunicación y paso sobre zonas urbanas.

Las tensiones máximas que la cimentación transmite al terreno no excederán los valores máximos fijados para el mismo.

8.1. CIMENTACIONES DE ZAPATAS INDIVIDUALES

Comprobación al arranque

El esfuerzo que se opone a la salida del macizo del terreno es debido a las siguientes fuerzas:

- Peso del macizo de hormigón.
- 1/4 parte del peso del apoyo.
- Peso de la tierra comprendida en un tronco de cono cuya superficie está limitada por una generatriz que partiendo de la arista inferior del macizo tiene una inclinación hacia el exterior definida por el ángulo de arranque β .

Se cumplirá que:

$$C_s = \frac{P_e}{P_{arr}}$$

comprobándose que el coeficiente de estabilidad de la cimentación o coeficiente de seguridad al vuelco, definido como la relación entre las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo (P_e) y la carga nominal de arranque (P_{arr}), no sea inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las anormales.

El esfuerzo estabilizador que tiende a contrarrestar el esfuerzo al arranque P_{arr} vendrá dado por la siguiente expresión:

$$P_e = P_h + \frac{P_a}{4} + P_\beta \quad (\text{daN})$$

siendo,

- P_e Esfuerzo estabilizador (daN)
- P_h Peso del bloque de hormigón (daN)
- P_a Peso del apoyo (daN)
- P_β Peso de las tierras que serían arrancadas (daN)

Comprobación a compresión

Se comprobará que las tensiones de compresión transmitidas al terreno en el fondo de la cimentación son inferiores a las tensiones máximas admisibles del mismo.

Las tensiones de compresión ejercidas sobre el terreno vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$\sigma_c = \frac{C + \frac{P_a}{4} + p_h}{S} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

Siendo:

- P_a Peso del apoyo (daN)
- P_h Peso del bloque de hormigón (daN)
- C Compresión máxima por montante (daN).
- S Superficie de la base del macizo (cm²).

El valor de σ_c deberá resultar inferior o igual al admisible para cada tipo de terreno.

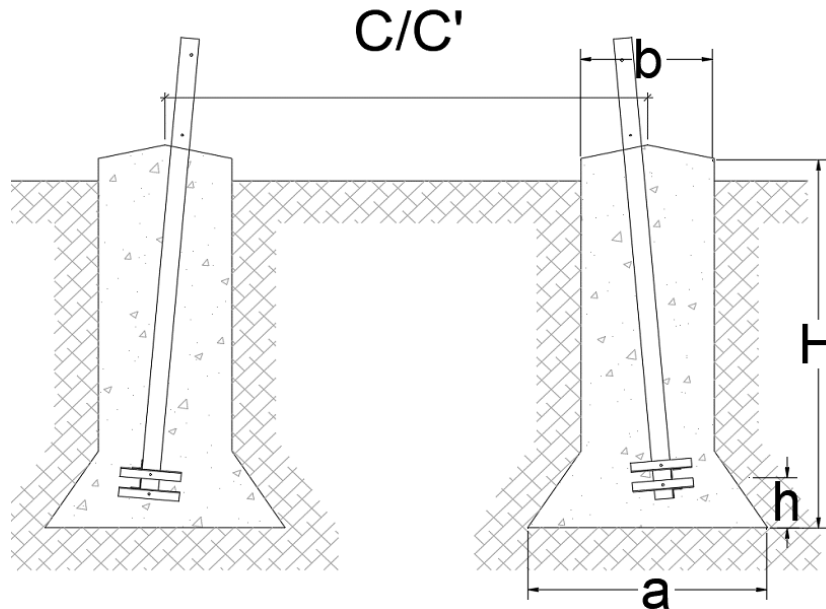
8.2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Las cimentaciones fraccionadas seleccionadas serán de tipo tetrabloque circular con cueva. Las características dimensionales de las cimentaciones correspondientes a cada apoyo de la línea objeto del presente proyecto se incluyen en la siguiente tabla:

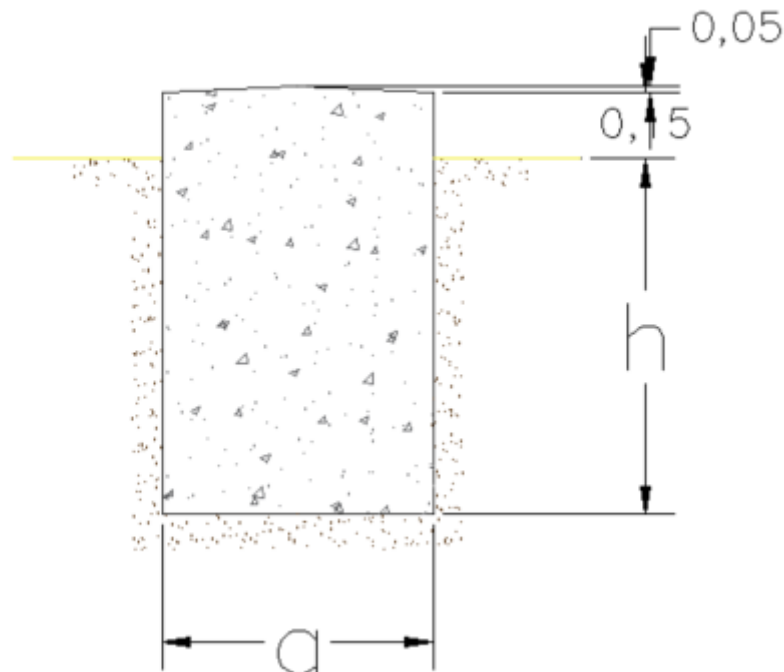
N ° Apoyo	Nombre del Apoyo	Función	CIMENTACIONES									
			Tipo de Cimentacion	Nº de patas	h	a	c	b	H	V exc unit (m3)	V exc (m3)	V horm (m3)
162 PAS	IC-70000E-20-PAS	PAS	Circular	Tetrabloque	3,55	1,55	4,35	2,00	6,97	15,17	60,6800	62,32

Para la interpretación de los anteriores valores se tomará como ejemplo la siguiente figura:

- Circular con cueva:



- Cuadrada recta monobloque:



9. CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

Los apoyos se conectarán a tierra teniendo presente lo especificado en el apartado 7 de la ITC-07 del Reglamento de líneas eléctricas de Alta Tensión.

- **Apoyos Frecuentados:** Se considerarán apoyos frecuentados todos aquellos apoyos situados en suelos clasificados como urbanos o urbanizables programados en los Planes de Ordenación del Territorio, En estos casos es necesario garantizar el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto.
- **Apoyos No Frecuentados:** 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.

El diseño del sistema de puesta a tierra debe satisfacer, en función del tipo de apoyo, los siguientes requisitos:

Tipo de apoyo	Requisitos diseño p.a.t.
Apoyo frecuentado	Actuación correcta de las protecciones Cumplir tensión de contacto admisible Dimensionamiento ante los efectos del rayo
Apoyo no frecuentado	Actuación correcta de las protecciones
Apoyo frecuentado con medidas adicionales de seguridad que impidan el contacto,	Actuación correcta de las protecciones Cumplir tensión de paso admisible

Todos los apoyos de la línea son del tipo No Frecuentados, excepto los apoyos que sean de Paso Aéreo a Subterráneo que se considera como Frecuentado.

9.1. DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA RESISTENCIA TÉRMICA

Los elementos empleados en la puesta a tierra son:

- Línea de tierra: Doble cable de acero galvanizado de 50 mm² de sección (en total son 4 conductores de acero 50 mm²), Los apoyos dispondrán de dos líneas de tierra situadas en lados opuestos del apoyo.
- Electrodo de puesta a tierra:

- En apoyos no frecuentados: 2 picas de difusión vertical de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro.
- En apoyos frecuentados: anillo constituido por varillas de acero descaburado de sección $\geq 100 \text{ mm}^2$ (12 mm de diámetro) según apartado 3.4 ITC-RAT 13, utilizándose varilla doble separada 0,40 metros.

Según esta configuración, en caso de falta la línea de tierra conducirá la totalidad de la corriente de falta mientras que los electrodos conducirán como máximo la mitad de dicha intensidad.

Para los cálculos siguientes se seguirán los criterios marcados en la MIE-RAT 13 y la ITC 07.

De acuerdo con la normativa las densidades de corriente máximas por los conductores en régimen de cortocircuito son las siguientes:

Material	Corriente máxima (A)
Cobre	160
Acero	60

Con estas consideraciones y los conductores elegidos, las corrientes de cortocircuito máximas admisibles por todos los elementos instalados en conjunto se presentan en la siguiente tabla:

Material	Corriente máxima (A)
Línea de tierra	12000
Electrodos	18472

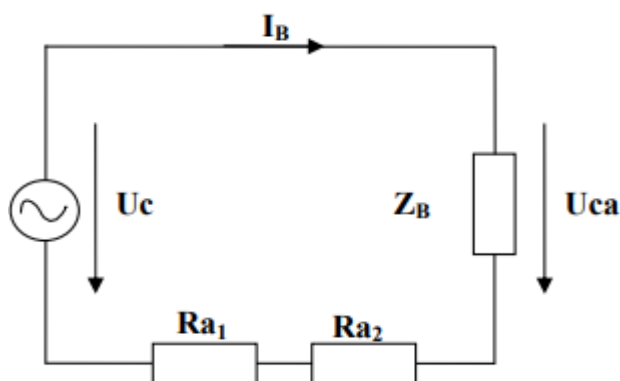
Estos cálculos se han realizado con una temperatura final de 200 grados centígrados que garantice la integridad de los conductores y el cumplimiento de la normativa vigente.

9.2. DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, U_{ca} , a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se dan en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, tF (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0,05	735
0,10	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

Para determinar las máximas tensiones de contacto admisibles se debe emplear el siguiente esquema y la expresión:



$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

Donde:

- U_{ca} : Tensión de contacto aplicada admisible (tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies).
- Z_B : Impedancia del cuerpo humano

- I_B : Corriente que fluye a través del cuerpo
- U_c : Tensión de contacto máxima admisible en la línea que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).
- R_{a1} : Es, por ejemplo, la resistencia de un calzado cuya suela sea aislante (se puede emplear como valor de la resistencia equivalente paralelo del calzado 1000 W de ambos pies).
- R_{a2} : Resistencia equivalente paralelo a tierra del punto de contacto con el terreno de ambos pies ($R_{a2}=1,5r_s$, donde r_s es la resistividad superficial aparente del suelo cerca de la superficie).

Con esta ecuación, la tabla anterior y en función de distintos valores de la resistividad del terreno se procede a calcular la máxima tensión de contacto admisible.

Tiempo de actuación de la protección de la línea	ρ_s (ohmios,metro)	U_c (kV)	
		Sin calzado	Con calzado
100 ms	100	0,72	1,36
	200	0,82	1,45
	300	0,91	1,55
	400	1,01	1,64
	500	1,10	1,74
1190 ms	100	0,10	0,20
	200	0,12	0,21
	300	0,13	0,23
	400	0,15	0,24
	500	0,16	0,25

Si la tensión de puesta a tierra, U_E , no es menor que dos veces la tensión de contacto admisible en la instalación, U_c , se procederá a comprobar que las tensiones de contacto calculadas, U_c' , sean inferiores a las tensiones de contacto admisibles U_c .

Caso que tampoco se cumpla esta última condición, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad que impidan el contacto con la torre metálica a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso.

La tensión de paso admisible que se empleará en este apartado es:

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

Y empleando la ecuación:

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{4 \cdot R_{a1} + 4 \cdot R_{a2}}{1000} \right]$$

Se obtienen los siguientes resultados:

Tiempo de actuación de la protección de la línea	ρ_s	U_c (kV)	
	(ohmios.metro)	Sin calzado	Con calzado
100 ms	100	10,13	35,45
	200	13,93	39,25
	300	17,72	43,04
	400	21,52	46,84
	500	25,32	50,64
1190 ms	100	1,6	5,6
	200	2,2	6,2
	300	2,8	6,8
	400	3,4	7,4
	500	4	8

A la vista de estos resultados se concluye que propuesta de electrodo para apoyos no frecuentados cumple con la normativa vigente, Los electrodos seleccionados para apoyos frecuentados no cumplen normativa respecto a $U_E < 2U_c$ y su rediseño sería demasiado complejo y costoso como para ser rentable, por lo que para los apoyos frecuentados se emplearían antiescalos de materiales aislantes para garantizar la seguridad de la instalación. Por localización y accesibilidad de los apoyos, entran en la categoría de no frecuentados a efectos legales de aislamiento.

Todos los apoyos de la línea objeto del presente proyecto son No Frecuentados excepto los tipo PAS que son Frecuentados.

9.3. DIMENSIONAMIENTO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LOS EFECTOS DEL RAYO

La impedancia de onda de un electrodo de tierra coincide con su resistencia siempre que la longitud del mismo sea inferior a la longitud crítica L_c .

Se define longitud crítica como:

$$L_c = \sqrt{\frac{\rho(\Omega \cdot m)}{f(MHz)}}$$

Las descargas atmosféricas se suelen caracterizar por tener una frecuencia de 1 MHz.

Dentro de la ITC 07 se recomienda la puesta de varios electrodos por encima de uno de longitud mayor que L_c . Debido al diseño de la puesta a tierra en los apoyos no frecuentados se recomienda una resistividad en los electrodos de valor similar o superior a $4 \Omega \cdot m$.

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

ANEXO N°1: CÁLCULOS

ANEXO N°2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO N°3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°4: PLANOS

DOCUMENTO N°5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N°6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO N°7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO N°8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ANEXO N°2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ÍNDICE

1. Ficha Técnica del Cable RHZ1+2OL(AS) 127/220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados).
3

1. FICHA TÉCNICA DEL CABLE RHZ1+2OL(AS) 127/220 KV 1X2500 M+T375AL (HILOS ESMALTADOS).

Características del cable REE RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados)

Tensión asignada U_0/U		KV	127 / 220
Tensión más elevada del sistema U_m		KV	245
Tensión soportada a impulsos tipo rayo U_p		KV	1.050
Norma de referencia / Especificación		IEC 62067 / REE ET129	
	Conductor:	Material	Cobre
		Sección	mm ² 2.500
		Diámetro d_c	mm 63,50
		Clase	Circular segmentado -Milliken- hilos aislados
		Nº de segmentos	5
		Obturación longitudinal al agua	Sí
		Resistencia cc @ 20°C	Ω/Km 0,0072
		Factor de la imperfección de los contactos térmicos k_s	0,35
		Factor de la imperfección de los contactos térmicos k_p	0,20
		Constante inductancia K_i	0,05
		Calor específico volumétrico σ_c	J/K.m ³ 3450000
		Resistividad eléctrica ρ_{20}	Ω.m 1,7241E-8
		Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0°C β	K 234,5
		Coef. de var. de la resistividad elec. con la temp. a 20°C α_{20}	K ⁻¹ 0,00393
		Constante que depende del material K	A.s ^{1/2} /mm ² 225,67
		Coeficiente función de la construcción del conductor α	0,779
		Factor de la imperfección de los contactos térmicos F	0,7
		Resistividad térmica ρ_{cr}	K·m/W 0,0026
	Pantalla sobre conductor:	Material	Capa extruida de material semiconductor
		Espesor	mm 2
		Diámetro	mm 67,5
Aislamiento:		Material	Polietileno reticulado (XLPE)
		Espesor nominal	mm 21
		Diámetro	mm 109,5
		Factor de pérdidas tg δ	0,0008
		Permitividad relativa ϵ	2,4
		Maxima temperatura de servicio	°C 90
		Temperatura de cortocircuito $t \leq 5s$	°C 250
		Temperatura de emergencia	°C 100
		Calor específico volumétrico σ_c	J/K.m ³ 2.400.000
		Resistividad térmica ρ_{cr}	K·m/W 3,5
Pantalla sobre aislamiento:		Material	Capa extruida de material semiconductor
		Espesor	mm 1,5
		Diámetro	mm 112,5
Asiento/Cintas bajo pantalla:		Material	Cinta semiconductora de bloqueo al agua (materiales fibrosos)
		Espesor	mm 0,8
		Diámetro	mm 114,1
Pantalla/Cubierta metálica:		Tipo	Cubierta metálica lisa
		Espesor	mm 0,8
		Diámetro	mm 114,1
		Material	Aluminio
		Espesor	mm 1,05
		Diámetro	mm 116,2
		Diámetro medio	mm 115,15
		Sección	mm ² 379,8

	Resistencia cc @ 20°C	Ω/Km	0,07478
Cintas sobre pantalla:	Material	No hay protección / Cintas	
	Espesor	mm	0
	Diámetro	mm	116,2
Cubierta exterior:	Material	Poliolefina (PO) DMZ 2	
	Espesor	mm	4,5
	Calor específico volumétrico σ_c	J/K.m ³	2.400.000
	Resistividad térmica ρ_{cr}	K·m/W	3,5
	Coeficiente de absorción rayos solares σ		0,4
Recubrimiento semiconductor:	Material	Capa semiconductor: recubrimiento extruido	
	Espesor	mm	0,3
	Diámetro	mm	125,8
Cable con cubierta metálica?:		Con cubierta metálica	
	Maxima temperatura de servicio	°C	90
	Peso aprox	Kg/m	31,259
	Temperatura de cortocircuito $t \leq 5s$	°C	250

Datos adicionales:

Diámetro	mm	125,8
Peso aprox	Kg/m	31,259
Gradiente sobre conductor E_i	kV/mm	7,78
Gradiente sobre aislamiento E_o	kV/mm	4,79
Capacidad del cable C	F/m	2,7560E-10
Capacidad del cable C	μF/km	0,2756
Pérdidas dieléctricas W_d (50 Hz)	W/m	1,1172
Corriente de carga I (50 Hz)	A/km	10,9959
Capacidad de carga sistema trifásico a U_0	kVAr/km	4.189,422
Resistencia térmica $T1$	K.m/W	0,3264
Resistencia térmica $T2$	K.m/W	0,0000
Resistencia térmica $T3$	K.m/W	0,0416
Capacidad térmica- Conductor Qc	J/m.K	10.925,88
Capacidad térmica- Aislamiento Qi	J/m.K	16.255,86
Capacidad térmica- Pantalla/Cubierta metálica Qs	J/m.K	949,61
Capacidad térmica- Armadura Qa	J/m.K	0,00
Capacidad térmica- Cubierta exterior Qj	J/m.K	4.095,25
Capacidad térmica Q	J/m.K	32.226,60
Constante de tiempo del cable	h	3,29
Tensión máxima de tiro recomendable	daN	15.000

Corto-Circuito:
Conductor

Duración de corto-circuito t	s	0,5
Temperatura inicial de cortocircuito θ_i	°C	90
Temperatura final de corto-circuito θ_f	°C	250
Material		Cu
Sección S	mm ²	2.500
Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0°C β	K	234,5
Constante que depende del material K	A.s ^{1/2} /mm ²	225,67
Intensidad de cortocircuito en hipótesis adiabática I_{AD}	kA	505,136
Factor de la imperfección de los contactos térmicos F		0,70
Calor específico volumétrico del componente conductor σ_c	J/K.m ³	3,45E+6
Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes $\uparrow \rho_{cr}$	K.m/W	2,5
Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes $\downarrow \rho_{cr}$	K.m/W	
Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes $\uparrow \sigma_i$	J/K.m ³	2,4E+6
Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes $\downarrow \sigma_i$	J/K.m ³	
C_1	mm/m	2464
C_2	K.m.mm ² /J	1,22
Constante A	(mm ² /s) ^{1/2}	0,6998
Constante B	(mm ² /s)	0,3395
Factor M	s ^{-1/2}	
Factor no adiabático ε		1,0035
Intensidad de cortocircuito admisible I	kA	506,891

Pantalla

Duración de corto-circuito t	s	0,5
Temperatura inicial de cortocircuito θ_i	°C	80
Temperatura final de corto-circuito θ_f	°C	250
Material		Al
Sección S	mm ²	379,8
Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0°C β	K	228
Constante que depende del material K	A.s ^{1/2} /mm ²	147,75
Intensidad de cortocircuito en hipótesis adiabática I_{AD}	kA	52,613
Factor de la imperfección de los contactos térmicos F		0,70
Calor específico volumétrico del componente conductor σ_c	J/K.m ³	2,5E+6
Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes $\uparrow \rho_{cr}$	K.m/W	3,5
Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes $\downarrow \rho_{cr}$	K.m/W	6
Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes $\uparrow \sigma_i$	J/K.m ³	2,4E+6
Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes $\downarrow \sigma_i$	J/K.m ³	2,0E+6
C_1	mm/m	2464
C_2	K.m.mm ² /J	1,22
Constante A	(mm ² /s) ^{1/2}	
Constante B	(mm ² /s)	
Factor M	s ^{-1/2}	0,1874
Factor no adiabático ε		1,0796
Intensidad de cortocircuito admisible I	kA	56,802

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

ANEXO N°1: CÁLCULOS

ANEXO N°2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO N°3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°4: PLANOS

DOCUMENTO N°5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N°6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO N°7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO N°8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ANEXO 3: LSAT CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

1. Zanja SC Mid-Point-Bonded
2. Perforación Dirigida

Circuito 1:
Características de la conexión

Cable	REE RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados)		
Frecuencia f	Hz		50
U_o	kV		127,017
U	kV		220
U_m	kV		245
U_p	kV		1.050
cos φ			0,958
Factor de carga	%		100
Longitud de la ruta	m		791
Conexión de pantallas	Single point doble		
	L1	m 396	L2 m 395

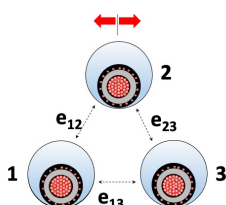

Características de la instalación

Nº Circuitos		1
Disposición de los cables	Tresbolillo vértice hacia arriba	
Tipo de cable	Cables idénticos e igualmente cargados	
Terreno	No existe desecación del suelo	
Temperatura del terreno θ_a	°C	25
Resistividad térmica del terreno ρ_r	K.m/W	1,5

Condiciones de instalación	Cables en zanja	
Profundidad Zanja P	mm	1.800,00
Ancho Zanja W	mm	800,00

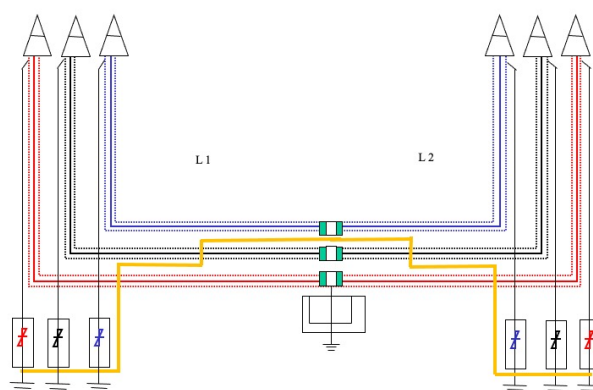
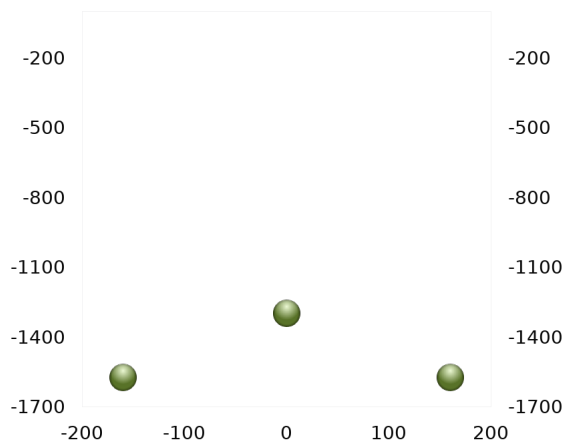
Material	Tubular PE	
$\varnothing_{EXT}$	mm	250
$\varnothing_{INT}$	mm	220
Centro X		
Centro Y		
Nº de cables dentro		1

Prisma hormigón	Sí	
Profundidad P	mm	1.800,00
Alto H	mm	825,00
Ancho W	mm	800,00
Resistividad térmica Prisma hormigón ρ_c	K.m/W	0,85
Nº de cables en el bloque		3



e12	mm	70,00	Cable 1 X	mm	-160.00
e23	mm	70,00	Cable 2 X	mm	0.00
e13	mm	70,00	Cable 3 X	mm	160.00
S12	mm	320,00	Cable 1 Y	mm	1575.00
S23	mm	320,00	Cable 2 Y	mm	1297.87
S13	mm	320,00	Cable 3 Y	mm	1575.00
GMD	mm	320,00	Centro X	mm	0.0
			Centro Y	mm	1482.62

Transposición Cables sin transposición a)

Circuito 1:
Esquema de la instalación


		Gran vaina / Carcasa	Vaina	Tubular
Constante U		---	---	1,87
Constante V		---	---	0,312
Constante Y		---	---	0,0037
Resistividad térmica	K.m/W	---	---	3,5
Temperaturas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Maxima temperatura de servicio	°C	90	90	90
Temperatura del conductor θ_c	°C	34,9	34,7	34,9
Temperatura pantalla θ_{sc}	°C	33,8	33,7	33,8
Temperatura pantalla θ_{sc}	Parte 2	---	---	---
Temperatura de la superficie del cable θ_o	°C	33,7	33,5	33,7
Temperatura media en el conducto / tubular θ_m	°C	33,0	32,8	33,0
Temperatura media en la vaina θ_m	°C	---	---	---
Temperatura media en la gran vaina / carcasa θ_m	°C	---	---	---
Temperatura del terreno θ_a	°C	25,0	25,0	25,0
Temperatura crítica θ_x	°C	---	---	---
Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_p$	°C	0,00	0,00	0,00
Intensidad admisible		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Considerar las pérdidas dieléctricas?		Sí	Sí	Sí
Intensidad admisible I	A	545,86	545,86	545,86
Potencia admisible P	MVA	208,00	208,00	208,00
Potencia admisible P	MW	199,26	199,26	199,26
Resistencia del conductor en ca		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20°C R_0	Ω/m	7,200000E-6	7,200000E-6	7,200000E-6
Resistencia en cc @ θ_c R'	Ω/m	7,621978E-6	7,617091E-6	7,621978E-6
Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular k_s		0,35	0,35	0,35
X_s		2,402178	2,402948	2,402178
Factor de efecto pelicular γ_s		0,152298	0,152469	0,152298
Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad k_p		0,2	0,2	0,2
X_p		1,815876	1,816458	1,815876
Factor de efecto proximidad γ_p		0,007791	0,007799	0,007791
Resistencia del conductor en ca @ θ_c °C R	Ω/m	8,842174E-6	8,837873E-6	8,842174E-6
Resistencia de la pantalla		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20°C R_{50}	Ω/m	7,529099E-5	7,529099E-5	7,529099E-5
Resistencia cc @ 20°C R_{50}	Ω/m	---	---	---



V10

L220 kV Ap56 - ST TARACENA

Fecha: 13/6/2023

Página: 3/5

EC74A6CF-D415-427A-AE20-7A1F33756071

Circuito 1:

Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC} R_s$	Ω/m	7,949142E-5	7,943915E-5	7,949142E-5
Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC} R_s$	Ω/m	---	---	---
Resistencia de la pantalla		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20°C R_{SO}	Ω/m	7,529099E-2	7,529099E-2	7,529099E-2
Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC} R_s$	Ω/m	7,949142E-5	7,943915E-5	7,949142E-5
Factor de pérdidas en la armadura λ_2		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2	Ω/m	0,000000	0,000000	0,000000
Factor de pérdidas en la pantalla λ_1		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia de la pantalla X	Ω/m	1,082093E-4	1,082093E-4	1,082093E-4
Reactancia de la pantalla X_1	Ω/m	---	---	---
Reactancia mutua X_m	Ω/m	---	---	---
Variable P		---	---	---
Variable Q		---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1		0,000000	0,000000	0,000000
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1	Parte 1	---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1		---	---	---
Factor F		0,350501	0,350202	0,350501
m		0,395212	0,395472	0,395212
m		---	---	---
λ_0		1,293787E-2	1,295260E-2	1,293787E-2
λ_0		---	---	---
Δ_1		0,013710	0,013710	0,013710
Δ_1		---	---	---
Δ_2		0,000000E+0	0,000000E+0	0,000000E+0
Δ_2		---	---	---
β_1		114,744548	114,782296	114,744548
β_1		---	---	---
g_s		1,003271	1,003272	1,003271
g_s		---	---	---
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1		0,118450	0,118565	0,118450
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1		---	---	---
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$		0,118450	0,118565	0,118450
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$		---	---	---
Resistencias térmicas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Entre conductor y pantalla T_1	K.m/W	0,318089	0,318089	0,318089
Entre pantalla y armadura T_2	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
De la cubierta externa T_3	K.m/W	0,043747	0,043747	0,043747
Del espacio de aire en el interior de la tubular T'_{4d}	K.m/W	0,290972	0,291334	0,290972
Propia de la tubular T''_{4d}	K.m/W	0,071209	0,071209	0,071209
Del espacio de aire en el interior de la vaina T'_{4p}	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la vaina T''_{4p}	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Del espacio de aire en el interior de la carcasa T'_{4c}	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la carcasa T''_{4c}	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de la carcasa T'''_{4c}	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de un cable o un conducto T''''_{4d}	K.m/W	0,436319	0,410037	0,436319
Corrección para T4 Prisma hormigón	K.m/W	0,559740	0,559740	0,559740
L_G	mm	1.387,500	1.387,500	1.387,500
r_b	mm	445,000	445,000	445,000
u		3,118	3,118	3,118
ΔT_4		0,607104	0,594390	0,607104
Resistencia térmica externa T_4	K.m/W	1,965343	1,926710	1,965343



V10

L220 kV Ap56 - ST TARACENA

Fecha: 13/6/2023

Página: 4/5

EC74A6CF-D415-427A-AE20-7A1F33756071

Circuito 1:

Pérdidas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
En el conductor W_c	W/m	2,63463	2,63335	2,63463
En el dieléctrico W_d	W/m	1,45505	1,45505	1,45505
En la pantalla W_s	W/m	0,31207	0,31222	0,31207
En la pantalla W_s	W/m	---	---	---
En la armadura W_a	W/m	0,00000	0,00000	0,00000
Pérdidas totales por efecto Joule W_i	W/m	2,94670	2,94557	2,94670
Totales W_T	W/m	4,40175	4,40062	4,40175
Totales Circuito W_T	W/m		13,20412	
Longitud de la ruta L	m		791	
Totales Circuito W_T	kW		10,444	
Inductancias y Reactancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Capacidad del cable C	$\mu F/km$	0,287081	0,287081	0,287081
Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M	mH/km	0,344441	0,344441	0,344441
Inductancia del conductor L	mH/km	0,512086	0,512086	0,512086
Inductancia de la pantalla L_s	mH/km	0,344441	0,344441	0,344441
Reactancia inductiva X_L	Ω/km	0,160876	0,160876	0,160876
Reactancia de la pantalla X_s	Ω/km	0,108209	0,108209	0,108209
Reactancia capacitiva X_C	Ω/km	1,10878E+4	1,10878E+4	1,10878E+4
Caída de tensión		Cable 1	Cable 2	Cable 3
$\cos \varphi$		0,958	0,958	0,958
Caída de tensión V_d	V/km	51,63	51,62	51,63
Longitud de la ruta L	m	791	791	791
Caída de tensión V_d	V	40,84	40,83	40,84
Impedancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Impedancia de la pantalla Z_s	Ω/km	0,079491 + j 0,108209	0,079439 + j 0,108209	0,079491 + j 0,108209
Impedancia de la pantalla $ Z_{sI} $	Ω/km	0,134269	0,134238	0,134269
Impedancia de onda $ Z_{SI} $	Ω/km	42,23	42,23	42,23
Impedancia directa Z_+	Ω/km	0,008842 + j 0,160876	0,008838 + j 0,160876	0,008842 + j 0,160876
Impedancia inversa Z_-	Ω/km	0,008842 - j 0,160876	0,008838 - j 0,160876	0,008842 - j 0,160876
Impedancia de fase del cable $ Z $	Ω/km	0,161119	0,161119	0,161119
Admitancia Y	S/km	0,340615 + j -6,197229	0,340451 + j -6,197247	0,340615 + j -6,197229
Admitancia $ Y $	S/km	6,206582	6,206592	6,206582
Conductancia G	S/km	0,340615	0,340451	0,340615
Susceptancia B	S/km	-6,197229	-6,197247	-6,197229
Susceptancia capacitiva B	$\mu S/km$	-90,189	-90,189	-90,189





V10

L220 kV Ap56 - ST TARACENA

Fecha: 13/6/2023

Página: 5/5

EC74A6CF-D415-427A-AE20-7A1F33756071

Circuito 1:

Secuencia Homopolar		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia homopolar X_0	Ω/km	0,052667	0,052667	0,052667
Resistencia homopolar $R_0 @ 20^\circ\text{C}$	Ω/km	0,075299	0,075299	0,075299
Resistencia homopolar $R_0 @ 25^\circ\text{C}$	Ω/km	0,076817	0,076817	0,076817
Impedancia homopolar $Z_0 @ 20^\circ\text{C}$	Ω/km	0,0753 + j 0,0527	0,0753 + j 0,0527	0,0753 + j 0,0527
Impedancia homopolar $Z_0 @ 20^\circ\text{C}$	Ω/km	0,09189	0,09189	0,09189
Admitancia Y	S/km	8,9177 + j -6,2374	8,9177 + j -6,2374	8,9177 + j -6,2374
Admitancia Y	S/km	10,88255	10,88255	10,88255
Conductancia G	S/km	8,91769	8,91769	8,85533
Susceptancia B	S/km	-6,23737	-6,23737	-6,23737
Impedancia homopolar $Z_0 @ 25^\circ\text{C}$	Ω/km	0,0768 + j 0,0527	0,0768 + j 0,0527	0,0768 + j 0,0527
Impedancia homopolar Z_0 @ 25°C	Ω/km	0,09314	0,09314	0,09314
Admitancia Y	S/km	8,9177 + j -6,2374	8,9177 + j -6,2374	8,9177 + j -6,2374
Admitancia Y	S/km	10,73680	10,73680	10,73680
Conductancia G	S/km	8,85533	8,85533	8,85533
Susceptancia B	S/km	-6,07141	-6,07141	-6,07141

Tensiones inducidas

Corrientes de cortocircuito

Fallo trifásico simétrico I_{RMS}	A	40.000
Fallo fase-fase I_{12}	A	40.000
Fallo fase-tierra I_{1E}	A	40.000
Fallos internos a la conexión I_{1E}	A	40.000
Máxima tensión inducida permitida Regimen permanente E_{MAX}	V	120
Máxima tensión inducida permitida En caso de cortocircuito E_{MAX}	V	9.000

Sobretensión pantalla		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Corriente circulante en la pantalla I_s	A	0,00	0,00	0,00
Regimen permanente	V/m	0,0591	0,0591	0,0591
Fallo trifásico simétrico	V/m	4,32837	4,32837	4,32837
Fallo fase-fase	$\leq$ V/m	4,32837	4,32837	0,00000
Fallo fase-tierra	$V_{12} / V_{23} / V_{31}$ V/m	14,22217	9,97374	9,97374
Fallos internos a la conexión	$\leq$ V/m	15,79136	15,79136	15,79136

Sobretensión pantalla @ 396m		Max
Regimen permanente	V	23,391
Fallo trifásico simétrico	V	1.714,035
Fallo fase-fase	V	1.714,035
Fallo fase-tierra	V	5.631,978
Fallos internos a la conexión	V	6.253,378
Tensión nominal del limitador de tensión (SVL)	$\geq$ kV	6,253

Los datos técnicos arriba mencionados son válidos únicamente bajo las condiciones indicadas. Los cambios de esas condiciones, así como otras instalaciones influyentes (cables adyacentes, otras fuentes de calor, etc.) solo se consideran en medida en que también se indiquen específicamente.

Circuito 1:

Características de la conexión

Cable	REE RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados)		
Frecuencia f	Hz		50
U _o	kV		127,017
U	kV		220
U _m	kV		245
U _p	kV		1.050
cos φ			0,958
Factor de carga	%		100
Longitud de la ruta	m		791
Conexión de pantallas	Single point doble		
	L1	m 396	L2 m 395

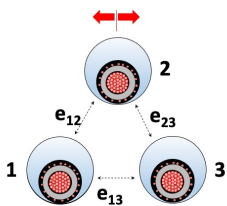


Características de la instalación

Nº Circuitos		1
Disposición de los cables	Tresbolillo vértice hacia arriba	
Tipo de cable	Cables idénticos e igualmente cargados	
Terreno	No existe desecación del suelo	
Temperatura del terreno θ _a	ºC	25
Resistividad térmica del terreno ρ _r	K.m/W	1,5

Condiciones de instalación	Perforación horizontal	
Profundidad Zanja P	mm	1.800,00
Ancho Zanja W	mm	800,00

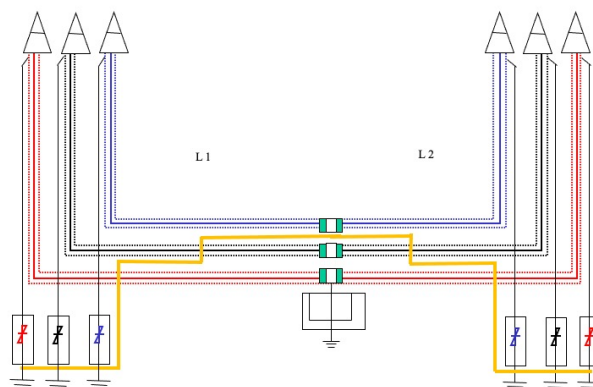
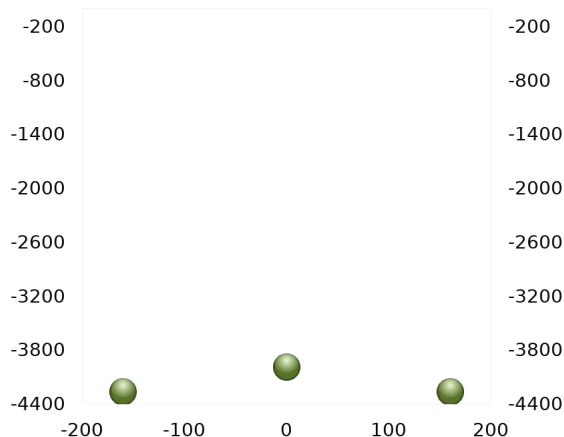
		Vaina		Tubular
Material		PE		PE
Ø _{EXT}	mm	710	mm	250
Ø _{INT}	mm	625	mm	220
Centro X	mm	0		
Centro Y	mm	4.000		
Nº de cables dentro		3		1
Prisma hormigón				No
Profundidad P			mm	---
Alto H			mm	---
Ancho W			mm	---
Resistividad térmica Prisma hormigón ρ _c			K.m/W	---
Nº de cables en el bloque				---



e12	mm	70,00	Cable 1 X	mm	-160.00
e23	mm	70,00	Cable 2 X	mm	0.00
e13	mm	70,00	Cable 3 X	mm	160.00
S12	mm	320,00	Cable 1 Y	mm	4268.43
S23	mm	320,00	Cable 2 Y	mm	3991.30
S13	mm	320,00	Cable 3 Y	mm	4268.43
GMD	mm	320,00	Centro X	mm	0.0
			Centro Y	mm	4176.06

Transposición Cables sin transposición a)



Circuito 1:
Esquema de la instalación


		Gran vaina / Carcasa	Vaina	Tubular
Constante U		---	1,87	1,87
Constante V		---	0,312	0,312
Constante Y		---	0,0037	0,0037
Resistividad térmica	K.m/W	---	3,5	3,5
Temperaturas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Maxima temperatura de servicio	°C	90	90	90
Temperatura del conductor θ_c	°C	39,7	39,7	39,7
Temperatura pantalla θ_{sc}	°C	38,6	38,6	38,6
Temperatura pantalla θ_{sc}	Parte 2 °C	---	---	---
Temperatura de la superficie del cable θ_o	°C	38,4	38,4	38,4
Temperatura media en el conducto / tubular θ_m	°C	37,8	37,8	37,8
Temperatura media en la vaina θ_m	°C	36,3	36,3	36,3
Temperatura media en la gran vaina / carcasa θ_m	°C	---	---	---
Temperatura del terreno θ_a	°C	25,0	25,0	25,0
Temperatura crítica θ_x	°C	---	---	---
Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_p$	°C	0,00	0,00	0,00
Intensidad admisible		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Considerar las pérdidas dieléctricas?		Sí	Sí	Sí
Intensidad admisible I	A	545,86	545,86	545,86
Potencia admisible P	MVA	208,00	208,00	208,00
Potencia admisible P	MW	199,26	199,26	199,26
Resistencia del conductor en ca		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20°C R_0	Ω/m	7,200000E-6	7,200000E-6	7,200000E-6
Resistencia en cc @ θ_c R'	Ω/m	7,756321E-6	7,756321E-6	7,756321E-6
Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular k_s		0,35	0,35	0,35
X_s		2,381283	2,381283	2,381283
Factor de efecto pelicular γ_s		0,147686	0,147686	0,147686
Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad k_p		0,2	0,2	0,2
X_p		1,800081	1,800081	1,800081
Factor de efecto proximidad γ_p		0,007577	0,007577	0,007577
Resistencia del conductor en ca @ θ_c °C R	Ω/m	8,960585E-6	8,960585E-6	8,960585E-6
Resistencia de la pantalla		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20°C R_{50}	Ω/m	7,529099E-5	7,529099E-5	7,529099E-5
Resistencia cc @ 20°C R_{50}	Ω/m	---	---	---



V10

L220 kV Ap56 - ST TARACENA

Fecha: 13/6/2023

Página: 3/5

EC74A6CF-D415-427A-AE20-7A1F33756071

Circuito 1:

Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC} R_s$	Ω/m	8,092860E-5	8,092860E-5	8,092860E-5
Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC} R_s$	Ω/m	---	---	---
Resistencia de la pantalla		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20°C R_{SO}	Ω/m	7,529099E-2	7,529099E-2	7,529099E-2
Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC} R_s$	Ω/m	8,092860E-5	8,092860E-5	8,092860E-5
Factor de pérdidas en la armadura λ_2		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2	Ω/m	0,000000	0,000000	0,000000
Factor de pérdidas en la pantalla λ_1		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia de la pantalla X	Ω/m	1,082093E-4	1,082093E-4	1,082093E-4
Reactancia de la pantalla X_1	Ω/m	---	---	---
Reactancia mutua X_m	Ω/m	---	---	---
Variable P		---	---	---
Variable Q		---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1		0,000000	0,000000	0,000000
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1	Parte 1	---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1		---	---	---
Factor F		0,358703	0,358703	0,358703
m		0,388193	0,388193	0,388193
m		---	---	---
λ_0		1,254208E-2	1,254208E-2	1,254208E-2
λ_0		---	---	---
Δ_1		0,013707	0,013707	0,013707
Δ_1		---	---	---
Δ_2		0,000000E+0	0,000000E+0	0,000000E+0
Δ_2		---	---	---
β_1		113,721132	113,721132	113,721132
β_1		---	---	---
g_s		1,003238	1,003238	1,003238
g_s		---	---	---
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1		0,115353	0,115353	0,115353
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1		---	---	---
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$		0,115353	0,115353	0,115353
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$		---	---	---
Resistencias térmicas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Entre conductor y pantalla T_1	K.m/W	0,318089	0,318089	0,318089
Entre pantalla y armadura T_2	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
De la cubierta externa T_3	K.m/W	0,043747	0,043747	0,043747
Del espacio de aire en el interior de la tubular T'_{4d}	K.m/W	0,281350	0,281350	0,281350
Propia de la tubular T''_{4d}	K.m/W	0,071209	0,071209	0,071209
Del espacio de aire en el interior de la vaina T'_{4p}	K.m/W	0,074817	0,074817	0,074817
Propia de la vaina T''_{4p}	K.m/W	0,071030	0,071030	0,071030
Del espacio de aire en el interior de la carcasa T'_{4c}	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la carcasa T''_{4c}	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de la carcasa T'''_{4c}	K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de un cable o un conducto T''''_{4d}	K.m/W	0,743199	0,743199	0,743199
Corrección para T4 Prisma hormigón	K.m/W	---	---	---
L_G	mm	---	---	---
r_b	mm	---	---	---
u		---	---	---
ΔT_4		0,000000	0,000000	0,000000
Resistencia térmica externa T_4	K.m/W	3,019698	3,019698	3,019698



V10

L220 kV Ap56 - ST TARACENA

Fecha: 13/6/2023

Página: 4/5

EC74A6CF-D415-427A-AE20-7A1F33756071

Circuito 1:

Pérdidas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
En el conductor W_c	W/m	2,66991	2,66991	2,66991
En el dieléctrico W_d	W/m	1,45505	1,45505	1,45505
En la pantalla W_s	W/m	0,30798	0,30798	0,30798
En la pantalla W_s	W/m	---	---	---
En la armadura W_a	W/m	0,00000	0,00000	0,00000
Pérdidas totales por efecto Joule W_i	W/m	2,97789	2,97789	2,97789
Totales W_T	W/m	4,43294	4,43294	4,43294
Totales Circuito W_T	W/m		13,29882	
Longitud de la ruta L	m		791	
Totales Circuito W_T	kW		10,519	
Inductancias y Reactancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Capacidad del cable C	$\mu F/km$	0,287081	0,287081	0,287081
Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M	mH/km	0,344441	0,344441	0,344441
Inductancia del conductor L	mH/km	0,512086	0,512086	0,512086
Inductancia de la pantalla L_s	mH/km	0,344441	0,344441	0,344441
Reactancia inductiva X_L	Ω/km	0,160876	0,160876	0,160876
Reactancia de la pantalla X_s	Ω/km	0,108209	0,108209	0,108209
Reactancia capacitiva X_C	Ω/km	1,10878E+4	1,10878E+4	1,10878E+4
Caída de tensión		Cable 1	Cable 2	Cable 3
$\cos \varphi$		0,958	0,958	0,958
Caída de tensión V_d	V/km	51,73	51,73	51,73
Longitud de la ruta L	m	791	791	791
Caída de tensión V_d	V	40,92	40,92	40,92
Impedancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Impedancia de la pantalla Z_s	Ω/km	0,080929 + j 0,108209	0,080929 + j 0,108209	0,080929 + j 0,108209
Impedancia de la pantalla $ Z_s $	Ω/km	0,135125	0,135125	0,135125
Impedancia de onda $ Z_{SI} $	Ω/km	42,23	42,23	42,23
Impedancia directa Z_+	Ω/km	0,008961 + j 0,160876	0,008961 + j 0,160876	0,008961 + j 0,160876
Impedancia inversa Z_-	Ω/km	0,008961 - j 0,160876	0,008961 - j 0,160876	0,008961 - j 0,160876
Impedancia de fase del cable $ Z $	Ω/km	0,161126	0,161126	0,161126
Admitancia Y	S/km	0,345149 + j -6,196726	0,345149 + j -6,196726	0,345149 + j -6,196726
Admitancia $ Y $	S/km	6,206330	6,206330	6,206330
Conductancia G	S/km	0,345149	0,345149	0,345149
Susceptancia B	S/km	-6,196726	-6,196726	-6,196726
Susceptancia capacitiva B	$\mu S/km$	-90,189	-90,189	-90,189





V10

L220 kV Ap56 - ST TARACENA

Fecha: 13/6/2023

Página: 5/5

EC74A6CF-D415-427A-AE20-7A1F33756071

Circuito 1:

Secuencia Homopolar		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia homopolar X_0	Ω/km	0,052667	0,052667	0,052667
Resistencia homopolar $R_0 @ 20^\circ\text{C}$	Ω/km	0,075299	0,075299	0,075299
Resistencia homopolar $R_0 @ 25^\circ\text{C}$	Ω/km	0,076817	0,076817	0,076817
Impedancia homopolar $Z_0 @ 20^\circ\text{C}$	Ω/km	0,0753 + j 0,0527	0,0753 + j 0,0527	0,0753 + j 0,0527
Impedancia homopolar $Z_0 @ 20^\circ\text{C}$	Ω/km	0,09189	0,09189	0,09189
Admitancia Y	S/km	8,9177 + j -6,2374	8,9177 + j -6,2374	8,9177 + j -6,2374
Admitancia Y	S/km	10,88255	10,88255	10,88255
Conductancia G	S/km	8,91769	8,91769	8,85533
Susceptancia B	S/km	-6,23737	-6,23737	-6,23737
Impedancia homopolar $Z_0 @ 25^\circ\text{C}$	Ω/km	0,0768 + j 0,0527	0,0768 + j 0,0527	0,0768 + j 0,0527
Impedancia homopolar Z_0 @ 25°C	Ω/km	0,09314	0,09314	0,09314
Admitancia Y	S/km	8,9177 + j -6,2374	8,9177 + j -6,2374	8,9177 + j -6,2374
Admitancia Y	S/km	10,73680	10,73680	10,73680
Conductancia G	S/km	8,85533	8,85533	8,85533
Susceptancia B	S/km	-6,07142	-6,07142	-6,07142

Tensiones inducidas

Corrientes de cortocircuito

Fallo trifásico simétrico I_{RMS}	A	40.000
Fallo fase-fase I_{12}	A	40.000
Fallo fase-tierra I_{1E}	A	40.000
Fallos internos a la conexión I_{1E}	A	40.000
Máxima tensión inducida permitida Regimen permanente E_{MAX}	V	120
Máxima tensión inducida permitida En caso de cortocircuito E_{MAX}	V	9.000

Sobretensión pantalla		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Corriente circulante en la pantalla I_s	A	0,00	0,00	0,00
Regimen permanente	V/m	0,0591	0,0591	0,0591
Fallo trifásico simétrico	V/m	4,32837	4,32837	4,32837
Fallo fase-fase	$\leq$ V/m	4,32837	4,32837	0,00000
Fallo fase-tierra	$V_{12} / V_{23} / V_{31}$ V/m	14,22217	9,97374	9,97374
Fallos internos a la conexión	$\leq$ V/m	15,79136	15,79136	15,79136
Sobretensión pantalla @ 396m				Max

Regimen permanente	V	23,391
Fallo trifásico simétrico	V	1.714,035
Fallo fase-fase	V	1.714,035
Fallo fase-tierra	V	5.631,978
Fallos internos a la conexión	V	6.253,378
Tensión nominal del limitador de tensión (SVL)	$\geq$ kV	6,253

Los datos técnicos arriba mencionados son válidos únicamente bajo las condiciones indicadas. Los cambios de esas condiciones, así como otras instalaciones influyentes (cables adyacentes, otras fuentes de calor, etc.) solo se consideran en medida en que también se indiquen específicamente.



DOCUMENTO N°1: MEMORIA

ANEXO N°1: CÁLCULOS

ANEXO N°2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO N°3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°4: PLANOS

DOCUMENTO N°5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N°6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO N°7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO N°8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1.	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	4
2.	NORMATIVA APLICABLE	4
3.	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	4
4.	LÍNEAS AÉREAS	4
4.1.	Documentación y medios para el desarrollo del trabajo	4
4.2.	Accesos a la ubicación de los apoyos	5
4.3.	Transporte y acopio de materiales	5
4.4.	Trabajos en los cruzamientos	6
4.5.	Apertura de pozos	7
4.6.	Cimentaciones	8
4.7.	Armado de apoyos	11
4.8.	Izado de apoyos	11
4.9.	Protección de las superficies metálicas	12
4.10.	Tendido, empalme, tensado y regulación de conductores	12
4.11.	Transporte y acopio de materiales	19
4.12.	Trabajos en los cruzamientos	20
4.13.	Reposición del terreno	21
4.14.	Numeración de apoyos. Aviso de riesgo eléctrico	21
4.15.	Puesta a tierra	21
4.16.	Condicionantes ambientales	22
5.	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS	23
5.1.	Características generales	23
5.2.	Replanteo	24
5.3.	Trazado	24
5.4.	Apertura de zanjas	25
5.5.	Canalización	27
5.6.	Tendido de cables	34
5.7.	Tendido de cables de puesta a tierra	39



5.8.	Tendido de los cables de telecomunicaciones.....	39
5.9.	Hormigonado	40
5.10.	Protección mecánica	42
5.11.	Señalización.....	42
5.12.	Identificación.....	43
5.13.	Cierre de zanjas	43
5.14.	Reposición de pavimentos	44
5.15.	Ejecución de la puesta a tierra	44
5.16.	Ejecución de cámaras de empalme y arquetas de puesta a tierra	45
6.	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES DE ALTA TENSIÓN	45
7.	RECEPCIÓN EN OBRA	46
7.1.	Documentación de la instalación	46
8.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA	46
9.	PLANNING DE EJECUCIÓN DE LA OBRA	46
10.	DIRECCIÓN DE LA OBRA	47

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de la línea aérea y subterránea de alta tensión descrita en el proyecto.

Estas obras contemplan la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de dicha línea, así como la puesta en servicio de esta.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2. NORMATIVA APLICABLE

Se aplicarán las normas citadas en este documento, teniendo en cuenta las actuaciones posteriores a las mismas, y que sean aplicables a este proyecto.

En particular, se destaca la siguiente normativa:

- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (Decreto 223/2008 de 15 de febrero, publicado en el B.O.E número 68 de 19 de marzo de 2008).
- Real Decreto de Seguridad y Salud (B.O.E. 25-10-97).
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- Normas UNE

3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a este Pliego de Condiciones. El Director de Obra del Contratista principal deberá tener presencia permanente en obra.

4. LÍNEAS AÉREAS

4.1. DOCUMENTACIÓN Y MEDIOS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO

El Contratista deberá poseer como mínimo la siguiente documentación para el montaje de la línea:

- Plano de situación a escala 1:50.000 o 1:25.000.
- Plano de emplazamiento a escala 1:10.000 o 1:5.000
- Plano de perfil longitudinal y planta de la línea a escalas verticales 1:500 y horizontales 1:2.000, en los que figuren la distribución de apoyos, catenaria de conductores, cables de tierra y cables de fibra óptica para la hipótesis de máxima flecha, límites de parcelas, límites de provincias y términos municipales, servicios que existan en una franja de 50 m de anchura a cada lado del eje de la línea, tales como carreteras, ferrocarriles, cursos de agua, líneas eléctricas o de telecomunicación, etc.

- En dicho perfil se indicarán las longitudes de los vanos, tipo, numeración y cotas de emplazamiento de los apoyos, ángulos del trazado y numeración de las parcelas afectadas.
- Planos de los apoyos y esfuerzos admisibles.
- Planos de puesta a tierra de los apoyos.
- Planos de formación de cadenas en sus composiciones de suspensión y amarre.
- Planos de cimentaciones y comprobación de la adherencia de las mismas.
- Tablas de tendido para el tensado de los conductores, cables de tierra y cables de fibra óptica, de 5 en 5 grados centígrados, para los vanos reguladores y de comprobación que se fijen.
- Relación de bobinas de conductor con indicación de la longitud contenida en cada una de ellas.
- Especificaciones técnicas de materiales facilitadas por el cliente
- Curvas de utilización de los diferentes apoyos suministradas por el fabricante.
- Estudio de amortiguamiento realizado por el fabricante.

Por otra parte, el Contratista vendrá obligado a exponer en su oferta, las herramientas que piensa utilizar en la construcción y el método de tendido a seguir, que será aprobado por el contratante.

4.2. ACCESOS A LA UBICACIÓN DE LOS APOYOS

En la medida de lo posible, se usarán los caminos existentes para el transporte de la maquinaria. El Contratista se responsabilizará de respetar el estado de los caminos que se utilicen y de reponerlos a su estado original si fuera necesario realizar alguna transformación.

El Contratista deberá realizar los caminos de acceso a los apoyos conforme al plano de “Planta Catastral y Accesos”, tratando de respetar las lindes de las propiedades y siempre de acuerdo con los propietarios y ayuntamiento afectados.

El Contratista será responsable en todo momento de los desperfectos y perjuicios ocasionados a los propietarios de los terrenos afectados, por el transporte y acopio del material.

4.3. TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES

Al ser el Contratista quien suministra los materiales, cuidará de su carga y transporte desde su adquisición hasta la descarga en obra. Estos transportes serán por cuenta del Contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra.

El Contratista cuidará de que la carga, transporte y descarga de los materiales se efectúe sin que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Así se utilizarán eslingas textiles para la bajada de perfiles.

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo queden bien promediados respecto a la longitud de estos.

En la carga y descarga de los camiones se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento o deformación de los mismos.

En el depósito en obra se colocarán los postes con una separación de estos con el suelo y entre ellos (en el caso de unos encima de otros) con objeto de poder introducir los estrobos. Esto supondrá situar un mínimo de tres puntos de apoyo, los cuales serán tacos de madera y todos ellos de igual tamaño; por ninguna razón se utilizarán piedras para este fin.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se transportarán con vehículos especiales o elementos apropiados desde el almacén, hasta el pie del apoyo.

Se tendrá especial cuidado con los apoyos metálicos, ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los angulares que lo componen, dificultando su armado o haciendo desprenderse la capa de galvanizado.

Los estrobos para utilizar serán los adecuados para no producir daños en los apoyos.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos, dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostramiento.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas, su transporte se hará siempre bien embalados y con el debido cuidado.

Las bobinas se descargarán con grúa, o con muelle de descarga, pero nunca dejándolas caer desde el camión. En caso de rodarse las bobinas se hará siempre en sentido contrario al del arrollamiento del cable.

4.4. TRABAJOS EN LOS CRUZAMIENTOS

Las protecciones en ferrocarriles, carreteras, caminos, veredas, líneas eléctricas, telefónicas, telegráficas, etc., serán por cuenta del Contratista.

En aquellos cruzamientos en los que el proyectista considere que son de especial relevancia y en los que pudiera ser razonable aumentar los coeficientes de seguridad reglamentarios, se instalarán cadenas con doble aislamiento por conductor.

En los cruzamientos con vías públicas o en lugares transitados, se colocarán protecciones adecuadas, y se situará a cada lado del cruzamiento una señal indicadora de peligro.

En los cruzamientos de líneas eléctricas de cualquier tensión, o en los trabajos a efectuar en las proximidades de dispositivos con tensión, se tomarán todas las precauciones conocidas (corte de tensión,

puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el Contratista de lo que pueda suceder, aunque se halle presente en la obra alguno de los técnicos o vigilantes del contratante.

Los cruzamientos se efectuarán preferentemente sin tensión en la línea cruzada, para lo que deberá solicitar el Contratista los descargos correspondientes con veinte días de antelación al cliente, que se hará cargo de esta gestión. Si el cruzamiento se hiciese con la línea en tensión este no se realizará hasta la aprobación por parte del Director de Obra del método a emplear.

Los descargos se realizarán normalmente en días festivos, por lo que el Contratista deberá organizar su trabajo de forma que los cruces con líneas coincidan con dichos días. No obstante, el cliente hará las gestiones necesarias para que dichos descargos sean en las fechas más convenientes para el buen orden del trabajo, sin que el Contratista pueda efectuar reclamación alguna si no se puede conseguir.

Las líneas de tensión inferior a 25 kV podrán ser puenteadas por el Contratista, siempre que se consiga la debida autorización de la empresa propietaria de la línea.

Estos puentes se harán con cables aislados a su cargo y se introducirán en zanjas para su protección. Asimismo, se colocarán placas indicadoras de peligro de muerte y se señalizará debidamente la zona afectada.

En líneas de tensión superior a la indicada y en todas aquellas en las que no se consiga autorización para puentearlas con cable aislado, tendrán que cruzarse en descargo que será lo más breve posible, haciendo que el final y el principio de los cantones de tendido queden a ambos lados de la línea cruzada.

4.5. APERTURA DE POZOS

Antes de realizar las excavaciones, será preciso que el Contratista realice un estudio geotécnico por muestreo del terreno que le entregará al Director de Obra, siendo este el que autorice un redimensionamiento nuevo de la cimentación a la vista de los resultados, si fuese necesario. Asimismo, se aprovechará el citado estudio para la obtención de la resistividad eléctrica del terreno, con objeto de conocer este parámetro para el dimensionado del electrodo de puesta a tierra del apoyo.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las indicadas en el proyecto y al catálogo del fabricante de los apoyos. Las paredes de los pozos serán verticales. Si las dimensiones de la excavación fueran superiores a las indicadas en el proyecto, el exceso de hormigón será a cargo del Contratista.

La cimentación de los apoyos está formada por cuatro bloques de hormigón en masa, proyectándose para un terreno de tipo normal con un coeficiente de compresibilidad de 12 Kg/cm².

El precio de la obra civil de excavación es único, independientemente del tipo de terreno en el que se excave.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para señalar adecuadamente los pozos y para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes, según su Plan de Seguridad y Salud.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del pozo, aumentando así las dimensiones de este.

4.6. CIMENTACIONES

Antes de realizar las cimentaciones el Contratista realizará el replanteo y estaquillado de los apoyos comprobando que los planos de planta y perfil del proyecto se ajustan a la realidad existente en el momento de realizar la línea indicando cualquier divergencia existente a la dirección de obra.

Las cimentaciones se realizarán conforme a los planos de cimentaciones de este Proyecto Oficial de Ejecución, y conforme a la “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)”, empleándose un hormigón HM - 25 / B / 20 /Ila. Esta definición, se corresponde con un hormigón en masa (HM) y estructural, lo que determina una resistencia característica mínima de 25 N/mm² según la EHE-08. La consistencia será blanda (B) y el tamaño máximo de árido empleado será de 20. Con referencia a la clase general de exposición, se especifica una de tipo Ila, correspondiente a humedades altas.

El Contratista, previa autorización del cliente, realizará la ejecución de pistas de acceso considerando los condicionantes precisos para su realización como: señalización para que los vehículos siempre usen esas pistas y no caminos alternativos sino sobre las mismas rodadas, causar mínimos daños. etc.

Por otro lado, respecto a los estudios de acceso necesarios, será el Contratista quien los realice, y aprobados por el Director de Obra.

No se efectuarán movimientos de terreno ni explanaciones, sin previa autorización del Director de Obra.

La fase de movimiento de tierras y excavaciones se realizará en todo momento según las normas técnicas de prevención, NTP 278: Prevención del desprendimiento de tierras y NTP 126: Máquinas para el movimiento de tierras.

Todas las excavaciones permanecerán siempre acotadas, señalizadas, quedará prohibido el acopio de material y tránsito de vehículos junto al borde de la excavación.

Por la noche las excavaciones se balizarán con cinta y señalización de riesgo de caídas reflectarías.

Cuando se abandone la zona de trabajo esta permanecerá siempre completamente acotada impidiendo el paso a toda persona ajena a la obra.

Los materiales empleados en la elaboración del hormigón en masa serán los siguientes:

4.6.1. CEMENTO

Los cementos utilizados en la elaboración del hormigón deberán ajustarse a lo establecido en el Art. 26º de la EHE-08.

4.6.2. AGUA

Se podrá utilizar, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones establecidas en el Art. 27º de la EHE-08.

4.6.3. ÁRIDOS

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arena y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentren sancionados por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En todo caso cumplirán las condiciones del Art. 28º de la EHE-08. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

En caso de empleo de escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones (arena y grava).

El tamaño del árido, las condiciones fisicoquímicas, las condiciones físico-mecánicas, la granulometría y coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el Art. 28º de la EHE-08.

4.6.4. FABRICACIÓN

La elaboración y puesta en obra del hormigón se realizará según lo establecido en el Art. 71º de la EHE-08.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores del fraguado. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

La dosificación de los materiales que constituyen el hormigón se realizará en peso y de tal modo que la resistencia del hormigón se ajuste a la indicada en los planos de cimentaciones del presente Proyecto Oficial.

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, el amasado se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s.

El fabricante de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por el Director de Obra.

El control de la resistencia característica del hormigón se realizará según lo establecido en el Art. 86º de la EHE-08.

En los casos en que el Contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

La temperatura de la masa del hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5ºC. Se prohibirá verter el hormigón sobre elementos (armaduras, encofrados, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0ºC. En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. En aquellos casos que no puedan cumplirse las prescripciones anteriores, se admitirá el uso de los aditivos necesarios previa consulta y aprobación por parte del cliente.

No se hormigonará a temperaturas superiores a 40ºC o con vientos excesivos.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado según lo establecido en el Art. 71º de la EHE-08.

Caso que se suspenda el hormigonado por algún motivo y no se haya finalizado el trabajo se permite la introducción de varillas o resina epoxi para la unión posterior de las dos fases de hormigonado.

El Contratista garantizara la correcta colocación de los anclajes en apoyos 4 patas con la inclinación correcta. Para ello, empleará la plantilla adecuada durante el montaje, y no realizará el vertido del hormigón directamente sobre los anclajes para evitar desplazarlos una vez colocados.

Para los apoyos metálicos de celosía, los macizos de cimentación, tanto monobloque como fraccionados, quedarán 30 cm sobre el nivel del suelo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, con una pendiente de un 10% como mínimo como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar los tubos de polietileno corrugado de diámetro mínimo de 36 milímetros indicados en los planos de puesta a tierra de los apoyos. Estos tubos que deberán salir en la parte superior de la cimentación, junto a las tomas de puesta a tierra previstas en el apoyo, estarán preparados para instalación a la intemperie, siendo resistentes a la degradación por radiación ultravioleta.

4.7. ARMADO DE APOYOS

El armado de los apoyos de celosía se realizará sobre una superficie de terreno lo más horizontal posible, a fin de que quede nivelado sobre los tacos de madera que lo calzan, evitando de ese modo que se deforme. También, hay que añadir que durante el armado del apoyo se tendrá presente en todo momento la concordancia de diagonales y presillas.

Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesitan su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará al Director de Obra.

El uso de punteros o escarificadores para modificar taladros está prohibido.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc.

Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores se apretarán los tornillos dando a las tuercas el par de apriete correcto mediante llave dinamométrica. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse.

4.8. IZADO DE APOYOS

El izado siempre se realizará en todo momento según la norma técnica de prevención NTP 208: Grúa móvil y la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referentes a grúas móviles autopropulsadas.

Todas las maniobras de izado se realizarán por personal autorizado con grúas y plumas, que estarán en perfecto estado de mantenimiento. La grúa o pluma se seleccionará en función del peso y dimensiones de la carga, y durante todo el proceso de izado estará con estabilizadores desplegados y nivelados. El izado se realizará lentamente, quedando prohibido arrastrar la carga y permanecer debajo de esta. El estrobado de la carga se hará siempre de tal manera que su reparto sea homogéneo. El gruista podrá guiarse por el encargado de la maniobra de izado mediante señales que serán conocidas perfectamente por el encargado y el gruista. Una vez que la carga ha sido colocada y asegurada se procederá a desengancharla.

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material. Se evitará que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

La nivelación de los apoyos metálicos de celosía se realizará mediante la perfecta colocación de la base del apoyo con plantillas.

4.9. PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES METÁLICAS

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados en caliente, según norma UNE-EN ISO 1461 contemplada como de obligado cumplimiento en la ITC-LAT 02 del RLEAT.

Todos los tornillos y sus accesorios deberán estar galvanizados en caliente según norma UNE 37 507 considerada de obligado cumplimiento según la ITC-LAT 02 del RLEAT.

4.10. TENDIDO, EMPALME, TENSADO Y REGULACIÓN DE CONDUCTORES

4.10.1. HERRAMIENTAS

El Contratista deberá aportar todas las herramientas necesarias, que estarán suficientemente dimensionadas en previsión de roturas y accidentes, como son poleas, cables pilotos, máquinas de empalmar, andamios, etc., y demás herramientas utilizadas en este tipo de trabajo, salvo que sean suministradas por el cliente por mutuo acuerdo.

El cliente se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento aquellas herramientas que, por no estar en condiciones, no sean adecuadas para efectuar el trabajo a que están destinadas.

4.10.1.1. MÁQUINA DE FRENADO DEL CONDUCTOR

Dispondrá esta máquina de dos tambores en serie con canaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor.

Dichos tambores serán de aluminio, plástico, neopreno o cualquier otro material que será previamente aprobado por el Director de Obra.

La relación de diámetros entre tambores y conductor será fijada por el Contratista haciéndose responsable de la misma.

La máquina de frenado mantendrá constante la tensión durante el tendido limitando la tensión máxima y la velocidad de salida del cable.

La bobina se frenará con el exclusivo fin de que no siga girando por su propia inercia, por variaciones de velocidad en la máquina de frenado.

Nunca debe rebasar valores que provoquen daños en el cable por el incrustamiento en las capas inferiores.

4.10.1.2. POLEAS DE TENDIDO DEL CONDUCTOR Y CABLE DE TIERRA

Para tender el conductor de aluminio-acero, las gargantas de las poleas serán de aluminio, plástico o neopreno.

El diámetro de la polea estará comprendido entre 25 y 30 veces el diámetro del conductor.

Las poleas para el cable de acero podrán ser de acero, madera, plástico o neopreno, y siempre de un material de igual o menor dureza que el cable o el conductor.

La superficie de la garganta de las poleas será lisa y exenta de porosidades y rugosidades. No se permitirá el empleo de poleas que por el uso presenten erosiones o canaladuras provocadas por el paso de las cuerdas o cables piloto.

La forma de la garganta tendrá una curvatura en su fondo comprendida entre el diámetro del conductor o cable de tierra como mínimo y el diámetro de los empalmes provisionales y giratorios utilizados en el tendido. Las paredes laterales estarán inclinadas formando un ángulo entre sí comprendido entre 20° y 60° para evitar enganches.

Los bordes deberán de ser biselados con el mismo fin.

No se emplearán jamás poleas que se hayan utilizado para tendidos de conductores de cobre.

Las poleas estarán montadas sobre cojinetes de bolas o rodillos, pero nunca con cojinete de fricción, de tal forma que permitan una fácil rodadura.

Se colgarán directamente de la cadena de aisladores de suspensión.

4.10.1.3. MÁQUINAS DE EMPALMAR

El Contratista aportará las máquinas de empalmar requeridas, efectuándose revisiones periódicas de las dimensiones finales del manguito y efectuando ensayos dimensionales de los empalmes realizados para comprobar que las hileras y matrices están dentro de las tolerancias exigidas. Las matrices y las mordazas serán suministradas por el Contratista.

4.10.1.4. MORDAZAS

Utilizará el Contratista mordazas adecuadas para efectuar la tracción del conductor, cable de tierra o cable de fibra óptica que no dañen el aluminio del conductor, el galvanizado del cable de acero, el alumoweld del cable de fibra óptica OPGW o la cubierta del cable de fibra óptica autosoportado cuando se aplique una

tracción igual a la que determine la ecuación de cambio de condiciones a 0° C sin manguito de hielo ni viento.

Se utilizará preferentemente mordazas del tipo preformado, en el caso de utilizarse mordazas con par de apriete éste deberá de ser uniforme, y si es de estribos, el par de apriete de los tornillos debe efectuarse de forma que no se produzca un desequilibrio.

4.10.1.5. MÁQUINAS DE TRACCIÓN

Podrá utilizarse como tal el cabestrante o cualquier otro tipo de máquina de tracción que el Director de Obra estime oportuno, en función del conductor y de la longitud del tramo a tender.

4.10.1.6. DINAMÓMETROS

Será preciso utilizar dispositivos para medir la tracción del cable durante el tendido en los extremos del tramo, es decir, en la máquina de freno y en la máquina de tracción.

El dinamómetro situado en la máquina de tracción ha de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzca una elevación anormal en la tracción de tendido.

4.10.1.7. GIRATORIOS

Se colocarán dispositivos de libre giro con cojinete axiales de bolas o rodillos entre conductor y cable piloto para evitar que pase el giro de un cable a otro.

4.10.2. MÉTODO DE MONTAJE

4.10.2.1. TENDIDO

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan transcurrido 28 días desde la finalización de la cimentación de los apoyos, salvo indicación en contra del Director de Obra.

El tendido del conductor debe realizarse entre amarres salvo situaciones excepcionales, donde caso de no poder ser así, se deberá justificar de manera detallada.

Antes de comenzar el tendido, los apoyos estarán totalmente terminados, así como los tornillos apretados, graneteados y las peanas terminadas.

El Contratista se ocupará y someterá a la aprobación del Director de Obra el estudio del tendido, la elección de los emplazamientos del equipo y orden de entrega de bobinas para conseguir que los empalmes queden situados, una vez tensado el conductor, según se indica en el apdo. 2.1.6 de la ITC-LAT 07 del RLEAT.

Las bobinas han de ser tendidas sin cortar el cable y sin que se produzcan sobrantes.

Si en algún caso una o varias bobinas deben ser cortadas, por exigirlo así las condiciones del tramo tendido, el Contratista lo someterá a la consideración del Director de Obra sin cuya aprobación no podrá hacerlo.

El cable se tendrá siempre en bobina y se sacará de éstas mediante el giro de las mismas.

Durante el despliegue es preciso evitar el retorcido del conductor con la consiguiente formación de cocas, que reducen extraordinariamente las características mecánicas de los mismos.

El conductor será revisado cuidadosamente en toda su longitud, con objeto de comprobar que no existe ningún hilo roto en la superficie ni abultamiento anormal que hicieran presumir alguna rotura interna. En el caso de existir algún defecto, el Contratista deberá comunicarlo al Director de Obra quien decidirá lo que procede hacer.

La tracción de tendido de los conductores será, como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el conductor.

La tracción mínima será aquella que permita hacer circular los conductores sin rozar con los obstáculos naturales, tales como tierra, que al contener ésta sales, se depositarían en el conductor, produciendo efectos químicos que pudieran deteriorar el mismo.

El anclaje de las máquinas de tracción y freno deberá realizarse mediante el suficiente número de puntos que aseguren su inmovilidad, aún en el caso de lluvia imprevista, no debiéndose nunca anclar estas máquinas a árboles u otros obstáculos naturales.

La longitud del tramo a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio puede considerarse un máximo de veinte poleas por conductor y por tramo; pero en el caso de existir poleas muy cargadas, ha de disminuir dicho número con el fin de no dañar el conductor.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y de anclaje.

El Contratista será responsable de las averías que se produzcan por la no observación de estas prescripciones.

4.10.2.2. EMPALMES

El tendido del conductor se efectuará uniendo los extremos de bobinas con empalmes flexibles, que se sustituirán por definitivos, una vez que el conductor ocupe su posición final en la línea. En ningún caso se autoriza el paso por una sola polea de los empalmes definitivos.

Los empalmes se realizarán en cualquier caso cumpliendo lo indicado en el apdo. 2.1.6 de la ITC-LAT 07 del RLEAT como se redacta a continuación.

Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza composición y sección de los conductores. Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el puente de conexión de las cadenas de amarre, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura de los mismos.

Con carácter general los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

El corte del cable se hará utilizando sierra y nunca con tijera o cizalla. La preparación del extremo se efectuará cortando el aluminio con sierra o máquinas de corte circular, pero cuidando de no dañar jamás el galvanizado del alma de acero y evitando que se aflojen los hilos mediante ligaduras de alambre adecuadas.

El método de efectuar el empalme se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichos empalmes.

Una vez tendido el conductor, será necesario mantener su tracción con el fin de que nunca lleguen a tocar tierra.

Durante la sustitución de empalmes provisionales por definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto de los conductores tenga la tracción necesaria para que no lleguen a tocar tierra.

4.10.2.3. TENSADO

El anclaje a tierra para efectuar el tensado se hará desde un punto lo más alejado posible y como mínimo a una distancia horizontal del apoyo doble de su altura, equivalente a un ángulo de 150 ° entre las tangentes de entrada y salida del cable en las poleas.

Se colocarán tensores de cable de acero provisionales, entre la punta de los brazos y el cuerpo del apoyo como refuerzo, en los apoyos desde los que se efectúe el tensado.

Las poleas serán en dicho apoyo de diámetro adecuado, para que el alma del conductor no dañe el aluminio.

Aunque los apoyos de anclaje están calculados para resistir la sollicitación de una fase en el extremo de una cruceta, si las demás sollicitaciones de las restantes fases están compensadas, se colocarán los tirantes previstos para compensar la sollicitación de la fase del lado opuesto de la cruceta en que se efectúa la maniobra de engrapado.

Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán a los cables a sacudidas.

4.10.2.4. REGULACIÓN DE CONDUCTORES

La longitud total de la línea se dividirá en cantones.

En cada cantón el Director de Obra fijará los vanos en que ha de ser medida la flecha.

Estos vanos pueden ser de “regulación”, o sea, aquellos en los que se mide la flecha ajustándola a lo establecido en la tabla de tendido, o de “comprobación” que señalarán los errores motivados por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Según sea la longitud del cantón, el perfil del terreno y la mayor o menor uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

- Un vano de regulación.
- Un vano de regulación y un vano de comprobación.
- Un vano de regulación y dos vanos de comprobación.
- Dos vanos de regulación y tres vanos de comprobación.

Se entregará al Contratista una tabla de montaje con las flechas para los vanos de regulación y comprobación de cada serie en la situación de engrapado, deducidas de las características del perfil en función de la temperatura del conductor, que deberá de ser medida con un termómetro cuya sensibilidad será de 1°C como mínimo, introducido en una muestra de cable del conductor utilizado y expuesto a una altura próxima a los 10 m, durante un periodo mínimo de tres horas.

En aquellos cantones en que, por razón del perfil del terreno, los apoyos se hallen enclavados a niveles muy diferentes (terreno montañoso), el Contratista deberá conseguir mantener constante la tensión horizontal del conductor en las grapas de alineación para la temperatura más frecuente del año y, por tanto, la

verticalidad en las cadenas de aisladores de suspensión, no admitiéndose que las mencionadas grapas se desplacen en sentido de la línea, un valor superior al 1% de la longitud de la cadena de aisladores de suspensión.

Para la regulación de conductores en líneas dúplex, se dispondrán de tensores de corredera que permitan corregir pequeñas diferencias una vez engrapados en las torres de anclaje.

Los errores admitidos en las flechas vienen indicados en el apdo. 5 del presente Pliego de Condiciones.

Después del tensado y regulación de los conductores, se mantendrán éstos sobre poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable.

En apoyos de amarre, se cuidará que en la maniobra de engrapados no se produzcan esfuerzos superiores a los admitidos por dichos apoyos, y en caso necesario el Contratista colocará tensores y vientos para contrarrestar los esfuerzos anormales.

El método de efectuar la colocación de grapas se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichas grapas.

En apoyos de suspensión, la suspensión de los conductores durante la colocación de la grapa en la cadena de aisladores se hará por medio de estrobos de cuerda o de nylon para evitar daños al conductor.

En el caso de que sea preciso correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes: se suspenderá el conductor, se aflojará la grapa y se correrá a mano donde sea necesario.

4.10.2.5. COLOCACIÓN DE SEPARADORES, AMORTIGUADORES Y CONTRAPESOS

Se entregará al Contratista una relación con las distancias para colocación de dichas piezas en todos los vanos de la línea tanto en los conductores como en el cable de tierra.

La colocación de estos elementos deberá efectuarse antes de que transcurran quince días después de la regulación de los conductores.

El método de efectuar la colocación de separadores se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichos herrajes. Estos elementos deberán ser aptos para soportar una intensidad de cortocircuito de 50 kA.

La colocación de amortiguadores y el número de los mismos, será el indicado en el correspondiente estudio de amortiguamiento que deberá presentar el fabricante que los suministre.

En la medida de lo posible, se usarán los caminos existentes para el transporte de la maquinaria. El Contratista se responsabilizará de respetar el estado de los caminos que se utilicen y de reponerlos a su estado original si fuera necesario realizar alguna transformación.

El Contratista deberá realizar los caminos de acceso a los apoyos conforme al plano de “Planta Catastral y Accesos”, tratando de respetar las lindes de las propiedades y siempre de acuerdo con los propietarios y ayuntamiento afectados.

El Contratista será responsable en todo momento de los desperfectos y perjuicios ocasionados a los propietarios de los terrenos afectados, por el transporte y acopio del material.

4.11. TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES

Al ser el Contratista quien suministra los materiales, cuidará de su carga y transporte desde su adquisición hasta la descarga en obra. Estos transportes serán por cuenta del Contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra.

El Contratista cuidará de que la carga, transporte y descarga de los materiales se efectúe sin que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Así se utilizarán eslingas textiles para la bajada de perfiles.

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo queden bien promediados respecto a la longitud de estos.

En la carga y descarga de los camiones se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento o deformación de los mismos.

En el depósito en obra se colocarán los postes con una separación de estos con el suelo y entre ellos (en el caso de unos encima de otros) con objeto de poder introducir los estrobos. Esto supondrá situar un mínimo de tres puntos de apoyo, los cuales serán tacos de madera y todos ellos de igual tamaño; por ninguna razón se utilizarán piedras para este fin.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se transportarán con vehículos especiales o elementos apropiados desde el almacén, hasta el pie del apoyo.

Se tendrá especial cuidado con los apoyos metálicos, ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los angulares que lo componen, dificultando su armado o haciendo desprenderse la capa de galvanizado.

Los estrobos para utilizar serán los adecuados para no producir daños en los apoyos.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos, dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas, su transporte se hará siempre bien embalados y con el debido cuidado.

Las bobinas se descargarán con grúa, o con muelle de descarga, pero nunca dejándolas caer desde el camión. En caso de rodarse las bobinas se hará siempre en sentido contrario al del arrollamiento del cable.

4.12. TRABAJOS EN LOS CRUZAMIENTOS

Las protecciones en ferrocarriles, carreteras, caminos, veredas, líneas eléctricas, telefónicas, telegráficas, etc., serán por cuenta del Contratista.

En aquellos cruzamientos en los que el proyectista considere que son de especial relevancia y en los que pudiera ser razonable aumentar los coeficientes de seguridad reglamentarios, se instalarán cadenas con doble aislamiento por conductor.

En los cruzamientos con vías públicas o en lugares transitados, se colocarán protecciones adecuadas, y se situará a cada lado del cruzamiento una señal indicadora de peligro.

En los cruzamientos de líneas eléctricas de cualquier tensión, o en los trabajos a efectuar en las proximidades de dispositivos con tensión, se tomarán todas las precauciones conocidas (corte de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el Contratista de lo que pueda suceder, aunque se halle presente en la obra alguno de los técnicos o vigilantes del contratante.

Los cruzamientos se efectuarán preferentemente sin tensión en la línea cruzada, para lo que deberá solicitar el Contratista los descargos correspondientes con veinte días de antelación al cliente, que se hará cargo de esta gestión. Si el cruzamiento se hiciese con la línea en tensión este no se realizará hasta la aprobación por parte del Director de Obra del método a emplear.

Los descargos se realizarán normalmente en días festivos, por lo que el Contratista deberá organizar su trabajo de forma que los cruces con líneas coincidan con dichos días. No obstante, el cliente hará las gestiones necesarias para que dichos descargos sean en las fechas más convenientes para el buen orden del trabajo, sin que el Contratista pueda efectuar reclamación alguna si no se puede conseguir.

Las líneas de tensión inferior a 25 kV podrán ser puenteadas por el Contratista, siempre que se consiga la debida autorización de la empresa propietaria de la línea.

Estos puentes se harán con cables aislados a su cargo y se introducirán en zanjas para su protección. Asimismo, se colocarán placas indicadoras de peligro de muerte y se señalizará debidamente la zona afectada.

En líneas de tensión superior a la indicada y en todas aquellas en las que no se consiga autorización para puentearlas con cable aislado, tendrán que cruzarse en descargo que será lo más breve posible, haciendo que el final y el principio de los cantones de tendido queden a ambos lados de la línea cruzada.

4.13. REPOSICIÓN DEL TERRENO

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza o retiradas a vertedero, en caso contrario, todo lo cual será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

4.14. NUMERACIÓN DE APOYOS. AVISO DE RIESGO ELÉCTRICO

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la indicada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según fabricante y el año de fabricación.

La placa de señalización de "riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura visible y legible desde el suelo, pero suficiente para que no pueda ser retirada desde el suelo (aprox. 4 m).

Se señalará la instalación con el lema corporativo del contratante en los cruces con vías de comunicación.

4.15. PUESTA A TIERRA

Los apoyos de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con lo establecido en el Documento Memoria y los planos de puesta a tierra del Documento Planos.

Una vez finalizadas las instalaciones de puesta a tierra el Contratista procederá a la medición de la tensión de contacto aplicada mediante un método por inyección de corriente en los apoyos donde la determinación de ese valor sea exigida (apoyos frecuentados), según se indica en el apdo. 7.3.4.6 de la ITC-LAT 07 del RLEAT.

Cuando no sea posible cumplir las tensiones de contacto, se instalarán medidas adicionales de seguridad y se medirán las tensiones de paso.

En los apoyos no frecuentados, en el supuesto de que el valor de la resistencia de puesta a tierra sea superior a 20Ω se realizará una mejora de la puesta a tierra hasta alcanzar en lo posible dicho valor.

La medición de la resistencia de puesta a tierra del apoyo se determinará eliminando el efecto de los cables de tierra.

4.16. CONDICIONANTES AMBIENTALES

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los requisitos ambientales expuestos a continuación.

4.16.1. CONDICIONANTES GENERALES

Se cumplirá con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones del contratante en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental, Planes de Vigilancia Ambiental, o resoluciones emitidas por la Administración Ambiental.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del Contratista se deben aplicar las medidas correctoras necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Las emisiones sonoras debidas al transporte de materiales, movimiento de maquinaria y presencia de personal, se realizará asegurando que no se superan los límites máximos permitidos establecidos por las normas de aplicación.

4.16.2. ATMÓSFERA

Para minimizar la dispersión de material por el viento, se adoptarán las siguientes medidas:

- Acopio y almacenamiento de materiales en lugares protegidos.
- Reducción del área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Priorizar el acondicionamiento de suelo desnudo.
- La carga y transporte de materiales se realizará cubriendo las cajas de los vehículos y adaptando la velocidad del transporte al tipo de vía.

4.16.3. RESIDUOS

Como primera medida se aplicará una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y su manejo incluirá los siguientes pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

Conservar las zonas de obras limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras, y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin.

La gestión y el transporte de los residuos se realizarán de acuerdo con la normativa específica para cada uno de ellos, según su tipología.

4.16.4. INERTES

Se establecerán zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta ($\geq 12\%$); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán construir barreras provisionales que impidan su dispersión.

4.16.5. DERRAMES Y VERTIDOS

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia.

Se prohíbe el lavado de cubas de hormigón en obra.

En caso de derrame accidental por avería, incidente o mala ejecución, se tendrá en cuenta lo dispuesto en el apartado 4.14.1 – Condiciones Generales, y en el 4.14.3 – Residuos, en lo referente al transporte y gestión.

4.16.6. CONSERVACIÓN AMBIENTAL

Se acotarán las operaciones de desbroce y retirada de la cubierta vegetal a las necesidades de la obra.

Se acopiará y reservará la cubierta vegetal para su reposición una vez finalizada la obra.

Se utilizarán los accesos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se emplee durante la ejecución de la obra.

4.16.7. FINALIZACIÓN DE LA OBRA Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Retirada de los materiales sobrantes, estructuras temporales y equipos empleados durante la ejecución de la obra, restaurando las zonas que hayan sido compactadas o alteradas.

5. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Toda obra a realizar estará sometida a la obtención previa de las licencias correspondientes y demás autorizaciones municipales o, en su caso, a la autorización para reparación de avería y posterior obtención de licencia, así como al pago de las correspondientes exacciones fiscales, según la normativa aplicable en cada supuesto.



En todo el trazado y durante la ejecución de los trabajos prevalecerá el orden y limpieza. Al finalizar la jornada de trabajo se retirarán todas las herramientas, materiales y maquinaria.

En pasos de vehículos o de personas se dispondrán planchas de chapa de hierro debidamente señalizadas. El espesor de estas chapas no será inferior a 20 mm y se dispondrán barandillas y los elementos de seguridad oportunos.

Si los trabajos propios de las obras significaran la obstrucción de desagües, se construirán unos provisionales, manteniéndose limpios en todo momento.

En caso de encontrarse bocas de riego, hidrantes o similares se respetará un radio de 3 m alrededor de estos elementos.

Todos los servicios descubiertos permanecerán identificados. Si durante los trabajos se produjeran averías en canalizaciones o servicios ajenos se repararán con carácter urgente, para luego proceder a su reparación definitiva.

El acopio de materiales se realizará de forma segura en un lugar adecuado a su almacenaje.

El contratista aportará toda la herramienta y útiles necesarios para la ejecución de los trabajos. Las herramientas y útiles estarán suficientemente dimensionados para el trabajo que se vaya a desarrollar y cumplirán con la legislación vigente oportuna en materia de seguridad.

5.2. REPLANTEO

Todos los trabajos realizarán en conformidad a los planos y coordenadas entregados previamente a su ejecución.

Se comprobarán siempre los servicios y elementos afectados, tanto si están previstos inicialmente como si surgen a posteriori. Para ello se realizarán los estudios y calas sean oportunas.

5.3. TRAZADO

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc.

Se procurará causar los mínimos daños posibles en la propiedad, ajustándose a los compromisos adquiridos con el propietario antes de la ejecución de las obras.

En entornos rurales se mantendrán cerradas las propiedades atravesadas, en caso de posibilidad de presencia de ganado.

En instalaciones enterradas, al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor, siendo este radio mínimo $10 \cdot (D+d)$ donde D es el diámetro exterior y d el diámetro del conductor.

En instalaciones entubadas se respetarán los radios de curvatura mínimos precisos dependiendo del diámetro exterior del tubo, de tal forma que en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 160 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 8 m, en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 200 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 10 m y en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 250 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 12,5 m.

5.4. APERTURA DE ZANJAS

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por el contratista.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 500 mm entre la zanja y las tierras extraídas o cualquier otro objeto, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Las tierras extraídas se apilarán de forma adecuada para su posterior uso, en caso de que las autoridades lo permitan, o para su posterior evacuación a vertedero autorizado. Se prestará especial atención para no mezclarla con agentes contaminantes que pudieran dañar el medio ambiente o impedir su posible reutilización.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios comercios y garajes. Se respetarán siempre anchos de vías de circulación de al menos 3 m si es de sentido único y de 6 m si es de doble sentido. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará de una autorización especial.

En canalizaciones que discurran por calzada se dejará un mínimo de 30 centímetros de separación desde el bordillo hasta la arista más próxima de la zanja.

Para reducir el coste de reposición del pavimento en lo posible, la zanja se puede excavar con intervalos de 2 a 3 m alternados, y entre cada dos intervalos de zanja se practicará una mina o galería por la que se pase el cable.

Las dimensiones de las zanjas para las ternas se harán según las tablas indicadas en los planos del Proyecto Oficial, en función de la sección de los cables y el tipo de instalación: directamente enterrada, bajo tubo y bajo tubo hormigonada.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

No se emplearán, en ningún caso, maquinaria y herramientas que causen una contaminación acústica que sobrepase los niveles especificados por la legislación vigente.

En caso de ser necesaria la retirada de pavimento asfáltico, se realizarán los cortes por medio de cortadora de disco.

A la hora de atravesar jardines o parques, se intentará preservar la vegetación existente en la medida de lo posible.

Ante presencia de agua se realizarán y mantendrán los achiques necesarios para una correcta ejecución de los trabajos, disponiéndose de sistemas de drenaje especial cuando en caso necesario.

Se evitará el deterioro de todos los elementos afectados por la excavación, para lo que se tomarán las medidas pertinentes. En caso de deterioro, el contratista será responsable de su reparación y tendrá la obligación de avisar inmediatamente a los propietarios.

5.5. CANALIZACIÓN

5.5.1. CANALIZACIÓN DE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 100 mm de espesor sobre la que se colocará el cable. Posteriormente se rellenará con arena, hasta formar un bloque que cubra la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario.

Se empleará preferentemente la arena procedente de la misma zanja, siempre y cuando exista la aprobación del Director de Obra y reúna las condiciones señaladas anteriormente.

Caso contrario se empleará arena fina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 1 a 2 mm como máximo.

En ambos casos, con objeto de garantizar la estabilidad de la resistencia térmica de esta arena ante distintos grados de humedad del terreno, se mezclará la arena con cemento en la proporción 14 partes de arena por 1 de cemento antes de proceder al relleno.

A continuación, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Todos los cables deben tener un dispositivo protector formado por placas de polietileno ensambladas, de 1000 mm de longitud por 250 mm de anchura. Dichas placas se situarán unos 250 mm por encima de la capa de relleno estabilizado de arena, y sobre la vertical de cada terna.

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por terna, a una profundidad aproximada de 300 mm y situada sobre el eje vertical de cada terna.

Los eventuales obstáculos deben ser evitados buscando la mejor solución técnica posible.

5.5.2. CANALIZACIÓN BAJO TUBO HORMIGONADO

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo. Los tubos serán independientes entre sí, siendo tubos de polietileno de alta densidad o polipropileno, de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 m (dos por tramo de tubo).

Los separadores serán de tipo plástico, compuestos a partir material libre de halógenos y proporcionarán suficiente rigidez mecánica para soportar los esfuerzos electrodinámicos tanto en el momento de instalación como en servicio. La forma del separador obligará al formado del tresbolillo de los tubos.

Excepcionalmente se admitirá la disposición en capa de los tubos, cuando las condiciones específicas de un proyecto así lo aconsejen.

Tanto en tubos de potencia como tubos de telecomunicaciones se respetarán las siguientes indicaciones:

- No se empleará ningún tubo deteriorado previamente a su instalación. Se desecharán los tubos perforados, abollados o con fisuras.
- Los tubos se ensamblarán unidos entre sí mediante los manguitos de unión suministrados a tal efecto, comprobando que no se queda ningún elemento extraño en su interior. No obstante, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro del cable, para evitar enganches contra dichos bordes.
- Al construir la canalización, se dejará en los tubos de potencia una cuerda de nylon de 10 mm de diámetro en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para tendido. La cuerda de nylon será de 8 mm de diámetro para los tubos de telecomunicaciones.
- Al concluir la jornada de trabajo se taparán los extremos del tubo abiertos.
- Las juntas de las entradas y salidas de los tubos a las cámaras de empalme se sellarán mediante sikaflex o mortero sin retracción.
- El interior de los tubos en las entradas y salidas a las cámaras de empalme se sellará con espuma de poliuretano de expansión, salvo que el tubo sea de desagüe.

Se respetará un radio de 100 mm alrededor de los tubos, sin que se ubique ningún otro elemento, para lo que se realizarán las etapas necesarias en las fases de hormigonado.

El encofrado de hormigón ocupará toda la anchura de la canalización.

Para el encofrado de hormigón se utilizará en todo caso hormigón en masa HM-20/B/20 según la norma EHE-08. Las clases general y específica de exposición se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

A continuación, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con

tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por terna, a una profundidad aproximada de 150 mm bajo el pavimento a reponer y situada sobre el eje vertical de cada terna.

5.5.3. CANALIZACIÓN DE CABLES BAJO TUBO SIN HORMIGONAR

El uso preferente en instalaciones bajo tubo será el hormigonado en la construcción de líneas de distribución. El empleo de instalaciones bajo tubo sin hormigonar responderá a criterios de diseño de red y a tramos de canalización entubada donde no sea posible hormigonar, ya sea por cuestiones de trazado u otras circunstancias.

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo con las mismas características dimensionales que la instalación bajo tubo hormigonado.

En los cruces con servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo de tubo de 2 m.

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo. Los tubos serán independientes entre sí, siendo tubos de polietileno de alta densidad o polipropileno, de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 m (dos por tramo de tubo).

Los separadores serán de tipo plástico, compuestos a partir material libre de halógenos y proporcionarán suficiente rigidez mecánica para soportar los esfuerzos electrodinámicos tanto en el momento de instalación como en servicio. La forma del separador obligará al formado del tresbolillo de los tubos.

Excepcionalmente se admitirá la disposición en capa de los tubos, cuando las condiciones específicas de un proyecto así lo aconsejen.

Tanto en tubos de potencia como tubos de telecomunicaciones se respetarán las siguientes indicaciones:

- No se empleará ningún tubo deteriorado previamente a su instalación. Se desecharán los tubos perforados, abollados o con fisuras.
- Los tubos se ensamblarán unidos entre sí mediante los manguitos de unión suministrados a tal efecto, comprobando que no se queda ningún elemento extraño en su interior. No obstante,

se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro del cable, para evitar enganches contra dichos bordes.

- Al construir la canalización, se dejará en los tubos de potencia una cuerda de nylon de 10 mm de diámetro en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para tendido. La cuerda de nylon será de 8 mm de diámetro para los tubos de telecomunicaciones.
- Al concluir la jornada de trabajo se taparán los extremos del tubo abiertos.
- Las juntas de las entradas y salidas de los tubos a las cámaras de empalme se sellarán mediante sikaflex o mortero sin retracción.
- El interior de los tubos en las entradas y salidas a las cámaras de empalme se sellará con espuma de poliuretano de expansión, salvo que el tubo sea de desagüe.

Se respetará un radio de 100 mm alrededor de los tubos, sin que se ubique ningún otro elemento, para lo que se realizarán las etapas necesarias en las fases de rellenado de la zanja respetando las canalizaciones proyectadas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario.

Se empleará preferentemente la arena procedente de la misma zanja, siempre y cuando exista la aprobación del Director de Obra y reúna las condiciones señaladas anteriormente.

Caso contrario se empleará arena fina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 1 a 2 mm como máximo.

En ambos casos, con objeto de garantizar la estabilidad de la resistencia térmica de esta arena ante distintos grados de humedad del terreno, se mezclará la arena con cemento en la proporción 14 partes de arena por 1 de cemento antes de proceder al rellenado.

A continuación, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por terna", a una profundidad aproximada de 150 mm bajo el pavimento a reponer y situada sobre el eje vertical de cada terna.

5.5.4. CABLES AL AIRE, ALOJADOS EN GALERÍAS

Este tipo de canalización se evitará en lo posible, utilizándose únicamente en el caso en que el número de conducciones sea tal que justifique la realización de galerías; o en los casos especiales en que no se puedan utilizar las canalizaciones anteriores.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas del tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable. Dispondrán de un punto de puesta a tierra accesible que conecte con el electrodo enterrado de puesta a tierra.

Las galerías visitables se usarán preferentemente solo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento en que evacua.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 metros de anchura mínima y 2 metros de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales. En los puntos singulares, entronques, pasos especiales, accesos de personal, etc., se estudiarán tanto el correcto paso de las canalizaciones, como la seguridad de circulación del personal.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse de accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

Las empresas utilizadoras tomarán las medidas oportunas para evitar la presencia de roedores en las galerías.

Las galerías de longitud superior a 400 metros, además de las disposiciones anteriores dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 metros como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF 120) con puertas cortafuegos (RF 90) cada 1.000 metros como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T en uno de los laterales, reservando el otro para B.T, control, señalización, etc.).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Las entradas y salidas de los cables en las galerías se harán de forma que no dificulten ni el mantenimiento de los cables existentes ni la instalación de nuevos cables.

Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

Los cables se colocarán al aire, fijados sobre soportes metálicos mediante abrazaderas plásticas, de manera que no se desplacen por efectos electrodinámicos.

Las abrazaderas plásticas fabricadas en poliamida reforzada con fibra de vidrio, resistentes al incendio. Asimismo, serán resistentes al agua, rayos UVA, ozono, aceites, combustibles acetona, alcoholes y benceno.

Serán totalmente inertes, no conteniendo halógenos ni ningún metal que desprenda gases tóxicos en caso de incendio. No contendrán ningún tipo de colorante ni pintura, y serán de color negro. El diseño tendrá las dimensiones adecuadas para proporcionar una presión firme y uniforme sin dañar los cables, ni en funcionamiento normal ni en condiciones de cortocircuito.

El montaje de las abrazaderas se realizará de forma rápida y sencilla, sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

Se instalarán preferentemente abrazaderas con soporte incorporado fabricado del mismo material, admitiéndose donde no sea posible la instalación de la abrazadera sobre soportes metálicos.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

En galerías o zanjas registrables se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Solo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga el agua no afecte a los demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua y tubos hormigonados para cables de comunicación; y en el otro cuerpo, estanco respecto al anterior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de A.T, de B.T, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

5.5.5. PARALELISMOS Y CRUZAMIENTOS

Cuando en el trazado de la línea aparezca algún tipo de paralelismo o cruzamiento con cualquier otro elemento de los contemplados en el documento Memoria, se respetará en todo momento lo indicado en la citada Memoria.

Caso de plantearse distintas alternativas para resolver estos paralelismos o cruzamientos, será el Director de Obra quien decida que alternativa adoptar, en base a razones técnicas, económicas y de seguridad.

5.5.6. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE CABLES

Previamente al traslado, será estudiado el emplazamiento de destino. El transporte de las bobinas se realizará siempre sobre vehículo, manipulándose mediante grúa.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Si la bobina se transporta con duelas, se deben proteger convenientemente para que un deterioro de estas no afecte al cable.

Cuando se coloquen las bobinas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una con otra, y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y resistentes, con un largo total que cubra completamente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa, y se clavarán por ambos lados al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. Además, deberá evitarse que la bobina ruede sobre un suelo accidentado.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

El almacenamiento de bobinas se realizará sobre firme adecuado, en un lugar donde no pueda acumularse agua. En lugares húmedos se aconseja la separación de las bobinas. No se permitirá el apilamiento de bobinas.

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

5.6. TENDIDO DE CABLES

En instalaciones directamente enterradas o en galería se verificará antes del tendido que no hay elementos susceptibles de dañar la cubierta. En instalaciones directamente enterradas se revisará la rasante, que será lisa y en instalaciones en galería se revisarán los puntos de apoyo del cable, como bandejas o voladizos.

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin se procederá a mandrilar los tubos de la instalación según los diámetros interiores de los mismos.

Una vez finalizada la zanja se procederá al mandrilado de todos los tubos en los dos sentidos. El mandril será suministrado por el contratista.

Esta operación se deberá realizar obligatoriamente en presencia del director de obra.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que sirva para el tendido del futuro piloto de tendido del cable. La cuerda guía de nylon será de 10 mm de diámetro.

En el caso de encontrarse con algún cuerpo extraño, se procederá a su retirada por un medio aprobado por el técnico responsable. Si el tubo está obstruido (el mandril no pasa), se procederá a la nueva ejecución del tramo afectado.

Después del mandrilado se procederá a tapar el tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños y se levantará acta de esta actividad.

Se estudiará el emplazamiento óptimo para la bobina antes del tendido. La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido. En el caso de trazados con pendiente, es preferible el tendido en sentido descendente. Se procurará la alineación de las bobinas con la traza para su tendido. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no superará los 10°.

En caso de que uno de los extremos de la canalización presente puntos de difícil acceso o curvas pronunciadas, es preferible situar la bobina en el extremo opuesto.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable. Las duelas se retirarán con la bobina suspendida unos 10 ó 20 cm, haciendo posible el giro alrededor de su eje. El eje se apoyará sobre pies dimensionados acorde al trabajo a desarrollar, asegurando la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y un radio de curvatura una vez instalado de 10 (D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja, estarán comunicados y en disposición de detener el proceso de tendido en cualquier momento.

A medida que vaya extrayendo el cable de la bobina, se hará inspección visual de cualquier deterioro del cable.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante de este.

Los cabrestantes se accionarán por medio de motores autónomos para tirar de los cables de potencia a través de pilotos guía. En la placa de características figurará su fuerza de tracción, permitiéndose el uso de rebobinadora para los cables piloto. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

Antes del inicio de los trabajos se realizará un estudio de las tracciones necesarias, a fin de no sobrepasar los esfuerzos máximos permitidos. El despliegue del cable se hará lentamente a velocidad constante. Esta velocidad será del orden de entre 2,5 y 5 m/min.

Se prestará especial atención cuando la bobina se desenrolle completamente, teniendo previsto que el cable no se destense en ningún momento mediante algún tipo de medio mecánico.

El cabrestante y el freno deben ser fijados de forma rígida para un correcto funcionamiento en el peor caso de carga. La máquina de frenado y sus accesorios estarán dimensionados en función de la bobina de tendido. El dispositivo de frenado será reversible y podrá actuar como cabrestante en caso de necesidad.

Para el guiado del cable se emplearán cables piloto de tipo flexible, serán anti giratorios y sus elementos de conexión serán giratorios para compensar la torsión producida.

La unión del cable y del cable piloto se realizará por medio de cabezal de tiro y manguito giratorio.

Se podrá recubrir el cable con grasa lubricante con el fin de favorecer el deslizamiento de este en el interior de los tubos y así reducir el esfuerzo de tracción. En ningún caso se utilizará grasa que pueda dañar la cubierta del cable.

El tendido se hará obligatoriamente a través de rodillos que puedan girar libremente, y contruidos de forma que no dañen el cable. La superficie de los rodillos será lisa, libre de rebabas o cualquier deformación que pudiera dañar el cable.

Los rodillos se montarán sobre rodamientos convenientemente lubricados, para lo que se dispondrán los equipos de engrase convenientes.

El diámetro del rodillo será, como mínimo, de 2/3 partes el diámetro del conductor.

En algunos casos es aconsejable el uso de arquetas intermedias que permitan situar rodillos a la entrada y salida de los tubos. Con esto se disminuye el rozamiento y, por consiguiente, el esfuerzo de tiro del cable.

Los rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

El diseño de los rodillos evitará en todo momento el rozamiento de las armaduras o cualquier otro elemento con el cable, impidiendo el deterioro de la cubierta de este. El descarrilamiento se impedirá por medio de protecciones dispuestas a tal efecto.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. La cifra mínima recomendada es de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable produce en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollando cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable. El frenado del cable estará sincronizado con el tiro del mismo. Si se deja de tirar del cable sin frenar, la inercia de giro de la bobina alrededor de su eje permitirá que se siga desenrollando el cable, lo que puede producir malformaciones ante un esfuerzo de flexión.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o exponiéndolos a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

Por sus características constructivas, los cables no se someterán a esfuerzos de flexión. Estos esfuerzos podrían mermar las propiedades mecánicas o eléctricas del cable e incluso inutilizarlo por completo.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 100 mm de arena fina y la placa de protección de polietileno normalizada según la edición vigente de la Especificación de Materiales “Placa de Polietileno para protección de cables enterrados”.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de estos. Se asegurará la estanqueidad en los extremos de la zanja, zonas de empalme y terminales, así como del extremo de cable que haya quedado en la bobina.

Con el cable tendido, se sellarán las bocas de los tubos para impedir la entrada de gases, agua o roedores con espuma de poliuretano sin que ésta entre en contacto con la cubierta del cable.

Cuando dos extremos de cable tendidos vayan a ser empalmados, la cubierta puede desplazarse con respecto al resto del cable debido a los esfuerzos de tracción. Por este motivo, cuando dos cables se vayan a empalmar, se solaparán al menos 2,5 m salvo longitud específica dada por el fabricante.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización, asegurándola con hormigón en el tramo afectado.

Nunca se pasará más de un cable por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

En instalaciones bajo tubo, se tendrá especial cuidado en la boca del tubo para no producir ralladuras en la cubierta del cable. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo o, en su defecto, se utilizarán boquillas protectoras.

5.7. TENDIDO DE CABLES DE PUESTA A TIERRA

Se tenderán dos cables de puesta a tierra en cada tramo con conexión de pantallas “single point”, que unirán equipotencialmente los electrodos de puesta a tierra de ambos extremos.

La disposición de los cables de tierra será la especificada en las correspondientes zanjas tipo.

La sección de cada cable de tierra no será en ningún caso inferior a la sección de la pantalla y, en cualquier caso, soportará una intensidad de cortocircuito admisible en régimen no adiabático superior a la soportada por la pantalla.

Para el mandrilado del tubo utilizado para el tendido de los conductores equipotenciales, se emplearán medios mecánicos y no manuales, como máquina de tiro con limitador de esfuerzo. El mandril será suministrado por el contratista.

5.8. TENDIDO DE LOS CABLES DE TELECOMUNICACIONES

La distancia entre arquetas depende del trazado de la canalización. Como regla general, la distancia aproximada puede ser de 150 m a 200 m. Si son tramos rectos pueden construirse cada 200 m. Con el margen de 50 m se podrán mover las arquetas para que el número total de las mismas se ajuste a los metros totales del recorrido de la canalización.

Para poder realizar el tendido del cable y que éste y las fibras no sufran daños, deben existir registros o arquetas de forma que la canalización no sea mayor de 200 metros, entre arquetas o registros.

Debido a las limitaciones del radio de curvatura del cable, se construirán arquetas en todos los cambios de dirección del recorrido de la canalización que sean mayor o igual a 45°, evitándose que se doblen o se corten las fibras.

No se permitirá tender el cable haciendo tracción por medio de palancas, vehículos y otros útiles; deberá hacerse siempre a mano, con los operarios distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la canalización. El cable que se suministra tiene una resistencia a la tracción de 3000 N.

En ningún caso, aunque sea de forma transitoria para continuar con el trabajo más tarde, se dejarán los extremos del cable en zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los de los subconductos así como haber sellado la punta del cable para evitar la entrada de agua en los subconductos y humedad en el cable.

Las cocas de cable serán normalmente de 10 metros, se dejarán en las arquetas donde están definidos los empalmes, se enrollarán, respetando el radio mínimo de curvatura del cable y se sellarán las puntas del cable de fibra óptica.

5.9. HORMIGONADO

El hormigonado se realizará conforme al artículo 52º “Elementos estructurales de hormigón en masa” de la norma EHE-08, empleándose un hormigón HM-20/B/20. Esta definición, se corresponde con un hormigón en masa (HM) no estructural, lo que determina una resistencia característica mínima de 20 N/mm² según la EHE-08. La consistencia será blanda (B) y el tamaño máximo de árido empleado será de 20. Con referencia a las clases general y específica de exposición, se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

Antes de realizar las cimentaciones el contratista realizará el replanteo y estaquillado de los apoyos comprobando que los planos de planta y perfil del proyecto se ajustan a la realidad existente en el momento de realizar la línea indicando cualquier divergencia existente a la dirección de obra.

Los materiales empleados en la elaboración del hormigón en masa serán los siguientes:

5.9.1. CEMENTO

La resistencia del cemento no será inferior a 200 kp/cm² y se ajustará a lo establecido en el artículo 26º de la EHE-08.

5.9.2. AGUA

Se podrá utilizar, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones establecidas en el artículo 27º la EHE-08.

5.9.3. ÁRIDOS

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arena y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentren sancionados por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, cumplirán las condiciones del artículo 28º de la EHE-08.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

En caso de empleo de escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones (arena y grava).

El tamaño del árido, las condiciones físico-químicas, las condiciones físico-mecánicas, la granulometría y coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el artículo 28º de la EHE-08.

5.9.4. COMPOSICIÓN

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que estime oportunos el contratista respetando siempre:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 150 kg/m³.
- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg/m³.

Para establecer la dosificación, el contratista deberá recurrir, en general, a ensayos previos en laboratorios tal y como especifica el anejo 22 de la EHE-08, con el objeto de que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que le exige el artículo 31º de la EHE-08.

La fabricación del hormigón se ajustará a lo establecido en el artículo 71 de la EHE-08.

La temperatura de la masa del hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 °C. Se prohibirá verter el hormigón sobre elementos (armaduras, encofrados, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0 °C. Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. En aquellos casos que no puedan cumplirse las prescripciones anteriores, se admitirá el uso de los aditivos necesarios previa consulta y aprobación por parte de UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN

No se hormigonará a temperaturas superiores a 40 °C.

El hormigón a emplear tendrá una resistencia característica F_{ck} mínima de 200 kg/cm².

La dosificación de los materiales que constituyen el hormigón se realizará en peso y de tal modo que la resistencia del hormigón se ajuste a la indicada en los planos del presente Proyecto Oficial.

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, el amasado se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s.

El fabricante de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por el director de obra.

El control de la resistencia característica del hormigón se realizará según lo establecido en el Art. 86º de la EHE-08.

En los casos en que el contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad de este mediante un adecuado curado según lo establecido en el Art. 71º de la EHE-08.

5.10. PROTECCIÓN MECÁNICA

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas.

En instalaciones enterradas bajo tubo, el tubo actuará como protección mecánica.

Para las que estén directamente enterradas se colocará una placa de polietileno de alta densidad o polipropileno.

Los elementos de protección tendrán una adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y un impacto de energía de 40 J.

5.11. SEÑALIZACIÓN

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, colocada a una distancia mínima de 100 mm del suelo y a una distancia mínima de 300 mm de la parte superior del cable. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

5.12. IDENTIFICACIÓN

Los cables deberán llevar grabado de forma indeleble y fácilmente legible, como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Referencia de fabricación del cable.
- Designación completa del cable.
- Dos últimas cifras del año de fabricación.
- Orden o lote de fabricación.

La separación máxima entre dos marcas consecutivas será de un metro.

En el marcado del cable deberán indicarse convenientemente las propiedades de comportamiento al fuego y obturación del conductor cuando proceda.

5.13. CIERRE DE ZANJAS

Para efectuar el cierre de zanjas, se rellenarán estas con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario.

Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, empleando un rodillo vibratorio compactador manual hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

En el caso de canalización bajo tubo sin hormigonar, las dos primeras tongadas se pasarán con el rodillo sin vibrar, vibrándose el resto.

Se procurará que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección (tubos o placas de polietileno) estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma, debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

A fin de lograr una buena compactación, no se realizará el cierre de la zanja en las 24 horas posteriores al hormigonado de estas ni se emplearán tierras excesivamente húmedas.

5.14. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de estos o el organismo afectado.

La reposición de capas asfálticas tendrá un espesor mínimo de 70 mm, salvo indicación expresa del organismo afectado.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc. Como norma general, el desnivel entre el viejo y nuevo pavimento no será superior a 10 mm.

5.15. EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

Las pantallas de los cables deben ser puestas a tierra según el esquema de conexión que se vaya a utilizar.

En los esquemas de conexión Single-point, el extremo de la pantalla puesto a tierra a través de descargadores estará protegido y aislado con una cubierta no metálica para evitar contactos accidentales con los puntos en tensión.

Las cajas de puesta a tierra se ubicarán en una arqueta de puesta a tierra de hormigón fabricada a tal efecto.

La caja se fijará por medio de tornillos a la base de la arqueta, sellando la parte superior perfectamente.

Los electrodos de puesta a tierra están constituidos, bien por picas de acero-cobre, bien por conductores de cobre desnudo enterrados horizontalmente, o bien por combinación de ambos.

En las terminaciones de las subestaciones, se empleará el electrodo de puesta a tierra propio de la subestación.

En el interior de las cámaras de empalme se dispondrá de un anillo superficial al que se unirán todos los elementos a conectar a tierra. Se empleará para este anillo cable de cobre desnudo de 185 mm² de sección. Todas las uniones para realizar a este anillo incorporarán herrajes apropiados que garanticen la continuidad eléctrica de los conductores.

El anillo superficial se unirá al electrodo de puesta a tierra enterrado por medio de un cable de cobre desnudo de cobre de 185 mm² de sección. A fin de no perforar las paredes de la cámara de empalme, se aprovecharán los sumideros de drenaje para realizar 2 conexiones.

Al anillo superficial de la cámara de empalme se conectarán los elementos susceptibles de puesta a tierra de la arqueta de puesta a tierra, mediante un cable de conductor desnudo de cobre de 185 mm² de sección para puesta a tierra de protección y un cable unipolar con aislamiento 0,6/1 kV para la conexión de puesta a tierra de servicio, de secciones 185 mm² para 45, 66 y 132 kV y 300 mm² para 220 kV.

Para la formación del electrodo enterrado de puesta a tierra se instalará un anillo difusor de 11x4 m con 4 picas en sus extremos de 2 m de longitud y 4 antenas horizontales de 5 m de longitud, en cuyos extremos se ubicarán 4 picas de 2 m de longitud.

El anillo se dispondrá simétricamente alrededor de la cámara de empalme con las 4 picas situadas en sus extremos.

Las antenas tomarán la dirección longitudinal de la línea y estarán unidas al anillo difusor en sus extremos.

Se empleará conductor de cobre desnudo de 185 mm² de sección en todos los elementos horizontales del electrodo.

Todas las picas estarán formadas por varilla de acero-cobre con un diámetro mínimo de 14 mm.

Las uniones de todos los elementos enterrados se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

5.16. EJECUCIÓN DE CÁMARAS DE EMPALME Y ARQUETAS DE PUESTA A TIERRA

La solución normalizada para la cámara de empalme y arqueta de puesta a tierra será prefabricada, si bien, se admiten construcciones de obra in situ en función de las necesidades de cada proyecto específico.

Las cámaras de empalme serán de tipo prefabricado, compuestas por módulos de hormigón armado con unión machihembrada entre los mismos.

Las arquetas de puesta a tierra estarán formadas por un módulo prefabricado próximo a la cámara de empalme. Esta arqueta se unirá a la cámara mediante 5 tubos corrugados de diámetro exterior 125 mm.

Se garantizarán una ubicación tal que la longitud de los cables coaxiales que unen la cámara de empalme y la arqueta de puesta a tierra tengan una longitud máxima de 10 m.

6. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES DE ALTA TENSIÓN

El proceso de aseguramiento de la calidad estará formado por los siguientes aspectos:

- Ensayos de recepción en fábrica. Con carácter general, los ensayos de recepción en fábrica serán los recomendados por la normativa vigente.
- Ensayos de recepción en campo. Con carácter general, los ensayos de recepción en campo serán realizados conforme a lo establecido en la normativa vigente, en presencia del contratante

Además de los ensayos establecidos en las Normas de Obligado cumplimiento relacionadas en la ITC-LAT-MIE RLEAT 02, el contratante se reserva el derecho de establecer cuantos ensayos considere necesarios para el aseguramiento de la calidad de los materiales que se instalen en obra.

7. RECEPCIÓN EN OBRA

Durante la obra y una vez finalizada la misma, el Director de Obra verificará que los trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este pliego de condiciones general y de más pliegos de condiciones particulares.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

7.1. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una vez finalizada y puesta en servicio la línea eléctrica el director de obra entregará a contratante la siguiente documentación:

- Proyecto actualizado con todas las modificaciones realizadas.
- Permisos y autorizaciones administrativas.
- Certificado de final de obra.
- Certificado de puesta en servicio.
- Ensayos de medición de tierras.
- Ensayo de recepción de los materiales utilizados.
- Accesos realizados para el montaje y mantenimiento de la línea.

8. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA

El plan de seguridad en obra se ajustará al Estudio de Seguridad y Salud correspondiente al proyecto de la obra, y en la partida alzada de la aplicación del estudio de seguridad y salud, el Contratista se obliga a aportar todas las unidades de seguridad marcadas por el estudio de seguridad aprobado por la propiedad, para la obra.

Se someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, y del coordinador de seguridad, la inclusión en el plan de seguridad, y por lo tanto en la obra, de cualquier subcontrata.

9. PLANNING DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

El contratista deberá aportar antes de comenzar la obra el planning de realización de los trabajos que se ajustará al Estudio de Seguridad y Salud con las medidas correspondientes. Dicho planning será realizado en Microsoft Project o herramienta similar.

Ante ordenes de la propiedad de parada e inicio de obra, la empresa contratista responderá en 24 horas ante la parada y en 72 horas ante la notificación de inicio de obra. El plazo de la obra será considerado como

la suma parcial de los periodos comprendidos entre las ordenes de inicio y parada de ejecución de obra. Este será el plazo en el que como máximo la empresa de contrata tendrá estipulado la finalización de la obra.

Después del inicio de la obra, ante paradas obligadas y propuestas por la propiedad, el contratista no repercutirá ningún coste adicional.

La contrata propondrá a la propiedad, por escrito y justificadamente, la aprobación de cualquier posible modificación de dicho planning.

10. DIRECCIÓN DE LA OBRA

El contratista deberá dar el servicio de Dirección de Obra, con las siguientes condicionantes:

1. Deberá emitir el documento de Compromiso de Dirección de Obra, que deberá visarse en el colegio de Ingenieros Industriales, asumiendo por escrito las responsabilidades inherentes a dicho cargo. Este documento deberá ser presentado con la documentación que proporcione el contratista antes de la firma del acta de replanteo. Su nombre deberá figurar al solicitar la Licencia de obras en los organismos que lo requieran.
2. En las obras afectadas por el RD 1627/97 (Seguridad y Salud en obras de construcción), cuando no sea necesaria la designación de Coordinador de Seguridad, la dirección Facultativa de la obra será el máximo responsable de seguridad en la obra designado por el promotor, y deberá:
 - Aprobar por escrito el plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista adjudicatario de la obra, así como todas las subcontrataciones
 - Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra
 - Cumplimentar el libro de incidencias (el cual se deberá mantener siempre en la obra), custodiar el mismo, y anotar la variaciones o incidencias que se produzcan en la obra
3. En las obras afectadas por el RD 1627/97 (Seguridad y Salud en obras de construcción), en las que se haya designado Coordinador de Seguridad, la Dirección Facultativa de obras deberá figurar en el libro de incidencias y en algunos casos en el Acta de Aprobación del plan de Seguridad y Salud que ha realizado el Coordinador de Seguridad.
4. En las obras no afectadas por el RD 1627/97 (Seguridad y Salud en obras de construcción), la Dirección Facultativa de obras deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud específico elaborado por el contratista adjudicatario de la obra, así como los correspondientes a todos los subcontratistas.

La dirección de obra deberá mantener periódicamente informado al control de obra por parte de la empresa propietaria, aportando la documentación necesaria (planos, mediciones, cálculos, ...).

El contratista deberá responsabilizarse con la firma del Documento de Dirección de Obra Terminada, visado en el Colegio Oficial de Ingenieros.

El documento que se presente en el Colegio deberá certificar la realización de la obra conforme al proyecto constructivo. En caso de haber sido necesario realizar modificaciones se deberán documentar, incorporando los cálculos justificativos, y planos que describan la obra terminada.

Además, se deberán incorporar los datos de las mediciones realizadas por el contratista (resistencias de puesta a tierra, tensiones de paso y contacto, mediciones de aislamiento), y demás datos solicitados para la tramitación del proyecto en la Administración correspondiente.

Madrid, junio de 2023

Dña. María Inmaculada Blázquez García

Ingeniera Industrial y del ICAI

Col. Nº 3694/2924

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ANEXO Nº1: CÁLCULOS

ANEXO Nº2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO Nº3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº4: PLANOS

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO**ÍNDICE**

1.	Presupuesto línea aérea.....	3
1.1.	Materiales línea aérea.....	3
1.2.	Montaje línea aérea	3
1.3.	Obra Civil línea aérea	4
2.	Presupuesto línea Subterránea.....	4
2.1.	Materiales línea subterránea	4
2.2.	Montaje línea subterránea	5
2.3.	Obra civil línea subterránea	5
3.	Varios línea aérea	5
4.	Varios línea subterránea	6
5.	Producción y Gestión de Residuos	6
6.	Seguridad y Salud Laboral	6
7.	Desmantelamiento	6
8.	Presupuesto total	7

1. PRESUPUESTO LÍNEA AÉREA

1.1. MATERIALES LÍNEA AÉREA

MATERIALES LÍNEA AÉREA			
DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
IC-70000E-20-PAS	1	60.810,00 €	60.810,00 €
Ud. Puesta a tierra tetrabloque normalizada en apoyo tipo zona frecuentada	1	1.989,59 €	1.989,59 €
Placa de señalización la instalación	1	13,40 €	13,40 €
Kg. Cable conductor LA-380 (1,28 Kg/m) + suministro a pie de obra, para SC	793,41	2,75 €	2.181,88 €
Separadores para los conductores	6	9,35 €	56,10 €
Amortiguador para conductor LA-380 (* estimado)	12	20,07 €	240,84 €
Km. Cable de tierra OPGW	0,20	4.100,00 €	820,00 €
Amortiguador para Cable de tierra OPGW (* estimado)	4	26,00 €	104,00 €
Ud. Caja de empalme para fibra óptica	2	465,62 €	931,24 €
Ud. Herrajes para cadena de aislamiento completa - Amarre DOBLE GULL (Circuito 220 kV)	6	310,00 €	1.860,00 €
Ud. Herraje biconjunto amarre bajante cable OPGW doble	2	138,46 €	276,92 €
Ud. Suministro de balizas salvapájaros (cada 10 metros en cable opgw - tipo BAGTR)	11	19,78 €	217,58 €
TOTAL MATERIALES LÍNEA AÉREA (EUROS)			69.501,55 €

1.2. MONTAJE LÍNEA AÉREA

MONTAJE LÍNEA AÉREA			
DESIGNACIÓN	UD S.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
IC-70000E-20-PAS	1	32.432,00 €	32.432,00 €
Ud. Montaje de puesta a tierra tetrabloque normalizada en apoyo tipo zona frecuentada	1	1.989,59 €	1.989,59 €
Ud. Montaje de Placa de señalización	1	31,50 €	31,50 €
Km. Tendido SC circuito (220 kV) conductor DX-LA-380 GULL regulado, tensado, engrapado según proyecto	0,1	11.101,50 €	1.110,15 €
Ud. Colocación Amortiguador para conductor LA-380 (* estimado)	12	33,10 €	397,20 €
Km. Tendido cable de tierra OPGW, regulado según proyecto y engrapado	0,20	5.346,00 €	1.069,20 €
Ud. Colocación Amortiguador para Cable OPGW (* estimado)	4	33,10 €	132,40 €
Ud. Montaje en apoyo y operaciones ópticas. Caja de empalme para fibra óptica.	2	3.902,58 €	7.805,16 €
Ud. Montaje cadena de aislamiento completa - Amarre DOBLE LA-380 (220 kV)	6	205,60 €	1.233,60 €
Ud. Montaje herraje biconjunto amarre bajante cable OPGW doble	2	41,00 €	82,00 €
Ud. Suministro de balizas salvapájaros (cada 10 metros en cable opgw - tipo BAGTR) (*)	11	12,45 €	136,95 €

MONTAJE LÍNEA AÉREA			
DESIGNACIÓN	UD S.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
estimado)			
P.A. Trabajos auxiliares de montaje. Incluye todos los trabajos necesarios para la culminación del montaje, tales como la utilización de maquinaria de tendido y/o izado especial, protección de cruces con carretera y líneas alta tensión.	1	20.000,00 €	20.000,00 €
TOTAL MONTAJE LÍNEA AÉREA (EUROS)			66.419,75 €

1.3. OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA

OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA			
DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
m³ Excavación apoyos en todo tipo de terreno	60,68	132,01 €	8.010,37 €
P.A. Ejecución de nuevos accesos a apoyos. adecuación de accesos existentes y restitución de estos una vez acabado el montaje de los apoyos	1	1.000,00 €	1.000,00 €
m³ Hormigonado de la cimentación de apoyos con hormigón en masa HM-20 según instrucción EHE. Incluye suministro y vertido de hormigón, confección de las peanas, aportación de encofrados normalizados, aportación y colocación del tubo para posterior salida del cable de puesta a tierra.	62,32	148,42 €	9.249,53 €
TOTAL OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA (EUROS)			18.259,90 €

2. PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRÁNEA

2.1. MATERIALES LÍNEA SUBTERRÁNEA

MATERIALES LÍNEA SUBTERRÁNEA			
DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
m. Canalización de simple circuito bajo tubo hormigonado, de 250mm, cinta señalizadora de cables de AT, separadores de tubos y tubos de reserva	731,00	55,38 €	40.482,78 €
m. Cable para 220kV de al menos 2500mm² de CU pantalla de blindaje de alambre de cobre, aislamiento XLPE y cubierta exterior de PVC.	2283,00	242,17 €	552.874,11 €
m. Cable de fibra óptica dieléctrico tipo PKP de 48 fibras	791,00	7,07 €	5.592,37 €
Ud. Terminales de intemperie y pararrayos para el cable anterior	6	13.140,40 €	78.842,40 €
Cámara de empalme prefabricada para 220 kV	1	8.780,10 €	8.780,10 €
Conjunto empalme premoldeado recto 220kV 1xCU2500 mm²	1	23.455,49 €	23.455,49 €
Electrodo de puesta a tierra cámara de empalme prefabricada simple 220kV	1	1.098,69 €	1.098,69 €
Ud. Arqueta de puesta a tierra, con relleno de zahorra, tapa recta prefabricada	1	1.784,81 €	1.784,81 €
TOTAL MATERIALES LÍNEA SUBTERRÁNEA (EUROS)			712.910,75 €

2.2. MONTAJE LÍNEA SUBTERRÁNEA

MONTAJE LÍNEA SUBTERRÁNEA			
DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
m. Tendido del cable de potencia, en tubo hormigonado de 250mm, colocación de cinta señalizadora de cables de AT, colocación de separadores de tubos y tubos de reserva	731,00	126,50 €	92.471,50 €
m. Tendido de cable de fibra óptica dieléctrico tipo PKP de 48 fibras	791	34,00 €	26.894,00 €
Ud. Montaje de cámara de empalme	1	7.902,72 €	7.902,72 €
Ud. Montaje de conjunto empalme premoldeado recto 220kV 1x2500mm ² + T375 (por terna)	1	22.032,23 €	22.032,23 €
Ud. Montaje de electrodo de puesta a tierra cámara de empalme prefabricada 220 kV (por terna)	1	105,37 €	105,37 €
Ud. Montaje de terminales de intemperie y pararrayos	6	7.521,04 €	45.126,24 €
Ud. Arqueta de puesta a tierra, con relleno de zahorra, tapa recta prefabricada, impermeabilización y reposición de pavimento	1	927,25 €	927,25 €
TOTAL MONTAJE LÍNEA SUBTERRÁNEA (EUROS)			195.459,31 €

2.3. OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA

OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA			
DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
m. Apertura de zanja de simple circuito en cualquier tipo de terreno, con las dimensiones indicadas, tapado y compactado	731,00	83,75 €	61.221,25 €
m. Canalización bajo tubo hormigonado, de 250 mm, colocación de cinta señalizadora de cables de AT, colocación de separadores de tubos y tubos de reserva, incluso en la perforación dirigida	731,00	69,53 €	50.826,43 €
m. Perforación dirigida	60,00	560,00 €	33.600,00 €
TOTAL OBRA CIVIL LÍNEA (EUROS)			112.047,68 €

3. VARIOS LÍNEA AÉREA

VARIOS			
DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
Ud. Informe reflectometría y atenuación (1 a 48 fibras ópticas) del número especificado de fibras ópticas, entre los puntos de acceso a las fibras que designe la propiedad	1	1.268,97 €	1.268,97 €
P.A. Control de Calidad, incluyendo ensayos de hormigón según norma EHE, medición de resistencia de puesta a tierra de apoyos, así como los explícitamente indicados en el Pliego de Condiciones del proyecto y otros que pudiera requerir la	1	300 €	300,00 €

VARIOS			
DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
Dirección de Obra			
Km. Replanteo de apoyos sobre el terreno, incluido estaquillado y comprobación de perfil.	0,1003	300,00 €	30,09 €
P.A. Elaboración de documentación Final de obra. Incluyendo datos técnicos del material instalado, certificados de calidad, informes de los ensayos realizados y colección de planos As-Built.	1	500,00 €	500,00 €
TOTAL VARIOS (EUROS)			2.099,06 €

4. VARIOS LÍNEA SUBTERRÁNEA

VARIOS SUBTERRÁNEO			
DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
Ud. Informe reflectometría y atenuación (1 a 48 fibras ópticas) del número especificado de fibras ópticas, entre los puntos de acceso a las fibras que designe la propiedad	1	1.268,97 €	1.268,97 €
P.A. Control de Calidad, incluyendo ensayos de hormigón según norma EHE, medición de resistencia de puesta a tierra de apoyos, así como los explícitamente indicados en el Pliego de Condiciones del proyecto y otros que pudiera requerir la Dirección de Obra	1	6.000,00 €	6.000,00 €
P.A. Elaboración de documentación Final de obra. Incluyendo datos técnicos del material instalado, certificados de calidad, informes de los ensayos realizados y colección de planos As-Built.	1	5.000,00 €	5.000,00 €
TOTAL VARIOS (EUROS)			12.268,97 €

5. PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS

PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESÍDUOS	1.956,34 €
---	-------------------

6. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	18.506,40 €
----------------------------------	--------------------

7. DESMANTELAMIENTO

DESMANTELAMIENTO	58.210,04 €
-------------------------	--------------------

8. PRESUPUESTO TOTAL

TRAMO AÉREO	OBRA CIVIL	18.259,90 €
	MATERIALES	69.501,55 €
	MONTAJE	66.419,75 €
	VARIOS	2.099,06 €
TRAMO SUBTERRÁNEO	OBRA CIVIL	112.047,68 €
	MATERIALES	712.910,75 €
	MONTAJE	195.459,31 €
	VARIOS	12.268,97 €
PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS		1.956,34 €
DESMANTELAMIENTO		58.210,04 €
SEGURIDAD Y SALUD LABORAL		18.506,40 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL (EUROS)		1.267.639,75 €

El presupuesto total de ejecución del proyecto asciende a **UN MILLÓN DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

Madrid, junio de 2023

Dña, María Inmaculada Blázquez García

Ingeniera Industrial y del ICAI

Col, Nº 3694/2924

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

ANEXO N°1: CÁLCULOS

ANEXO N°2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO N°3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°4: PLANOS

DOCUMENTO N°5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N°6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO N°7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO N°8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO N°4: PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

GENERAL

1. SITUACIÓN	CIS-005.053.23_0-1001
2. EMPLAZAMIENTO	CIS-005.053.23_0-1002
3. PLANTA GENERAL	CIS-005.053.23_0-1003

LÍNEA AÉREA

4. PLANTA CATASTRAL Y ACCESOS	CIS-005.053.23_0-1004
5. PLANTA-PERFIL LÍNEA AÉREA	CIS-005.053.23_0-1005
6. APOYOS Y CIMENTACIONES TIPO	CIS-005.053.23_0-1006
6.1. IC-70000-PAS	
7. CADENAS DE AISLAMIENTO	CIS-005.053.23_0-1007
7.1. AMARRE DOBLE DX GULL	
7.2. SUSPENSIÓN SIMPLE DX GULL	
8. CONJUNTOS DE HERRAJES OPGW	CIS-005.053.23_0-1008
8.1. AMARRE PASANTE OPGW	
8.2. AMARRE BAJANTE OPGW	
8.3. SUSPENSIÓN OPGW	
9. PUESTA A TIERRA DE APOYOS	CIS-005.053.23_0-1009
9.1. ANILLO CERRADO DE ACERO DESCARBURADO	
10. ACCESORIOS	CIS-005.053.23_0-1010
10.1. PLACA DE SEÑALIZACIÓN	
10.2. BALIZA DE SEÑALIZACIÓN	
10.3. EMPALME	
11. AMORTIGUADORES	CIS-005.053.23_0-1011
12. SEPARADORES	CIS-005.053.23_0-1012
13. BALIZAS SALVAPÁJAROS	CIS-005.053.23_0-1013
13.1. BAGTR	
14. ESQUEMA DE LÍNEAS	CIS-005.053.23_0-1014

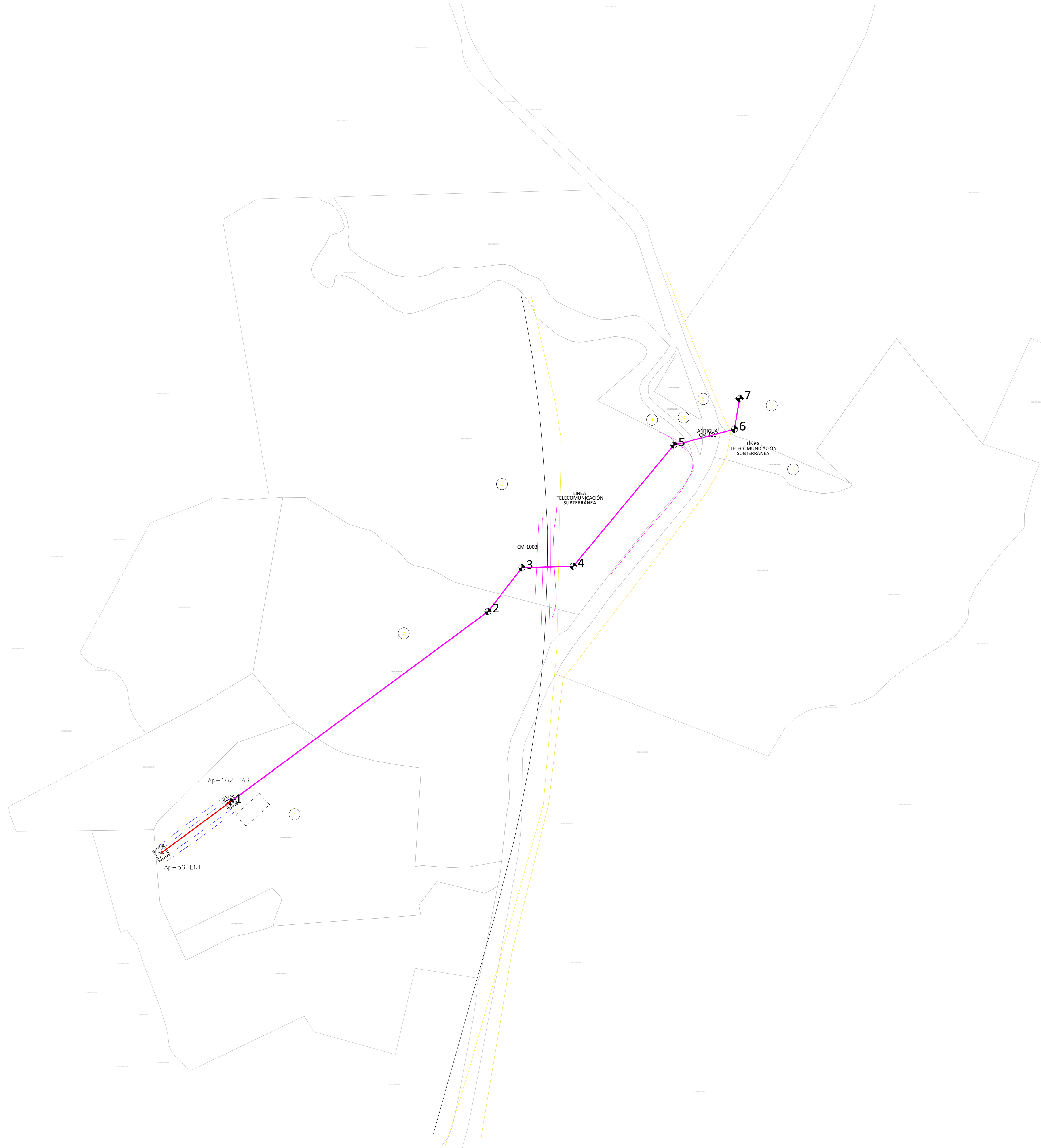
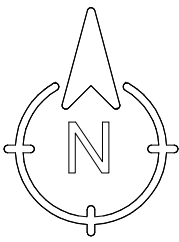


LÍNEA SUBTERRÁNEA

15. PLANTA Y PERFIL LÍNEA SUBTERRÁNEA	CIS-005.053.23_0-1015
16. SECCIÓN TRANSVERSAL	CIS-005.053.23_0-1016
16.1. ZANJA TIPO	
17. SEPARADORES SUBTERRÁNEA	CIS-005.053.23_0-1017
18. TERMINAL EXTERIOR	CIS-005.053.23_0-1018
19. PARARRAYOS	CIS-005.053.23_0-1019
20. EMPALMES	CIS-005.053.23_0-1020
21. CÁMARAS DE EMPALME	CIS-005.053.23_0-1021
22. MANDRIL	CIS-005.053.23_0-1022
23. DETALLE PUESTA A TIERRA	CIS-005.053.23_0-1023
24. DETALLE PERFORACIÓN DIRIGIDA	CIS-005.053.23_0-1024



Ingeniera Industrial y del ICAI							LEYENDA		INGENIERÍA:			SITUACIÓN:		
							— LÍNEA AÉREA		osprel			PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN		
							— LÍNEA SOTERRADA		TAMAÑO:			TÍTULO DEL PLANO:		
									A1			EMPLAZAMIENTO		
									PROMOTOR:			TÍTULO DEL PROYECTO:		
									IGNIS			L/220 KV ST TARACENA - AP 56		
Dña. M. Inmaculada Blázquez García Colegiada Nº 3694/2924												Nº HOJA 01 de 01		
Rev.							00					Rev.		
Fecha							JUNIO 2023		DMM			R0		
Proyectado							DMM		IEG			NÚMERO DEL PLANO:		
Dibujado							IEG		MIBG			CIS-005.053.23_0-1002		
Comprobado							Aprobado							



LEYENDA TRAZADO:

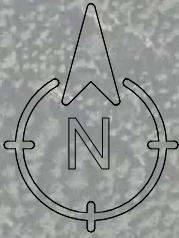
	OCUPACIÓN TEMPORAL		TRAZA SUBTERRÁNEA
	TRAZADO AEREO EN PROYECCIÓN		
	ZONA DE SEGURIDAD		
	APOYO		

INGENIERÍA: 	ESCALA: 1/2500	SITUACIÓN: PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN		
	TAMAÑO: A1	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL		
PROMOTOR: 	TÍTULO DEL PROYECTO: L/220 KV ST TARACENA - AP 56		Nº HOJA 01 de 01	Rev. R0
			NÚMERO DEL PLANO: CIS-006.053.23_0-1003	

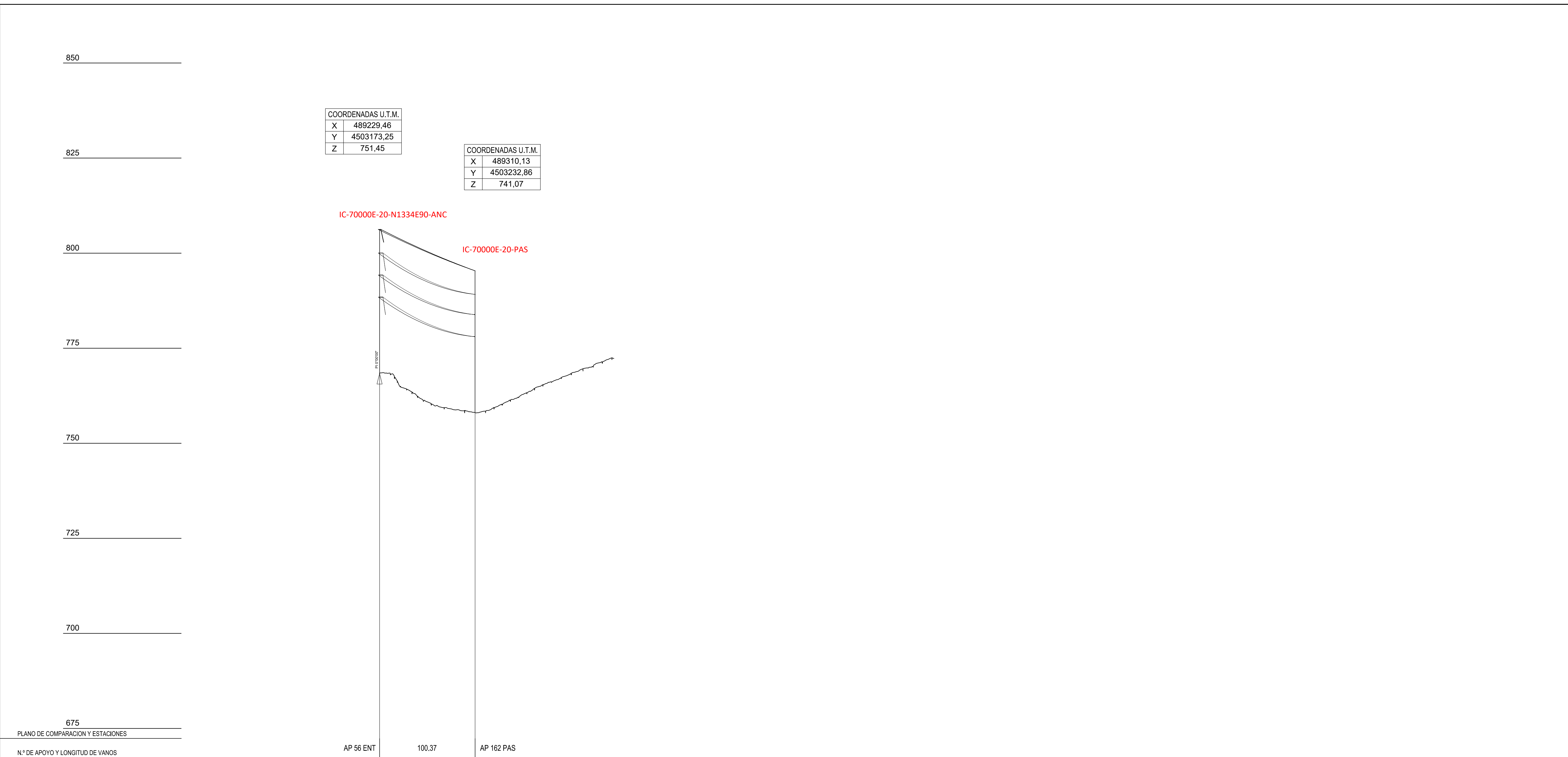
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS CAJAMARCA - CENICA
NACIONAL DE INGENIEROS CAJAMARCA - CENICA
AUTENTICIDAD verificada a través de la página: <http://portal.informacionpublica.gob.pe>

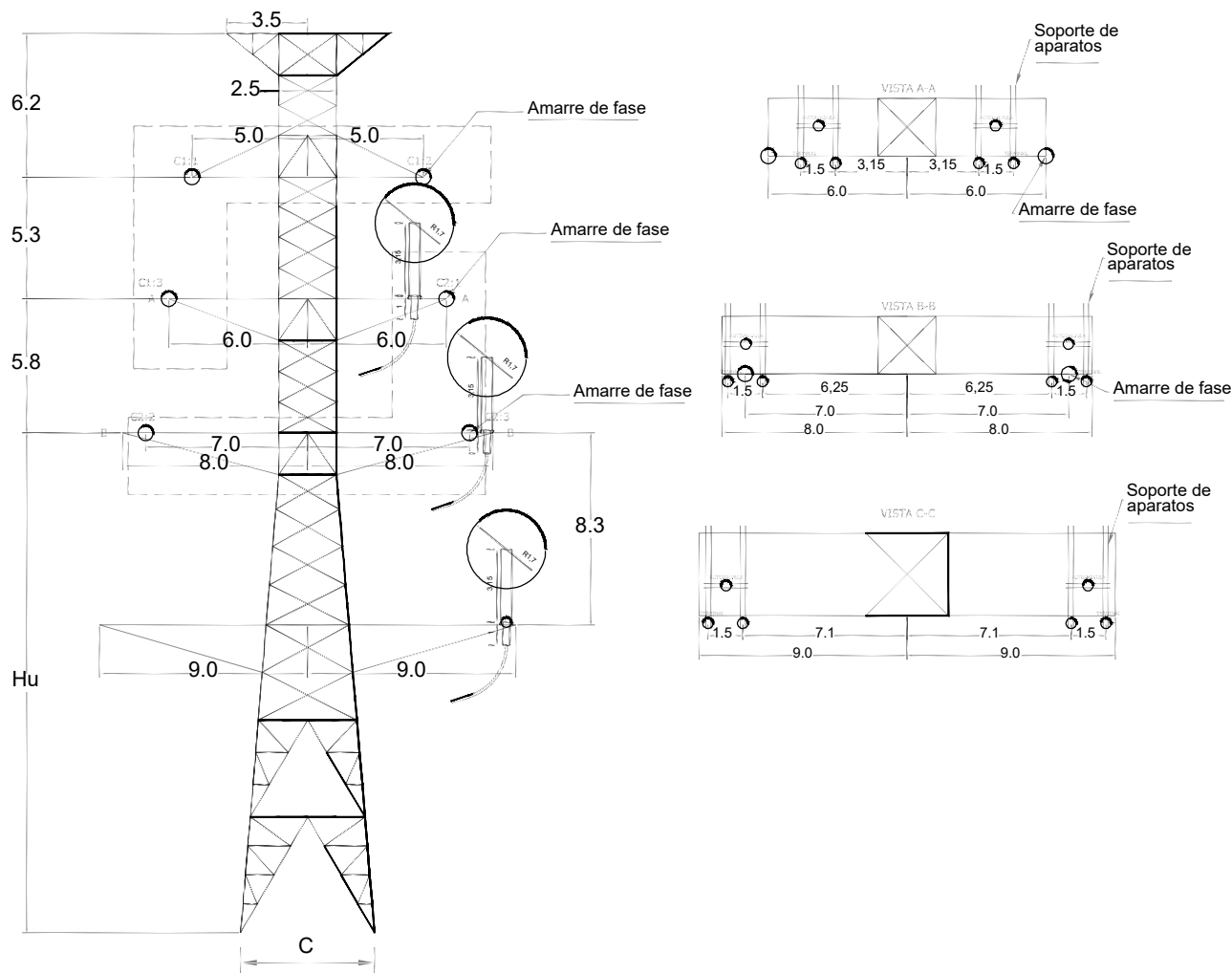
Ingeniera Industrial y del ICAI						
00	JUNIO 2023	DMM	DMM	IEG	MIBG	
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	

Dña. M. Inmaculada Blázquez García
Colegiada Nº 3694/2924



Ingeniera Industrial y del ICAI							INGENIERÍA:			ESCALA: 1/2500			SITUACIÓN: PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN		
							osprál			TAMAÑO: A1			TÍTULO DEL PLANO: CATASTRAL Y ACCESOS		
							PROMOTOR:			TÍTULO DEL PROYECTO:			L/220 kV ST TARACENA - AP 56		
							IGNIS						Nº HOJA 01 de 03		
													Rev. R0		
													NÚMERO DEL PLANO: CIS-005.053.23_0-1004		
Of. M. Inmaculada Blázquez García Colegiada Nº 3694/2924															
Rev.															
Fecha															
Proyectado															
Dibujado															
Comprobado															
Aprobado															
							LEYENDA TRAZADO:								
							OCUPACIÓN TEMPORAL			TRAZA SUBTERRÁNEA			CAMINO PRIVADO EXISTENTE		
							TRAZADO AEREO EN PROYECCION			ACCESO RODADURA PARCELA					
							ZONA DE SEGURIDAD			CAMINO PÚBLICO EXISTENTE					
							APOYO			CAMINO NUEVO					





Consideraciones Particulares Torres		
MATERIALES	Características Mecánicas	S355J0 y S275JR según UNE-EN-10025
	Características Dimensionales	Perfiles de alas iguales según UNE-EN-10056 / Chapas de acero laminadas en caliente UNE-EN-10029. Espesor mínimo 3mm. Perfil mínimo 40x40x3
	Tornillería	DIN 7990 + DIN 7989 + DIN 934 Métrica mínima M14
	Galvanización	EN-1461 / EN-10684
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	ASCE 10-15	
ANÁLISIS TORNILLOS	Verificados según R.D. 223/2008	
SOFTWARE DE CÁLCULO	TOWER version 17.20 (Power Line Systems, Inc.)	

NOTAS:

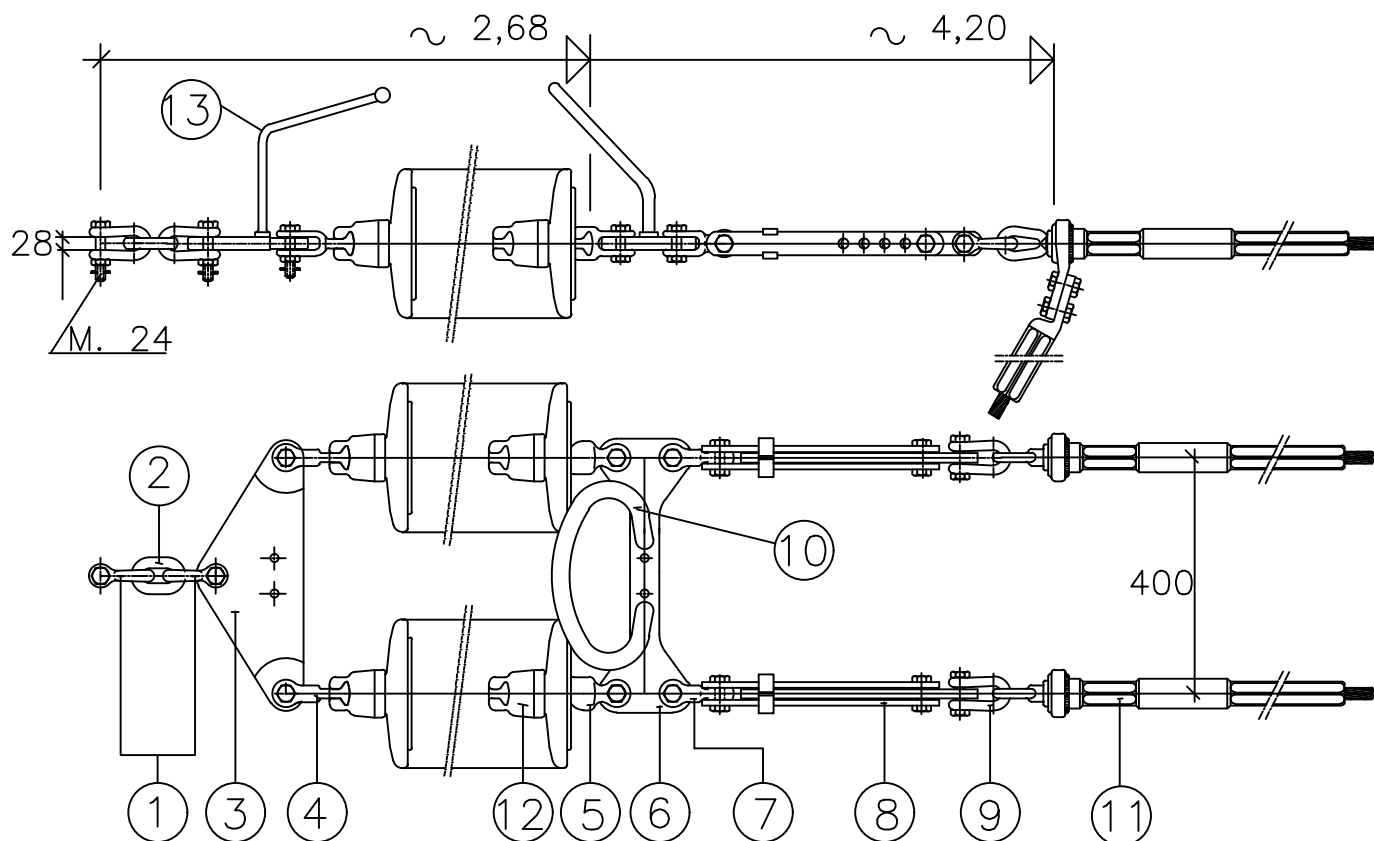
LA SELECCIÓN DE APOYOS ESTÁ CONDICIONADA A LA SITUACIÓN Y TENDIDO REFLEJADA EN EL PLS-CADD "LAT 220kV - NUDO CISNEROS_IMD".

TENDIDO SIMULTÁNEO DE TODOS LOS CONDUCTORES, ES DECIR, SIN SITUACIÓN DE TENDIDO TEMPORAL EN BANDERA.

EN CASO CONTRARIO, LA SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS DEBERÁ SER REVISADA POR IMDEXSA.

APOYO PROVISIONAL.

MANIOBRA DE TENDIDO EN TRIANGULO, ES DECIR, OCUPANDO CRUCETAS DE AMBOS LADOS CON CADA CIRCUITO, SEGÚN SE INDICA EN ESQUEMA. CIRCUITO 1 EN POSICIÓN C1:1, C1:2 Y C1:3. CIRCUITO 2 EN POSICIÓN C2:1, C2:2 Y C2:3.



CARGA DE ROTURA MIN. DE LA CADENA (SIN GRAPA) 32.000 daN.

AISLADOR NORMA 20 DE C.E.I.

NORMA DE APLICACION, UNE 21.158

TODAS LAS PIEZAS CON TORNILLO Y PASADOR

TODAS LAS DIMENSIONES EN MM.

POS.	DENOMINACIÓN	CANT.	MATERIAL	DESG.
1	Grillete recto	2	ACERO	GN-36
2	Eslabón N36	1	ACERO	ES-36
3	Yugo triangular N36	1	ACERO	Y-20/400-36
4	Horquilla bola de protección N20	2	ACERO	HBP-20
5	Rotula Horquilla N20 AE	2	ACERO	RH-20-AE
6	Yugo separador N20	1	ACERO	YL-3
7	Horquilla revirada N20 AE	2	ACERO	HR-20 / E
8	Tensor de corredera N20	2	ACERO	T-2
9	Grillete normal N20 AE	2	ACERO	GN-20
10	Raqueta de protección	1	ACERO	RA-37 / 16
11	Grapa de amarre a compresión AE	2	ALEACIÓN AL.	C-380 (SERIE K)
12	Aisladores	30	VIDRIO	U 160 BSP
13	Descargador	1	ACERO	D-37 / 11

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS CAI, VISADO nº: 0454/23, Fecha: 28/06/2023. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS CAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FV54L1XDQGDWZIU Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.ica.es/ValidarCSV.aspx

Ing. Inmaculada Blázquez García
Colegiada Nº 3694/2924



ESCALA: S/E
TAMAÑO: A4

PROMOTOR:



SITUACIÓN:

PROYECTO DE EJECUCIÓN

TÍTULO DEL PLANO:

CADENAS DE AISLAMIENTO-AMARRE DOBLE

TÍTULO DEL PROYECTO:

L/220 kV ST TARACENA - AP 56

Nº HOJA

01 de 02

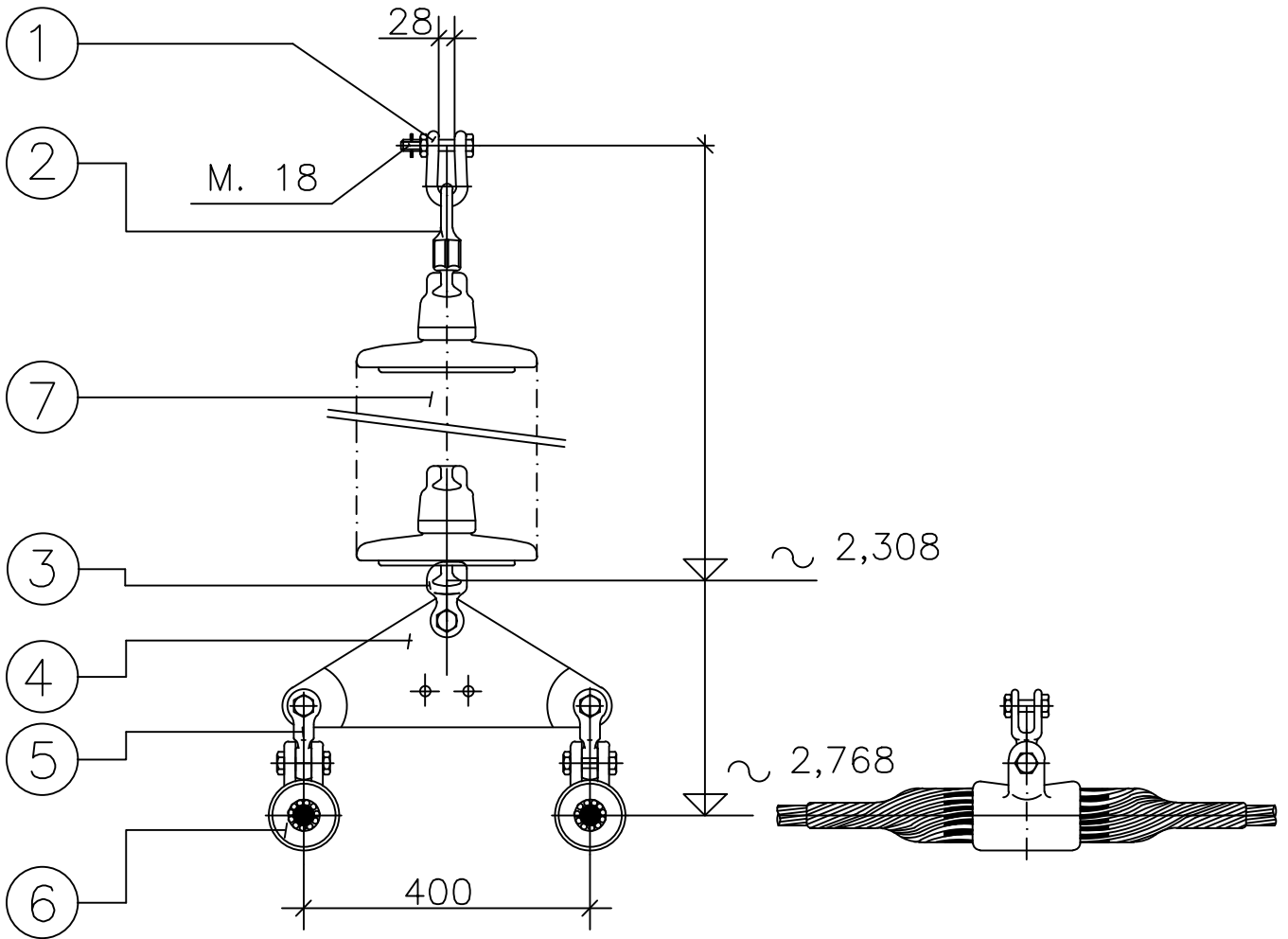
Rev.

R0

NÚMERO DEL PLANO:

CIS-005.053.23_0-1007

00	JUNIO 2023	DMM	DMM	IEG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado



CARGA DE ROTURA MIN. DE LA CADENA (SIN GRAPA) 16.000 daN.
AISLADOR NORMA 20 DE C.E.I.
NORMA DE APLICACION, UNE 21.158
TODAS LAS PIEZAS CON TORNILLO Y PASADOR
TODAS LAS DIMENSIONES EN MM.

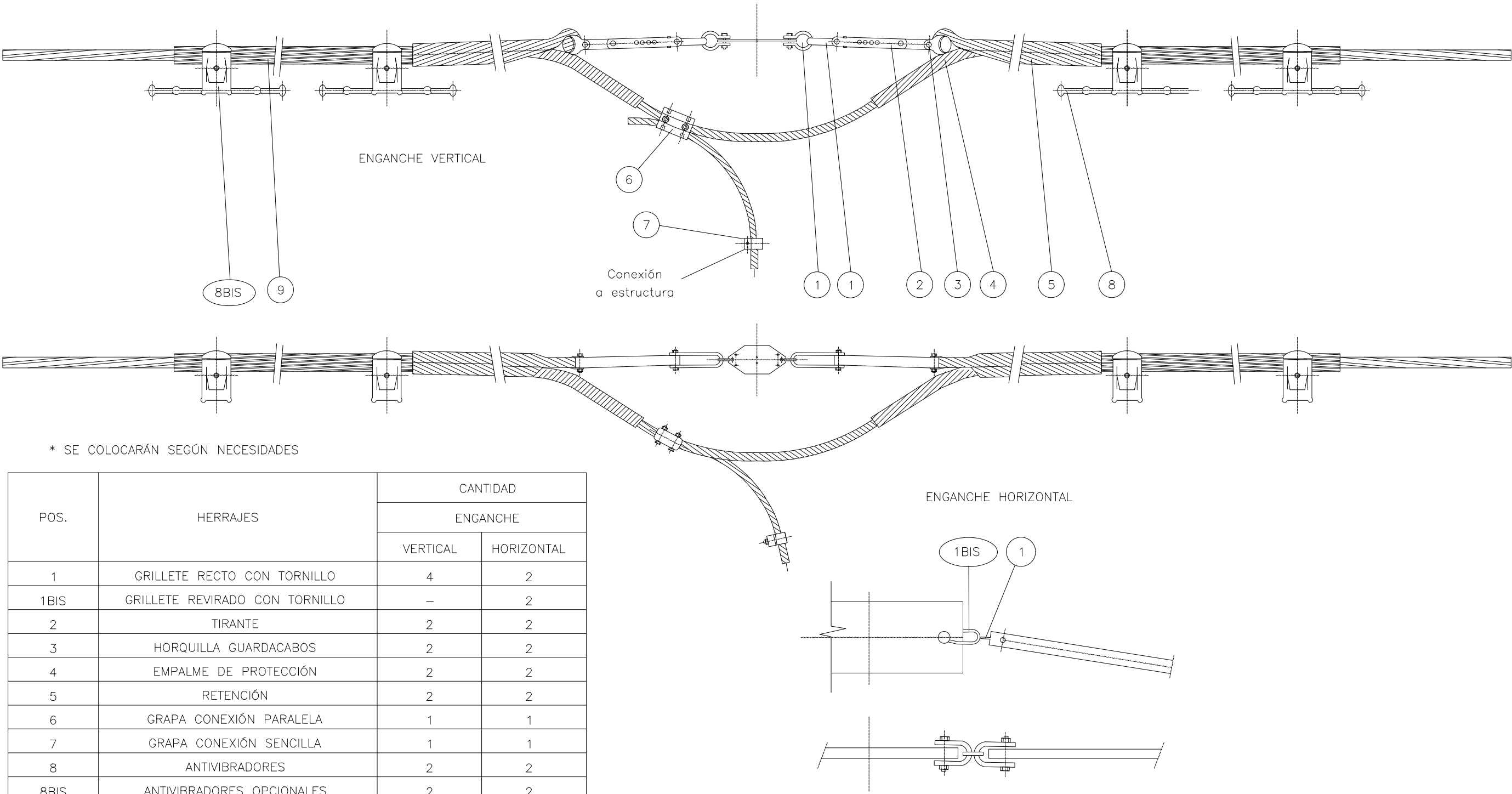
POS.	DENOMINACIÓN	CANT.	MATERIAL	DESG.
1	Grillete recto	1	ACERO	GN-20
2	Anilla de bola de protección	1	ACERO	AB-20 P
3	Rótula horquilla N20 AE	1	ACERO	RH-20-AE
4	Yugo triangular N20	1	ACERO	Y-20/400-21
5	Horquilla revirada N20 AE	2	ACERO	HR-20 / E
6	Grapa de suspensión armada	2	ALEACIÓN AL.	GAS-6 / 25.5
7	Aisladores	14	VIDRIO	U 160 BSP
8	Descargador	1	ACERO	D-37 / 11
9	Raqueta de protección	1	ACERO	RA-37 / 16

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0454/23. Fecha: 28/06/2023. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FV54AL1XDQGDWZIU. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.ica.es/ValidarCSV.aspx

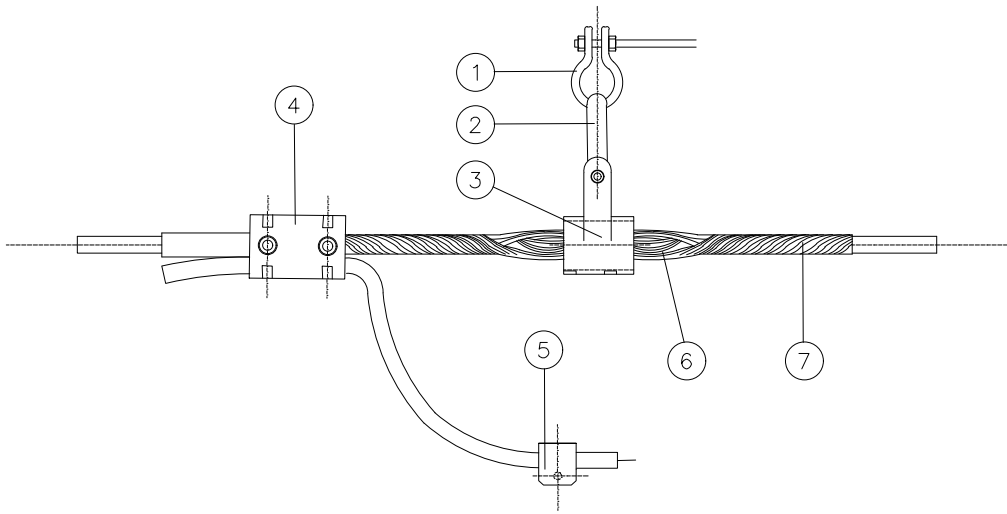
00	JUNIO 2023	DMM	DMM	IEG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS AUTENTICA Ing. Ma. Inmaculada Blázquez García C/Aguiar Nº 3694/2924	osprel 	ESCALA:	S/E	SITUACIÓN:				PROYECTO DE EJECUCIÓN					
		TAMAÑO:	A4	TÍTULO DEL PLANO:						CADENAS DE AISLAMIENTO-SUSPENSIÓN SIMPLE			
		PROMOTOR:		TÍTULO DEL PROYECTO:						Nº HOJA		Rev.	
										02 de 02		R0	
				L/220 kV ST TARACENA - AP 56						NÚMERO DEL PLANO:			
										CIS-005.053.23_0-1007			

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO n°: 0454/23. Fecha: 28/06/2023. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FV54AL1XDQGDWZIU. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.ica.es/ValidarCSV.aspx



POS.	HERRAJES	CANTIDAD	
		ENGANCHE	
		VERTICAL	HORIZONTAL
1	GRILLETE RECTO CON TORNILLO	4	2
1BIS	GRILLETE REVIRADO CON TORNILLO	—	2
2	TIRANTE	2	2
3	HORQUILLA GUARDACABOS	2	2
4	EMPALME DE PROTECCIÓN	2	2
5	RETENCIÓN	2	2
6	GRAPA CONEXIÓN PARALELA	1	1
7	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA	1	1
8	ANTIVIBRADORES	2	2
* 8BIS	ANTIVIBRADORES OPCIONALES	2	2
* 9	VARILLAS DE PROTECCIÓN	2	2



POS.	HERRAJES	CANTIDAD
		ENGANCHE VERTICAL
1	GRILLETE RECTO	1
2	ESLABÓN REVIRADO	1
3	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADA	1
4	GRAPA CONEXIÓN PARALELA	1
5	GRAPA CONEXIÓN A TORRE	1
6	INSERTO GOMA NEOPRENO	1
	VARILLAS PREFORMADAS	1

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI, VISADO n°: 0454/23, Fecha: 28/06/2023, Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FV54AL1XDQGDWZIU Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

00	MARZOO 2023	CRM	CRM	FVC	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

INGENIERA INDUSTRIAL Y DEL ICAI

PROMOTOR:

ESCALA: S/E

TAMAÑO: A4

SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TÍTULO DEL PLANO: CONJUNTOS DE HERRAJES OPGW - SUSPENSIÓN

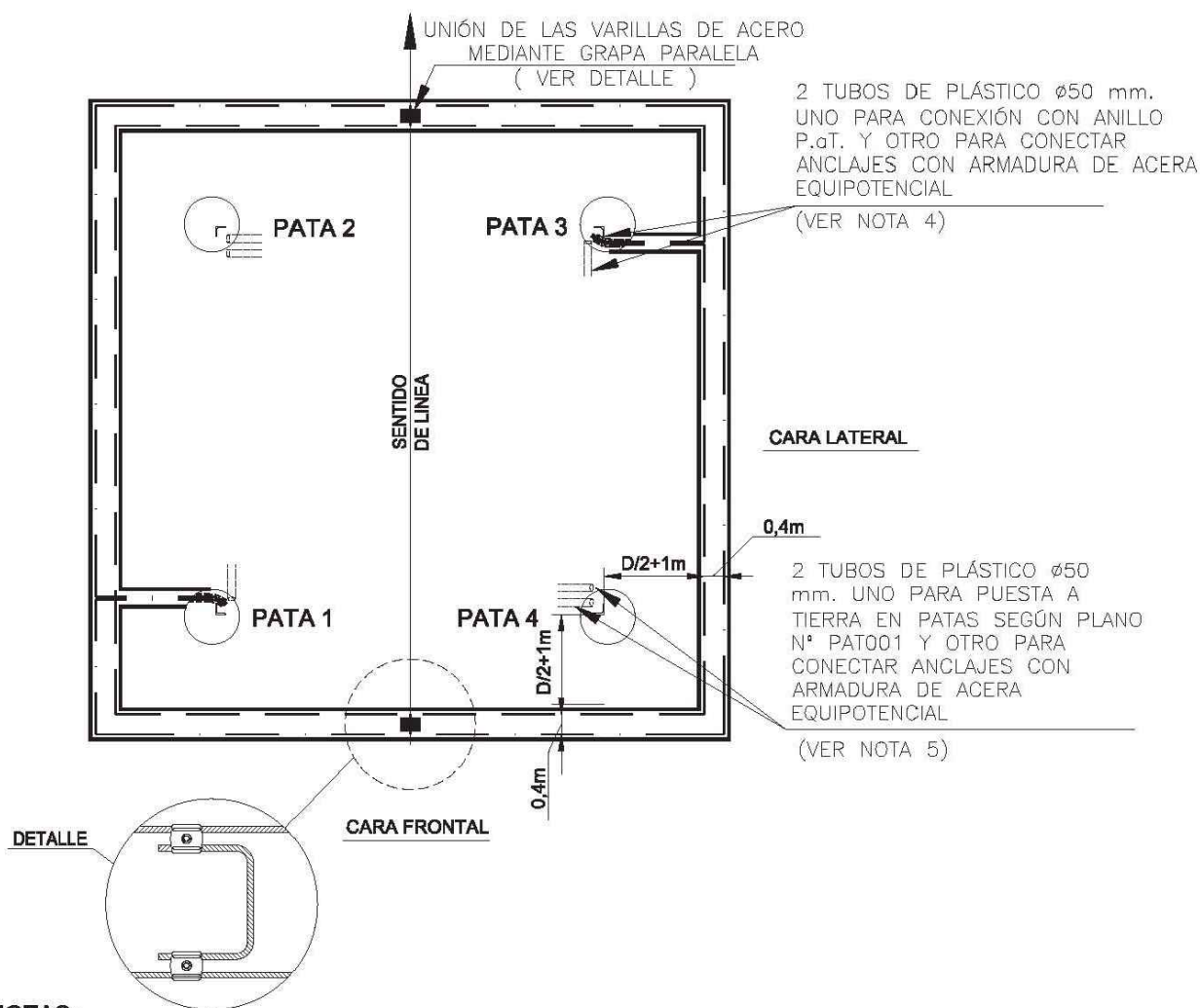
TÍTULO DEL PROYECTO: L/220 kV ST TARACENA - AP 56

Nº HOJA 03 de 03

Rev. R0

NÚMERO DEL PLANO: CIS-005.053.23_0-1008

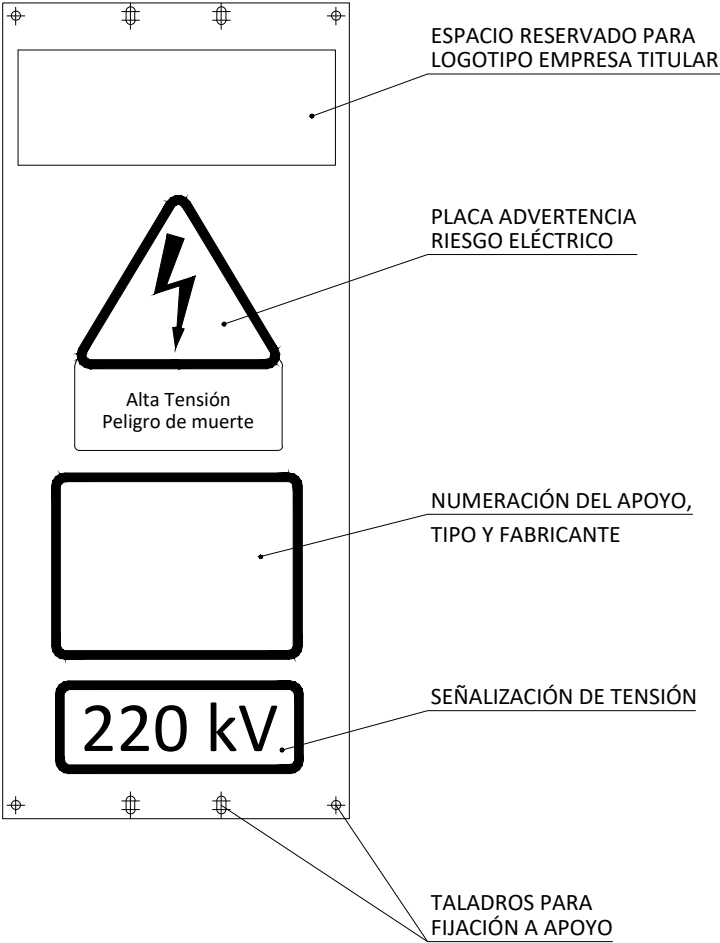
DISPOSICIÓN DE LAS ZANJAS Y DE LA VARILLA DE ACERO DESCARBURADO Ø 12 mm EN EL ANILLO DE P.a.T.



NOTAS :

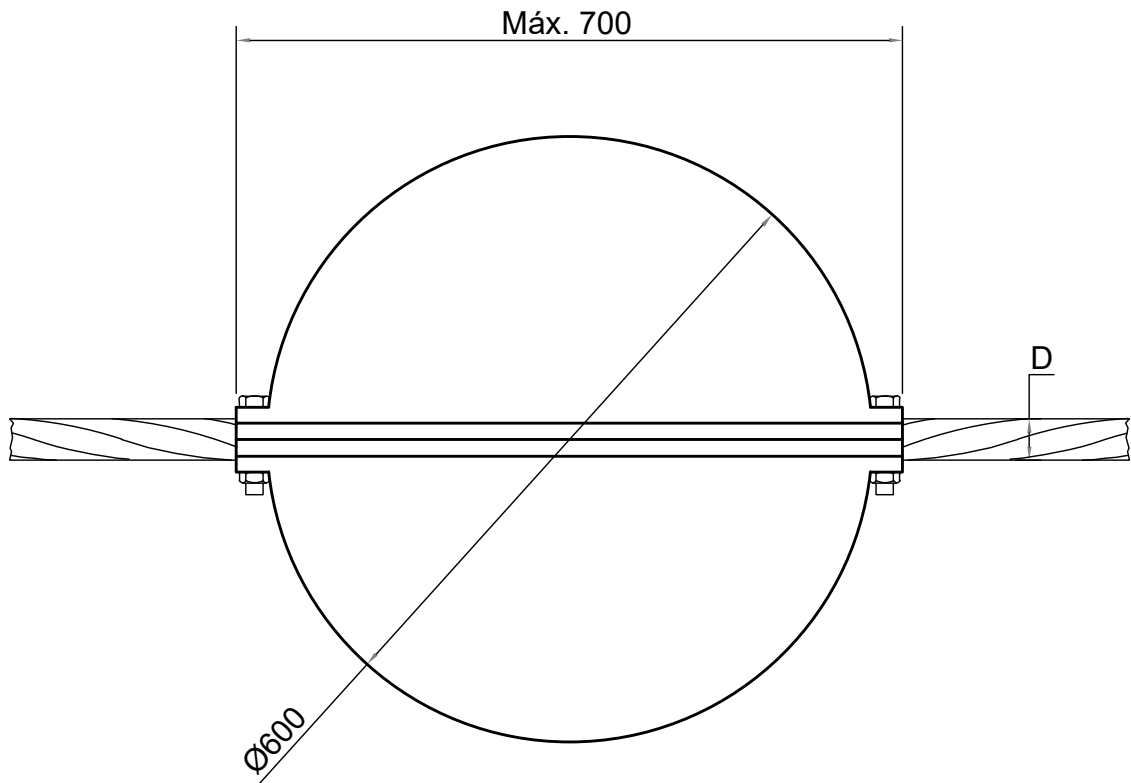
1. PARA UBICAR EL ANILLO DE PUESTA A TIERRA SE TOMARÁN COMO REFERENCIA DE COTAS LA CABEZA DE LOS ANCLAJES SIENDO "D" = DIÁMETRO DEL CILINDRO DE LA CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS SEGÚN PLANO DE CIMENTACIONES DEL APOYO.
2. PROFUNDIDAD DE ZANJA:
 - 0,40 m EN ROCA.
 - 0,60 m EN TIERRA.
 - 0,80 m EN ZONA AGRÍCOLA.
3. INDEPENDIENTEMENTE DE QUE EL APOYO SEA FRECUENTADO O NO FRECUENTADO, TODAS LAS PATAS TENDRÁN DOS TUBOS DE PLÁSTICO Ø 50 mm.
4. LA PATA 1 Y LA PATA 3 ESTARÁN CONECTADAS CON ANILLO DE PUESTA A TIERRA Y SI EL APOYO ES FRECUENTADO CON LA ACERA EQUIPOTENCIAL.
5. LA PATA 2 Y 4 ESTARÁN CONECTADAS CON LA PUESTA A TIERRA EN PATAS SEGÚN PLANO N° PAT001 Y SI EL APOYO ES FRECUENTADO CON LA ACERA EQUIPOTENCIAL.

00	JUNIO 2023	DMM	DMM	IEG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado



MATERIAL : CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE 1 mm DE ESPESOR
CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE CINCO DE 271 g/m²

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI INGENIERO INDUSTRIAL y del ICAI Dr.ª Macculada Blázquez García Matrícula Nº 3694/2924		ESCALA: S/E		SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN					
		TAMAÑO: A4		TÍTULO DEL PLANO: ACCESORIOS-PLACA DE SEÑALIZACIÓN					
		PROMOTOR:		TÍTULO DEL PROYECTO: L/220 kV ST TARACENA - AP 56					Nº HOJA
									01 de 04
									Rev. R0
									NÚMERO DEL PLANO: CIS-005.053.23_0-1010



MATERIAL:

ELEMENTO DE CONTACTO AL CABLE -> NEOPRENO

ELEMENTO DE FIJACIÓN -> ACERO INOXIDABLE A4

BALIZA -> FIBRA DE VIDRIO, ABS o SIMILAR

NOTAS:

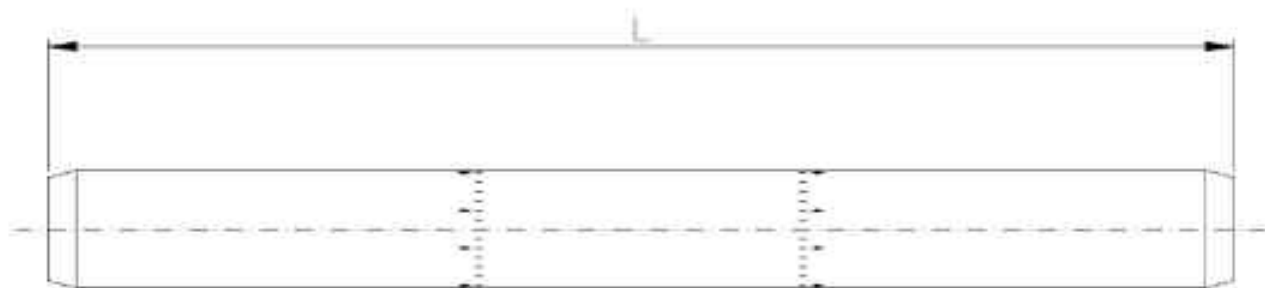
TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO , TUERCA Y PASADOR.

TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS.

HILO DE TIERRA	D (mm)
OPGW 64k78 (7540)	16,4

Cotas en mm.





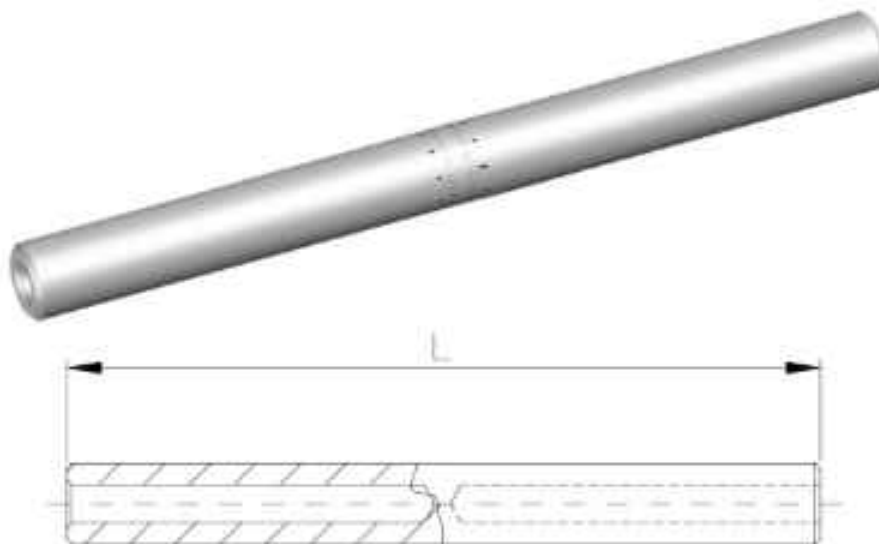
Manguito de Aluminio del manguito de empalme // Aluminium Body of mid span joint

Para grapas con N° Ref For clamps with N° Code			L	Para grapas con N° Ref For clamps with N° Code			L
Min	Max	mm		Min	Max	mm	
C30001	C30003	385		C30102	C30114	1000	
C30004	C30007	440		C30115	C30124	1050	
C30008	C30019	565		C60001	C60002	290	
C30020	C30034	630		C60003	C60009	385	
C30035	C30044	695		C60010	C60014	470	
C30045	C30061	775		C60015	C60016	510	
C30062	C30076	810		C60017	C60022	570	
C30077	C30090	900		C60023	C60025	605	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO n°: 0454/23. Fecha: 28/06/2023. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FV54AL1XDQGDWZIU Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icali.es/ValidarCSV.aspx

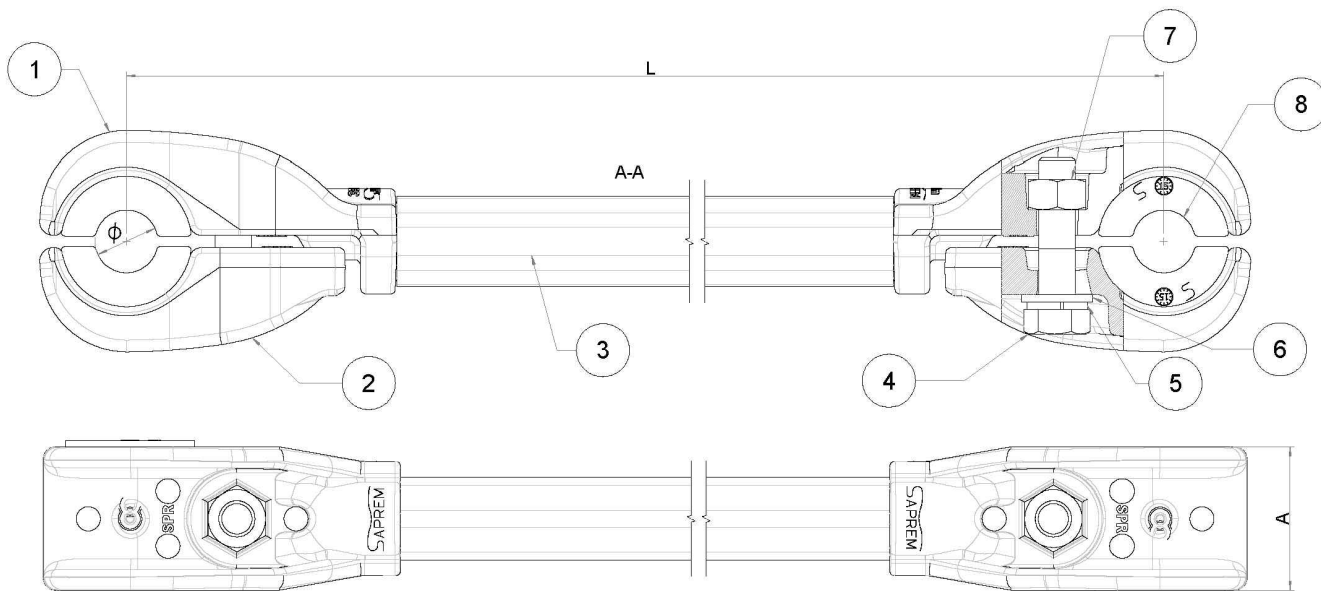
00	MARZO 2023	CRM	CRM	FVC	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE AUTENTICIDAD VERDADERA
--



Manguito de Acero del manguito de empalme // Steel Body of mid span joint

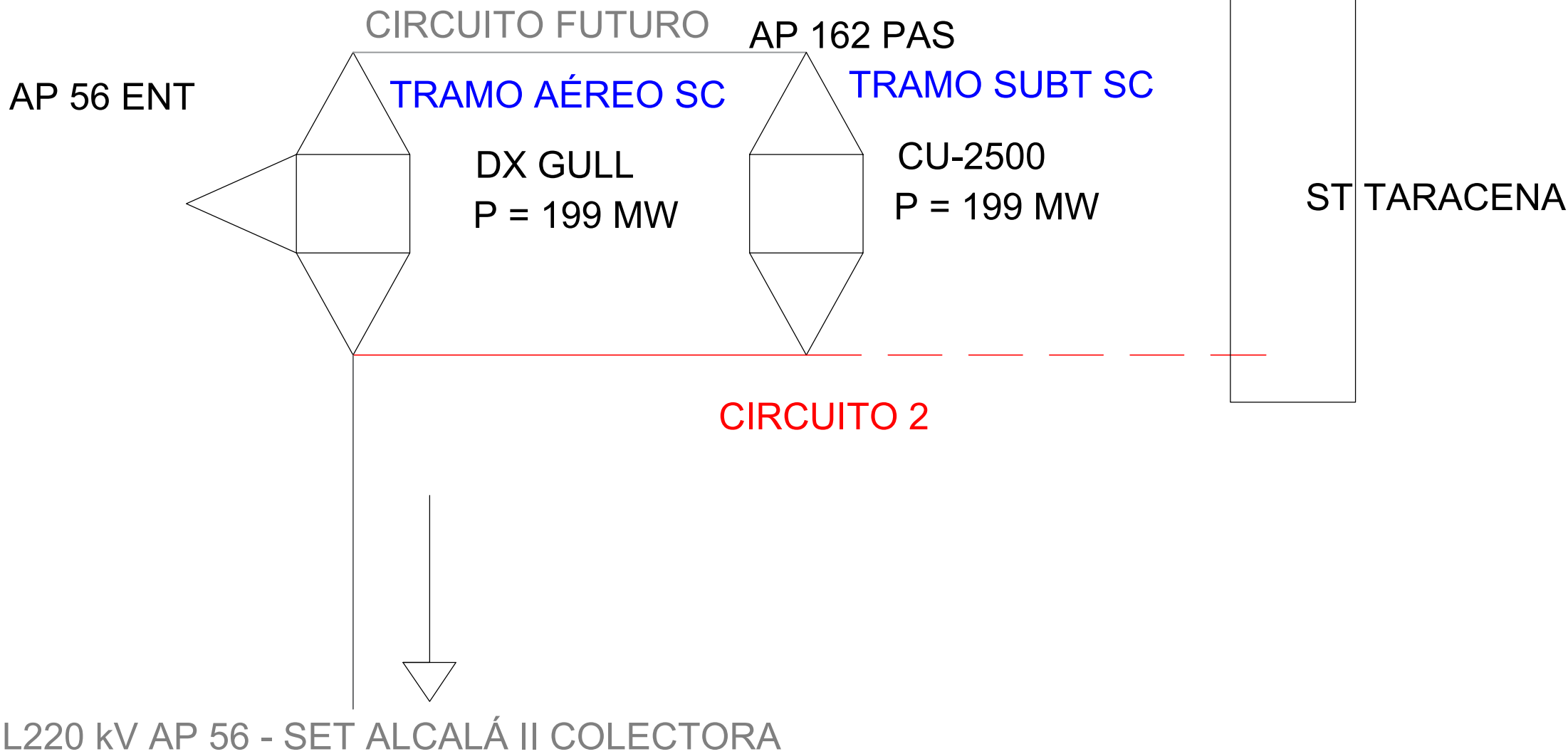
Para conjunto con N° Ref For assy with N° Code			Para conjunto con N° Ref For assy with N° Code			Para conjunto con N° Ref For assy with N° Code		
Min	Max	mm	Min	Max	mm	Min	Max	mm
C30001	C30005	110	C30056	C30057	180	C30100	-	280
C30006	-	120	C30058	C30059	200	C30101	C30106	230
C30007	-	110	C30060	C30061	230	C30107	-	250
C30008	C30017	140	C30062	C30065	200	C30108	C30109	230
C30018	C30019	170	C30066	-	230	C30110	-	250
C30020	C30022	140	C30068	C30070	200	C30111	C30112	230
C30023	-	170	C30071	-	230	C30113	-	250
C30024	C30025	140	C30072	C30073	250	C30114	-	280
C30026	C30030	170	C30074	-	200	C30115	C30116	230
C30031	C30032	180	C30075	-	230	C30117	-	250
C30033	-	170	C30076	-	250	C30118	C30119	230
C30034	-	180	C30077	C30080	200	C30120	-	250
C30035	C30038	170	C30081	-	230	C30121	-	280
C30039	-	180	C30082	C30085	200	C30122	-	250
C30040	-	200	C30086	-	230	C30123	C30124	280
C30041	C30042	180	C30087	-	280	C60001	C60004	140
C30043	C30044	200	C30088	-	230	C60005	C60007	170
C30045	C30048	180	C30089	C30090	280	C60008	C60009	180
C30049	-	230	C30091	C30093	230	C60010	C60011	200
C30050	C30052	180	C30094	-	280	C60012	C60016	230
C30053	-	200	C30095	C30098	230	C60017	C60022	250
C30054	C30055	230	C30099	-	250	C60023	C60025	280

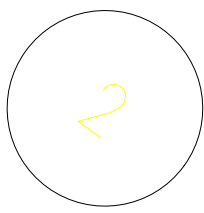
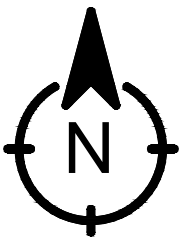


MODELO	Rango CABLE	A (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	Tornillería	Par Apriete (Nm)
SP-1 / 23-26 / 400	23 -26	23	26	1.345	M-12	49

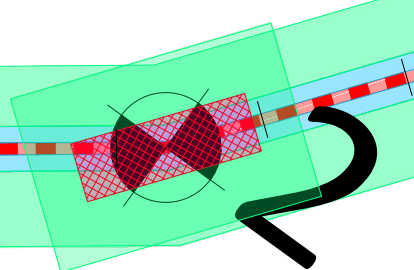
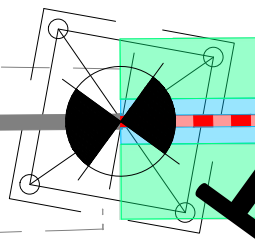
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DEL ICAI Dr. Inmaculada Blázquez García Matrícula N° 3694/2924	osprei PROMOTOR: 	ESCALA:	S/E	SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN					
		TAMAÑO:	A4	TÍTULO DEL PLANO: SEPARADORES - DUPLEX					
		TÍTULO DEL PROYECTO: L/220 kV ST TARACENA - AP 56			Nº HOJA			Rev.	
					01 de 01			R0	
					NÚMERO DEL PLANO:				
					CIS-005.053.23_0-1012				
					00	JUNIO 2023	DMM	DMM	IEG
			Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	

L/220 KV ST TARACENA - AP 56

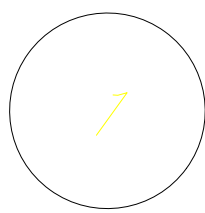




Ap-162 PAS

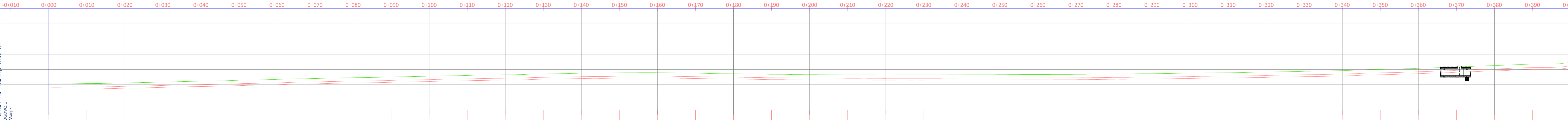


CE-01



19900C50300204

19900C50300206



CAMARA DE
EMPALME-1

Nota: La profundidad de las redes existentes se determinará en fase de construcción mediante cata o georradar.

Ingeniera Industrial y del ICAI

Dña. M. Inmaculada Blázquez García
Colegiada Nº 3694/2924

00	JUNIO 2023	CRM	CRM	FVC	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

LEYENDA TRAZADO:



OCUPACIÓN TEMPORAL



TRAZADO AEREO EN PROYECCION



ZONA DE SEGURIDAD



APOYO



TRAZA SUBTERRÁNEA



PERFORACIÓN DIRIGIDA



CÁMARA EMPLAME. OCUPACIÓN TEMPORAL



CÁMARA EMPALME. OCUPACIÓN PERMANENTE



OCUPACIÓN TEMPORAL CANALIZACIÓN



SERVIDUMBRE DE CANALIZACIÓN



SERVIDUMBRE PERF. DIRIGIDA



OCUPACIÓN TEMPORAL PERF. DIRIGIDA



NUMERACIÓN DE PARCELAS



4



0.8



5

1.1

1.1

INGENIERÍA:

osprél

ESCALA: 1/2500

TAMAÑO: A1

SITUACIÓN:

PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA Y PERFIL SUBTERRÁNEO

PROMOTOR:

IGNIS

TÍTULO DEL PROYECTO:

L/220 kV ST TARACENA - AP 56

Nº HOJA

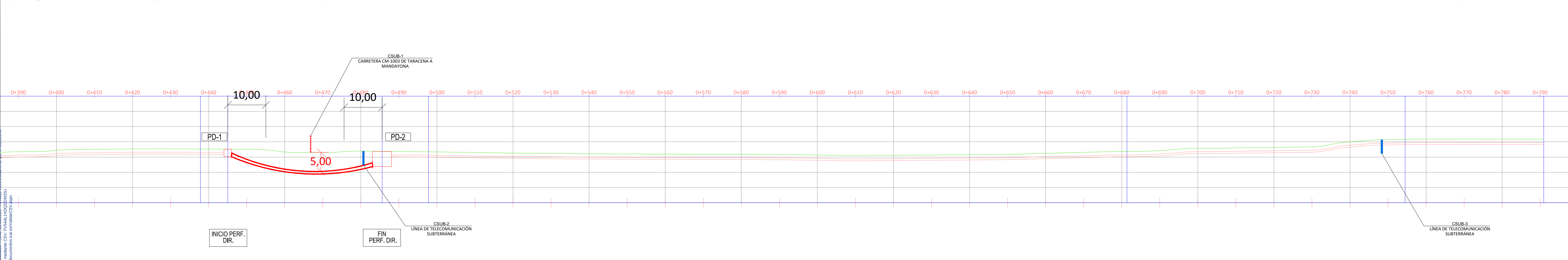
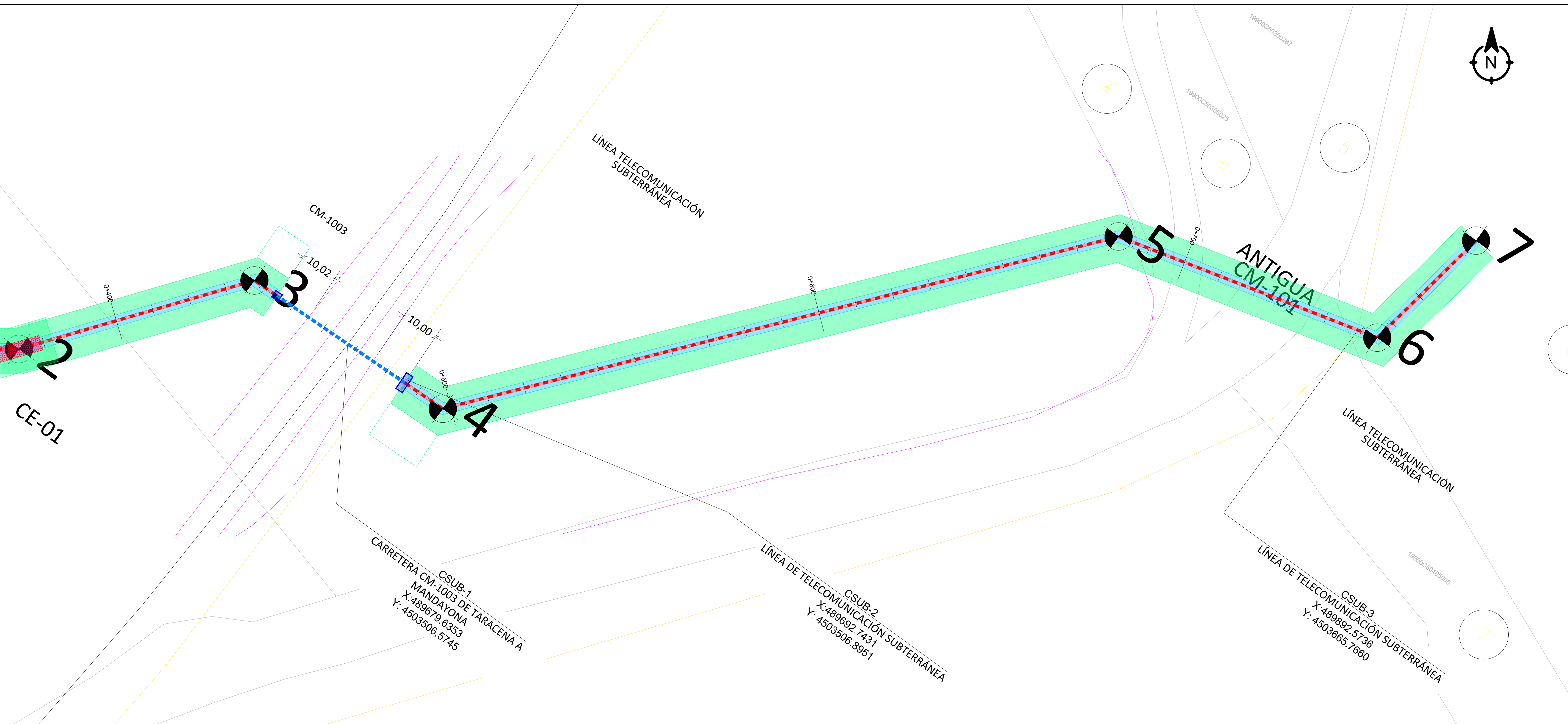
01 de 02

Rev.

R0

NÚMERO DEL PLANO:

CIS-005.053.23_0-1015



Nota: La profundidad de las redes existentes se determinará en fase de construcción mediante cata o georradar.

Ingeniera Industrial y del ICAI

Dña. M. Inmaculada Blázquez García

Colegiada Nº 3694/2924

00	JUNIO 2023	CRM	CRM	FVC	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

LEYENDA TRAZADO:

OCUPACIÓN TEMPORAL

TRAZADO AEREO EN PROYECCIÓN

ZONA DE SEGURIDAD

APOYO

TRAZA SUBTERRÁNEA

PERFORACIÓN DIRIGIDA

CÁMARA EMPLAME. OCUPACIÓN TEMPORAL

CÁMARA EMPALME. OCUPACIÓN PERMANENTE

OCUPACIÓN TEMPORAL CANALIZACIÓN

SERVIDUMBRE DE CANALIZACIÓN

SERVIDUMBRE PERF. DIRIGIDA

OCUPACIÓN TEMPORAL PERF. DIRIGIDA

XX

NUMERACIÓN DE PARCELAS

4

0.8

5

1.1

1.1

INGENIERÍA:

osprél

ESCALA:

1/2500

TAMAÑO:

A1

PROMOTOR:

IGNIS

SITUACIÓN:

PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA Y PERFIL SUBTERRÁNEO

TÍTULO DEL PROYECTO:

L/220 kV ST TARACENA - AP 56

Nº HOJA

02 de 02

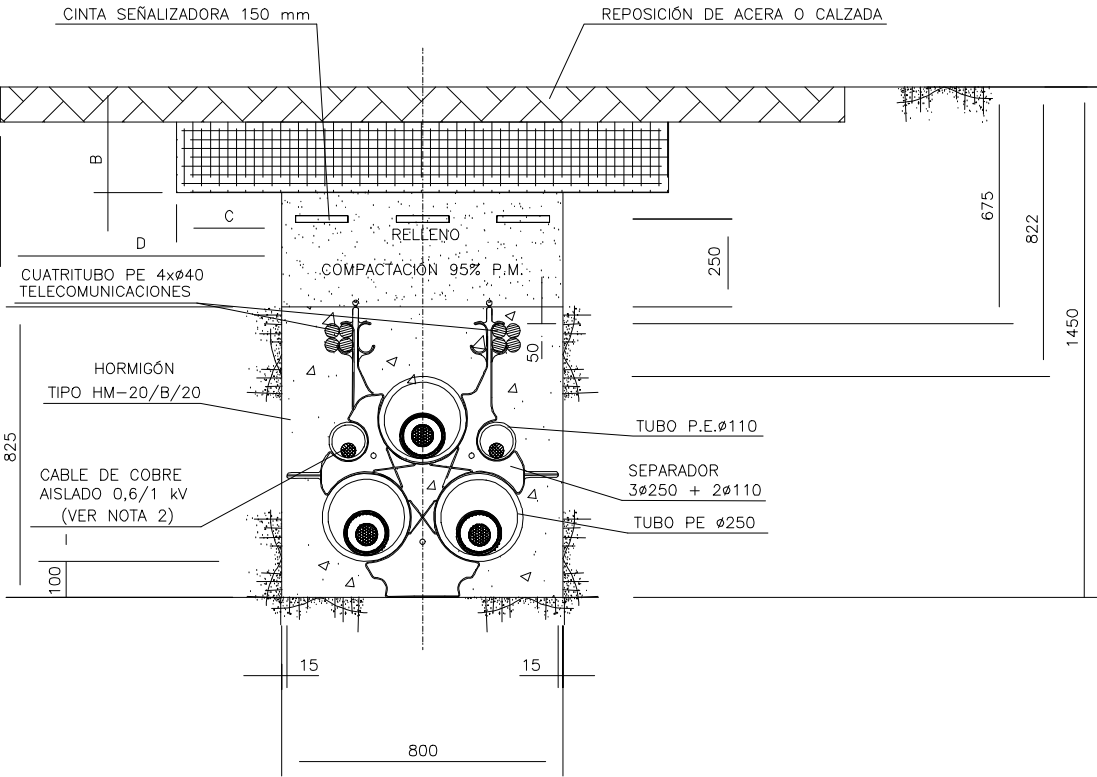
Rev.

R0

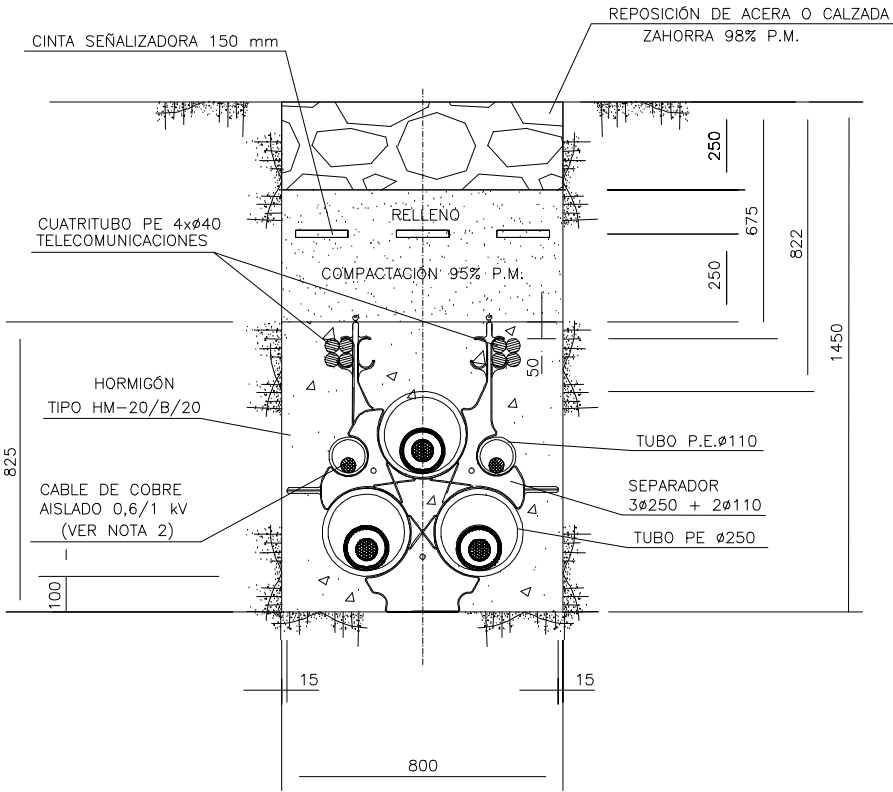
NÚMERO DEL PLANO:

CIS-005.053.23_0-1015

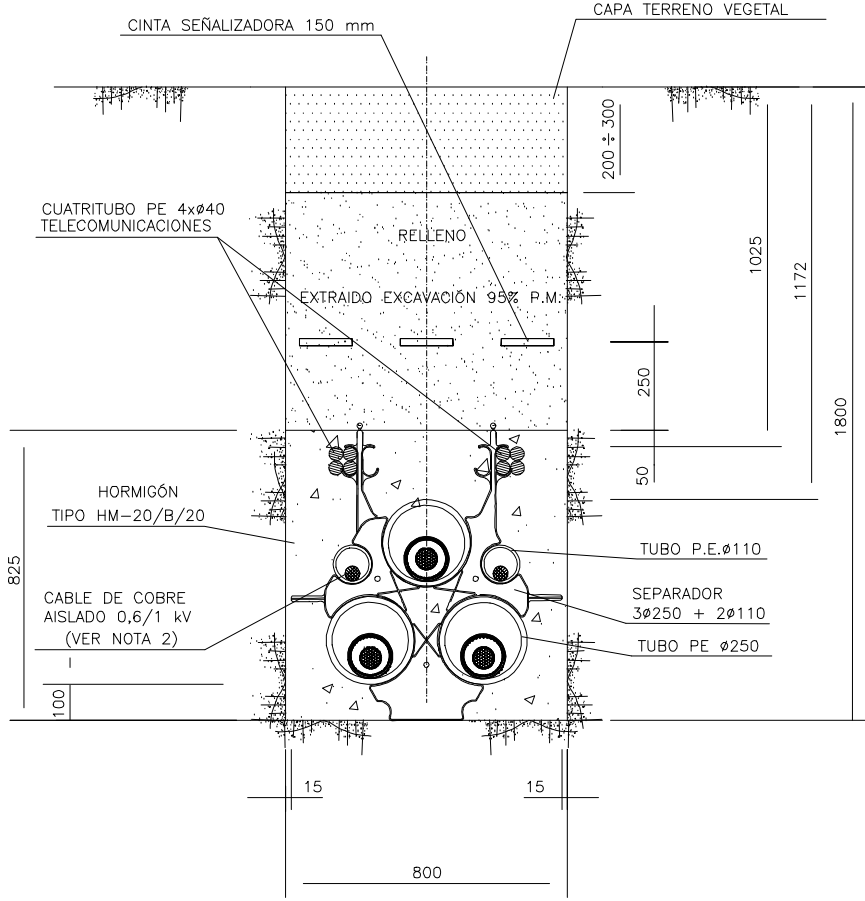
CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA



CANALIZACIÓN EN CAMINO DE TIERRA



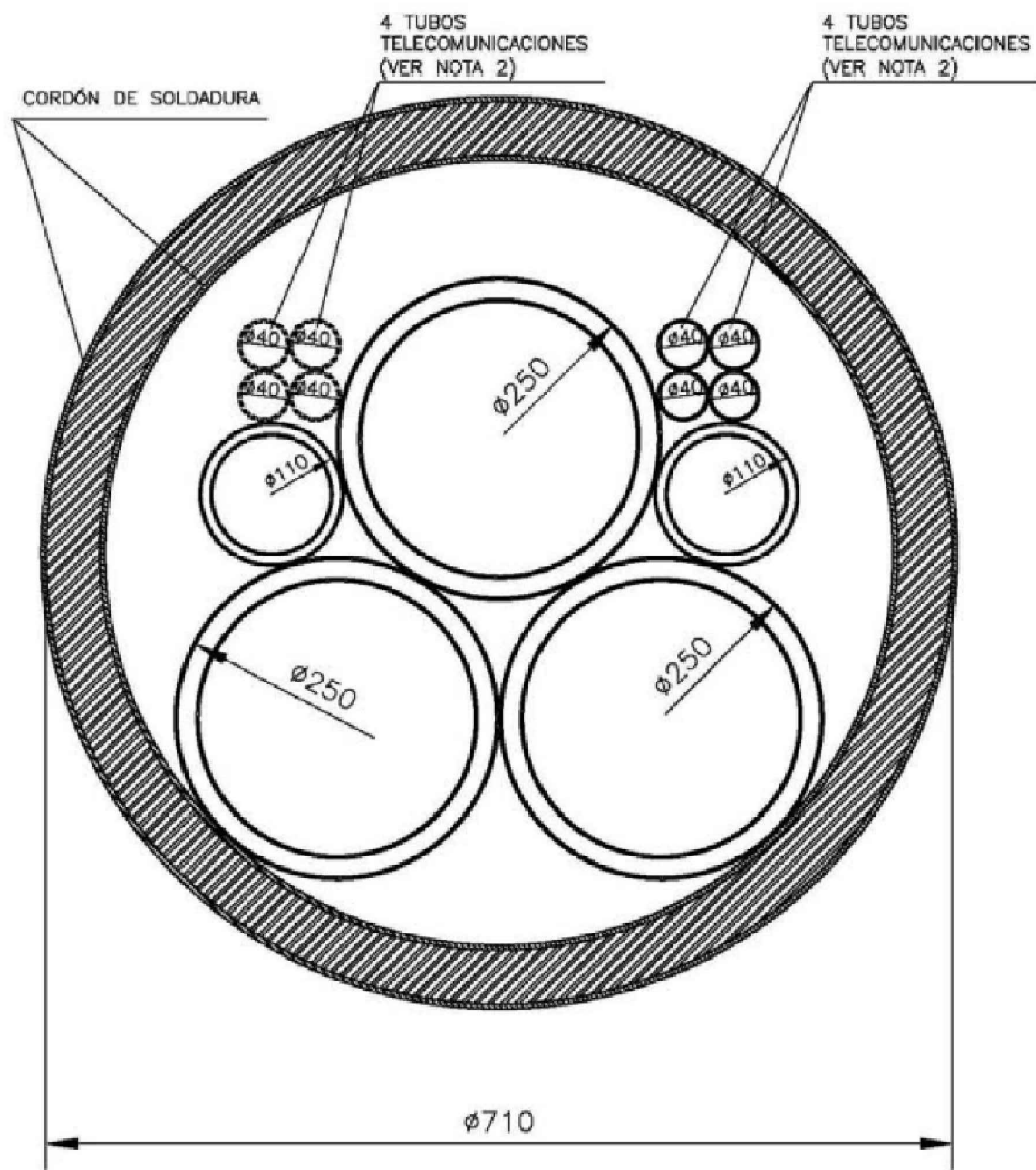
CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO



NOTAS:

- 1.- La reposición del firme existente en la canalización en calzada o acera se efectuará de acuerdo con disposiciones de los municipios y demas organismos afectados definiendose las cotas "A", "B", "C" y "D".
- 2.- En el caso de conexión a tierra de las pantallas "Single-Point" se realizará la transposición de los dos tubos Ø110 mm en el 50% del recorrido, por encima del tubo de Ø250 mm en una longitud de 6 m.
- 3.- Radio de curvatura mínimo de la canalización 12,5 m.
- 4.- En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de Ø10 mm. y carga de rotura ≥ 10 kN. En cada tubo del cuatritubo de telecomunicaciones la cuerda de nylon será de Ø6 mm. y carga de rotura $\geq 7,5$ kN.
- 5.- El separador de los conductores de fase 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.
- 6.- El cuatritubo de telecomunicaciones será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm, presión nominal 10 bar y coeficiente rozamiento menor 0,08.
- 7.- El cuatritubo de telecomunicaciones se instalará en una única pieza (sin empalmes) entre las arquetas dobles de telecomunicaciones, siendo pasante en las arquetas sencillas.
- 8.- El corte del cuatritubo de telecomunicaciones en el interior de las arquetas dobles de telecomunicaciones se realizará a 30 cm. de la pared interior.

SECCIÓN PERFORACIÓN
HORIZONTAL DIRIGIDA



SECCIÓN TERNA

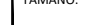
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO n°: 0454/23. Fecha: 28/06/2023. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FV54AL1XD0GDWZIU. Autenticidad verificable a través de la página: <https://gestordocumentos.ica.es/ValidarCSV.aspx>

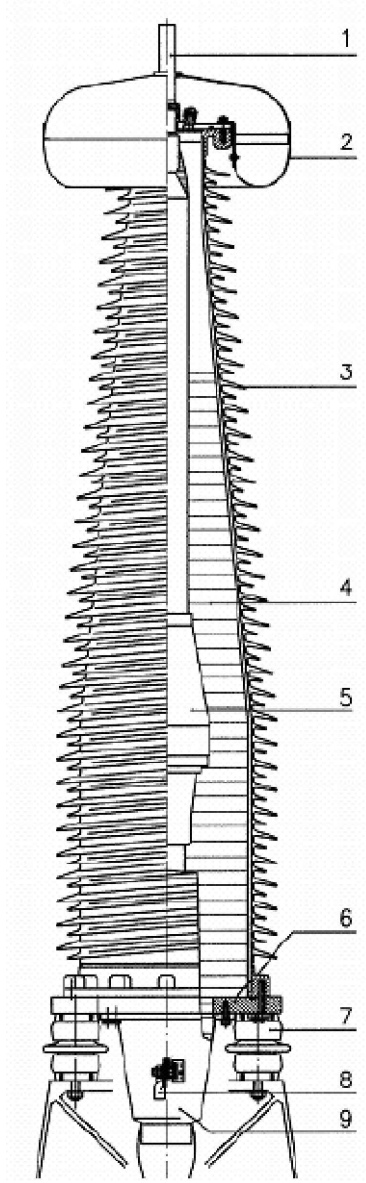
Ingeniera Industrial y del ICAI Inmaculada Blázquez García Colegiada Nº 3694/2924						
	00	JUNIO 2023	DMM	DMM	IEG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	

oeprai	ESCALA: 1/25	SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	TAMAÑO: A3	TÍTULO DEL PLANO: SECCIÓN TRANSVERSAL-PERFORACIÓN DIRIGIDA			
PROMOTOR:	TÍTULO DEL PROYECTO:				Nº HOJA 02 de 02 Rev. R0
IGNIS				L/220 kV ST TARACENA - AP 56	NÚMERO DEL PLANO: CIS-005.053.23_0-1016



00	JUNIO 2023	DMM	DMM	IEG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

	ESCALA: INDICADAS	SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	TAMAÑO: A3	TÍTULO DEL PLANO: SEPARADORES SUBTERRÁNEA		
PROMOTOR: 	TÍTULO DEL PROYECTO: L/220 kV ST TARACENA - AP 56		Nº HOJA 01 de 01	Rev. R0
			NÚMERO DEL PLANO: CIS-005.053.23_0-1017	



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MODELO		I	II	III	IV	V
Tensión máxima	kV	245	245	245	245	245
Golpe de tensión 1.2/50 μ s	kV	1050	1050	1050	1050	1050
Línea nominal de fuga	mm	5400	6200	7700	9800	12250
Línea de fuga específica	mm /kV	22.0	25.3	31.4	40.0	50.0

Sección máxima	mm ²	2500	2500	2500	2500	2500
Ø máx. sobre el aislante	mm	115	115	115	115	115
Peso total apróx.	Kg	480	540	530	670	830

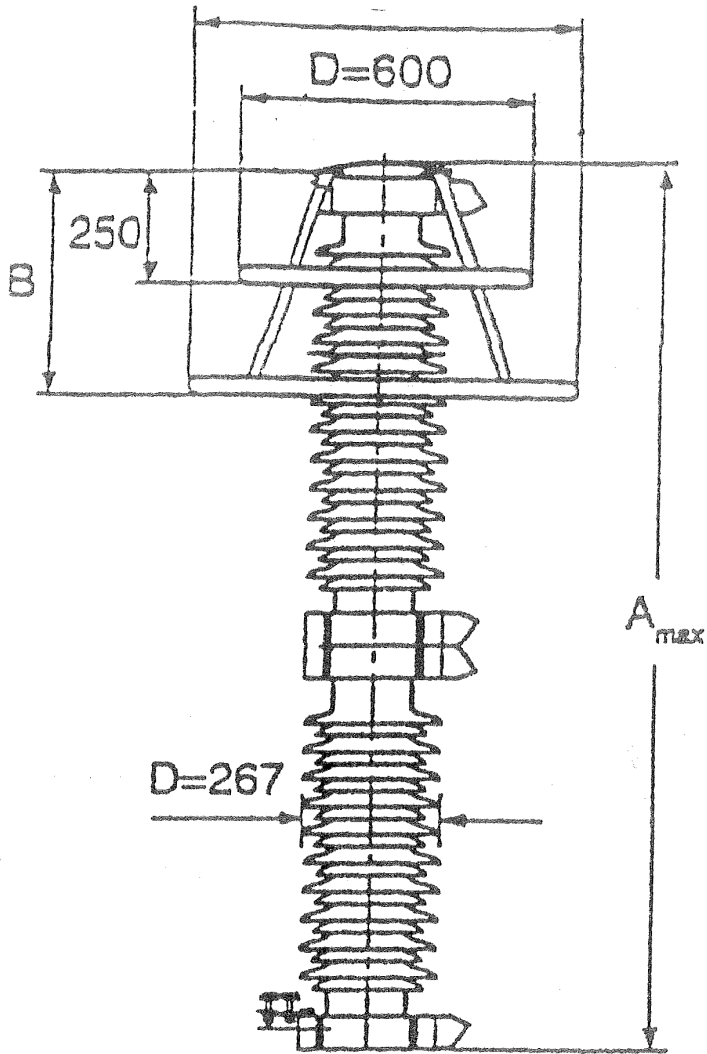
A	mm	2770	3070	2770	3405	4150
B	mm	2460	2760	2460	3095	3840
□ C	mm	560	560	560	560	560
□ D	mm	620	620	620	620	620
∅ E	mm	20	20	20	20	20
∅ F	mm	60	60	60	60	60
G	mm	110	110	110	110	110
∅ H	mm	520	520	520	520	520

PARTES

1 Vástago de conexión aérea
2 Deflector de tensión
3 Aislador exterior
4 Fluido aislante de relleno
5 Cono premoldeado de control de campo
6 Base soporte
7 Aislador soporte cerámico
8 Conexión toma de tierra
9 Boca de entrada de cable

Inmaculada Blázquez García Colegiada Nº 3694/2924						
	00	JUNIO 2023	DMM	DMM	IEG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	

TENSIÓN ASIGNADA (kV)		TENSIÓN DEL SISTEMA (kV)	A max. (mm)	B (mm)	C (mm)	DIST. DE FUGA (mm)	PESO (Kg)
132-168	AH	170	2035	400	800	5005	135
132-168	AV	170	2155	400	800	5430	145
180-210	AM	245	2035	400	800	5005	150
180-228	AH	245	2565	550	900	6780	170
216-276	AM	300	2565	550	900	6780	175



oeprél	ESCALA: S/E	SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	TAMAÑO: A3	TÍTULO DEL PLANO: PARARRAYOS	
PROMOTOR:	TÍTULO DEL PROYECTO:		Nº HOJA 01 de 01 Rev. R0
IGNIS		L/220 kV ST TARACENA - AP 56	NÚMERO DEL PLANO: CIS-005.053.23_0-1019

The CLICK-FIT Sheath Interruption Joint is designed to connect two extruded high voltage cables in systems with cross bonding and/or single point bonding application.

- ☐ One piece pre-moulded rubber CLICK-FIT Joint insulator, with integrated screen interruption
- ☐ Factory tested
- ☐ Plug-in connection system
- ☐ Solid insulation (no gas or liquid insulating medium)
- ☐ Protective watertight covering
- ☐ Easy installation
- ☐ Maintenance free

Joint casing includes:

- ☐ Tinned copper casing with epoxy insulating ring
- ☐ Polymeric outer sheath (waterproof tape layer and heat shrinkable tube)
- ☐ Connections for single core bonding cables (connection with concentric bonding cable on request)

Available as additional option:

- ☐ Polymeric coffin box
- ☐ Filling compound (bituminous or two component)
- ☐ Connection for concentric bonding cable (connections with single core bonding cables on request)

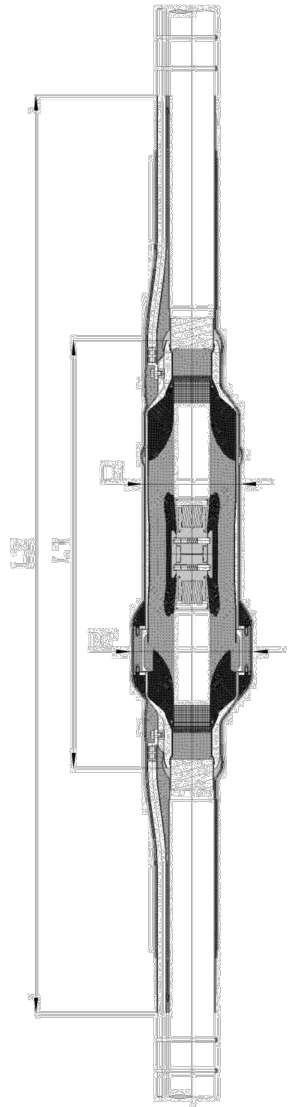
- ❑ Factory tested rubber joint insulator
- ❑ Screen interruption integrated in the joint insulator
- ❑ Metal coupling bush inside joint insulator for mechanical connection of prepared cable ends
- ❑ CLICK-FIT plug-in conductor connection

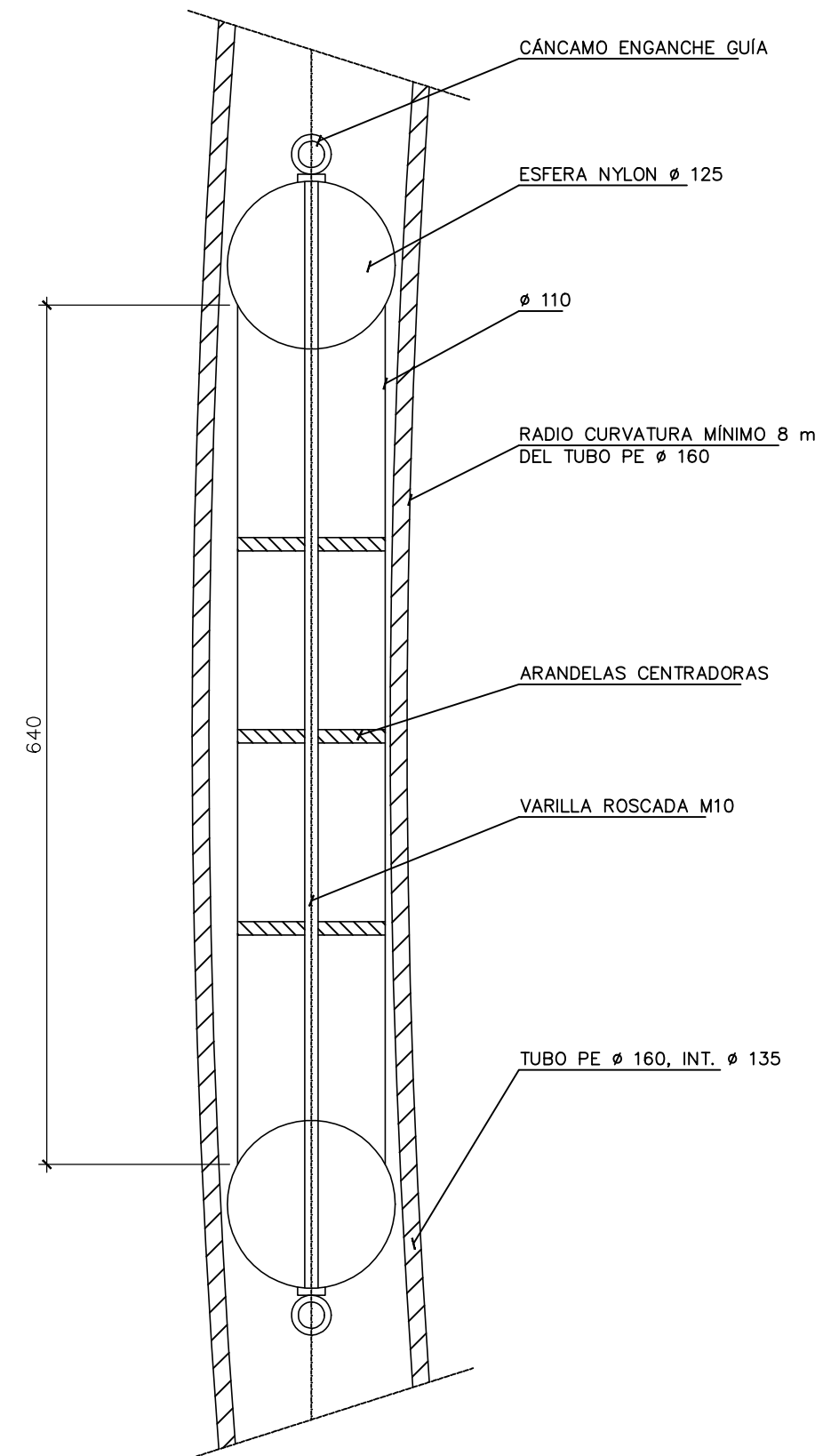
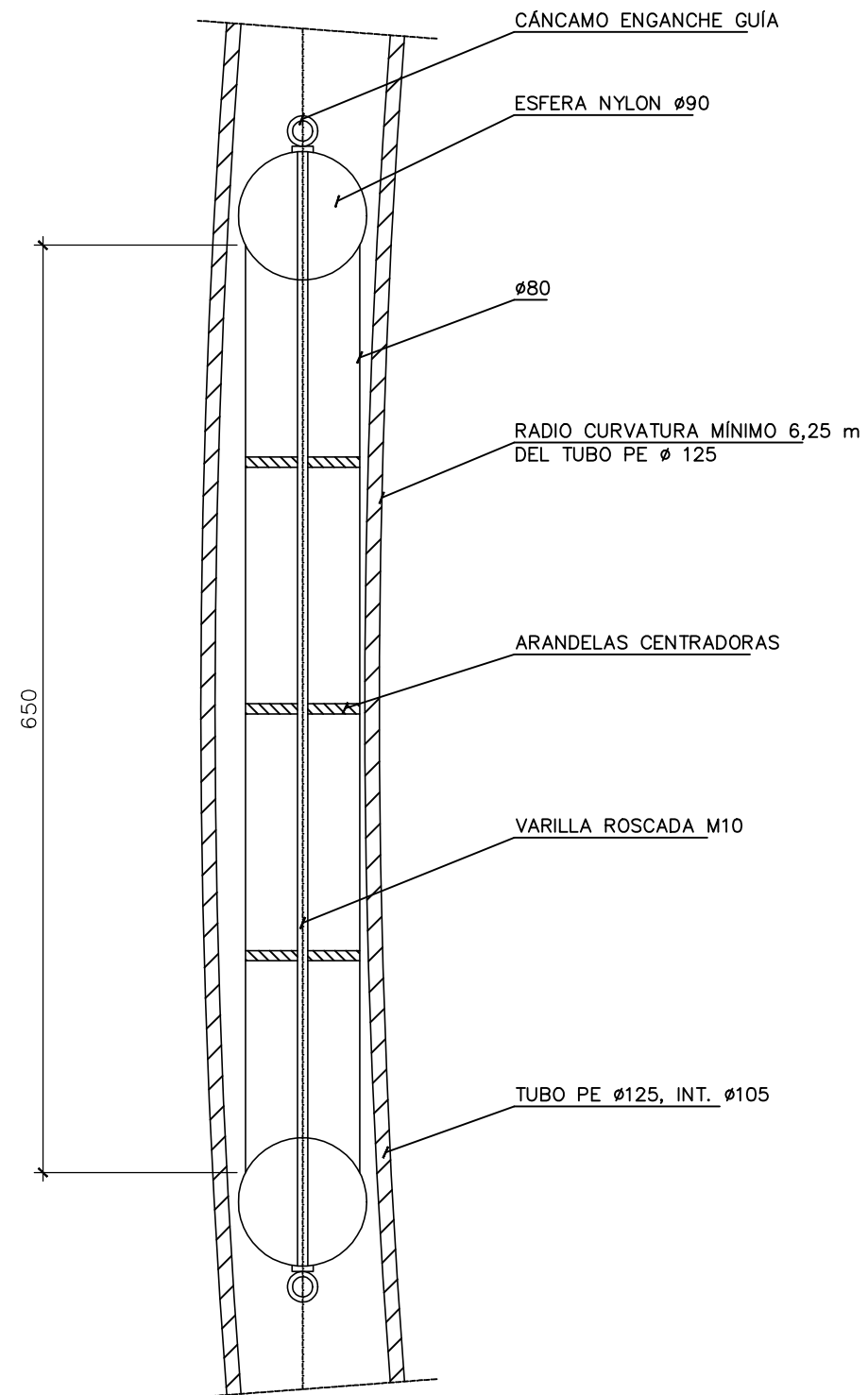
- Connections possible between different conductor sizes within applicable range (asymmetric joint)
- Integration of optical fibers within the copper casing
- Integration of PD sensor

□ Maximum system voltage	: 245 kV
□ Aluminum round solid conductor	: 400 - 2500 mm ²
□ Aluminum round stranded or Milliken conductor	: 400 - 2500 mm ²
□ Copper round stranded or Milliken conductor	: 400 - 2500 mm ²
□ Maximum cable insulation diameter (prepared)	: 117 mm

□ Conditions	: Protected against rain and dust
□ Installation	: By certified / trained jointers only
□ Installation temperature	: min 0 °C / max 40 °C
□ Ambient operating temperature	: min -60 °C / max +50 °C

Conductor [mm ²]	L1 [mm]	L2 [mm]	D1 Ø [mm]	D2 Ø [mm]
400 to 2500 Cu/Al	1200	2400	270	340





NOTAS.:
1.- COTAS EXPRESADAS EN MILIMETROS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO n°: 0454/23. Fecha: 28/06/2023. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FV54AL1XDQGDWZIU
Autenticidad verificable a través de la página: <https://gestordocumentos.icaies/ValidarCSV.aspx>

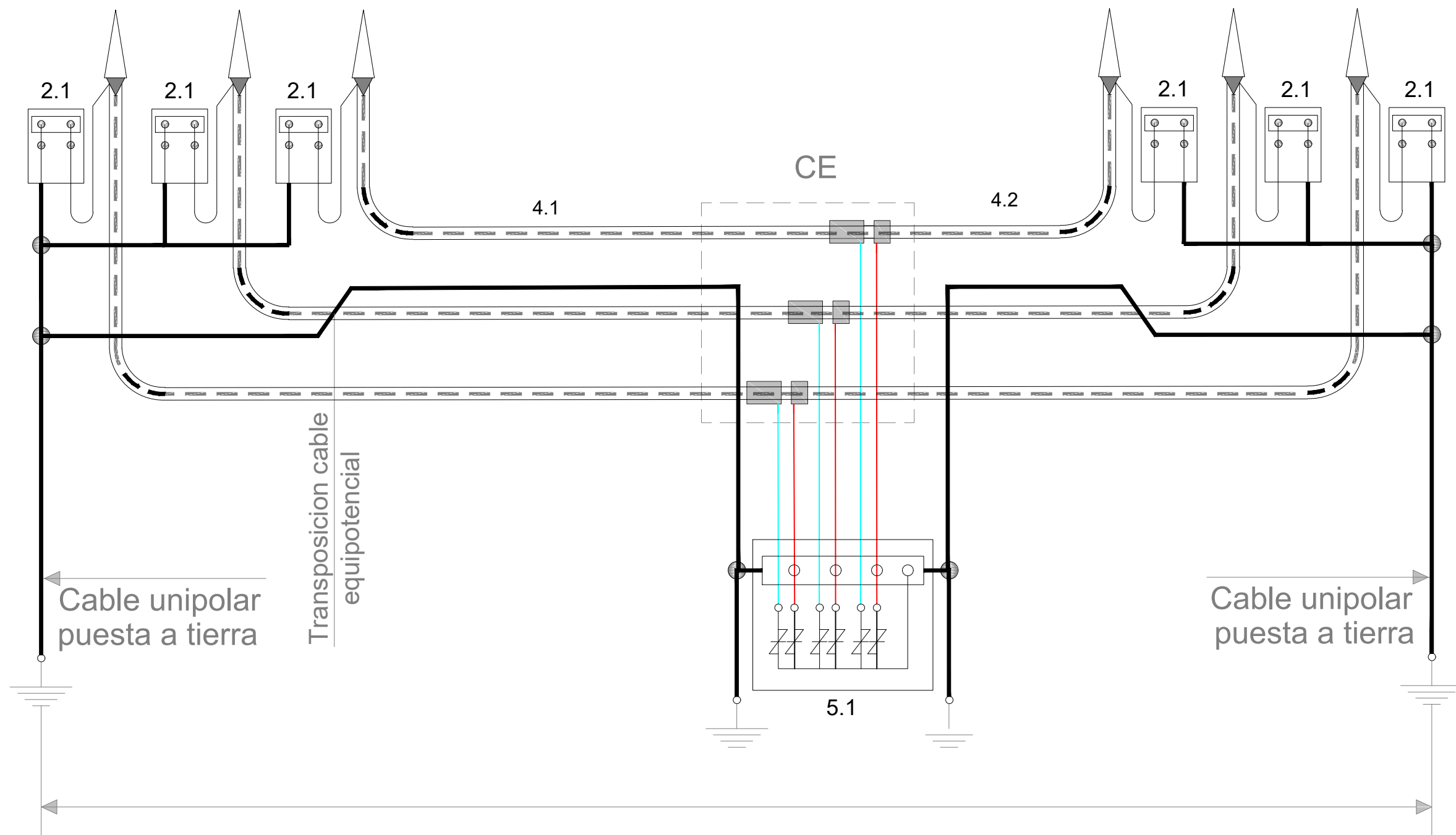
 COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN Doc. Inmaculada Blázquez García Matr. Colegiada N° 3694/2924	Escuela Industrial y del ICAI						 ESCALA: 1/5 TAMAÑO: A3 SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN TÍTULO DEL PLANO: MANDRIL										PROMOTOR:  TÍTULO DEL PROYECTO: L/220 kV ST TARACENA - AP 56				Nº HOJA 01 de 01		Rev. R0	
	00	JUNIO 2023	DMM	DMM	IEG	MIBG																		
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado																		

1.1 1.1 1.1

1.1

1.1

1.1



1.1

1.1

1.1

CE

4.1

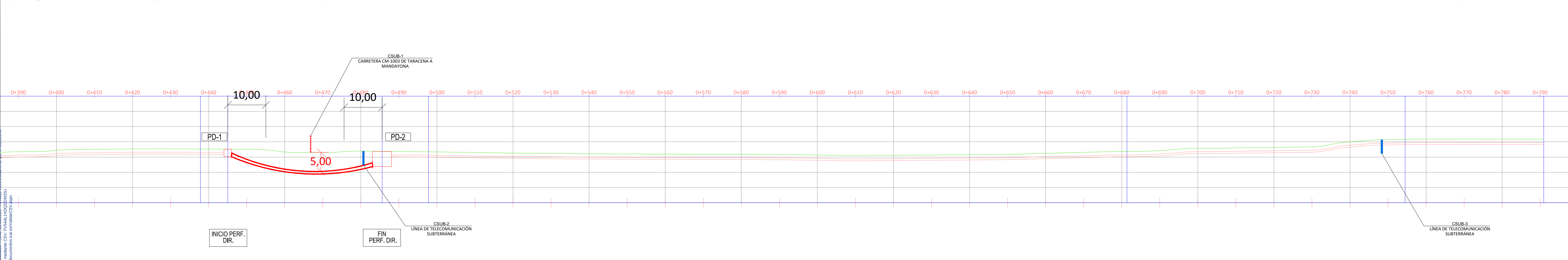
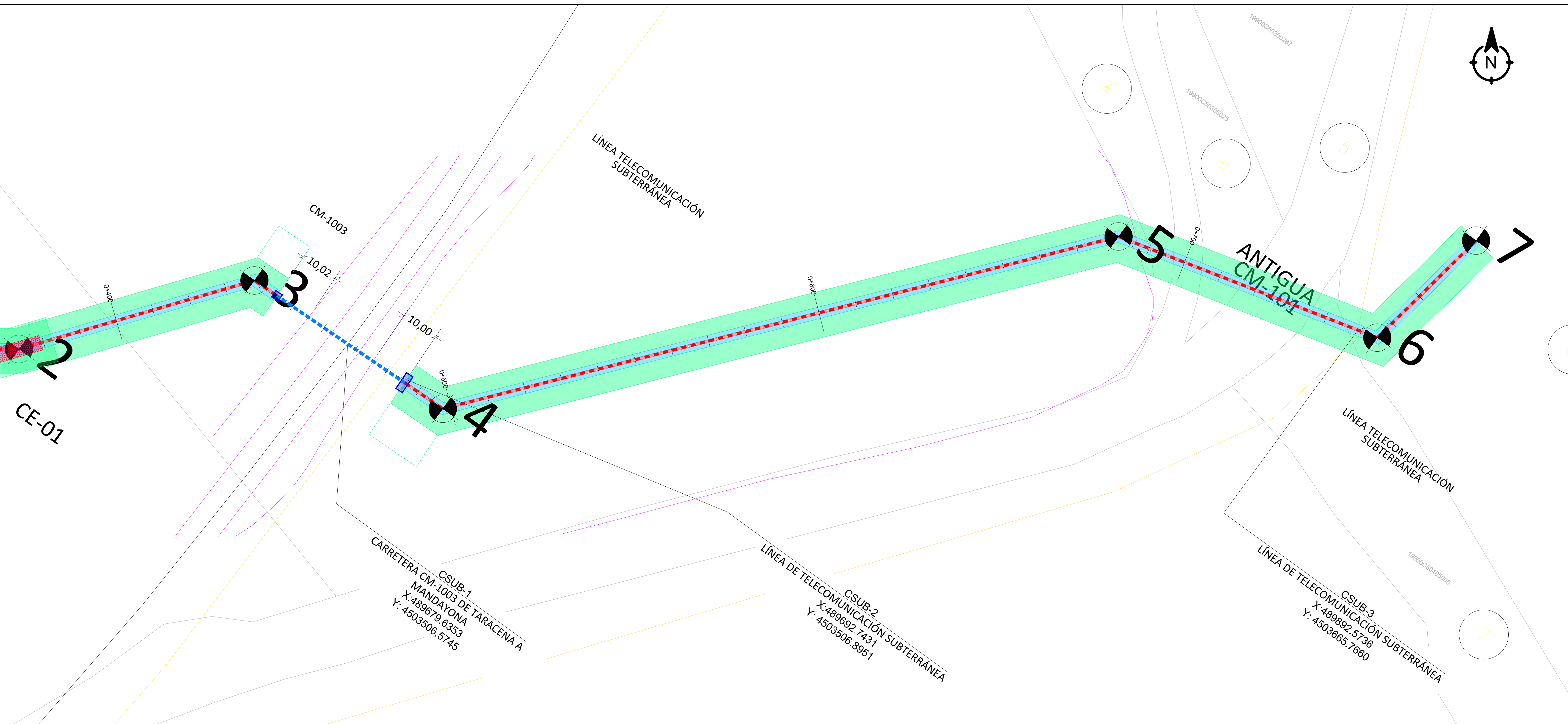
4.2

5.1

Conexión "Mid-Point"

3.1	CAJA TRIPOLAR PAT DIRECTA Y CON DESCARGADORES
2.1	CAJA UNIPOLAR PUESTA A TIERRA DIRECTA
1.1	TERMINAL EXTERIOR
REF.	DESIGNACIÓN
	ACCESORIOS

4.1	RHZ1 127/220kV 1x2500 M T375AL	1x2500 CU / 220 kV	396 m
4.2	RHZ1 127/220kV 1x2500 M T375 AL	1x2500 CU / 220 kV	395 m
REF.	TIPO	SEC./TENSIÓN	LONGITUD
CABLE CIRCUITO			



Nota: La profundidad de las redes existentes se determinará en fase de construcción mediante cata o georradar.

Ingeniera Industrial y del ICAI

Dña. M. Inmaculada Blázquez García

Colegiada Nº 3694/2924

00	JUNIO 2023	CRM	CRM	FVC	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

LEYENDA TRAZADO:

OCUPACIÓN TEMPORAL

TRAZADO AEREO EN PROYECCIÓN

ZONA DE SEGURIDAD

APOYO

TRAZA SUBTERRÁNEA

PERFORACIÓN DIRIGIDA

CÁMARA EMPLAME. OCUPACIÓN TEMPORAL

CÁMARA EMPALME. OCUPACIÓN PERMANENTE

OCUPACIÓN TEMPORAL CANALIZACIÓN

SERVIDUMBRE DE CANALIZACIÓN

SERVIDUMBRE PERF. DIRIGIDA

OCUPACIÓN TEMPORAL PERF. DIRIGIDA

XX

NUMERACIÓN DE PARCELAS

4

0.8

5

1.1

1.1

INGENIERÍA:

osprél

ESCALA:

1/2500

TAMAÑO:

A1

PROMOTOR:

IGNIS

SITUACIÓN:

PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

TÍTULO DEL PLANO:

DETALLE PERFORACION DIRIGIDA

TÍTULO DEL PROYECTO:

L/220 kV ST TARACENA - AP 56

Nº HOJA

01 de 01

Rev.

R0

NÚMERO DEL PLANO:

CIS-005.053.23_0-1024

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ANEXO Nº1: CÁLCULOS

ANEXO Nº2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO Nº3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº4: PLANOS

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1.	Justificación del estudio de seguridad y salud	4
2.	Objeto del estudio de seguridad de seguridad y salud	4
3.	Características de la obra	4
3.1.	Características generales	4
4.	Prescripciones especiales	4
4.1.	Relación de cruzamientos, paralelismos y organismos afectados	4
4.2.	Presupuesto previsto	5
4.3.	Plazo de ejecución.....	5
4.4.	Personal previsto.....	5
4.5.	Datos del emplazamiento	5
4.6.	Unidades constructivas que componen la obra.....	5
4.7.	Equipos técnicos.....	6
4.8.	Medios auxiliares	7
4.9.	Riesgos inherentes a la obra	7
5.	Descripción de la obra.....	8
5.1.	Identificación de riesgos	8
5.2.	Estimación del riesgo	9
5.3.	Valoración y control de los riesgos	9
6.	Señalización, servicios sanitarios y comunes	9
6.1.	Señalización.....	9
6.2.	Servicios sanitarios.....	9
6.3.	Servicios higiénicos	10
7.	Pliego de condiciones.....	10
7.1.	Normativa y reglamentación aplicable	10
7.2.	Preinscripciones de utilización y mantenimiento de los equipos	13
7.3.	Empleo y conservación del material de seguridad	13
7.4.	Consulta y participación de los trabajadores	17
7.5.	Control de los trabajos	17

7.6.	Plan de seguridad y salud en el trabajo	19
7.7.	Obligaciones de contratista y subcontratista.....	19
7.8.	Obligaciones de los trabajadores autónomos.....	20
7.9.	Libro de incidencias.....	21
7.10.	Paralización de los trabajos.....	21
7.11.	Derechos de los trabajadores	21
8.	Presupuesto	21
8.1.	Protecciones colectivas.....	21
8.2.	Protecciones personales	22
8.3.	Formación y medicina preventiva.....	23
8.4.	Control de la seguridad	23
9.	Anexo I. Identificación de riesgos	25
10.	Anexo II. Estimación de riesgos	41
11.	Anexo III. Representación de detalle de los elementos de seguridad	57

1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/97 “Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción” en su artículo 4 establece la obligatoriedad de redactar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos en los que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose como tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En todos aquellos proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos anteriores, será obligatorio la elaboración de un estudio básico de seguridad y salud.

2. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El objeto de este Estudio de Seguridad y Salud es analizar los trabajos que deben realizarse en la obra proyectada, para la detección y evaluación de todos los riesgos para la salud de los trabajadores y de personas ajenas, proponiendo medidas preventivas que eliminen dichos riesgos o minimicen las consecuencias de los mismos.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las obras objeto de este Estudio de Seguridad y Salud son las necesarias para la ejecución de la línea “L/220kV ST TARACENA - AP 56”

Esta línea tiene una longitud total de **0,891 km**, dividida en **0,1 km** en aéreo y **0,791 km** en soterrado

4. PRESCRIPCIONES ESPECIALES

4.1. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se muestra un resumen de los cruzamientos de la línea, así como sus organismos afectados.

Tramo subterráneo

Cruzamiento	Vértice Inicio	Vértice Fin	Cruzamientos	Organismos Afectados	Coordenadas Xutm	Coordenadas Yutm
TRAMO subterráneo						
C _{LSAT} -1	3	4	Carretera CM-1003 de Taracena a Mandayona	Consejería de Fomento del Gobierno de Castilla La Mancha	489679.6353	4503506.5745
C _{LSAT} -2			Línea de Telecomunicación Subterránea	Telefónica, S.A.	489692.7431	4503506.8951
C _{LSAT} -3	5	6	Línea de Telecomunicación Subterránea	Telefónica, S.A.	489892.5736	4503665.7660

4.2. PRESUPUESTO PREVISTO

El presupuesto previsto de la obra de referencia asciende a **1.267.639,75 € euros**.

4.3. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de la obra es de **3 meses para el tramo aéreo y 3 meses para el tramo soterrado**.

4.4. PERSONAL PREVISTO

El volumen total de mano de obra asciende a **132 jornadas de trabajo**, empleándose un máximo en obra de 25 trabajadores.

4.5. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO

Tal como se muestra en el plano de situación la instalación está ubicada en la provincia de Guadalajara, y discurre por el término municipal de Guadalajara.

El emplazamiento exacto queda reflejado en el DOCUMENTO Nº4: PLANOS

4.6. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Línea aérea:

- Ejecución línea eléctrica aérea
- Replanteo

- Ejecución de accesos a zona de apoyos
- Ejecución de excavación para apoyos
- Colocación y nivelación de tramo de anclaje
- Hormigonado del tramo de anclaje
- Descarga de elementos constituyentes de los apoyos
- Montaje de elementos constituyentes de los apoyos
- Izado del apoyo y colocación en cimentación
- Hormigonado de apoyos
- Instalación de cadena de aisladores
- Tendido cuerda guía
- Tendido de cable
- Tensado de cable
- Engrapado

Línea subterránea:

- Ejecución línea eléctrica subterránea
- Replanteo de canalización
- Adecuación de accesos.
- Acopio y clasificación de materiales
- Excavación de la zanja
- Colocación de tubos en la canalización
- Hormigonado de la zanja
- Mandrilado de la canalización
- Tendido de conductores
- Confección de empalmes (si aplica) y terminales
- Señalización
- Limpieza de áreas afectadas
- Restauración de terrenos

4.7. EQUIPOS TÉCNICOS

Como equipos para la ejecución de las obras se han considerado los siguientes:

- Todo terreno
- Bulldozer

- Rodillo vibrante autopropulsado
- Retroexcavadora
- Camión para movimiento de tierras
- Camión grúa
- Camión hormigonera
- Vibrador
- Grupo electrógeno
- Grúa autopropulsada

4.8. MEDIOS AUXILIARES

Como medios auxiliares para la ejecución de las obras se han considerado los siguientes:

- Escaleras de mano
- Eslingas
- Tambor de recogida
- Tambor con freno
- Roldanas
- Engrapadora

4.9. RIESGOS INHERENTES A LA OBRA

Los riesgos más comunes en las obras son los que se relacionan a continuación:

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome
- Caída de objetos por derrumbamiento
- Caída de herramientas
- Caída por objetos desprendidos
- Pisada sobre objetos punzantes
- Choques contra objetos móviles
- Choques contra objetos inmóviles
- Golpes y cortes por objetos
- Golpes y cortes por herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por un objeto o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria

- Sobreesfuerzos
- Exposición o contactos con temperaturas extremas
- Contactos térmicos
- Exposición o contactos por corrientes eléctricas
- Exposición o contactos con sustancias nocivas
- Inhalación o ingestión de sustancias nocivas
- Contactos con sustancias causticas
- Exposición a radiaciones
- Explosiones
- Incendios
- Atropellos con vehículos
- Golpes con vehículos
- Desprendimiento de tierras
- Exposición al ruido
- Falta de iluminación
- Exposición a vibraciones
- Carga mental
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de vehículos a distinto nivel

5. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

5.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

5.1.1. RIESGOS LABORALES EVITABLES

Al realizar la identificación de riesgos se han calificado como evitables aquellos que, por el proceso constructivo, por la maquinaria que se utiliza, o por la adecuada formación del personal implicado no deben aparecer, y por tanto no son objeto de evaluación en la realización de este estudio.

5.1.2. RIESGOS LABORABLES INEVITABLES

Se han considerado como tales aquellos riesgos que, a pesar del proceso constructivo, la maquinaria a emplear, y la adecuada formación del personal, son inherentes a la unidad constructiva, y han de aplicarse las medidas preventivas adecuadas para el control de los mismos.

El conjunto de riesgos identificados para cada unidad constructiva en que se ha dividido la obra se encuentra en el anexo N°1 de esta Memoria.

5.1.3. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Son los que pueden afectar a personas o a cosas ajenas a la obra, en sus proximidades.

Fundamentalmente son:

- Caídas de objetos al mismo y distinto nivel
- Atropello
- Caídas de personas a distinto nivel

5.2. ESTIMACIÓN DEL RIESGO

Para los riesgos identificados se ha estimado la severidad del daño teniendo en cuenta la naturaleza de este y la probabilidad de que suceda. Dicha estimación se encuentra en el Anexo Nº2 de esta Memoria.

5.3. VALORACIÓN Y CONTROL DE LOS RIESGOS

Una vez estimado el riesgo, se ha valorado el mismo, considerándose las medidas preventivas necesarias para que el riesgo identificado pueda ser controlado.

6. SEÑALIZACIÓN, SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES

6.1. SEÑALIZACIÓN

Previo al comienzo de las obras se procederá a cerrar, señalizar y a limitar el acceso a los terrenos afectados por la obra, en los que se colocarán las señales necesarias tales como:

PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD

6.2. SERVICIOS SANITARIOS

De acuerdo a lo expuesto en el R.D. 486/1997, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se dispondrá como mínimo de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este material será revisado periódicamente y se repondrá tan pronto como caduque o sea utilizado.

Se dispondrá en lugar visible del Centro de Trabajo una lista con el teléfonos y dirección del centro médico más cercano.

6.3. SERVICIOS HIGIÉNICOS

El conjunto de las instalaciones se adecuará a lo expuesto en el R.D. 486/1997, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y como mínimo deberán contar con los elementos siguientes:

6.3.1. COMEDOR

Deberá disponer de calientacomidas, mesas y asientos con respaldo, pila de agua caliente y fría, calefacción y un cubo para desperdicios.

6.3.2. VESTUARIOS

Los vestuarios deberán disponer de asientos, además de una taquilla con cerradura por trabajador y una ducha y un lavabo con agua caliente y fría por cada diez trabajadores, disponiendo de calefacción.

6.3.3. SERVICIOS

Se dispondrá de un retrete por cada 25 trabajadores.

7. PLIEGO DE CONDICIONES

7.1. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

Se aplicará la normativa aquí descrita, y las actualizaciones a las mismas que sean aplicables.

7.1.1. ÁMBITO GENERAL

- Ley 31/1.995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborables
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Legislativo 2/2.015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 1627/1.997, de 25 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1.987, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan las instrucciones para su cumplimentación y tramitación.
- Real Decreto 1299/2.006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y salud en el trabajo.
- Orden de 9 de marzo de 1.971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo¹.
- Real Decreto 286/2.006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 60 de 11 de marzo.
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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
- Real Decreto 664/1.997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1.997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto
- Convenio de la OIT de 4 de junio de 1.986, número 162, ratificado por instrumentos de 17 de julio de 1990, sobre utilización del asbesto en condiciones de seguridad.
- Resolución de 15 de febrero de 1.997, sobre empleo de disolventes y otros compuestos que contengan benceno.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Orden de 20 de mayo de 1.952 por la que se aprueba el Reglamento de Seguridad en el Trabajo en la industria de la construcción y Obras Públicas.
- Real Decreto 863/1.985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.



- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Orden de 20 de enero de 1.956, por el que se aprueba el reglamento de seguridad en los trabajos en cajones de aire comprimido.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 363/1.995 de 10 de marzo sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.

7.1.2. EQUIPOS DE OBRA

- Real Decreto 1215/1.997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Real Decreto 836/2.003 de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria ITC MIE-AEM-2 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Real Decreto 837/2.003 de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria ITC MIE-AEM-4 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas. BOE núm. 170 de 17 de julio.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

7.1.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto 159/1.995, de 3 de febrero, en el que se modifica el marcado "CE" de conformidad y el año de colocación.

- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Diversas normas UNE en cuanto a ensayos, fabricación, adecuación del uso y catalogación de los equipos de protección individual.

7.2. PREINSCRIPCIONES DE UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

Todas las máquinas y equipos a utilizar deberán tener marcado CE. Únicamente se admitirán aquellos que no lo tengan en caso de que se haya realizado una evaluación de riesgos del mismo y se hayan instalado todas aquellas medidas preventivas que garanticen la seguridad del operario que lo utilice.

Las máquinas y equipos se utilizarán únicamente cuando se encuentren adecuadamente instalados, y en lugares que no generen nuevos riesgos a sus operarios.

El mantenimiento de máquinas y equipos deben realizarlo solamente personal acreditado, y siguiendo las indicaciones del fabricante.

Las máquinas y equipos deben ser utilizados únicamente por personal que haya sido previamente instruido en su uso, y conozcan perfectamente los peligros que pueden generar.

7.3. EMPLEO Y CONSERVACIÓN DEL MATERIAL DE SEGURIDAD

7.3.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

7.3.1.1. VALLAS DE PROTECCIÓN

Se instalarán vallas de protección de 2,5 x 1,0 m en todas las zonas donde se realicen excavaciones para las cimentaciones de los apoyos, de manera que se garantice en todo momento la imposibilidad de que cualquier persona ajena a la obra o trabajador de la misma, pueda acceder a la excavación, cuando no sea preciso.

7.3.2. PROTECCIONES PERSONALES

Con carácter general todos los elementos de protección personal deben tener marcado CE y deben cumplir con el R.D. 773/1997, de 30 de mayo sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Así mismo todos los trabajadores deberán contar como elementos de protección personal de carácter general, además de los propios para cada actividad con los siguientes:

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada

- Ropa de protección para inclemencias del tiempo
- Guantes de piel flor

Todas las protecciones personales tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido del prefijado esta se repondrá, independientemente de la duración prevista.

Todo elemento de protección personal que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido debe ser desechado de inmediato.

7.3.2.1. PROTECCIÓN DE LA CABEZA

Será de aplicación lo expuesto en las Normas de Homologación siguientes:

NORMA	DENOMINACIÓN
UNE-EN-397:1995	Cascos de protección para la industria.
UNE-EN-812:1998	Cascos contra golpes para la industria.
UNE-EN-397:1996 ERRATUM	Cascos de protección para la industria.

7.3.2.2. PROTECCIÓN DE BRAZOS Y MANOS

Será de aplicación lo expuesto en las Normas de Homologación siguientes:

NORMA	DENOMINACIÓN
UNE-EN-420:1995	Requisitos generales para los guantes.
UNE-EN-388:1995	Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
UNE-EN-374-1:1995	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones.
UNE-EN-374-2:1995	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 2: Determinación de la resistencia a la penetración.
UNE-EN-374-3:1995	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 2: Determinación de la resistencia a la permeabilidad de los productos químicos.
UNE-EN-511:1996	Guantes de protección contra el frío.
UNE-EN 60903/A11:1997	Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
UNE-EN 60903: 2000	Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.

7.3.2.3. PROTECCIÓN DE LOS PIES

Será de aplicación lo expuesto en las Normas de Homologación siguientes:

NORMA	DENOMINACIÓN
UNE-EN-344:1993	Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional.

NORMA	DENOMINACIÓN
UNE-EN-344/A1:1997	Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional.
UNE-EN-344:1994 ERRATUM	Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional.
UNE-EN-344:1995 ERRATUM 2	Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional.
UNE-EN-344-2:1996	Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. Parte 2: Requisitos adicionales y métodos de ensayo.
UNE-EN-345-2:1996	Calzado de seguridad para uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales.
UNE-EN-345/A1:1997	Especificaciones del calzado de seguridad para uso profesional.
UNE-EN-345:1993	Especificaciones del calzado de seguridad para uso profesional.
UNE-EN-346-2:1996	Calzado de protección para uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales.
UNE-EN-346/A1:1997	Especificaciones del calzado de protección para uso profesional.
UNE-EN-346:1993	Especificaciones del calzado de protección para uso profesional.
UNE-EN-347-2:1996	Calzado de trabajo para uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales.
UNE-EN-347/A1:1997	Especificaciones del calzado de trabajo para uso profesional.
UNE-EN-347:1993	Especificaciones del calzado de trabajo para uso profesional.
UNE-EN-12568:1998	Protectores de pies y piernas. Requisitos y métodos de ensayos de topes y plantillas metálicas resistentes a la perforación.

7.3.2.4. PROTECCIÓN DE CUERPO ENTERO

Será de aplicación lo expuesto en las Normas de Homologación siguientes:

- Ropas de protección

NORMA	DENOMINACIÓN
UNE-ENV-343:1999	Ropa de protección. Protección contra las inclemencias.
UNE-EN 471:1995	Ropas de señalización de alta visibilidad.
UNE-EN-471:1996 ERRATUM	Ropas de señalización de alta visibilidad.
UNE-EN 340:1994	Ropas de protección. Requisitos generales. (Versión oficial EN 340:1993).
UNE-EN-1149-1:1996	Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 1: Resistividad superficial (Requisitos y métodos de ensayo).
UNE-EN-1149-2:1998	Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 2: Método de ensayo para medir la resistencia eléctrica a través de un material (Resistencia vertical).
UNE-EN-470-1/A1:1998	Ropas de protección utilizadas durante el soldeo y las técnicas conexas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN-470-1:1995	Ropas de protección utilizadas durante el soldeo y las técnicas conexas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN-510:1994	Especificaciones de ropas de protección contra los riesgos de quedar atrapado por

NORMA	DENOMINACIÓN
	las piezas de las maquinas en movimiento. (Versión oficial EN 510:1993).
UNE-EN-530:1996	Resistencia a la abrasión de los materiales de la ropa de protección. Métodos de ensayo.
UNE-EN-863:1996	Ropa de protección. Propiedades mecánicas. Método de ensayo: Resistencia a la perforación.
UNE-EN ISO-13997:2000	Ropa de protección. Propiedades mecánicas. Determinación de la resistencia al corte por objetos afilados (ISO 13997:1999).

- Protección contra caídas de alturas

NORMA	DENOMINACIÓN
UNE-EN-1868:1997	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Lista de términos equivalentes.
UNE-EN-341:1997	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Dispositivos de descenso.
UNE-EN-353-1:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje rígida (Versión oficial EN 353-1:1992).
UNE-EN-353-1:1994 ERRATUM	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje rígida (Versión oficial EN 353-1:1992).
UNE-EN-353-2:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje flexible (Versión oficial EN 353-2:1992).
UNE-EN-354:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Elementos de amarre. (Versión oficial EN 354:1992).
UNE-EN-355:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Absorbedores de energía (Versión oficial EN 355:1992).
UNE-EN-358:1993	Equipos de protección individual para sostener en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Sistemas de sujeción (Versión oficial EN 358:1992).
UNE-EN-360:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles (Versión oficial EN 360:1992).
UNE-EN-361:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Arnés anticaídas (Versión oficial EN 360:1992).
UNE-EN-362:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Conectores (Versión oficial EN 362:1992).
UNE-EN-363:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Sistemas anticaídas (Versión oficial EN 362:1992).
UNE-EN-364/AC:1994	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Métodos de ensayo (Versión oficial EN 364/AC:1993).
UNE-EN-364:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Métodos de ensayo (Versión oficial EN 364:1992).
UNE-EN-365:1993	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Requisitos generales para instrucciones de uso y marcado (Versión oficial EN 365:1992).
UNE-EN-795:1997	Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos.

NORMA	DENOMINACIÓN
UNE-EN-813:1997	Equipos de protección individual para prevención de caídas de altura. Arnéses de asiento.

7.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

7.4.1. DELEGACIÓN DE PREVENCIÓN

En aplicación de la Ley 31/1.995, la representación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos en el trabajo corresponde a los Delegados de prevención, que serán designados por y entre los representantes del personal, de acuerdo a lo expuesto en los puntos 2, 3 y 4 del Artículo 35 de la citada Ley.

Las competencias y facultades de dichos Delegados de prevención, así como las garantías y sigilo profesional se encuentran recogidas en los Artículos 36 y 37 de la Ley 31/1.995.

7.4.2. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos, debiéndose constituir en todas aquellas empresas con más de 50 trabajadores. La constitución de dicho comité queda regulada en el Artículo 38 de la Ley 31/1.995.

Las competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud se recogen en los apartados 1 y 2 del Artículo 39 de la ya citada Ley.

7.5. CONTROL DE LOS TRABAJOS

7.5.1. ÍNDICES DE CONTROL

Con el fin de efectuar un seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas adoptadas, el empresario elaborará mensualmente un gráfico en el que figuren tanto por meses como por acumulados a origen de los trabajos los valores de los índices siguientes:

- Índice de frecuencia

$$I_r = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes con baja}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \cdot 10^6$$

Para su cálculo hay que contabilizar solamente los accidentes ocurridos mientras existe exposición al riesgo estrictamente laboral, por lo que se excluirán los accidentes los “in itinere “. Así mismo las horas

trabajadas serán las de exposición al riesgo, por lo que deben excluirse las de vacaciones, enfermedades, etc.

- Índice de gravedad

$$I_G = \frac{N^{\circ} \text{ total de jornadas perdidas}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \cdot 10^3$$

Para su cálculo se considerarán las jornadas laborales perdidas, no los días naturales. Estas se obtienen como suma de las correspondientes a incapacidades temporales y permanentes, obteniéndose estas segundas mediante baremo. Los accidentes sin bajas, se consideran como dos horas perdidas, por lo que cuatro implican una jornada perdida.

- Índice de incidencia

$$I_I = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes con baja}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \cdot 100$$

- Índice de duración media

$$I_I = \frac{N^{\circ} \text{ total de jornadas perdidas}}{N^{\circ} \text{ de accidentes con baja}}$$

7.5.2. PARTES DE ACCIDENTES Y DEFICIENCIAS

En aplicación a la O.M. de 16 de Diciembre de 1987 (B.O.E. de 29 de diciembre de 1987), es obligación del empresario la realización de los siguientes partes de accidentes de trabajo:

- Parte de accidente de trabajo.
- Relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica.
- Relación de altas o fallecimientos de accidentados.

En caso de que se produzca un accidente, que provoque el fallecimiento de un trabajador, que sea considerado como grave o muy grave, o que afecte a más de cuatro trabajadores, el empresario además de cumplimentar el correspondiente parte de accidente, comunicará en el plazo de 24 horas este hecho por telegrama o método análogo a la autoridad laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente.

Con independencia de los partes de accidente exigidos por la Orden Ministerial ya citada, el empresario estará obligado a la realización de un parte para todos los accidentes o incidentes (accidentes sin daños) que se produzcan, para posteriormente realizar una investigación del mismo y subsanar aquellas deficiencias que pudieran haberse producido en la aplicación de medidas preventivas.

7.6. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación al Artículo 7 del R.D. 1627/1.997 corresponde al contratista de las obras la elaboración de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio básico de Seguridad, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio básico.

El Plan de Seguridad, deberá ser firmado, antes del comienzo de las obras, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución y estará en la obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

7.7. OBLIGACIONES DE CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de 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.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la

Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

7.8. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

7.9. LIBRO DE INCIDENCIAS

En el centro de trabajo deberá existir con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El Libro de Incidencias, se mantendrá siempre en obra y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad.

La regulación del libro de incidencias queda expuesta en el Artículo 13 del R.D. 1627/1.995.

7.10. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

7.11. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

8. PRESUPUESTO

El coste total previsto asciende a 26.994,60 euros. A continuación, se detallan las partidas:

8.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

Tramo subterráneo:

Material de asignación colectiva					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total unidades equivalentes	Precio Ud. (€)	Coste total(€)
1	Cuerdas dispositivo anticaída	340	30	1,1	33,00 €
2	Botiquín primeros auxilios	5	3	18	54,00 €
3	Camilla evacuación accidentados	5	3	253,8	761,40 €
4	Extintores	5	3	30,8	92,40 €
Coste Parcial					940,80 €

Tramo aéreo:

Material de asignación colectiva					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total unidades equivalentes	Precio Ud. (€)	Coste total(€)
1	Cuerdas dispositivo anticaída	340	30	1,1	33,00 €
2	Botiquín primeros auxilios	5	3	18	54,00 €
3	Camilla evacuación accidentados	5	3	253,8	761,40 €
4	Extintores	5	3	30,8	92,40 €
Coste Parcial					940,80 €

8.2. PROTECCIONES PERSONALES

Tramo subterráneo:

Material de asignación personal					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total unidades equivalentes	Precio Ud. (€)	Coste total(€)
1	Casco de protección con barboquejo	2	6	42,3	253,80 €
2	Gafas de protección antiimpactos	3	12	4,8	57,60 €
3	Arnés de seguridad homologado	0,5	3	146,1	438,30 €
4	Dispositivo anticaída deslizante	0,5	3	90,3	270,90 €
5	Guantes de montador	12	30	4,4	132,00 €
6	Botas de seguridad	2	15	46,6	699,00 €
7	Ropa de trabajo	1,25	15	69,2	1.038,00 €
8	Trajes impermeables	1	6	28,3	169,80 €
Coste Parcial					3.059,40 €

Tramo aéreo:

Material de asignación personal					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total unidades equivalentes	Precio Ud. (€)	Coste total(€)
1	Casco de protección con barboquejo	2	6	42,3	253,80 €
2	Gafas de protección antiimpactos	3	12	4,8	57,60 €
3	Arnés de seguridad homologado	0,5	3	146,1	438,30 €
4	Dispositivo anticaída deslizante	0,5	3	90,3	270,90 €
5	Guantes de montador	12	30	4,4	132,00 €
6	Botas de seguridad	2	15	46,6	699,00 €
7	Ropa de trabajo	1,25	15	69,2	1.038,00 €
8	Trajes impermeables	1	6	28,3	169,80 €
Coste Parcial					3.059,40 €

8.3. FORMACIÓN Y MEDICINA PREVENTIVA

Tramo subterráneo:

Formación y Medicina preventiva				
Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud. (€)	Coste total(€)
1	Charla informativa seguridad y primeros auxilios (hora)	30	34	1.020,00 €
2	Reconocimientos médicos	25	30,6	765,00 €
Coste Parcial				1.785,00 €

Tramo aéreo:

Formación y Medicina preventiva				
Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud. (€)	Coste total(€)
1	Charla informativa seguridad y primeros auxilios (hora)	30	34	1.020,00 €
2	Reconocimientos médicos	25	30,6	765,00 €
Coste Parcial				1.785,00 €

8.4. CONTROL DE LA SEGURIDAD

Tramo subterráneo:

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud. (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	90	34	3.060,00 €
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	12	34	408,00 €
			Coste Parcial	3.468,00 €

Tramo aéreo:

Control de la Seguridad				
Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud. (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	90	34	3.060,00 €
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	12	34	408,00 €
			Coste Parcial	3.468,00 €

9. ANEXO I. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:						Descripción: Ejecución de la excavación por medios mecánicos, realizando el tramo final con medios manuales ayudado de martillo neumático.					
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	EJECUCIÓN DE APOYOS										
	EJECUCIÓN DE EXCAVACIÓN										
Nº de trabajadores: 3											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Desprendimiento de tierras											
2.- Caídas de personas a distinto nivel											
3.- Exposición al ruido											
4.- Proyección de partículas											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS												
Nº orden:						Descripción: Carga con camión grúa del tramo inicial, introducción en cimentación y nivelación del mismo.						
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA											
	EJECUCIÓN DE APOYOS											
	EJECUCIÓN DE ANCLAJES											
	COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN TRAMO DE ANCLAJE											
Nº de trabajadores: 2												
Peligro identificado		Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
		Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caídas de personas a distinto nivel												
2.- Caídas de objetos en manipulación												

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:						Descripción: Vertido del hormigón de camión hormigonera en cimentación.					
Actividad	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	EJECUCIÓN DE APOYOS										
	EJECUCIÓN DE ANCLAJES APOYOS										
	VERTIDO DE HORMIGÓN										
Nº de trabajadores: 2											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caídas de personas a distinto nivel											
2.- Contacto con sustancias nocivas											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:						Descripción: Descarga de camión con grúa autopropulsada de los elementos constituyentes del apoyo.					
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	EJECUCIÓN DE APOYOS										
	MONTAJE DE APOYOS										
	DESCARGA DE ELEMENTOS										
Nº de trabajadores: 3											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caída de objetos en manipulación											
2.- Atrapamiento por vuelco maquinaria											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:						Descripción: Montaje en el suelo de los elementos constituyentes del apoyo.					
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	EJECUCIÓN DE APOYOS										
	MONTAJE DE APOYOS										
	MONTAJE DE ELEMENTOS										
Nº de trabajadores: 3											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caída de objetos en manipulación											
2.- Caídas de personas a distinto nivel											
3.- Caída de herramientas											
4.- Atrapamiento por vuelco maquinaria											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS												
Nº orden:						Descripción: Izado del apoyo totalmente montado, y unión a los anclajes.						
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA											
	EJECUCIÓN DE APOYOS											
	MONTAJE DE APOYOS											
	IZADO DEL APOYO											
Nº de trabajadores: 3												
Peligro identificado		Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
		Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caída de objetos en manipulación												
2.- Atrapamiento por vuelco maquinaria												

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS												
Nº orden:						Descripción: Carga con camión grúa del tramo inicial, introducción en cimentación y nivelación del mismo, con proximidad de línea eléctrica.						
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA											
	EJECUCIÓN DE APOYOS											
	EJECUCIÓN DE ANCLAJES CRUCE LÍNEA											
	COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN TRAMO DE ANCLAJE											
Nº de trabajadores: 2												
Peligro identificado		Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
		Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caídas de personas a distinto nivel												
2.- Caídas de objetos en manipulación												
3.- Contactos con corrientes eléctricas												

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:						Descripción: Descarga de camión con grúa autopropulsada de los elementos constituyentes del apoyo, con proximidad de línea eléctrica.					
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	EJECUCIÓN DE APOYOS										
	MONTAJE APOYOS CRUCE LÍNEA										
	DESCARGA DE ELEMENTOS										
Nº de trabajadores: 3											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caída de objetos en manipulación											
2.- Contactos con corrientes eléctricas											
3.- Atrapamiento por vuelco maquinaria											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:							Descripción:				
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA						Montaje en el suelo de los elementos constituyentes del apoyo, con proximidad de línea eléctrica.				
	EJECUCIÓN DE APOYOS										
	MONTAJE APOYOS CRUCE LÍNEA										
	MONTAJE DE ELEMENTOS										
Nº de trabajadores: 3											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caída de objetos en manipulación											
2.- Caídas de personas a distinto nivel											
3.- Caída de herramientas											
4.- Contactos con corrientes eléctricas											
5.- Atrapamiento por vuelco maquinaria											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS												
Nº orden:						Descripción: Izado del apoyo totalmente montado, y unión a los anclajes, con proximidad de línea eléctrica.						
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA											
	EJECUCIÓN DE APOYOS											
	MONTAJE APOYOS CRUCE LÍNEA											
	IZADO DE APOYO											
Nº de trabajadores: 3												
Peligro identificado		Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
		Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caída de objetos en manipulación												
2.- Contactos con corrientes eléctricas												
3.- Atrapamiento por vuelco maquinaria												

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:						Descripción: Montaje de la cadena de aisladores en la cruceta del apoyo.					
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	TENDIDO DE CABLE										
	INSTALACIÓN DE CADENAS DE AISLADORES										
Nº de trabajadores: 6											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caídas de personas a distinto nivel											
2.- Caída de herramientas											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS												
Nº orden:						Descripción: Tendido de la cuerda guía entre apoyo y apoyo.						
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA											
	TENDIDO DE CABLE											
	TENDIDO DE CUERDA GUIA											
Nº de trabajadores: 6												
Peligro identificado		Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
		Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caídas de personas a distinto nivel												
2.- Caída de herramientas												

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:						Descripción: Tendido de la cuerda guía desde un apoyo hasta otro, debiendo de salvar el cruce de una línea eléctrica.					
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	TENDIDO DE CABLE										
	TENDIDO DE CUERDA GUIA CRUCE LINEA										
Nº de trabajadores: 6											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caídas de personas a distinto nivel											
2.- Caída de herramientas											
3.- Contactos con corrientes eléctricas											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:							Descripción: Tendido de la cuerda guía con comienzo en un apoyo hasta otro apoyo, debiendo de salvar el cruce de una carretera.				
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	TENDIDO DE CABLE										
	TENDIDO DE CUERDA GUIA CRUCE CARRETERA										
Nº de trabajadores: 6											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caídas de personas a distinto nivel											
2.- Caída de herramientas											
3.- Caída de objetos en manipulación											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:						Descripción: Montaje de la cadena de aisladores unida a cable ya engrapado en la cruceta del apoyo.					
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	TENDIDO DE CABLE										
	COLOCACIÓN DE AISLADORES										
Nº de trabajadores: 6											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caídas de personas a distinto nivel											
2.- Caída de herramientas											

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS											
Nº orden:						Descripción: Retirada de todas las roldanas utilizadas para tendido de cable.					
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA										
	TENDIDO DE CABLE										
	RETIRADA DE ROLDANAS										
Nº de trabajadores: 6											
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Ligeramente dañino	Dañino	Muy dañino	Trivial	Tolerable	Moderado	Importante	Intolerable
1.- Caídas de personas a distinto nivel											
2.- Caída de herramientas											

10. ANEXO II. ESTIMACIÓN DE RIESGOS

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:				Descripción: Ejecución de la excavación por medios mecánicos, realizando el tramo final con medios manuales ayudado de martillo neumático.		
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	EJECUCIÓN DE EXCAVACIÓN					
Nº de trabajadores: 3						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Desprendimiento de tierras		Entibación				
2.- Caídas de personas a distinto nivel		Vallas de protección				
3.- Exposición al ruido	Tapones auditivos					
4.- Proyección de partículas	Gafas antiimpacto					

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:				Descripción: Carga con camión grúa del tramo inicial, introducción en cimentación y nivelación del mismo.		
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	EJECUCIÓN DE ANCLAJES					
	COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN TRAMO DE ANCLAJE					
Nº de trabajadores: 2						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caídas de personas a distinto nivel	Cinturón de seguridad	Vallas de protección				
2.- Caídas de objetos en manipulación						

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:					Descripción: Vertido del hormigón de camión hormigonera en cimentación.	
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	EJECUCIÓN DE ANCLAJES APOYOS					
	VERTIDO DE HORMIGÓN					
Nº de trabajadores: 2						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caídas de personas a distinto nivel	Cinturón de seguridad	Vallas de protección				
2.- Contacto con sustancias nocivas	Guantes de goma					

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:					Descripción: Descarga de camión con grúa autopropulsada de los elementos constituyentes del apoyo.	
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	MONTAJE DE APOYOS					
	DESCARGA DE ELEMENTOS					
Nº de trabajadores: 3						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caída de objetos en manipulación						
2.- Atrapamiento por vuelco maquinaria						

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:				Descripción: Montaje en el suelo de los elementos constituyentes del apoyo.		
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	MONTAJE DE APOYOS					
	MONTAJE DE ELEMENTOS					
Nº de trabajadores: 3						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caída de objetos en manipulación						
2.- Caídas de personas a distinto nivel	Arnés de seguridad					
3.- Caída de herramientas	Casco de seguridad					
4.- Atrapamiento por vuelco maquinaria						

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:					Descripción: Izado del apoyo totalmente montado, y unión a los anclajes.	
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	MONTAJE DE APOYOS					
	IZADO DEL APOYO					
Nº de trabajadores: 3						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caída de objetos en manipulación						
2.- Atrapamiento por vuelco maquinaria						



ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:			Descripción: Carga con camión grúa del tramo inicial, introducción en cimentación y nivelación del mismo, con proximidad de línea eléctrica.			
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	EJECUCIÓN DE ANCLAJES CRUCE LÍNEA					
	COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN TRAMO DE ANCLAJE					
Nº de trabajadores: 2						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caídas de personas a distinto nivel	Cinturón de seguridad	Vallas de protección				
2.- Caídas de objetos en manipulación						
3.- Contactos con corrientes eléctricas		Descargo eléctrico de línea				

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:				Descripción: Descarga de camión con grúa autopropulsada de los elementos constituyentes del apoyo, con proximidad de línea eléctrica.		
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	MONTAJE APOYOS CRUCE LÍNEA					
	DESCARGA DE ELEMENTOS					
Nº de trabajadores: 3						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caída de objetos en manipulación						
2.- Contactos con corrientes eléctricas		Descargo eléctrico de línea				
3.- Atrapamiento por vuelco maquinaria						

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:				Descripción: Montaje en el suelo de los elementos constituyentes del apoyo, con proximidad de línea eléctrica.		
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	MONTAJE APOYOS CRUCE LÍNEA					
	MONTAJE DE ELEMENTOS					
Nº de trabajadores: 3						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caída de objetos en manipulación						
2.- Caídas de personas a distinto nivel	Arnés de seguridad					
3.- Caída de herramientas	Casco de seguridad					
4.- Contactos con corrientes eléctricas		Descargo eléctrico de línea				
5.- Atrapamiento por vuelco maquinaria						

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:				Descripción: Izado del apoyo totalmente montado, y unión a los anclajes, con proximidad de línea eléctrica.		
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	EJECUCIÓN DE APOYOS					
	MONTAJE APOYOS CRUCE LÍNEA					
	IZADO DE APOYO					
Nº de trabajadores: 3						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caída de objetos en manipulación						
2.- Contactos con corrientes eléctricas		Descargo eléctrico de línea				
3.- Atrapamiento por vuelco maquinaria						

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:				Descripción: Montaje de la cadena de aisladores en la cruceta del apoyo.		
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	TENDIDO DE CABLE					
	INSTALACIÓN DE CADENAS DE AISLADORES					
Nº de trabajadores: 6						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caídas de personas a distinto nivel	Arnés de seguridad					
2.- Caída de herramientas	Casco de seguridad					

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:				Descripción: Tendido de la cuerda guía entre apoyo y apoyo.		
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	TENDIDO DE CABLE					
	TENDIDO DE CUERDA GUIA					
Nº de trabajadores: 6						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caídas de personas a distinto nivel	Arnés de seguridad					
2.- Caída de herramientas	Casco de seguridad					

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:					Descripción: Tendido de la cuerda guía desde un apoyo hasta otro, debiendo de salvar el cruce de una línea eléctrica.	
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	TENDIDO DE CABLE					
	TENDIDO DE CUERDA GUIA CRUCE LINEA					
Nº de trabajadores: 6						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caídas de personas a distinto nivel	Arnés de seguridad					
2.- Caída de herramientas	Casco de seguridad					
3.- Contactos con corrientes eléctricas		Descargo eléctrico de línea				



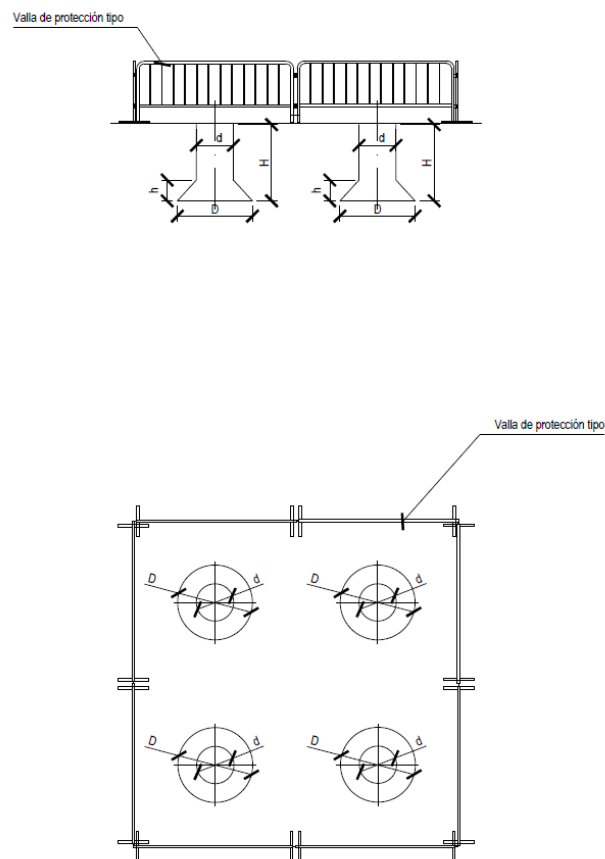
ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:			Descripción: Tendido de la cuerda guía con comienzo en un apoyo hasta otro apoyo debiendo de salvar el cruce de una carretera.			
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	TENDIDO DE CABLE					
	TENDIDO DE CUERDA GUIA CRUCE CARRETERA					
Nº de trabajadores: 6						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caídas de personas a distinto nivel	Arnés de seguridad					
2.- Caída de herramientas	Casco de seguridad					
3.- Caída de objetos en manipulación		Pórtico de seguridad				

ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:				Descripción: Montaje de la cadena de aisladores unida a cable ya engrapado en la cruceta del apoyo.		
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	TENDIDO DE CABLE					
	COLOCACIÓN DE AISLADORES					
Nº de trabajadores: 6						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caídas de personas a distinto nivel	Arnés de seguridad					
2.- Caída de herramientas	Casco de seguridad					

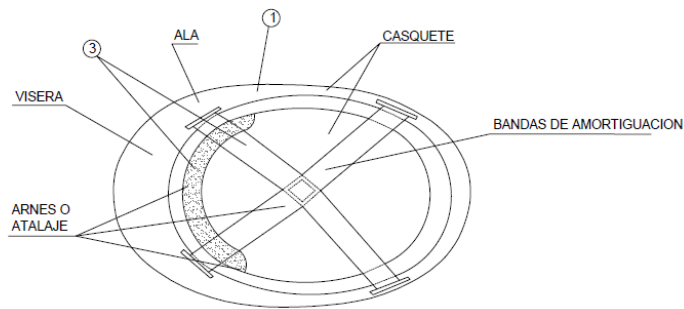
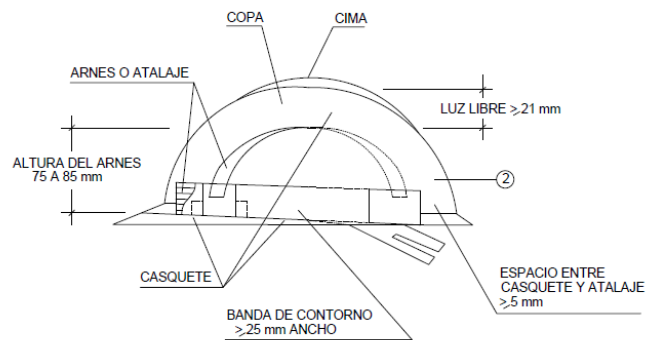
ESTIMACIÓN DE RIESGOS						
Nº orden:					Descripción: Retirada de todas las roldanas utilizadas para tendido de cable.	
Actividad:	EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA					
	TENDIDO DE CABLE					
	RETIRADA DE ROLDANAS					
Nº de trabajadores: 6						
Peligro identificado	ACCIONES REQUERIDAS				Riesgo controlado	
	Protección individual	Protección colectiva	Información	Formación	SI	NO
1.- Caídas de personas a distinto nivel	Arnés de seguridad					
2.- Caída de herramientas	Casco de seguridad					

11. ANEXO III. REPRESENTACIÓN DE DETALLE DE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD

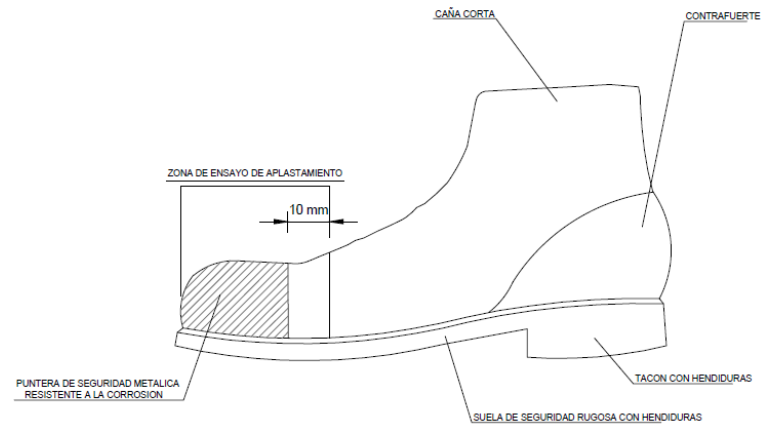
Protecciones en cimentaciones de apoyos 4 patas



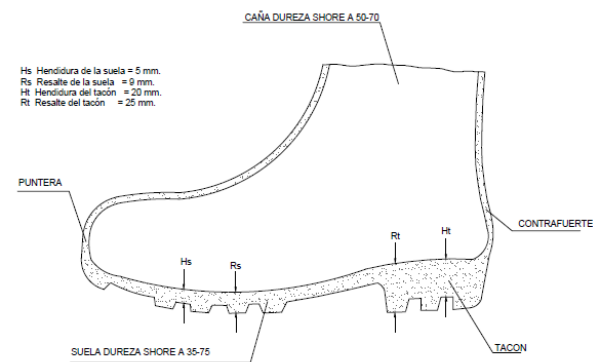
Casco no metálico y botas de seguridad



- 1 MATERIAL INCONBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUAS.
- 2 CLASE N AISLANTE A 1.000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25.000 V
- 3 MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION.

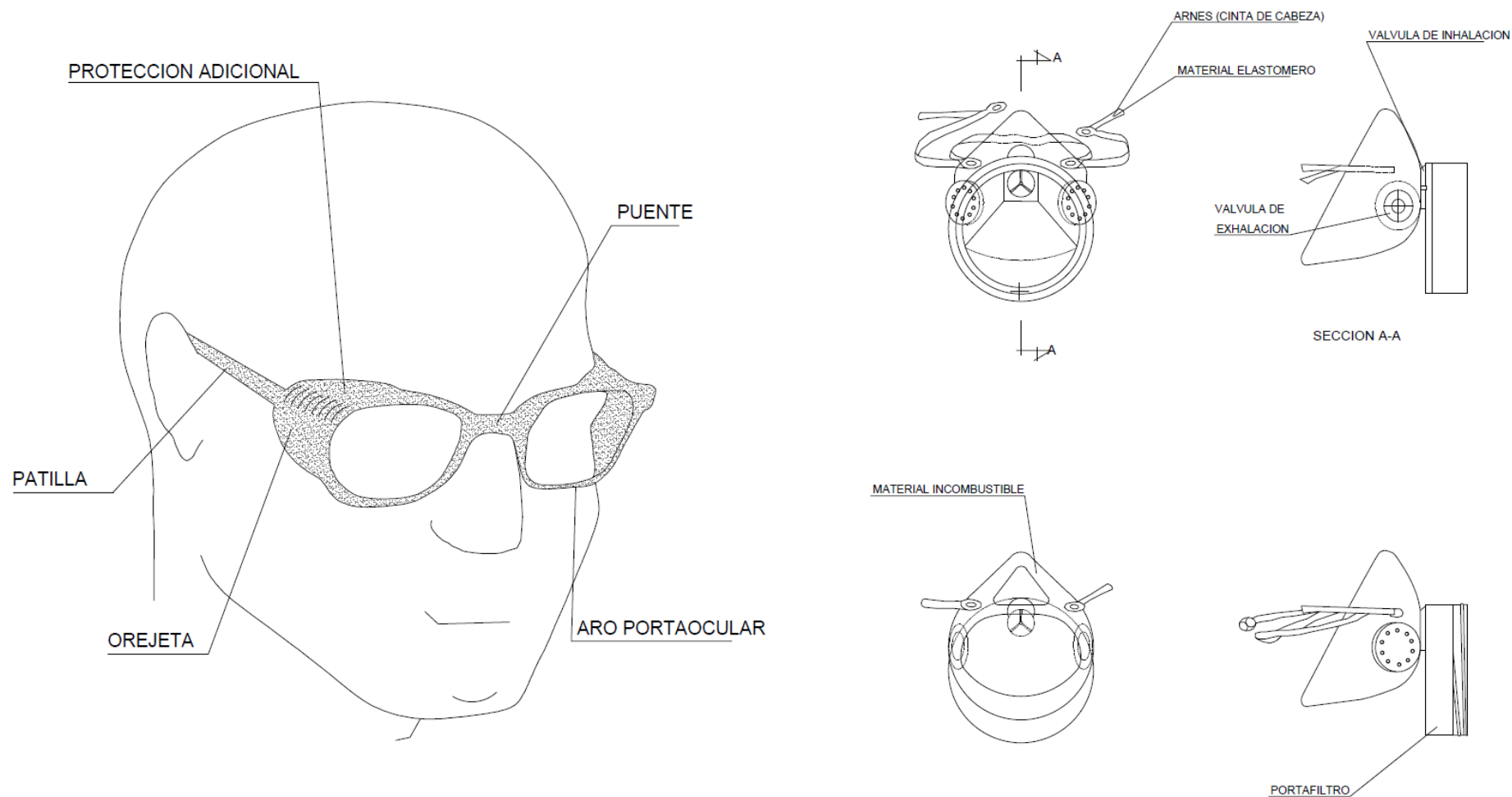


BOTA DE SEGURIDAD CLASE III

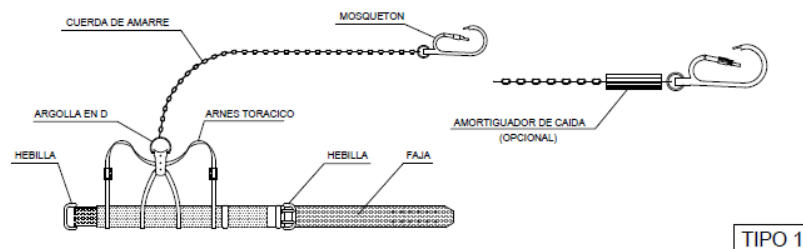


BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD

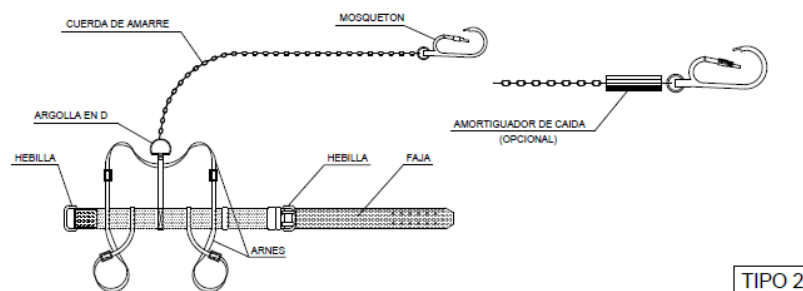
Gafas de montura tipo universal contra impactos y mascarilla antipolvo



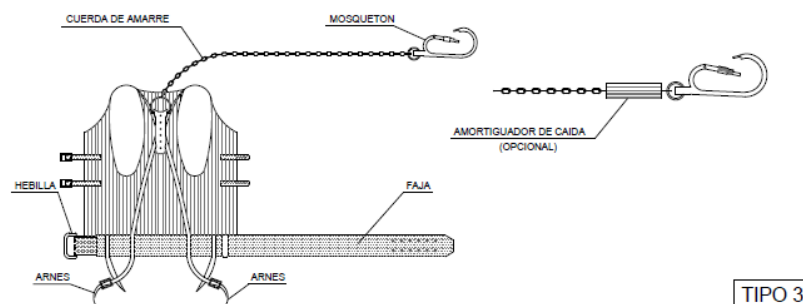
Cinturones de seguridad



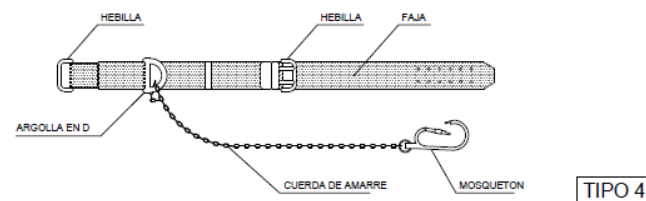
TIPO 1



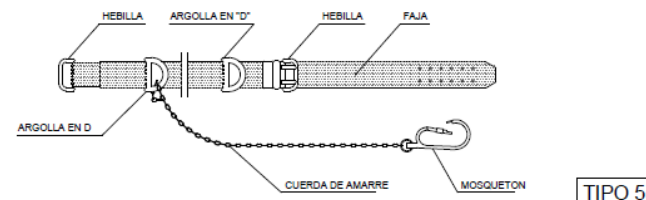
TIPO 2



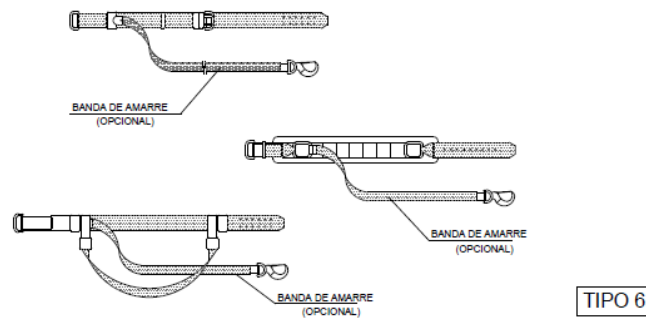
TIPO 3



TIPO 4

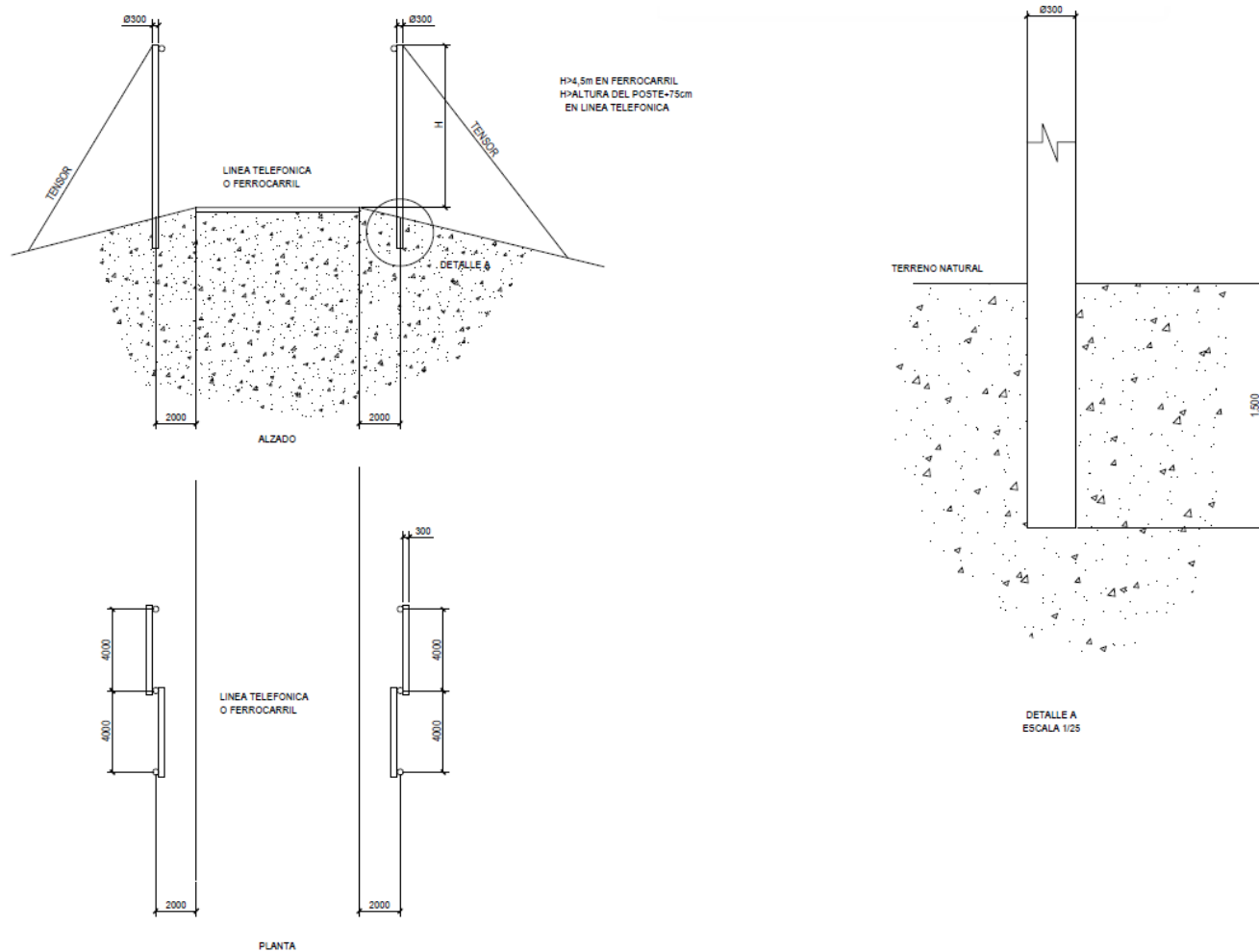


TIPO 5



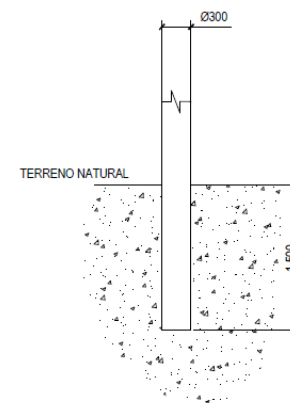
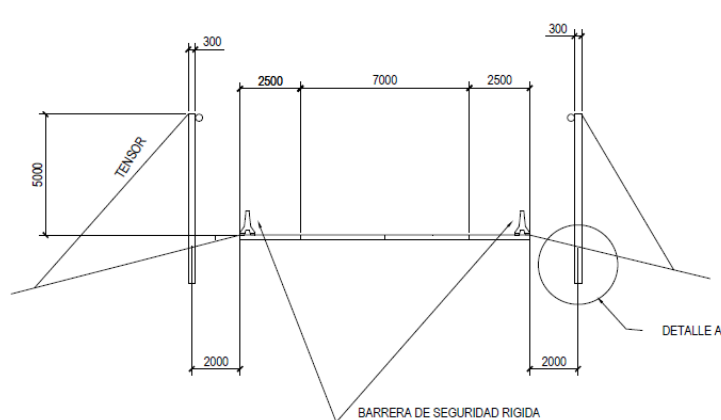
TIPO 6

Pórtico de seguridad para líneas telefónicas



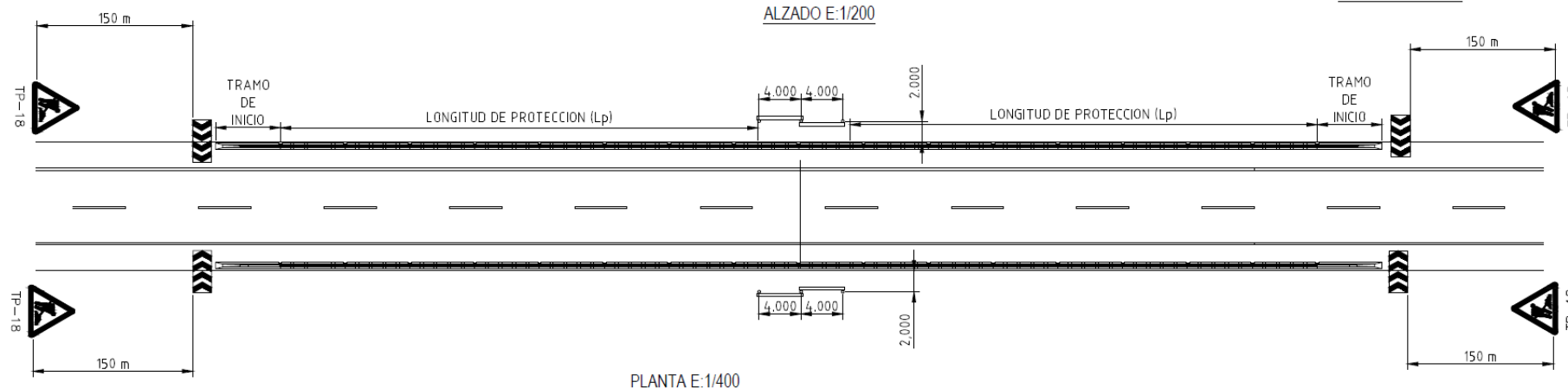
Pórtico de seguridad en carreteras

VELOCIDAD (km/h)	LONGITUD MINIMA (Lp) (m)
≤ 70	28
70 A 100	48
> 100	60



DETALLE A E:1/50

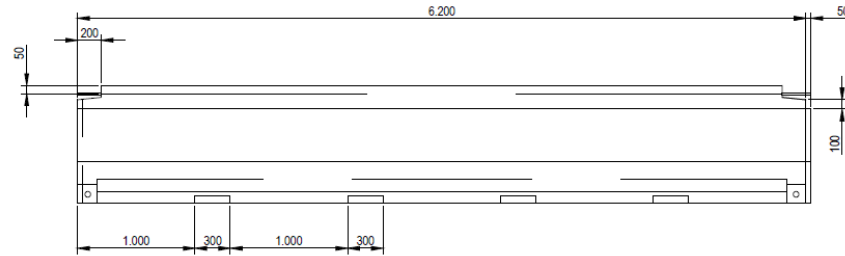
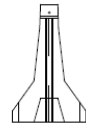
ALZADO E:1/200



PLANTA E:1/400

Barrera de seguridad rígida prefabricada

EXTREMO HEMBRA



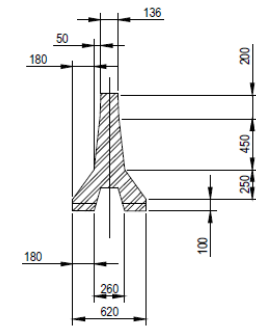
ALZADO

EXTREMO MACHO

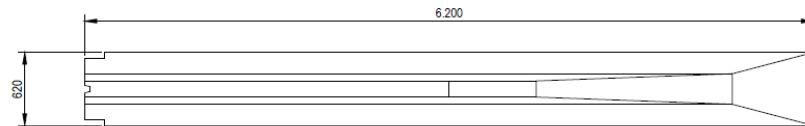


PLANTA

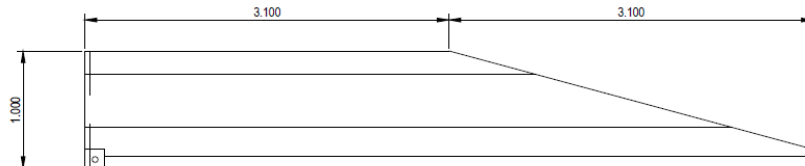
SECCION INTERMEDIA



ELEMENTO DE INICIO Y FINAL DE BARRERA

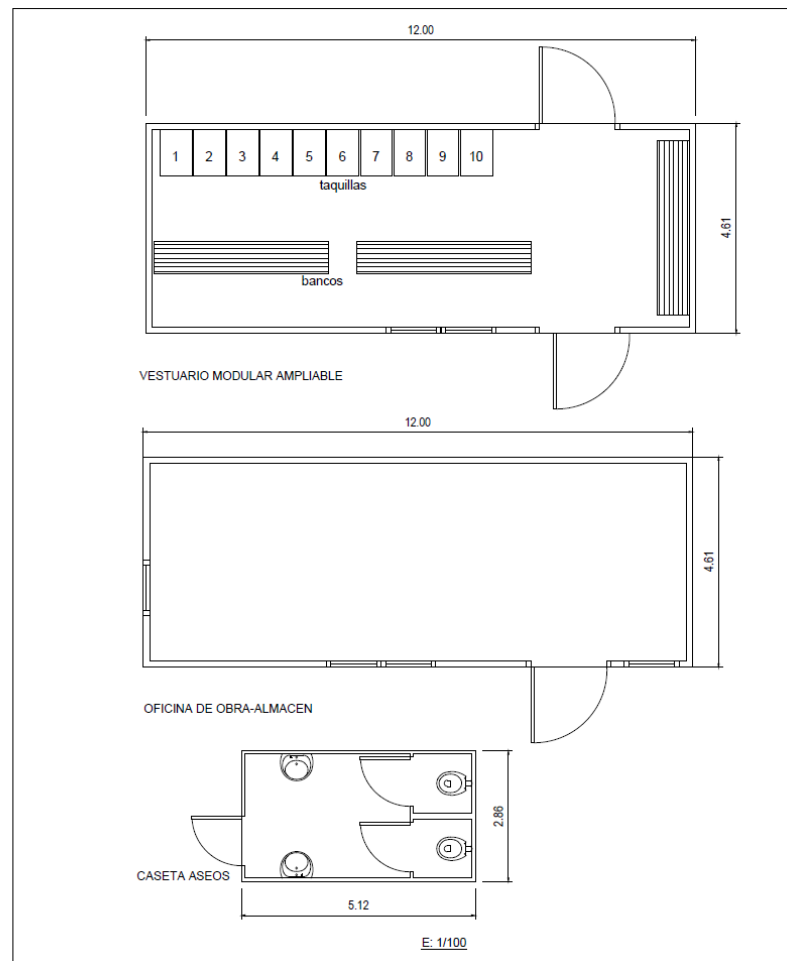
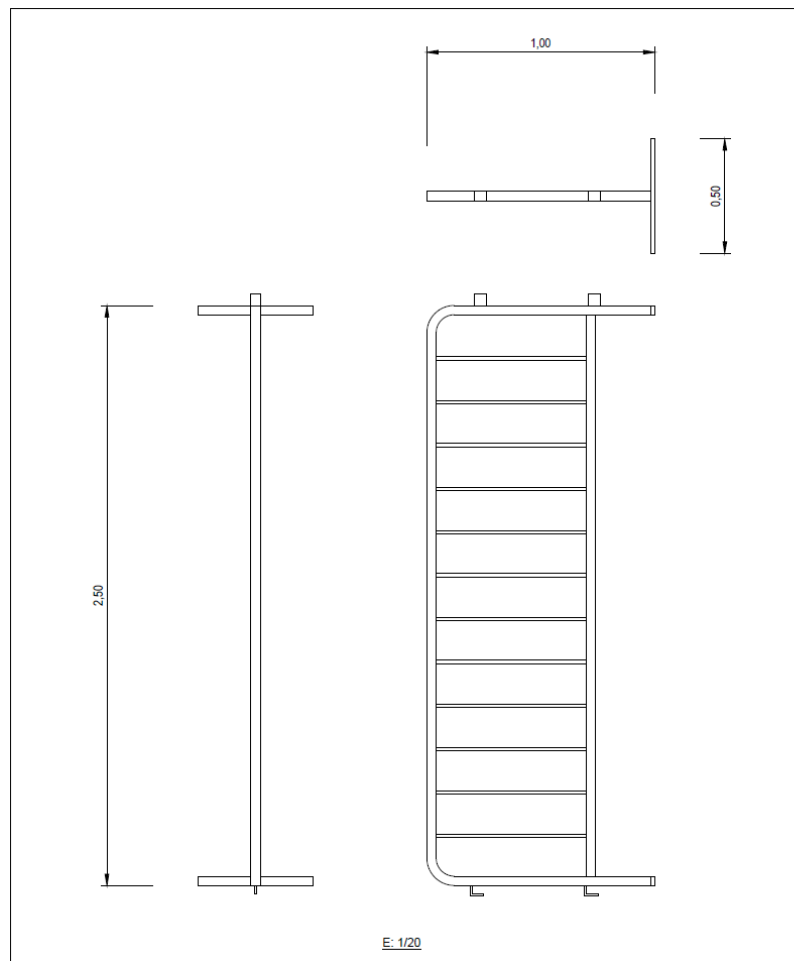


PLANTA



ALZADO

Valla de protección tupo y casetas



Madrid, junio de 2023

Dña. María Inmaculada Blázquez García

Ingeniera Industrial y del ICAI

Col. Nº 3694/2924

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ANEXO Nº1: CÁLCULOS

ANEXO Nº2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO Nº3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº4: PLANOS

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO N°6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

ÍNDICE

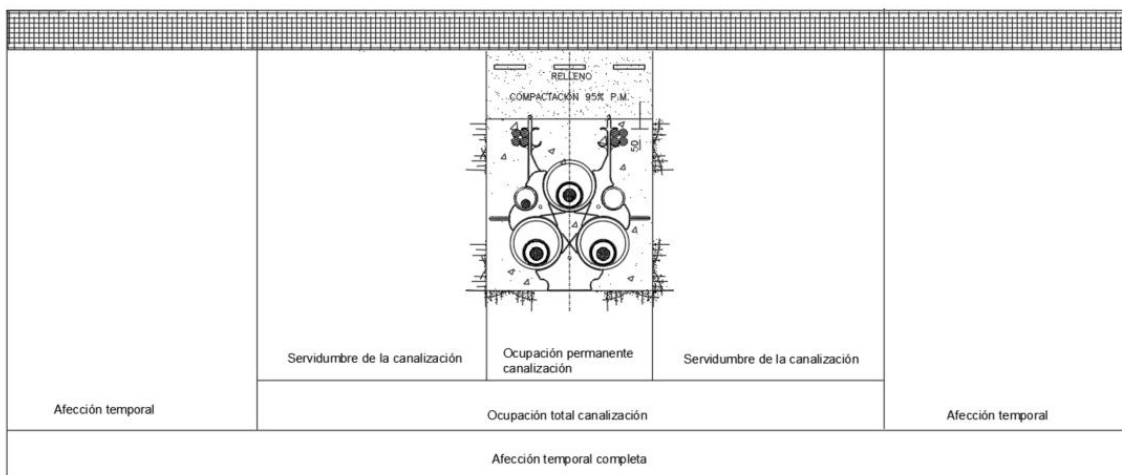
1.	Afectaciones a propietarios.....	3
2.	Afectaciones a organismos.....	6

1. AFECTACIONES A PROPIETARIOS

En la siguiente tabla se muestran las afectaciones a propietarios por la construcción de la línea de este proyecto, tanto en su tramo subterráneo como en su tramo aéreo. Estas son debidas a lo siguiente:

- Para el tramo subterráneo:
 - Canalización (m²)
 - Servidumbre de la Canalización (m²)
 - Ocupación Temporal Obra (m²)
 - Longitud de la traza (m)
- Para el tramo aéreo:
 - Apoyos:
 - Ubicación
 - Superficie de ocupación permanente (m²)
 - Superficie de ocupación temporal (m²)
 - Vuelo de conductores:
 - Servidumbre de vuelo (m²)
 - Zona de seguridad (m²)
 - Caminos de acceso (m²)
 - Longitud de la traza (m)

A continuación, se añade imagen como aclaración al cálculo de relación de bienes y derechos afectados de la línea soterrada:





RBDA Aérea:

Nº Parcela Proyecto	Término Municipal	Código TM	Referencia Catastral	Referencia Catastral Larga	Polígono	Parcela	Longitud traza (m)	Servidumbre de vuelo (m²)	Zona de seguridad 5m (m²)	Apoyos	Sup. Permanente Ocupación Apoyo (m²)	Sup. Ocupación Temporal Apoyo (m²)	Naturaleza del Terreno	Caminos privados (m²)	Caminos nuevos (m²)	Caminos públicos (m²)	Sup.Total Caminos (m²)
1	GUADALAJARA	19	19900C50300204	19900C503002040000UB	503	204	100,4	1107,8	997,9	AP 162 PAS	110,7	671,4	LABOR/LABRADIO DE SECANO		101,71		

RBDA Subterránea:

Parcela Proyecto	Término municipal	Código TM	Referencia catastral	Referencia Catastral Larga	Polígono	Parcela	Longitud traza (m)	Ocupación Permanente Canalización (m2)	Servidumbre Canalización (m2)	Ocupación Total Canalización (m2)	Ocupación Temporal Canalización (m2)	Perforación dirigida (m)	Ocupación Temporal de la Perforación Dirigida (m2)	Cámara Empalme (ud.)	Ocupación Permanente Cámara Empalme (m2)	Ocupación Temporal Cámara Empalme (m2)	Ocupación Temporal Obra (m²)	Naturaleza del Terreno
1	GUADALAJARA	19	19900C50300204	19900C503002040000UB	503	204	125,17	100,14	275,38	375,52	1.128,76						1128,8	LABOR/LABRADIO DE SECANO
2	GUADALAJARA	19	19900C50300206	19900C503002060000UG	503	206	273,49	218,79	601,68	820,47	2.463,46			CE-01	48,24	168,48	2631,9	LABOR/LABRADIO DE SECANO
3	GUADALAJARA	19	19900C50300210	19900C503002100000UQ	503	210	251,06	200,85	552,09	752,94	2.251,22	40,57	250				2501,2	LABOR/LABRADIO DE SECANO
4	GUADALAJARA	19	19900C50305004	19900C503050040000UF	503	5004	6,58	5,26	14,74	20	62,74						62,7	PASTOS
5	GUADALAJARA	19	19900C50309005	19900C503090050000UB	503	9005	27,69	22,15	60,89	83,04	248,11						248,1	VT Vía de comunicación de dominio público
6	GUADALAJARA	19	19900C50305025	19900C503050250000UA	503	5025	11,24	8,99	24,76	33,75	99,33						99,3	PASTOS
7	GUADALAJARA	19	19900C50405006	19900C504050060000UQ	504	5006	9,73	7,79	21,42	29,21	95,52						95,5	PASTOS
8	GUADALAJARA	19	19900C50400003	19900C504000030000UK	504	3	45,35	36,28	99,78	136,06	409,35						409,4	LABOR/LABRADIO DE SECANO

2. AFECTACIONES A ORGANISMOS

A continuación, se muestra un resumen de los cruzamientos de la línea, así como sus organismos afectados:

Tramo subterráneo:

Cruzamiento	Vértice Inicio	Vértice Fin	Cruzamientos	Organismos Afectados	Coordenadas Xutm	Coordenadas Yutm
TRAMO subterráneo						
C _{LSAT} -1	3	4	Carretera CM-1003 de Taracena a Mandayona	Consejería de Fomento del Gobierno de Castilla La Mancha	489679.6353	4503506.5745
C _{LSAT} -2			Línea de Telecomunicación Subterránea	Telefónica, S.A.	489692.7431	4503506.8951
C _{LSAT} -3	5	6	Línea de Telecomunicación Subterránea	Telefónica, S.A.	489892.5736	4503665.7660

Madrid, junio de 2023

Dña. María Inmaculada Blázquez García

Ingeniera Industrial y del ICAI

Col. Nº 3694/2924

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ANEXO Nº1: CÁLCULOS

ANEXO Nº2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO Nº3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº4: PLANOS

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE

1.	Objeto del estudio de gestión de residuos	3
2.	Situación y descripción general del proyecto	3
3.	Descripción general de los trabajos	3
4.	Estimación de residuos a generar	3
5.	Medidas de prevención de generación de residuos	4
5.1.	Trabajos de construcción	4
6.	Medidas de separación, manejo y almacenamiento de los residuos en obra	6
6.1.	Segregación	6
6.2.	Almacenamiento	7
7.	Destinos finales de los residuos generados	8
7.1.	Residuos no peligrosos.....	8
7.2.	Residuos peligrosos.....	9
8.	Valoración del coste previsto de gestión	10

1. OBJETO DEL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

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. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho Real Decreto.

2. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el documento de Memoria del presente proyecto.

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/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones
- 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
- Apertura/acondicionamiento de la zanja
- Colocación de tubos
- Tendido de los conductores y cables de tierra
- Limpieza y restauración de las zonas de obra.

4. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo con lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos):

TIPO RESIDUO	CÓDIGO LER
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Excedentes de excavación	170504

TIPO RESIDUO	CÓDIGO LER
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Restos de hormigón	170101
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 PELIGROSOS	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*

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 podrá identificar 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.

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

5.1. 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 después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
 - Los pallets 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.

6. 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.

6.1. 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).

6.2. 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 180/2015 y Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados), 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 cauces y sus zonas de policía.

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.

7. 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.

7.1. 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 la autoridad 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, 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.

7.2. 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.

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

8. 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 de este.

Los costes unitarios de cada residuo se estiman en las siguientes cantidades:

Tipo de residuo	Código LER	Unidad	Precio/unidad
Excedentes de excavación	170504	m ³	4
Residuos de hormigón	170101	m ³	9
Papel y cartón	200101	kg	0,008
Maderas	170201	kg	0,015
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	0,016
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	kg	0,003
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	0,0015
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102/150104/150105/150106	kg	0,0015
Trapos impregnados, envases contaminados, aerosoles	150202*	bidones	100
Tierras contaminadas	170503*	m ³	15
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	0,015

Que particularizados para el proyecto que nos ocupa:

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidad	Costes estimados de gestión (€)
Excedentes de excavación (considerando tramos aéreos y subterráneos)	170504	466,36	m ³	1.865,44 €
Residuos de hormigón (Se considera un excedente del 1% tanto para cimentaciones como para zanja subterránea)	170101	10,1	m ³	90,90 €
Papel y cartón	200101	No se presentan residuos de este tipo	kg	-
Maderas	170201	No se presentan residuos de este tipo	kg	-

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidad	Costes estimados de gestión (€)
		tipo		
Plásticos (envases y embalajes)	170203	No se presentan residuos de este tipo	kg	-
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	No se presentan residuos de este tipo	kg	-
Restos asimilables a urbanos	200301	No se presentan residuos de este tipo	kg	-
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102/150104/150105/150106	No se presentan residuos de este tipo	kg	-
Trapos impregnados, envases contaminados, aerosoles	150202*	No se presentan residuos de este tipo	bidones	-
Tierras contaminadas	170503*	No se presentan residuos de este tipo	m³	-
Total			€	1.956,34 €

Asciende el presupuesto de gestión de residuos a la cantidad de **MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS.**

Madrid, junio de 2023

Dña. María Inmaculada Blázquez García

Ingeniera Industrial y del ICAI

Col. Nº 3694/2924

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ANEXO Nº1: CÁLCULOS

ANEXO Nº2: FICHA TÉCNICA DEL CABLE

ANEXO Nº3: CÁLCULOS DETALLADOS SUBTERRÁNEO

DOCUMENTO Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº4: PLANOS

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO N°8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ÍNDICE

1.	Antecedentes	3
2.	Objeto	4
3.	Titular de la instalación	¡Error! Marcador no definido.
4.	Documentación aplicable	5
5.	Legislación aplicable	5
6.	Emplazamiento	6
7.	Situación actual de los terrenos afectados	6
7.1.	Geología, geomorfología y edafología	6
7.2.	Hidrología	6
7.3.	Vegetación	6
7.4.	Fauna	6
8.	Descripción básica del proyecto	6
8.1.	Trazado	6
8.2.	Apoyos y cimentaciones	8
8.3.	Protección de superficies	8
8.4.	Dimensiones de los apoyos	9
9.	Descripción de las actuaciones de desmantelamiento	9
9.1.	Actuaciones proyectadas	9
10.	Descripción de los materiales de restitución	9
10.1.	Actuaciones proyectadas	9
11.	Plazos y plan de desmantelamiento	11
12.	Mediciones y presupuesto	11
12.1.	Desmontaje de la línea	11
12.2.	Obra civil	12
12.3.	Presupuesto total de desmantelamiento	13
13.	Conclusión	14



1. ANTECEDENTES

El Proyecto Básico Administrativo inicial fue firmado el pasado 21 de diciembre de 2020 por el técnico competente D^a: María Inmaculada Blázquez García con número de visado del proyecto 0648/20.

Dicho Proyecto Básico Administrativo, junto con sus infraestructuras asociadas dentro del mismo expediente, fue presentado ante la Secretaría de Estado de Energía de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la transición Ecológica y el Reto Demográfico el 27 de abril de 2021, con subsanación posterior el 26 de mayo de 2021. Con fecha 8 de junio de 2021, la Dirección General de Política Energética y Minas otorga acuerdo de acumulación conjunta relativa de los expedientes de Autorización Administrativa Previa. Con fecha 18 de febrero de 2022 se inició el proceso de Información Pública y de consultas a organismos.

Una vez finalizado el proceso de Información Pública y Consultas a Organismos, se han recogido las distintas alegaciones/informes presentados por los agentes afectados e interesados. El resultado de este procedimiento de Información Pública y consultas a organismos ha sido el otorgamiento de la Declaración de Impacto Ambiental (“DIA”) por parte de la Subdirección General de Evaluación Ambiental del MITERD publicada en el Boletín Oficial del Estado en fecha 10 de marzo de 2023, que ha resultado favorable con condicionantes, y, en consecuencia, se ha procedido a adaptar el proyecto de la Línea para dar respuesta a los condicionantes indicados en la DIA.

Posteriormente, con fecha 5 de junio de 2023, se le otorgó Autorización Administración Previa a la sociedad Acequia Solar, S.L., para la instalación fotovoltaica Acequia Solar y sus infraestructuras de evacuación, dentro de las cuales se encuentra la L/220 kV SET Taracena – AP 56.

2. OBJETO

El motivo de la redacción del presente Proyecto Oficial de Ejecución es recoger todas las modificaciones necesarias en el Proyecto Básico Administrativo L/220 kV SET Taracena – AP 56, en el término municipal de Guadalajara (Guadalajara) para adaptar el Proyecto Oficial de Ejecución a los condicionantes impuestos en la DIA o aceptados por parte del Promotor durante el procedimiento de información pública, en este caso relacionados con el soterrado de parte del trazado de la línea.

Se ha adaptado el Proyecto Oficial de Ejecución de la línea de evacuación de 220 kV, de forma que pasa de ser aérea en su totalidad a dividirse en dos tramos: uno aéreo y otro soterrado.

Por último, el objeto del presente proyecto es solicitar la modificación de la Autorización Administrativa Previa, la Autorización Administrativa de Construcción, así como la Declaración, en concreto, de Utilidad Pública del circuito 2 descrito

3. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El titular de la instalación objeto del presente proyecto es:

Promotor	CIF	Planta de generación fotovoltaica
Acequia Solar, S.L.	B88498969	Acequia Solar
Vega Solar, S.L.	B88498902	Vega Solar

Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºD - 28016 Madrid, España

Teléfono: 910059775

Email: alcala2@ignis.es

A efectos de notificaciones, el interlocutor será:

IGNIS DESARROLLO S.L.

C.I.F.: B- 87973327

Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºD - 28016 Madrid, España

Teléfono: 910059775

Email: alcala2@ignis.es

4. DOCUMENTACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del Proyecto de Desmantelamiento se ha partido de la siguiente documentación:

- Modificación L/220 kV ST TARACENA – AP 56

5. LEGISLACIÓN APLICABLE

Como Reglamentación aplicable que se ha tenido en cuenta en la redacción del presente proyecto pueden destacarse las siguientes:

- 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.
- 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.B.O.E. n.º 068 publicado el 19/3/2008.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico (BOE n.º 285 de 28 de noviembre de 1997)
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. (Ley 31/1.995 de 8/11/1.995)
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Real Decreto 337/2014, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos (R.D. 223/2008, 15 de febrero)
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley del Sector Eléctrico (Ley 54/1997, 27 noviembre)

Además de todo Reglamento y/o Normativa en vigor a la fecha de visado de este proyecto.

6. EMPLAZAMIENTO

La línea discurre en su totalidad por el término municipal de Guadalajara (Guadalajara).

Para más detalle, se puede consultar el Plano de "Situación y Emplazamiento".

7. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TERRENOS AFECTADOS

7.1. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA

En lo referente a geología, geomorfología y edafología, dicho estudio quedará sujeto al estudio geotécnico del proyecto.

7.2. HIDROLOGÍA

En lo referente a hidrología, dicho estudio quedará sujeto al estudio de impacto ambiental.

7.3. VEGETACIÓN

En lo referente a la vegetación, dicho estudio quedará sujeto al estudio de impacto ambiental.

7.4. FAUNA

En lo referente a la vegetación, dicho estudio quedará sujeto al estudio de impacto ambiental.

8. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL PROYECTO

8.1. TRAZADO

La línea objeto del presente proyecto de simple circuito, a la tensión de 220 kV, tiene su origen en la subestación de Taracena 30/220 kV, situada en el término municipal de Guadalajara (Guadalajara) hasta el apoyo 56 entronque, perteneciente al proyecto "L/220 kV AP 56 – SET Alcalá II colectora" situado en el término municipal de Guadalajara (Guadalajara).

El apoyo 162 PAS estará preparado para albergar un posible circuito futuro, por lo que en el actual proyecto únicamente estará tendido el **circuito 2**. En este proyecto, ese circuito no se tendrá en cuenta para los cálculos ni presupuesto, siendo alcance de este proyecto únicamente el **circuito 2**, con origen en la SET Taracena hasta el apoyo 56 entronque.

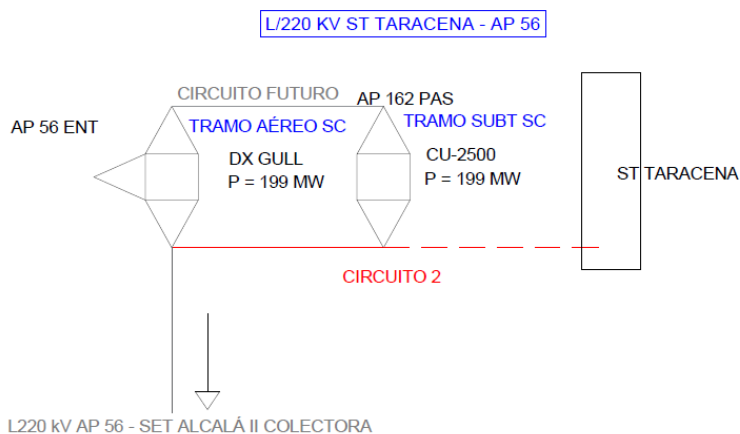
Esta línea tiene una longitud total de **0,891 km**, dividida en **0,1 km** en aéreo y **0,791 km** en soterrado. Está distribuida de la siguiente manera:

- **Tramo aéreo:** 100 metros, desde los apoyos 56 ENT hasta el apoyo PAS 162.

- **Tramo subterráneo:** 791 metros, desde el apoyo PAS 162 hasta la ST Taracena.

Para una mejor comprensión de los tramos, se incluye la siguiente tabla resumen y el siguiente esquema:

DISPOSICIÓN	DESCRIPCION	Nº CIRCUITOS	TENSIÓN	LONGITUD (m)
Aéreo	PAS 162- AP 56 ENT	1C	220 kV (C2)	100
Subterráneo	PAS 162– ST TARACENA	1C	220 kV (C2)	791



La línea discurre en su totalidad por el término municipal de Guadalajara (Guadalajara).

A continuación, se describen de forma detallada las alineaciones de la línea aérea.

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Angulo con la siguiente alineación (g)	Longitud (m)
1	PAS 162	56 ENT	-	100,3

A continuación, se muestran los vértices del tramo subterráneo:

Vertice Nº	POZO DE PERFORACIÓN DIRIGIDA	Coord Xutm	Coord Yutm
------------	------------------------------	------------	------------

1		489310,13	4503232,86
2		489610,41	4503454,64
3		489649,92	4503505,66
	PD-1	489649,92	4503505,66
	PD-2	489709,86	4503507,50
4		489709,86	4503507,50
5		489827,14	4503648,72
6		489897,88	4503667,20
7		489903,91	4503703,15

8.2. APOYOS Y CIMENTACIONES

Los apoyos que se van a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía de las series ICÁRO ESPECIAL del fabricante IMEDEXSA, o similar. La configuración de los apoyos para la línea aérea del presente proyecto será en doble bandera. Esta configuración facilita el respeto de distancias eléctricas y los cruzamientos con otras líneas de tensión.

Los apoyos seleccionados están contruidos con perfiles angulares totalmente atornillados, con el cuerpo formado por tramos tronco-piramidales de sección cuadrada con extensiones de 3 ó 5 m de altura hasta conseguir la altura útil deseada.

Todos los apoyos dispondrán de una doble cúpula para instalar los cables de fibra óptica por encima de los conductores. Las geometrías básicas de los apoyos pueden consultarse en el documento Planos.

Las cimentaciones serán de patas separadas, tetrabloque y tipo circular con cueva para todos los apoyos de la línea, Las características dimensionales de las cimentaciones para cada tipo de apoyo pueden consultarse en el documento Anexo1, Cálculos.

Nº	Denominación	H (m)	Hu (m)	b (m)	a (m)	c (m)	d-e (m)
*AP 56 ENT	IC-70000E-20-N1334E90-ANC	20	20	5,8	6+6	6+6	6.2-3.5
PAS 162	IC-70000E-20-PAS	20	20	5,3+5,8	5+6+7	5+6+7	6.2-3.5

**El apoyo 56 ENT (IC-70000E-20-N1334E90-ANC) no pertenece a este proyecto, pertenece al llamado "L/220 kV AP 56 – SET Alcalá II colectora)".*

8.3. PROTECCIÓN DE SUPERFICIES

Todos los apoyos tendrán protección de superficie por cincado a fuego. El galvanizado se hará de acuerdo con la norma UNE-EN-ISO 1461. Según la citada norma, la cantidad mínima de zinc será de 5 gramos por decímetro cuadrado de superficie galvanizada.

La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad y sin manchas.

8.4. DIMENSIONES DE LOS APOYOS

Los apoyos pueden ser de la casa comercial IMEDEXSA, o similar, con las dimensiones y esfuerzos adecuados para esta tensión y conductor y en función de las necesidades de cada ubicación se colocarán de amarre, de alineación o de fin de línea.

La altura útil de las torres en cada uno de los puntos del reparto se adaptará para conseguir, como mínimo, las distancias reglamentarias al terreno y demás obstáculos.

9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES DE DESMANTELAMIENTO

9.1. ACTUACIONES PROYECTADAS

La prelación de actuaciones de desmantelamiento a desarrollar en este proyecto de desmantelamiento y restitución son las siguientes para el tramo aéreo:

- Desconexión eléctrica de la línea. Puesta a tierra y comprobación de ausencia de tensión en la misma.
- Desmontaje y recogida de los conductores y del cable de tierra.
- Desmontaje de las cadenas de amarre y suspensión de los apoyos.
- Desmontaje y arriado de los tramos de los apoyos.
- Demolición de las cimentaciones hasta la profundidad de un metro.

La prelación de actuaciones de desmantelamiento a desarrollar en este proyecto de desmantelamiento y restitución son las siguientes para el tramo soterrado:

- Desconexión eléctrica de la línea. Puesta a tierra y comprobación de ausencia de tensión en la misma.
- Desmontaje y recogida de los conductores y del cable de tierra.
- Desmontaje de cámaras de empalme.
- Desmontaje de terminales y sistemas de puesta a tierra.

10. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES DE RESTITUCIÓN

10.1. ACTUACIONES PROYECTADAS

La prelación de actuaciones de restitución (una vez desmantelados los apoyos y la línea) son las siguientes:

- Relleno de los huecos de las cimentaciones con una capa de tierra vegetal de 100 cm.
- Restitución para el uso agrícola tradicional o, en su caso, plantaciones de especies autóctonas.
- Cierre de zanjas. Restituir el terreno de forma adecuada y facilitar el desarrollo de la flora local.

La tierra vegetal que se emplee debe ser la extraída originalmente en las tierras de cultivo colindantes, y en caso de esta no pueda ser recuperada, se extraerá de obras cercanas donde esta tierra vegetal sea un excedente o se obtendrá de viveros. Se ha presupuestado como si se obtuviera de viveros.

La extensión se realizará por tongadas evitando en lo posible la compactación de la tierra vegetal, pero evitando a su vez la existencia de oquedades en el perfil del suelo y que tras el asentamiento del material se produzca la subsidencia de los materiales de relleno quedando la franja restituida a un nivel inferior que el terreno natural.

10.1.1. PLANTACIONES

Para las plantaciones se ha tomado como criterio que sólo se planteará en aquellas superficies que actualmente tengan vegetación natural (matorral) ya que el resto de las áreas volverán a tener el uso agrícola actual por lo que no se realizarán plantaciones.

Para las plantaciones existe un factor limitante de gran importancia de cara a las plantaciones que es el mismo viento que puede producir daños en las mismas. De esta manera se procederá a plantar plantas de pequeño tamaño que soporten los avatares del viento.

Se seguirán las indicaciones de la Delegación Provincial de Medio Ambiente de Andalucía respecto al número de plantaciones a realizar y las especies vegetales a plantar.

10.1.2. GESTIÓN DE RESIDUOS

Estará prohibido el vertido o abandono de cualquier tipo de residuo en el área de desmantelamiento debiendo gestionarse en función de sus características cada uno de ellos.

Se procederá a la clasificación de los residuos producidos inicialmente en peligrosos y no peligrosos.

- Los residuos peligrosos serán gestionados con un gestor autorizado específico para cada tipo de residuos. No se prevé, por las características de las obras, la producción de este tipo de residuos.
- Los residuos no peligrosos deberán ser reutilizados o llevados a un reciclador, y en último caso irán al vertedero autorizado. Lo que se prevé que se produzcan son esencialmente cableados, chatarra y escombros.

- Como norma general, una vez desmantelada y restituida la línea no deben aparecer restos en el entorno de la zona de actuación.

11. PLAZOS Y PLAN DE DESMANTELAMIENTO

El plazo estimado para el desmantelamiento y restitución de la línea será de 3 meses, empleando para ello una cuadrilla de desmontaje de 12 hombres.

12. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

12.1. DESMONTAJE DE LA LÍNEA

Tramo Aéreo:

Descripción	Unidades	Precio Unidad (€)	Medición	Importe (€)
Desenganche de Línea y Puesta a Tierra de Toma de Corriente	Pda.	1.200,00 €	1	1.200,00 €
Desconexión eléctrica de la línea. Puesta a tierra y comprobación de ausencia de tensión en la misma				
Desmontaje y Recogida de Cable Línea	km	1.400,00 €	0,1	140,00 €
Desmontaje de la línea, recogida de cables de circuito y línea de tierra, desmontaje de las cadenas de amarre y cadenas de suspensión incluso retirada a reutilizador, reciclador o vertedero autorizado de todos los elementos retirados				
Los kilómetros de línea a desmontar han sido medidos en planta, sin tener en cuenta la catenaria que se produce entre apoyos				
Desmontaje Apoyo	Tm	2.118,76 €	1	2.118,76 €
Desmontaje de apoyo por tramos, arriado hasta la fundación y corte o desmontaje a pie de obra incluso retirada de estructuras a reutilizador, reciclador o vertedero autorizado				
			Total €	3.458,76 €

Tramo Subterráneo:

Descripción	Unidades	Precio Unidad (€)	Medición	Importe (€)
Desenganche de Línea y Puesta a Tierra de Toma de Corriente	Pda.	1.200,00 €	1	1.200,00 €
Desconexión eléctrica de la línea. Puesta a tierra y comprobación de ausencia de tensión en la misma				
Desmontaje y Recogida de Cables de Línea	m	17,15 €	791,00	13.565,65 €
Desmontaje de la línea, recogida de cables de circuito, línea de tierra, conductor de fibra y tubos de canalización, incluso retirada a reutilizador, reciclador o vertedero autorizado de todos los elementos retirados				
Los kilómetros de línea a desmontar han sido medidos en planta, sin tener en cuenta las variaciones de longitud en el perfil.				
Desmantelación de cámaras de empalme	Ud	724,81 €	1	724,81 €
Excavación del terreno, arriado hasta la fundación y corte o desmontaje a pie de obra incluso retirada de estructuras a reutilizador, reciclador o vertedero autorizado				

Desmantelación de terminales y sistema de puesta a tierra				
Desmontaje de terminales exteriores y cajas unipolares y tripolares de puesta a tierra, retirada de componentes a reutilizador, reciclador o vertedero autorizado	Ud	471,24 €	6	2.827,44 €
Desmantelación de arquetas de tiro				
Excavación del terreno, arriado hasta la fundación y corte o desmontaje a pie de obra incluso retirada de estructuras a reutilizador, reciclador o vertedero autorizado	Ud	234,82	0	0,00 €
Total €				18.317,90 €

12.2. OBRA CIVIL

Tramo Aéreo:

Descripción	Unidades	Precio Unidad (€)	Medición	Importe (€)
Demolición de Cimentaciones				
Demolición de cimentación de hormigón armado y pedestal, con compresor de 2000l/min. corte de armaduras con disco, hasta una profundidad de 1 m por debajo de la rasante del terreno, incluso retirada de escombros y armaduras a reciclador, reutilizador o vertedero autorizado	Ud	325,00 €	1	325,00 €
Aporte de Tierra Vegetal				
Carga, transporte, relleno y extendido de tierra vegetal en la caja de la cimentación tras la demolición de la misma hasta una profundidad de 1 m	Pda.	12.000,00 €	1	12.000,00 €
Total €				12.325,00 €

Tramo Subterráneo:

Descripción	Unidades	Precio Unidad (€)	Medición	Importe (€)
Reapertura de zanjas				
m. Apertura de zanja de simple circuito en cualquier tipo de terreno, con las dimensiones indicadas, tapado y compactado	m	14,21 €	731,00	10.387,51 €
Cierre de zanjas				
Carga, transporte, relleno y extendido de tierra vegetal en la zanja para restituir el terreno de forma adecuada y facilitar el desarrollo de la flora local	m	18,77 €	731,00	13.720,87 €
Total €				24.108,38 €

12.3. PRESUPUESTO TOTAL DE DESMANTELAMIENTO

Descripción		Precio Total
Tramo Subterráneo	Desmontaje de Línea	18.317,90 €
	Obra Civil	24.108,38 €
	Total Subterráneo	42.426,28 €
Tramo Aéreo	Desmontaje de Línea	3.458,76 €
	Obra Civil	12.325,00 €
	Total Aéreo	15.783,76 €
TOTAL LÍNEA		58.210,04 €

Asciende el presupuesto de desmantelamiento de la infraestructura a la cantidad de **CINCUENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS DIEZ EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS**.

13. CONCLUSIÓN

Con lo expuesto en los documentos que integran el presente proyecto, creemos suficientemente definidas las obras a realizar que se incluyen en él.

Por tanto, se somete a consideración de la autoridad competente en materia de energía de la Administración correspondiente para su aprobación.

Madrid, junio de 2023

Dña. María Inmaculada Blázquez García

Ingeniera Industrial y del ICAI

Col. Nº 3694/2924