



RESUMEN DE FIRMAS DEL DOCUMENTO

COLEGIADO01

LIZARRAGA ZUÑIGA
SUSANA - [REDACTED]

Firmado digitalmente por LIZARRAGA
ZUÑIGA SUSANA - [REDACTED]
Fecha: 2024.11.12 13:39:41 +01'00'

COLEGIADO02

COLEGIADO03

COLEGIO

COLEGIO

OTROS

OTROS

PROYECTO v2
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

TOROS DE GUISANDO I
SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)



Noviembre 2024

ÍNDICE GENERAL

- MEMORIA
- ANEXO I: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS
- ANEXO II: CÁLCULOS
- ANEXO III: GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEXO IV: CÁLCULOS CAMPO ELECTROMAGNÉTICO, JUSTIFICACIÓN LÍMITE DE RUIDO Y VENTILACIÓN
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PRESUPUESTO
- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- PLANOS

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1.	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	1
1.1	OBJETO.....	1
1.2	AUTOR DEL ENCARGO.....	1
1.3	AUTOR DEL PROYECTO.....	1
1.4	EMPLAZAMIENTO	1
1.5	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN.....	2
1.6	NORMATIVA.....	3
1.7	ORGANISMOS AFECTADOS	4
2.	CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA	5
2.1	OBRA CIVIL	5
2.1.1	LOCAL.....	5
2.1.2	EDIFICIO.....	5
2.1.3	CIMENTACIÓN	5
2.1.4	SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES	5
2.1.5	CUBIERTA.....	6
2.1.6	PINTURAS.....	6
2.1.7	VARIOS.....	6
2.2	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	6
2.2.1	CALIDAD DE LA RED	6
2.2.2	APARAMENTA A.T.....	6
2.2.3	APARAMENTA B.T.....	7
2.3	MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	7
2.4	PUESTA A TIERRA	7
2.4.1	TIERRA DE PROTECCIÓN	7
2.5	INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	7
2.5.1	ALUMBRADO	7
2.5.2	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	7
2.5.3	VENTILACIÓN	7
2.5.4	MEDIDAS DE SEGURIDAD	8
3.	ACOMETIDA A PTO. DE CONEXIÓN: LÍNEA SUBTERRÁNEA 15 KV	9
3.1	TRAZADO DE LA LÍNEA	9
3.2	CATEGORÍA DE LA RED.....	9
3.3	MATERIALES.....	9
3.4	CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.....	9
3.5	INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS	9
3.6	PUESTA A TIERRA	10
3.7	PROTECCIONES	10
3.7.1	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES (50/51, 50/51N, 67N)	10
3.7.2	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	11

3.7.3	PROTECCIÓN DE MÍNIMA TENSIÓN (27)	11
3.7.4	PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN (59).....	12
3.7.5	PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN HOMOPOLAR (59N)	12
3.8	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.....	12
3.8.1	GENERALIDADES	12
4.	CRONOGRAMA	15
5.	PROTECCIÓN DEL SUELO	16
6.	CONCLUSIÓN	16

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1 OBJETO

La empresa START RIGHT NOW S.L. está realizando la legalización de un parque solar fotovoltaico de 4,5 MW de potencia nominal, en el término municipal de San Martín de Valdeiglesias (Madrid).

El punto de conexión a la red de distribución para la evacuación de la energía será la ST TOROS DE GUISANDO, concretamente en el módulo de MT (15 kV), según condiciones de evacuación dadas por la compañía distribuidora, solicitadas y concedidas con anterioridad a este proyecto.

El objeto de este documento es definir las características técnicas y económicas de las instalaciones de evacuación del parque solar, con el fin de solicitar la Autorización Administrativa para la ejecución de la instalación, así como la autorización medioambiental correspondiente.

La instalación de evacuación estará compuesta por un centro de seccionamiento y medida que se construirá en el interior del parque solar y será propiedad de este, y una línea subterránea de 15 kV que partirá desde dicho centro hasta la ST TOROS DE GUISANDO. La conexión a la nueva posición de la subestación, así como el tendido del cable, lo llevará a cabo una empresa autorizada por la empresa distribuidora.

En el interior del parque discurrirá una línea soterrada de 15 kV, objeto de otro proyecto, que interconectará el centro de seccionamiento con el centro de transformación de la instalación fotovoltaica, el cual tendrá una potencia de 5.000 kVA.

Esta evacuación de la energía se realiza siguiendo las condiciones dadas por IBERDROLA en los documentos con números de referencia 9038958050, con fecha 01/07/2021.

1.2 AUTOR DEL ENCARGO

El encargo del presente proyecto ha sido realizado la sociedad mercantil START RIGHT NOW S.L. con:

- C.I.F.: B-87904934
- Domicilio social:
C/ Carretera del Mediodía nº8 1ºA
28055 Madrid (Madrid)
- Domicilio para notificaciones:
Pol. Berroa nº4, planta 3ª oficina 311
Tajonar 31192 (Navarra)
- Notificaciones:
Susana Lizarraga (email: [REDACTED])

1.3 AUTOR DEL PROYECTO

El presente proyecto ha sido realizado por el Ingeniero Industrial Susana Lizarraga Zúñiga colegiado nº [REDACTED], por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra.

1.4 EMPLAZAMIENTO

La instalación denominada TOROS DE GUISANDO I, se va a situar en suelo no urbanizable dentro del término municipal de San Martín de Valdeiglesias (Madrid). Es en estas mismas parcelas donde se ubican las instalaciones de evacuación del parque solar, a excepción de la Línea de AT cuya relación de parcelas afectadas se encuentra reflejada en el anexo correspondiente.

Las parcelas donde se ubicará el parque solar fotovoltaico serán las siguientes:

PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA	SUP. (Hra)	REFERENCIA CATASTRAL
Madrid	San Martín de Valdeiglesias	19	178	12,19	28133A019001780000KZ



SITUACIÓN PLANTA SOLAR Y PUNTO DE CONEXIÓN

1.5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN

La transformación de la energía producida en baja tensión se realizará mediante un centro de transformación de 5.000 kVA que elevará la potencia de baja tensión 800 V a 15 kV.

Desde este centro de transformación, situado en la instalación TOROS DE GUISANDO I partirá una línea subterránea en 15 kV hasta un centro de seccionamiento y medida, instalado en la misma parcela.

Desde aquí partirá una línea de alta tensión en 15 kV subterránea hasta el punto de conexión otorgado en ST TOROS DE GUISANDO.

La longitud de la línea es:

- Tramo soterrado desde centro seccionamiento y medida hasta ST Toros de Guisando: 742,59 m

1.6 NORMATIVA

La redacción del proyecto y ejecución de las instalaciones se efectuará de acuerdo con lo prescrito en los siguientes reglamentos vigentes:

- 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 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 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 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto 40/1998, de 5 de marzo, por el que se establecen Normas Técnicas en Instalaciones Eléctricas para la protección de la avifauna.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- 1999/519/CE: Recomendación del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- UNE-EN 60529:2018. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 62271-200:2012. Aparata de alta tensión. Parte 200: Aparata bajo envoltorio metálico de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN IEC 62271-102:2021. Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-105:2013. Aparata de alta tensión. Parte 105: Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para tensiones nominales superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-103:2012. Aparata de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-1:2019. Aparata de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparata de corriente alterna.
- MT.2.31.01 Proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV.

MEMORIA

- NI 56.43.01 Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.43.02 Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina (Z1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.80.02 Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.
- MT.2.11.01 Proyecto tipo para centro de transformación prefabricado de superficie.
- MT.2.11.33 Especificaciones Particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal ≤ 30 kV.
- MT.2.13.40 Procedimiento de selección y adaptación del calibre de los fusibles de MT para Centros de Transformación.
- MT.3.51.20 Especificaciones particulares para Sistemas de Telegestión y Automatización de Red. Instalación en nuevos Centros de Transformación.
- MT.2.80.14 Guía para la instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (hasta 132 kV).
- NI 42.71.01 Cuadros modulares y sin envoltorio para medida en BT. Instalación interior.
- NI 42.72.00 Instalaciones de enlace. Caja de protección y medida.
- NI 76.50.01 Cajas general de protección (CGP).
- MT.2.03.20 Especificaciones Particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión.

1.7 ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se detalla una lista de los organismos que se ven afectados por la instalación de evacuación:

ORGANISMO	PARTE AFECTADA
I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	L.A.A.T.
Carreteras. Comunidad de Madrid	Carretera M-542
Carreteras. Comunidad de Madrid	Carretera M-501
Confederación Hidrográfica del Tajo	Zona de policía del Arroyo de Tórtolas
Ayuntamiento de San Martín de Valdeiglesias	Término municipal

2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA

Se instalará un centro de seccionamiento y medida, con acceso desde vial público. Dicho edificio será prefabricado de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica. La acometida al mismo será subterránea y la energía tendrá una tensión de servicio de 15kV y una frecuencia de 50 HZ. Desde este edificio partirá una línea de alta tensión hasta el punto de conexión, ST TOROS DE GUISANDO.

2.1 OBRA CIVIL

2.1.1 LOCAL

El centro estará ubicado en una caseta o envoltorio independiente, destinada únicamente a esta finalidad. En ella se instalará toda la armadura y demás equipos eléctricos.

Para el diseño del centro se han observado las normativas vigentes, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

2.1.2 EDIFICIO

El edificio prefabricado de hormigón está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanqueidad quedará garantizada por el empleo de juntas de gomas esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 300 kg/cm². La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envoltorio.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

En la base de la envoltorio irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada del cableado.

2.1.3 CIMENTACIÓN

Para la ubicación del centro prefabricado se realizará una excavación, con dimensiones según planos adjuntos, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm².

2.1.4 SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cableado, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cableados eléctricos y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamina en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

MEMORIA

El centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas.

2.1.5 CUBIERTA

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre esta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

2.1.6 PINTURAS

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

2.1.7 VARIOS

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m².
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m² (144 km/h).

Sobrecarga de nieve: 400 kg/m².

2.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**2.2.1 CALIDAD DE LA RED**

La red de la cual que acomete en el centro es de tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 324,38 MVA según datos proporcionados por la compañía distribuidora.

2.2.2 APARAMENTA A.T.

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en SF₆, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos de mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparamenta del centro.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

MEMORIA

- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de estos.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

Un ≤ 20 kV:

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 50 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 125 Kv
- A la distancia de seccionamiento: 145 kV

2.2.3 APARAMENTA B.T.

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas de alta tensión.

2.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario del transformador de intensidad y de tensión de la celda de medida.

2.4 PUESTA A TIERRA**2.4.1 TIERRA DE PROTECCIÓN**

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

2.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS**2.5.1 ALUMBRADO**

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

2.5.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se incluirá un extintor eficacia 89B. La resistencia al fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de reacción al fuego de materiales de suelos, paredes y techos será A1 según la clasificación europea de los productos para la construcción.

2.5.3 VENTILACIÓN

La ventilación del centro se realizará de modo natural mediante rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

MEMORIA

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

2.5.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

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

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantallados, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de alta tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al centro estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso, y si las hubiera, las pantallas de protección llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del centro se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el centro y en un lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Para realizar maniobras en alta tensión, el centro dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

3. ACOMETIDA A PTO. DE CONEXIÓN: LÍNEA SUBTERRÁNEA 15 KV

3.1 TRAZADO DE LA LÍNEA

La línea discurrirá desde el centro de seccionamiento y medida hasta el punto de conexión ST TOROS DE GUISANDO. La longitud de la línea es de 742,59 m y tiene un nivel de tensión de 15 kV.

3.2 CATEGORÍA DE LA RED

La red tiene las siguientes características:

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| - Clase de corriente | Alterna-trifásica |
| - Tensión nominal | 15.000 Voltios |
| - Tensión más elevada | 17.500 Voltios |
| - Frecuencia | 50 Hz |

3.3 MATERIALES

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435, UNE-EN 60071-1 y UNE-EN 60071-2. La tensión más elevada del material (U_m) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde dicho material será instalado (U_s). La tensión asignada del cable U_0/U se elegirá en función de la tensión nominal de la red (U_n), o tensión más elevada de la red (U_s), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra.

Con todo esto, el nivel de aislamiento de los cables a emplear será 12/20 (24) kV.

3.4 CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación. Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación. Podrán ser unipolares o tripolares.

Los cables utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

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

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termoretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

3.5 INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados. El trazado será lo más

MEMORIA

rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que puedan soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

Los cables podrán instalarse en las formas que se indican a continuación:

- Directamente enterrados: La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos.
- En canalización entubada. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Se evitará en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.
- En galerías. Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.
- En atarjeas o canales revisables. Son canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared. Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones y otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a persona o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

3.6 PUESTA A TIERRA

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de estas estarán también puestas a tierra.

3.7 PROTECCIONES

3.7.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES (50/51, 50/51N, 67N)

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

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. En sistemas con neutro puesto a tierra, la protección será 50-51 para la sobreintensidad de fases y 50N-51N para el neutro. En sistemas con neutro aislado la protección a utilizar será 50-51 para la sobreintensidad de fases y 67N para el neutro. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Para realizar correctamente esas funciones de protección, en el caso de neutro a tierra, se dispondrá de transformadores de intensidad en cada fase. Para sistemas de neutro aislado, además de los

MEMORIA

transformadores de intensidad anteriores, se instalará un transformador toroidal para detección de intensidad homopolar y 3 transformadores de tensión con sus devanados conectados en triángulo abierto. La instalación de estos 3 transformadores de tensión podrá evitarse si los transformadores de tensión instalados en la celda de medida cuentan con un devanado secundario exclusivo y de las características adecuadas.

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

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

La protección contra c.c. por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. no exceda de la máxima admisible asignada en c.c.

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

3.7.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

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

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 y ITC-RAT 13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2, UNE-EN 60099-1 y UNE-EN 60099-4.

3.7.3 PROTECCIÓN DE MÍNIMA TENSIÓN (27)

La protección de mínima tensión se conectará entre fases. Dispondrá de desconexión temporizada en tiempo fijo y regulable. Los valores de ajuste se adaptarán a los de la red de E-DE a los que se conecte.

En las instalaciones con obligación de cumplir requisitos de comportamiento frente a huecos de tensión según P.O. 12.3 el tiempo de actuación será acorde a las curvas tensión – tiempo indicadas en dicho procedimiento operativo.

Para el resto de los generadores, el ajuste se realizará en un único escalón:

Umbral de protección	Tiempo de actuación
Un: -15%	Máx. 0,8 seg.

3.7.4 PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN (59)

La protección de máxima tensión se conectará entre fases para detectar el funcionamiento en red separada. Dispondrá de desconexión temporizada en tiempo fijo y regulable.

El ajuste se realizará en dos escalones:

Umbral de protección	Tiempo de actuación
Un: +10%	Máx. 0,8 seg.
Un: +15%	Máx. 0,2 seg.

3.7.5 PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN HOMOPOLAR (59N)

Protección de máxima tensión homopolar para detectar faltas a tierra de la red. El ajuste se determinará según la siguiente tabla:

Configuración neutro	Tiempo de actuación/sobretensión
Neutro a tierra	3 seg. 10 V (*)
Neutro aislado	3 seg. 40 V (*)

(*) Sobretensión referida a la tensión medida en el secundario de los transformadores de protección.

3.8 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar cruzamientos o paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

3.8.1 GENERALIDADES

Los cables subterráneos enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de A.T.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización. Estos requisitos no serán de aplicación a cables dispuestos en galerías. En dichos casos, la disposición de los cables se hará a criterio de la empresa que los explote; sin embargo, para establecer las intensidades admisibles en dichos cables, deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección definidos en el capítulo 6 de la presente instrucción.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

Cruzamientos

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

CALLES Y CARRETERAS

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión. La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, 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.

CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, 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.

Proximidades y paralelismos

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

OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 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. 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.

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.

En particular, esta línea de evacuación tiene los siguientes cruces y paralelismos:

ARROYO DE TÓRTOLAS – CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

El trazado de la línea de evacuación discurre de forma paralela al cauce del Arroyo de Tórtolas, de manera que no se producen cruzamientos con el mismo.

En dicho paralelismo, la línea se ubica entre la zona de servidumbre, definida a 5 m de la línea que delimita el cauce del arroyo (zona de dominio público), y la zona de policía, definida a 100 m de dicha línea.

M-542 Y M-501 – CARRETERAS. COMUNIDAD DE MADRID

Partiendo desde la planta fotovoltaica, el trazado de la línea de evacuación discurre, en su inicio, de forma paralela a la carretera M-542. Según el mapa de carreteras de la Comunidad de Madrid, la carretera M-542 está catalogada como Red Local, cuya zona de dominio público está definida a 3 metros desde la arista exterior de explanación y la zona de protección a 15 metros desde dicha arista exterior de explanación. Como se puede observar en los planos, el trazado de la línea de evacuación discurre entre la zona de dominio público y la zona de protección de la carretera.

La zona de dominio público de esta carretera solo se invade en el cruce definido en el punto de coordenadas aproximadas UTM ETRS89 H30 X: 377453,2003 ; Y: 4467037,3277. Este cruce se realiza con perforación horizontal dirigida, perpendicular a la carretera y sin arquetas. Para realizar la perforación se construirán dos pozos (entrada y salida) con las dimensiones y profundidad suficiente, y se respetarán las distancias establecidas por la ITC-LAT 06.

LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN - I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

En el trazado que describe la línea de evacuación soterrada se producen tres cruzamientos con líneas aéreas de alta tensión propiedad de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. Estos cruces se producen en los puntos de coordenadas aproximadas:

Cruzamiento 1: UTM ETRS89 H30 X: 377465,1961 ; Y: 4466991,0969

Cruzamiento 2: UTM ETRS89 H30 X: 377356,8395 ; Y: 4467116,3548

Cruzamiento 3: UTM ETRS89 H30 X: 377312,1068 ; Y: 4467167,3089

El actual reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008) no estipula condición alguna sobre cruzamientos de líneas aéreas eléctricas de alta tensión con líneas eléctricas subterráneas. Sin embargo, en todo momento de ejecución de los trabajos en campo se cumplirá con las distancias de seguridad establecidas en el R.D. 614/2001.

4. CRONOGRAMA

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
IMPLANTACIÓN EN OBRA										
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO										
APERTURA ZANJA, INSTALACIÓN DEL CABLEADO Y CIERRE DE LA ZANJA										
CRUZAMIENTO CARRETERAS CON PERFORACIÓN DIRIGIDA										
CIMENTACIÓN Y COLOCACIÓN DEL CM										
MONTAJE APARELLAJE										
CONEXIÓN TERMINALES										
PRUEBAS Y ENSAYOS										
PUESTA EN MARCHA										

5. PROTECCIÓN DEL SUELO

Para la ubicación de las instalaciones auxiliares de obra, se respetarán las zonas que defina la Dirección ambiental de la obra y las que se definen en el Estudio Ambiental.

Se prohíbe el paso de maquinaria y el depósito de materiales o residuos fuera de las zonas de obra delimitadas por el vallado perimetral.

Se implantará un punto limpio para la segregación y almacenamiento de los residuos peligrosos que se puedan generar durante la obra.

Para los caminos de acceso, se utilizarán los caminos públicos existentes.

Con respecto a los movimientos de tierra que serán mínimos, se procurará reutilizar todas las tierras excedentarias.

El contratista principal deberá elaborar un Plan de Gestión de Residuos de Obra donde indique que tipos de residuo generará, almacenamiento y gestión de estos, que deberá ser aprobado por la Dirección ambiental.

6. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, se ha dado una descripción detallada de la instalación a realizar, así como de las características técnicas que han de reunir los aparatos, protecciones, obra civil, etc. Y que junto con los demás documentos que acompañan a la presente memoria, se espera sirvan para cumplir los trámites legales precisos para su autorización.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga
Ingeniero Industrial

ANEXO

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA Y LÍNEA DE

EVACUACIÓN HASTA SUBESTACIÓN ST TOROS DE

GUISANDO

Tipo	Nº Afección	Datos Catastrales						Afección		Naturaleza del terreno
		Ref. Catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Superficie (m²)	Paraje	Superficie (m²)	Longitud (m)	
CSM	1	28133A019001780000KZ	19	178	San Martín de Valdeiglesias	121.856	Prado CE	7,82	-	E - Pastizal
LSAT	2	28133A019001550000KY	19	155	San Martín de Valdeiglesias	9.110	Prado CE	97,72	162,87	V - Viña secano
LSAT	3	28133A019003310000KD	19	331	San Martín de Valdeiglesias	4.478	Prado CERR	44,46	74,10	C - Labor o Labradío secano
LSAT	4	28133A019001580000KP	19	158	San Martín de Valdeiglesias	5.336	Prado CE	47,28	78,79	V - Viña secano
LSAT	5	28133A019001540000KB	19	154	San Martín de Valdeiglesias	6.318	Prado CE	28,45	47,42	PD - Prados o praderas
LSAT	6	28133A017090010000KA	17	9001	San Martín de Valdeiglesias	28.545	Descuento	6,35	10,58	VT - Vía de comunicación de dominio público
LSAT	7	28133A017090030000KY	17	9003	San Martín de Valdeiglesias	7.899	Camino	Afección temporal por perforación dirigida		VT - Vía de comunicación de dominio público
LSAT	8	28133A018090010000KE	18	9001	San Martín de Valdeiglesias	37.013	Carretera	2,33	3,88	VT - Vía de comunicación de dominio público
LSAT	9	28133A018000120000KU	18	12	San Martín de Valdeiglesias	10.044	NAVA RED	104,77	174,61	C- Labor o Labradío secano
LSAT	10	28133A018000060000KE	18	6	San Martín de Valdeiglesias	15.743	Vega de	27,92	46,54	PD - Prados o praderas

ANEXO II:
CÁLCULOS

ÍNDICE

1.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA 15 KV HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN.....	1
1.1	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	1
1.2	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR	1
1.3	REACTANCIA DEL CABLE.....	2
1.4	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EN SERVICIO PERMANENTE	3
1.4.1	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DEL CONDUCTOR	4
1.4.2	FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA TEMPERATURA DEL TERRENO.....	4
1.4.3	FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO	4
1.4.4	FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA AGRUPACIÓN DE CIRCUITOS.....	5
1.4.5	FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN	5
1.4.6	RESULTADO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE	6
1.5	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO	7
1.6	INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS.....	8
1.7	PÉRDIDA DE POTENCIA	9
1.8	CAÍDA DE TENSIÓN	9
1.9	PROTECCIONES.....	9
1.9.1	PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES	9
1.9.2	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....	10
2.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	10
2.1	INTRODUCCIÓN	10
2.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	10
2.2.1	PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....	11
2.2.2	PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.....	11
2.2.3	SISTEMA ÚNICO PARA LAS PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO.....	11
2.3	DATOS INICIALES.....	11
2.4	RESISTIVIDAD DEL TERRENO.....	12
2.5	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....	13
2.5.1	DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA	13
2.5.2	NEUTRO AISLADO	14
2.5.3	NEUTRO A TIERRA.....	14
2.5.4	RESISTENCIA MÁXIMA DE LA PUESTA A TIERRA DE MASAS DEL CT.....	14
2.5.5	SELECCIÓN DEL ELECTRODO.....	15
2.5.6	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO.....	16
2.5.7	TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.....	18
2.5.8	VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES.....	18
2.5.9	COMPROBACIÓN DE QUE CON EL ELECTRODO SELECCIONADO SE SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS.....	20
2.5.10	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO	21

2.5.11	SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO...	21
2.5.12	HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	21
3.	CONCLUSIÓN	32

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA 15 KV HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características del conductor que se detallan en la norma de referencia informativa **MT 2.31.01**.

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Clase de corriente: Alterna trifásica
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión nominal: 15 kV
- Tensión más elevada de la red (Us): 17,5 kV
- Categoría de la red (según Norma UNE 211435): Categoría A

1.2 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90 °C. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20\text{ °C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20\text{ °C}))$$

Siendo:

α : Coeficiente de temperatura del aluminio (0,00403 °C⁻¹)

θ : Temperatura máxima del conductor (105 °C)

$R_{20\text{ °C}}$: Resistencia del conductor a 20 °C

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)
	12/20 kV y 18/30 kV
1 x 50 (2)	0,641
1 x 95	0,320
1 x 150 (1)	0,206
1 x 240 (1)	0,125
1 x 400 (1)	0,008
1 x 630 (1)	0,047

En el caso particular que nos ocupa se ha escogido el cableado tipo RH5Z1-OL AL 12/20 kV 1x150 mm², por lo tanto, el valor de la resistencia para la temperatura máxima del conductor (90 °C) será:

$$R = R_{20\text{ °C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20\text{ °C})) = 0,206 \cdot (1 + 0,00403 \cdot (90 - 20))$$

$$R = 0,264 \text{ } \Omega/\text{km}$$

1.3 REACTANCIA DEL CABLE

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición de un conductor por tubo responderán a las siguientes fórmulas:

$$X_L = w \cdot L [\Omega/km]$$

Siendo:

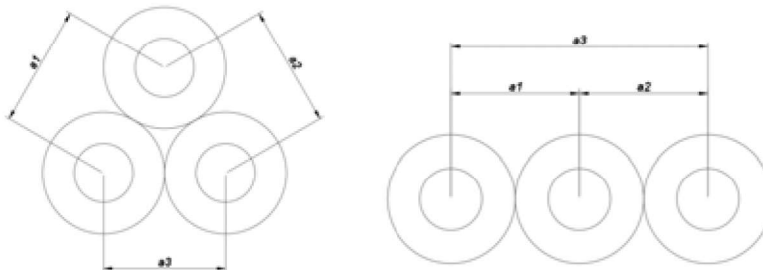
$$w = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 100 \cdot \pi$$

$$L = \left(0,05 + 0,2 \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot DMG}{\phi_c} \right) \right) \cdot 10^{-3} [H/km]$$

Donde:

DMG: distancia media geométrica entre conductores [mm]

$$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$$



ϕ_c : diámetro del conductor = 13,82 mm

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR MEDIO AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)
12/20 kV			
1 x 50/16 (1)	18,0	4,5	26,3
1 x 95/16	20,8	4,3	29,1
1 x 150/16 (1)	23,5	4,3	32,1
1 x 240/16 (1)	27,6	4,3	36,1
1 x 400/16 (1)	32,7	4,4	41,5
1 x 630/16	41,0	4,5	49,6

El cableado se tenderá en tresbolillo, por lo que sabiendo que el diámetro exterior del cable es 36,1 mm tenemos:

$$a_1 = 32,1 \text{ mm}$$

$$a_2 = 32,1 \text{ mm}$$

$$a_3 = 32,1 \text{ mm}$$

$$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3} = \sqrt[3]{32,1 \cdot 32,1 \cdot 32,1} = 32,1 \text{ mm}$$

$$L = \left(0,05 + 0,2 \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot DMG}{\phi_c} \right) \right) \cdot 10^{-3} = \left(0,05 + 0,2 \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot 32,1}{13,82} \right) \right) \cdot 10^{-3} = 0,0003557 \text{ H/km}$$

$$X_L = w \cdot L = 100 \cdot \pi \cdot 0,0003557$$

$$X_L = 0,112 \Omega/km$$

1.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EN SERVICIO PERMANENTE

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según se establece en la ITC-LAT-06, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la tabla 5.

Tabla 5. Cables aislados con aislamiento seco
Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente θ_s	Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5$ s)
Policloruro de vinilo (PVC)* $S \leq 300 \text{ mm}^2$ $S > 300 \text{ mm}^2$	70 70	160 140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno - Propileno (EPR)	90	250
Etileno - Propileno de alto módulo (HEPR)	105 para $U_o/U \leq 18/30 \text{ kV}$ 90 para $U_o/U > 18/30 \text{ kV}$	250

* Solo para instalaciones de tensión asignada hasta 6 kV.

Los valores de intensidad máxima admisibles según la ITC-LAT-06 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la tabla 4:

- Temperatura máxima del conductor: 105 °C.
- Profundidad de instalación: 1m.
- LSMT en servicio permanente con conductores directamente enterrados.
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W.
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25 °C.
- Temperatura del aire ambiente: 40 °C.

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna.
Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm ²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

El cálculo de la intensidad admisible responde a la fórmula indicada a continuación:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp}$$

Siendo:

I_{adm} : intensidad máxima admisible en servicio permanente [A].

I : intensidad máxima admisible del conductor sin coeficientes de corrección [A].

F_{ct} : factor de corrección debido a la temperatura del terreno.

F_{crt} : factor de corrección debido a la resistividad del terreno.

F_{ca} : factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.

F_{cp} : factor de corrección debido a la profundidad de instalación.

1.4.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DEL CONDUCTOR

El conductor por instalar es de tipo RH5Z1-OL AL 12/20 kV 1x150 mm², el cual tiene un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Por lo cual, atendiendo a la tabla 6 de la ITC-LAT-06 la intensidad máxima admisible del conductor son **260 A**.

1.4.2 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA TEMPERATURA DEL TERRENO

En la tabla 7 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección de la intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25 °C, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Tabla 7. Factor de corrección, F , para temperatura del terreno distinta de 25 °C

Temperatura °C Servicio Permanente θ_s	Temperatura del terreno, θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Sabiendo que la temperatura máxima de nuestro conductor son 105 °C y la temperatura del terreno considerada son 25 °C tenemos un factor de corrección debido a la temperatura del terreno:

$$F_{ct} = 1,00$$

1.4.3 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

En la tabla 8 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección para distintas resistividades térmicas del terreno.

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

ANEXO II: CÁLCULOS

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La tabla 9 de la ITC-LAT-06 muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Tabla 9. Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

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

Considerando una resistividad del terreno de 1,5 K.m/W tenemos un factor de corrección debido a la resistividad del terreno:

$$F_{\text{rt}} = 1,00$$

1.4.4 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA AGRUPACIÓN DE CIRCUITOS

En la tabla 10 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o ternos de cables unipolares y la distancia entre ternos o cables unipolares.

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Nuestra línea subterránea de alta tensión irá tendida en solitario por la zanja, por lo que tenemos un factor de corrección debido a la agrupación de circuitos:

$$F_{\text{ca}} = 1,00$$

1.4.5 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN

En la tabla 11 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 1 metro.

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Sabiendo que el conductor se instalará a una profundidad de 1 metro tenemos un factor de corrección debido a la profundidad de instalación:

$$F_{cp} = 1,00$$

1.4.6 RESULTADO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE

Una vez conocida la intensidad máxima admisible del conductor y todos los factores de corrección debido a la temperatura del terreno, a la resistividad de este, a la agrupación de circuitos y a la profundidad de instalación tenemos que:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp} = 260 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$I_{adm} = 260,00 \text{ A}$$

La máxima corriente que circulará por la línea la obtenemos tras la aplicación de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

I: máxima corriente que circulará por la línea

S: potencia máxima de la línea

U: tensión de la línea

$$I_{máx} = \frac{4.500 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 15.000}$$

$$I_{máx} = 173,21 \text{ A}$$

La corriente máxima que circulará por la línea es menor que la máxima corriente admisible por el conductor, por lo que el conductor seleccionado es válido para el cálculo de corrientes máximas admisibles:

$$I_{adm} > I_{máx}$$

$$260,00 \text{ A} > 173,21 \text{ A}$$

1.5 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor el valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3Adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{cc3Adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I_{cc3Adm} : intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor

S : sección del conductor [mm^2]

K : coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento.

Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento HEPRZ1. $K = 94 \text{ A/mm}^2$, suponiendo una temperatura inicial antes del cortocircuito de 105°C y máxima durante el cortocircuito de 250°C .

t_{cc} : duración del cortocircuito en segundos (1s)

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm^2 , para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_o/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* $\Delta\theta$ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

A continuación, se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito para el conductor empleado:

$$I_{cc3Adm} = 94 \cdot \frac{150}{\sqrt{1}}$$

$$I_{cc3Adm} = 14.100 \text{ A}$$

Según los datos proporcionados por la compañía distribuidora, la máxima corriente de cortocircuito en el punto de conexión es:

$$I_{cc3,m\acute{a}x} = 12.500 \text{ A (1 s)}$$

Como este valor es menor que la intensidad máxima admisible de cortocircuito para el conductor empleado, podemos afirmar que el conductor propuesto cumple con las condiciones de cortocircuito:

$$I_{cc3Adm} > I_{cc3,m\acute{a}x}$$

$$14.100 \text{ A (1 s)} > 12.500 \text{ A (1 s)}$$

1.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito en la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta que la pantalla es de hilos de cobre se sección total 16 mm^2 , con una temperatura inicial de 85°C y una temperatura final de la pantalla de 180°C .

Se comprobará, de acuerdo con la instalación proyectada, que las intensidades de cortocircuito por la pantalla calculadas en el punto de cortocircuito (cortocircuito monofásico) quedan por debajo de los valores de intensidad de cortocircuito máxima admisibles definidos en la siguiente tabla:

Tabla 23
Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA

Aislamiento	Sección mm^2	Duración en segundos									
		0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	
HEPR	16	6.08	4.38	3.58	2.87	2.12	1.72	1.59	1.41	1.32	
	25	8.46	6.85	4.85	4.49	3.32	2.77	2.49	2.12	2.01	
XLPE	16	6.08	4.38	3.58	2.87	2.12	1.72	1.59	1.41	1.32	
	25	8.46	6.85	4.85	4.49	3.32	2.77	2.49	2.12	2.01	

Para el conductor empleado la intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla para una duración del cortocircuito de 1 segundo es de **2,12 kA**.

Según el catálogo técnico del cableado empleado, la intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla para una duración del cortocircuito de 1 segundo es de **2,88 kA**.

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm^2)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)	
	12/20 kV (pant, 16 mm^2)	18/30 kV (pant, 25 mm^2)
1 x 50 (2)	2880	
1 x 95	2880	4250
1 x 150 (1)	2880	4250
1 x 240 (1)	2880	4250
1 x 400 (1)	2880	4250
1 x 630 (1)	2880	4250

Según los datos proporcionados por la compañía distribuidora, la corriente de cortocircuito monofásico de diseño en el punto de conexión es:

$$I_{cc2} = 1.000 \text{ A}$$

Como este valor es menor que la intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla para el conductor empleado, podemos afirmar que el conductor propuesto cumple con las condiciones de cortocircuito:

$$I_{cc2,Adm} > I_{cc2}$$

$$2.880 \text{ A} > 1.000 \text{ A}$$

1.7 PÉRDIDA DE POTENCIA

Las potencias de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$P_p = \frac{3 \cdot R \cdot L \cdot I^2}{1000} = \frac{3 \cdot 0,264 \cdot 811,22 \cdot 173,21^2}{1000}$$

$$P_p = 19.275,68 \text{ W}$$

En valor porcentual:

$$P_p(\%) = \frac{P_p}{P} \cdot 100 = \frac{19.275,68}{4.500.000} \cdot 100 = 0,43 \%$$

$$P_p(\%) = 0,43 \%$$

1.8 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo proyectado mediante la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$cdt = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{1000} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) = \frac{\sqrt{3} \cdot 173,21 \cdot 811,22}{1000} \cdot (0,264 \cdot 0,9 + 0,112 \cdot 0,4359)$$

$$cdt = 69,71 \text{ V}$$

En valor porcentual:

$$cdt(\%) = \frac{cdt}{U} \cdot 100 = \frac{69,71}{15.000} \cdot 100$$

$$cdt(\%) = 0,47 \%$$

1.9 PROTECCIONES

1.9.1 PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando estas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de este.

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

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

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

El proyectista analizará la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en cuyo caso se utilizará de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

Protección contra cortocircuitos:

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 0,3 segundos, serán las indicadas en el capítulo 6 de la presente instrucción. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

Protección contra sobrecargas:

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

1.9.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

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

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

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

2. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.1 INTRODUCCIÓN

El cálculo de la instalación de puesta a tierra se realiza según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría" elaborado por UNESA.

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

2.2.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de AT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

2.2.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37Ω . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un abonado, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V.

2.2.3 SISTEMA ÚNICO PARA LAS PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO

La reglamentación vigente permite la utilización de un único sistema de puesta a tierra de protección y servicio para el centro siempre y cuando se verifique que la tensión de defecto a tierra sea inferior a 1.000 V.

2.3 DATOS INICIALES

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

U: tensión de servicio de la red (V)

V_{bt} : nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V)

ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

a – b: dimensiones exteriores (ancho y largo) del local en planta (m)

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (tipo independiente o dependiente).

I_a' : intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A)

t' : relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s)

k, α : relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

k_v : factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 s (Sí o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (tiempo independiente o dependiente).

I_a'' : intensidad de arranque del relé tras el reenganche rápido (A)

t'' : relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras el reenganche rápido.

k, α : relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

k_v : factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Para el caso de red con neutro aislado:

C_a : capacidad homopolar de la línea aérea (F/km). Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu F/km$.

L_a : longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (km)

C_c : capacidad homopolar de la línea subterránea (F/km). Normalmente se adopta $C_c=0,25$ $\mu\text{F/km}$.

L_c : longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (km)

ω : pulsación de la corriente ($\omega=2\cdot\pi\cdot f$)

Para el caso de red con neutro a tierra:

R_n : resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

X_n : reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

2.4 RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 16kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite, que además de medir, se pueda estimar la resistividad del terreno.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente, en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega\cdot\text{m}$)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceo	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y res procedentes de alteración	1500 a 10000

Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda utilizar el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.

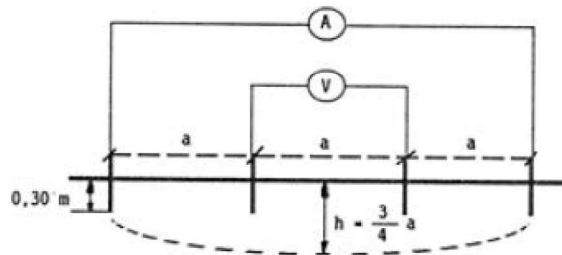


Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno

Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CT (h), calcularemos la distancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que une las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot U}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{U}{I}$$

La resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

Siendo:

ρ_h : resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ($\Omega \cdot m$)

r: lectura del equipo de medida (Ω)

a: distancia entre picas en la medida (m)

2.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

2.5.1 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

2.5.2 NEUTRO AISLADO

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación que alimenta el CT.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima de defecto a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Donde:

c: factor de tensión (c=1,1)

I_d : intensidad máxima de defecto a tierra (A)

R_t : resistencia de la puesta a tierra de protección del centro (Ω)

El resto de las variables tienen la definición y unidades en el apartado 3.3.

2.5.3 NEUTRO A TIERRA

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Esto supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no se aplicará en los casos de neutro unido rigidamente a tierra, en los que sí se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Donde:

c: factor de tensión (c=1,1)

I_d : intensidad máxima de defecto a tierra (A)

R_t : resistencia de la puesta a tierra de protección del centro (Ω)

R_N : resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

X_N : reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

2.5.4 RESISTENCIA MÁXIMA DE LA PUESTA A TIERRA DE MASAS DEL CT

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red de distribución.

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del centro, es decir, se debe verificar que:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del centro la podemos calcular por la expresión:

$$R_t \leq \frac{V_{bt}}{I_d}$$

2.5.5 SELECCIÓN DEL ELECTRODO

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo con las fórmulas contenidas en la siguiente tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

R: resistencia de tierra del electrodo (Ω)

ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

L: longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.

r: radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodo de entre las configuraciones tipo de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

A: dimensión del lado mayor del electrodo (dm)

B: dimensión del lado menor del electrodo (dm)

C: profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm)

D: número de picas

E: longitud de las picas (m)

Electrodos con picas alineadas

A / BC

A: profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm)

B: número de picas

C: longitud de las picas (m)

Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma, dimensiones exteriores de la planta del centro y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r) debe verificar:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$$

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA sus parámetros característicos:

K_r : valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega \cdot m$)

K_p : valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

K_c : valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

2.5.6 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO

A continuación, se calculan los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (V_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado:

$$R'_t = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto a tierra:

Para neutro aislado:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Para neutro a tierra:

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

En general, la tensión de paso en el exterior (V'_p) y la tensión de paso en el acceso al centro (V'_{pacc}) se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = I'_d \cdot \rho \cdot K_p$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{pacc} = I'_d \cdot \rho \cdot K_c$$

Al existir un mallazo equipotencial en la solera del centro conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior, por lo tanto:

- **Agrupación de electrodos en paralelo:**

Cuando no sea posible alcanzar un valor de resistencia de puesta a tierra adecuado que verifique que las tensiones de paso y contacto sean admisibles utilizando un solo electrodo, se agruparán varios electrodos en paralelo. En este caso se procederá de la siguiente manera:

La resistencia equivalente del electrodo (R'_t) resultante de la agrupación en paralelo de los N electrodos individuales se obtendrá a partir de la resistencia de cada electrodo individual (R'_{ti}) mediante la expresión:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{R'_{ti}}}$$

Si suponemos la resistividad del terreno constante alrededor del centro, la resistencia individual de cada electrodo dependerá de su valor unitario de resistencia (K_{ri}) que será diferente según su configuración geométrica:

$$R'_{ti} = \rho \cdot K_{ri}$$

Con lo que resulta:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{K_{ri}}}$$

Dado que los electrodos se conectan en paralelo, la tensión de defecto será la misma para todos ellos y se calculará como el producto de la resistencia equivalente y la intensidad de defecto total obtenida mediante las expresiones dadas en el apartado anterior según el modo de instalación del neutro de la red (neutro aislado o a tierra):

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

La corriente de defecto que atravesará cada uno de los electrodos individuales será inversamente proporcional a su resistencia de puesta a tierra:

$$I'_{di} = \frac{V'_d}{R'_{ti}}$$

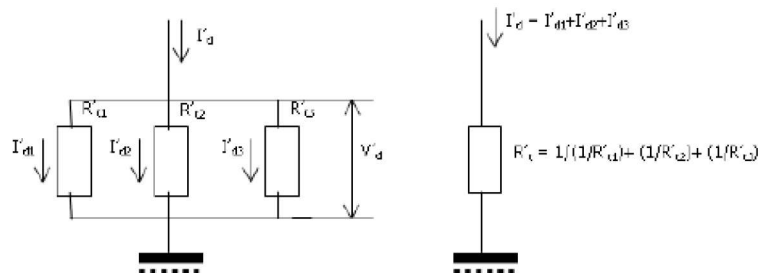


Figura 2.-Circuito equivalente. Agrupación de electrodos en paralelo

La tensión de paso en la superficie sobre cada electrodo puede considerarse, con suficiente aproximación, igual a la calculada a partir de su valor unitario de tensión de paso exterior (K_{pi}) y de la intensidad de defecto que lo atraviesa (I'_{di}):

$$V'_{pi} = I'_{di} \cdot \rho \cdot K_{pi}$$

Se adoptará como tensión de paso de cálculo (V'_p) el máximo de los valores de las tensiones de paso para cada electrodo individual:

$$V'_p = \max(V'_{pi})$$

De manera análoga calcularemos la tensión de paso en el acceso (V'_{pacc}) como:

$$V'_{p(acc)i} = I'_{di} \cdot \rho \cdot K_{ci}$$

$$V'_{pacc} = \max(V'_{p(acc)i})$$

2.5.7 TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

Las líneas de MT que alimentan los centros disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

Siendo:

I'_d : intensidad de defecto (A)

I'_a : intensidad de ajuste del relé de protección (A)

α , k : constantes características de la curva de protección

k_v : factor de tiempo de ajuste de relé de protección

t' : tiempo de actuación del relé de protección (s)

En la tabla siguiente se dan valores de la constante (k') del relé para los tres tipos de curva (n') más utilizadas:

Normal inversa ($\alpha=0,02$)	Muy inversa ($\alpha=1$)	Extremadamente inversa ($\alpha=2$)
0,13	13,5	96

En el caso de que exista reenganche rápido (menos de 0'5 segundos), el tiempo de actuación del relé tras el reenganche será:

Relé a tiempo independiente:

$$t' = cte$$

Relé a tiempo pendiente:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

La duración total de falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más de la desconexión posterior al reenganche típico.

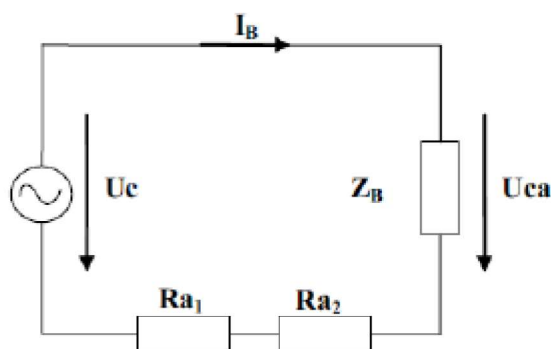
$$t = t' + t''$$

2.5.8 VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES

De acuerdo con lo establecido en la ITC RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta, según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible V_{ca} (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, V_c y V_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

- V_{ca} : tensión de contacto aplicada admisible
- V_{pa} : tensión de paso aplicada admisible ($V_{pa}=10 \cdot V_{ca}$ según ITC RAT-13)
- Z_B : impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000Ω)
- I_B : corriente a través del cuerpo
- V_c : tensión de contacto máxima admisible en la instalación
- V_p : tensión de paso máxima admisible en la instalación
- R_{a1} : resistencia adicionales (calzado)
- R_{a2} : resistencia adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, V_c y V_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$V_c = V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

$$V_p = V_{pa} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000 Ω .
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm² de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de $3 \cdot \rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del terreno.
- Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000 Ω para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de dicha capa por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$$

Siendo:

- C_s : coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial
- ρ : resistividad del terreno natural
- ρ^* : resistividad de la capa superficial
- h_s : espesor de la capa superficial en metros

2.5.9 COMPROBACIÓN DE QUE CON EL ELECTRODO SELECCIONADO SE SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

• Tensiones de paso y contacto en el interior del centro:

La solera del centro estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, por tanto, no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que serán prácticamente nulas.

• Tensión de contacto en el exterior del centro:

Las puertas y rejas metálicas que dan al exterior del centro no tienen contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto a tierra, por lo que no es necesario realizar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

• Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al centro:

La tensión de paso en el exterior del centro, calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$V'_p \leq V_p$$

De igual modo, la tensión de paso en el acceso al centro para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$V'_{p(acc)} \leq V_{p(acc)}$$

- **Protección del material:**

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del centro:

$$V'_d \leq V_{bt}$$

- **Garantía de eliminación de la falta:**

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I'_d > I'_a \text{ y } I'_d > I''_a$$

- **Corrección y ajuste del diseño inicial:**

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones indicadas en el apartado anterior, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R'_t , y en consecuencia los valores de V'_p y $V_{p(acc)}$.

2.5.10 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Como ya se ha indicado anteriormente, para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los clientes, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de servicio de 37Ω .

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$k'_r = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (*Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA*) de manera que su valor unitario de resistencia (K_r'') cumpla la condición:

$$k''_r \leq k'_r$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R'_{bt}) es menor de 37Ω :

$$k'_{bt} = k''_r \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

2.5.11 SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio requerida para garantizar que, ante posibles defectos a tierra, no se transfieran tensiones peligrosas se calcula mediante la fórmula:

$$D > \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot V_i} \approx \frac{\rho \cdot I_d}{6.283}$$

Siendo:

D : distancia entre circuitos de puesta a tierra (m)

ρ : resistividad media del terreno ($\Omega \cdot m$)

I_d : intensidad de defecto (A)

V_i : tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de servicio (V). Se adopta $V_i = 1.000 \text{ V}$

2.5.12 HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

ANEXO II: CÁLCULOS

En la práctica, para un determinado centro en proyecto, los datos de partida, los electrodos seleccionados, los resultados obtenidos de los cálculos y la comprobación con los valores máximos admisibles, se recogen en unas hojas de cálculo, cuyos formatos se adjuntan a continuación según sea el sistema de puesta a tierra del neutro de la red.

ANEXO 4

PROCESO DE JUSTIFICACIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO

ANEXO 4.2

PROCESO DE JUSTIFICACIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO (NEUTRO AISLADO)

0.- REFERENCIA DEL CS

* Código
 * Población

1.- DATOS DE PARTIDA

1.1.- Características iniciales

* Tensión de servicio $U =$ V

* Red aérea

- Longitud total $L_a =$ km
- Capacidad $C_a =$ $\mu\text{F/km}$

* Red subterránea

- Longitud total $L_c =$ km
- Capacidad $C_c =$ $\mu\text{F/km}$

* Duración de la falta

☒ Desconexión inicial

- ☒ Relé a tiempo independiente $t' =$ s
- ☐ Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé $\left[\begin{array}{l} K' = \text{} \\ n' = \text{} \end{array} \right.$

Intensidad de arranque $I'_a =$ A

☐ Reenganche en menos de 0,5 segundos

- ☐ Relé a tiempo independiente $t'' =$ s
- ☐ Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé $\left[\begin{array}{l} K'' = \text{} \\ n'' = \text{} \end{array} \right.$

Intensidad de arranque $I''_a =$ A

* Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT del CT $V_{bt} =$ V

* Red subterránea de AT de suficiente conductibilidad

☒ NO

☐ SI (ver justificación en apartado 7)

- Superficie del círculo de igual área que la cubierta por la malla $S_m =$ m^2
- Longitud total de los cables existentes en la malla con cubierta conductora $L =$ m
- Longitud total de las picas verticales incluidas en la malla $L' =$ m

1.2.- Características del CS

- ☒ En edificio
- ☒ Aislado
- ☐ Destinado a otros usos

Dimensiones del local $\left[\begin{array}{l} a = 3,28 \text{ m} \\ b = 2,38 \text{ m} \end{array} \right.$

- ☐ Sobre apoyo
- ☐ Sobre 1 apoyo
- ☐ Sobre 2 apoyos

2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

* Resistividad del terreno $\rho = 250 \Omega \cdot \text{m}$

3.- OBSERVACIONES

4.- CÁLCULO

4.1.- Resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT (R_t) e intensidad de defecto (I_d)

$$\left. \begin{array}{l} I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \\ I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 (3R_t)^2}} \end{array} \right\} \begin{array}{l} I_d = 234,06 \text{ A} \\ R_t = 37 \Omega \end{array}$$

4.2.- Selección del electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas del ANEXO 2 del documento UNE-SA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación")

* "Valor unitario" máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{37}{250} \quad K_r \leq 0,148 \Omega/(\Omega \cdot \text{m})$$

* Dimensiones horizontales del electrodo $\left[\begin{array}{l} a' = 4 \text{ m} \\ b' = 3 \text{ m} \end{array} \right.$

* Picas alineadas

☐ Sí

Separación entre picas

☒ No

* Sección del conductor de cobre desnudo

mm²

* Picas alineadas

☐ 0,50 m

☒ 0,80 m

* Número de picas

☐ 0

☐ 2

☐ 3

☒ 4

☐ 6

☐ 8

* Longitud de las picas L_p (m)

☒ 2

☐ 4

☐ 6

☐ 8

* Electrodo seleccionado (indicar código de la configuración)

- Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia

K_r = $\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$

De la tensión de paso

K_p = $\frac{V}{(\Omega \cdot m)(A)}$

De la tensión de contacto exterior

K_c = $\frac{V}{(\Omega \cdot m)(A)}$

4.3.- Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adoptan las siguientes medidas de seguridad:

4.3.1.- CS interior

- a ☒ Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.
- b ☒ En el piso del CT se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra de protección del CT.
- c ☐ Empleo de pavimentos aislantes
- d ☐ Otras

4.3.2.- CS sobre apoyo

- a ☐ Se colocará un mallazo que sobresalga 1m en todas las direcciones respecto a la base del apoyo, que se conectará a la tierra de protección, cubriéndolo luego con una capa de hormigón de 10cm de espesor
- b ☐ Empleo de pavimentos aislantes
- c ☐ Otras

4.4.- Valores de resistencia de puesta a tierra (R'_t), intensidad de defecto (I'_d) y tensiones de paso (V'_p y $V'_{p(acc)}$) del electrodo tipo seleccionado, para la resistividad del terreno medida (ρ)

* Resistencia de puesta a tierra ($R'_t \leq R_t$)

$$R'_t = K_r \cdot \rho = \boxed{0,069} \times \boxed{250} \quad R'_t = \boxed{17,25} \, \Omega$$

* Intensidad de defecto

$$I'_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 (3R'_t)^2}}$$

$$I'_d = \boxed{1,78} \, A$$

* Tensión de paso en el exterior

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d = \boxed{0,0105} \times \boxed{250} \times \boxed{1,78} \quad V'_p = \boxed{4,68} \, V$$

* Tensión de paso en el acceso al CT

$$V'_c = K_c \cdot \rho \cdot I'_d = \boxed{0,0329} \times \boxed{250} \times \boxed{1,78} \quad V'_{p(acc)} = V'_c = \boxed{14,66} \, V$$

* Tensión de defecto

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d = \boxed{17,25} \times \boxed{1,78} \quad V'_d = \boxed{30,76} \, V$$

4.5.- Duración total de la falta

☒ Desconexión inicial

☒

Relé a tiempo independiente

$$t' = \boxed{1} \, s$$

☐

Relé a tiempo dependiente:

Constantes del relé

$$\begin{cases} K' = \boxed{} \\ n' = \boxed{} \end{cases}$$

Intensidad de arranque

$$I'_a = \boxed{} \, A$$

$$t' = \frac{K'}{\left[\frac{I'_d}{I'_a} \right]^{n'} - 1} - 1$$

$$t' = \boxed{} \, s$$

☐ Reenganche a menos de 0,5 segundos

☐ Relé a tiempo independiente

$t'' =$ s

☐ Relé a tiempo dependiente:

Constantes del relé

$K'' =$
 $n'' =$

Intensidad de arranque

$I''_a =$ A

$$t'' = \frac{K'}{\left[\frac{I''_d}{I''_a} \right]^{n''} - 1} - 1$$

$t'' =$ s

Duración total $t = t' + t''$

$t =$ s

4.6.- Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección (masas) y de servicio (neutro de B.T.)

☐ Sistema de puesta a tierra único ($V'd \leq 1.000$ V)

☒ Sistemas de puesta a tierra separados e independientes

* Distancia mínima de separación (tabla 6 página 22)

$$D = \frac{\rho \cdot I'_d}{2.000 \cdot \pi} = \frac{250 \times 1,78}{6283,19} \quad D \geq 0,071 \text{ m}$$

5.- VALORES ADMISIBLES

[Tabla 1 (ITC-RAT 13)]

$t =$ s (según apartado 4.5 de este ANEXO)

t (s)	Vca (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10	50

* Tensión de paso en el exterior

$$V_p = V_{pa} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right] = 10 \cdot 107 \cdot \left[5 + 0,006 \cdot 250 \right]$$

$$V_p = 6.955 \text{ V}$$

* Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{p(acc)} = V_{pa} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3\rho + 3\rho'}{1000} \right]$$

$$V_{p(acc)} = 10 \cdot 107 \cdot \left[5 + 0,003 \cdot 250 + 0,003 \cdot 3000 \right] \quad V_{p(acc)} = 15.783 \text{ V}$$

6.- COMPROBACIÓN DE QUE LOS VALORES CALCULADOS SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

6.1.- Tensiones de paso y contacto en el interior

- ☒ Se han adoptado las medidas de seguridad "b" o "c" del aptdo. 4.3.1, o la "a" ó "b" del aptdo. 4.3.2., por lo que no será preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente cero.
- ☐ Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de paso y contacto interiores.

6.2.- Tensiones de paso y contacto en el exterior

- ☒ Se ha adoptado la medida de seguridad "a" del aptdo. 4.3.1., por lo que no será preciso calcular la tensión de contacto exterior, ya que ésta será prácticamente cero.
- ☐ Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o el correspondiente cálculo y comprobación de la tensión de contacto exterior.

6.3.- Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$V'_p = 16,19$	$\leq$	$V_p = 6.955$
Tensión de paso en el acceso al CT	$V'_{p(acc)} = 50,86$	$\leq$	$V'_{p(acc)} = 15.783$

6.4.- Tensión e intensidad de defecto

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	$V'_d = 30,76$ V	$\leq$	$V_{bt} = 10.000$ V

7.- JUSTIFICACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA RED DE CABLES SUBTERRÁNEOS

* Radio del círculo de igual superficie que el área cubierta por la malla

$$r = \sqrt{\frac{S_m}{\pi}} = \sqrt{\frac{\boxed{}}{3,14}} \quad r = \boxed{} \text{ m}$$

* Valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra formada por los cables subterráneos de alta tensión con cubierta conductora y las picas conectadas a la misma, ampliada con los cables de cubierta aislante

$$R'_m = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L + L'} = \frac{\boxed{}}{4 \cdot \boxed{}} + \frac{\boxed{}}{\boxed{} + \boxed{}} \quad R'_m = \boxed{} \Omega$$

* Intensidad de defecto

$$I'_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 (3R'_m)^2}} =$$

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1 + [10^{-6}(1,9 \cdot L_a + 78,5 \cdot L_c)]^2 \cdot 9 \cdot (R'_m)^2}}$$

$$\frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \left[1,9 \cdot \boxed{} + 78,5 \cdot \boxed{} \right] \cdot \boxed{}}{\sqrt{1 + \left[10^{-6}(1,9 \cdot \boxed{} + 78,5 \cdot \boxed{}) \right]^2 \cdot 9 \cdot \boxed{}^2}} \quad I'_d = \boxed{} \text{ A}$$

* Tensión de defecto

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d = \boxed{} \times \boxed{} \quad \left[\begin{array}{l} V'_d = \boxed{} \text{ V} \\ V'_d \leq 1.000 \text{ V} \end{array} \right.$$

3. CONCLUSIÓN

El presente documento justifica detalladamente los cálculos obtenidos y el cumplimiento de la normativa legal vigente aplicable por lo que junto con el resto de los documentos del proyecto se da por justificada la solución proyectada.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga
Ingeniero Industrial

ANEXO III:
GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE MEMORIA

1. OBJETO 1

2. NATURALEZA DE LOS RESIDUOS..... 1

3. VOLUMEN GENERADO DE RESIDUOS..... 3

4. ALMACENAMIENTO..... 3

5. RECOGIDA..... 4

6. TRATAMIENTO..... 4

7. RECICLADO 4

1. OBJETO

El objeto del presente apartado es dar cumplimiento al preceptivo estudio de residuos tóxicos, en cumplimiento al Real Decreto 105/2008 del 1 de febrero 2008.

2. NATURALEZA DE LOS RESIDUOS

Los residuos generados por la instalación u obra que conlleva este proyecto entran en la clasificación de residuo inerte, es decir, aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado son insignificantes.

Estos residuos son los resultantes del excavado y levantamiento de tierras o aceras para la ejecución de redes subterráneas (o para la instalación de la red de tierras del CT), o de cimentación u otro elemento constructivo necesario para la adecuación del recinto para la instalación del CT.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

En la siguiente tabla adjunta se ven estos residuos marcando con una X los que se van a producir en esta obra:

A.1.: Nivel I		
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
RCD: Naturaleza no pétreo		
	2. Madera	
	17 02 01	Madera
	3. Metales	
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	4. Papel	
	20 01 01	Papel
	5. Plástico	
	17 02 03	Plástico
	6. Vidrio	

ANEXO III: GESTIÓN DE RESIDUOS

	17 02 02	Vidrio
RCD: Naturaleza pétreo		
1. Arena Grava y otros áridos		
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
2. Hormigón		
	17 01 01	Hormigón
X	10 13 14	Residuos de hormigón y lodos de hormigón
4. Piedra		
	17 09 04	RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
2. Potencialmente peligrosos y otros		
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos, ...)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor, ...)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua

	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03
--	----------	--

3. VOLUMEN GENERADO DE RESIDUOS

La estimación se realizará en función de la categoría del punto 5.1 según la orden MAM/304/2002.

Para la estimación de los diferentes volúmenes de residuos en obra nueva se partirá del siguiente porcentaje en peso (%) de generación de los diferentes residuos:

Tipo de residuos	Kg	%
Arena, grava y otros áridos	718,65	65,08
Hormigón	8,28	0,75
Ladrillos azulejos y otros cerámicos	0,00	0,00
Piedra	187,42	16,97
Asfalto	0,00	0,00
Madera	150,00	13,58
Metales	21,00	1,90
Papel, cartón	5,00	0,45
Plásticos	13,93	1,26
Vidrio	0,00	0,00
Yeso	0,00	0,00
Residuos peligrosos	0,00	0,00
Residuos sólidos urbanos	0,00	0,00
Total kg	1.104,27	

4. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento que se va a producir es prácticamente nulo, ya que se hace retirada de los productos sobrantes de forma continua y en vertedero autorizado. Dicha actuación se limita a la separación pertinente de los residuos y/o la gestión por entidades autorizadas para el manejo, separación y, en su caso otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra que estas últimas tengan asignadas.

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlo al órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma correspondiente, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación de las comunidades autónomas. La legislación de las comunidades autónomas podrá someter a autorización el ejercicio de estas actividades.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

5. RECOGIDA

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlo al órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma correspondiente, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación de las comunidades autónomas. La legislación de las comunidades autónomas podrá someter a autorización el ejercicio de estas actividades.

En cualquier caso, siempre se seguirá lo dispuesto en la norma UNE 134002:1999 de Gestión de eliminación de Residuos Inertes de derribo y demás residuos de la construcción.

6. TRATAMIENTO

Entendiendo por tratamiento cualquier proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición de los residuos generados en la obra o instalación, no se contempla, debido a la naturaleza de los residuos, otra actividad que no sea la de la clasificación, preparación, y separación de los desechos, además de preparar la documentación e informes exigidos en el Decreto 105/2008 del 1 de febrero 2008.

Se reducirá en lo posible el volumen o la peligrosidad de los materiales residuales, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

Según la Orden MAM/304/2002, el destino de los residuos es el siguiente:

- D12 Depósito permanente.
- D5 Vertido en lugares especialmente diseñados.

7. RECICLADO

La entidad propietaria no contempla, debido a la naturaleza de los residuos, tratamientos posibles de reciclado que no sean aquellos a los que los propios organismos autorizados y encargados de las actividades de recogida y almacenamiento hayan legalmente dispuesto para uso ajeno al de la propiedad.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga
Ingeniero Industrial

**ANEXO IV: CÁLCULOS
CAMPO ELECTROMAGNÉTICO,
JUSTIFICACIÓN LÍMITE DE RUIDO Y
VENTILACIÓN**

INDICE

1.	CAMPOS MAGNÉTICOS	3
1.1	LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS.....	3
1.2	MEDIDAS DE ATENUACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	5
1.3	MEDICIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS: MÉTODOS, NORMAS Y CONTROL POR LA ADMINISTRACIÓN	5
1.4	CÁLCULOS DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE LA INSTALACIÓN.....	6
1.4.1.	CÁLCULOS SOBRE LA LÍNEA SOTERRADA 15 kV	7
1.4.2.	CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL CS	8
2.	LÍMITES DE RUIDO	10
2.1	JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA RUIDO.....	10
3.	VENTILACIÓN	10
3.1	JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA VENTILACIÓN	10

1. CAMPOS MAGNÉTICOS

1.1 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

Según se establece en el apartado 4.7 de la ITC-14 relativa a las Instalaciones eléctricas de interior del 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, en el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones.

A su vez, el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En el apartado de "Cálculos justificativos", se detalla un apartado de cálculos de campos electromagnéticos en diversos puntos tanto del CS, como de la LMT, donde en ningún caso se supera este nivel de referencia.

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

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

Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizarlos campos magnéticos generados:

- El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposición tresbolillo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñaran evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.
- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.

**ANEXO IV: CÁLCULOS CAMPO ELECTROMAGNÉTICO,
 JUSTIFICACIÓN LÍMITE DE RUIDO Y VENTILACIÓN**

En el apartado 3.1 del Anexo II correspondiente a "Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas" del R.D.1066/2001, se reflejan los niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos según la siguiente tabla:

CUADRO 2

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

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

Nota:

- 1- f según se indica en la columna de gama de frecuencia.
- 2- Para valores de pico, se aplicarán los siguientes niveles de referencia para la intensidad de campo eléctrico (E) (V/m), la intensidad de campo magnético (H) (A/m) y a la inducción de campo magnético (B) (μT):
 - Para frecuencias de hasta 100 kHz, los valores de pico esta de referencia se obtienen multiplicando los valores rms correspondientes por $\sqrt{2}$ ($\approx 1,414$). Para pulsos de duración t_p , la frecuencia equivalente que ha de aplicarse debe calcularse como $f = 1 / (2t_p)$.

En el caso que nos ocupa la densidad de flujo magnético o inducción magnética es una magnitud vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en teslas (T). En espacio

libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia $1 \text{ A/m} = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

Así, según la tabla anterior, para una frecuencia de 50 Hz, que es la empleada en electricidad, el nivel de referencia del Campo B será:

$$B \leq \frac{S}{f} = \frac{5}{0,05 \text{ kHz}} = 100 \mu\text{T}$$

1.2 MEDIDAS DE ATENUACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Para minimizar el posible impacto de los campos magnéticos generados por el CS, en su diseño se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las entradas y salidas al CS de la red de media tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán, preferentemente, la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores, como por ejemplo el apantallamiento.

1.3 MEDICIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS: MÉTODOS, NORMAS Y CONTROL POR LA ADMINISTRACIÓN

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

En lo relativo a los métodos de medidas, tipos de instrumentación y otros requisitos se estará a lo recogido en las normas técnicas aplicables, con el orden de prelación que se indica:

1. Las adoptadas por organismos europeos de normalización reconocidos: El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).
2. Las internacionales adoptadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Organización Internacional de Normalización (ISO) o la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
3. Las emanadas de organismos españoles de normalización y, en particular, de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
4. Las especificaciones técnicas que cuenten con amplia aceptación en la industria y hayan sido elaboradas por los correspondientes organismos internacionales.

Normas de referencia:

- **UNE-EN 62311:** Evaluación de los equipos eléctricos y electrónicos respecto de las restricciones relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos (0 Hz -300 GHz).
- **NTP-894:** Campos electromagnéticos: evaluación de la exposición laboral

1.4 CÁLCULOS DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE LA INSTALACIÓN

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

Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T), conforme al Cuadro 2 del R.D.1066/2001, indicado en la memoria.

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

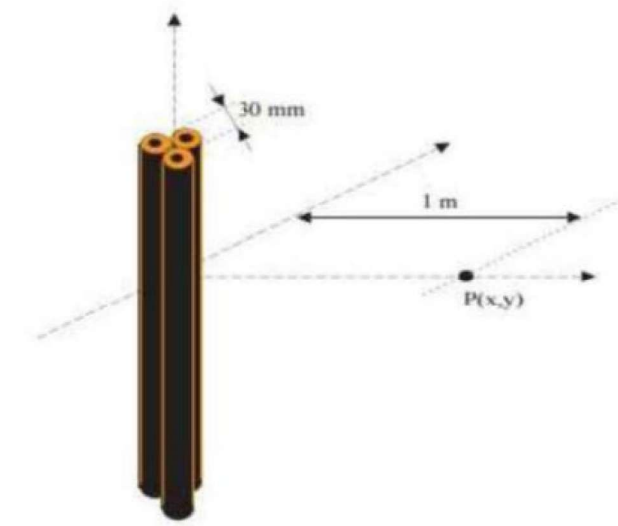
1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación, se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE 20833 de abril de 1997: "Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial". Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. "Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general".
2. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".
3. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

1.4.1. CÁLCULOS SOBRE LA LÍNEA SOTERRADA 15 kV

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



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

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

Donde:

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

Esta fórmula permite aplicar el campo magnético real del circuito, en su tramo o longitud, independientemente de en qué punto se desea obtener dicho campo magnético.

Para el cálculo del valor eficaz del campo magnético en un punto determinado cuando no existe ningún apantallamiento magnético, dicha ley puede simplificarse por la siguiente:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{l}{2 \cdot \pi \cdot r} (T)$$

Donde:

g. I = corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

h. r = distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).

Así, calculando el campo magnético generado por los conductores a una distancia de 1m, se obtiene:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{260}{2 \cdot \pi \cdot 1} = 52 \mu T < 100 \mu T$$

1.4.2. CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL CS

Se procede a simular el campo magnético procedente de las celdas de línea, de entrada y salida y de protección hacia el cliente particular, considerando la máxima intensidad admisible. Se simula según la siguiente disposición de conductores:

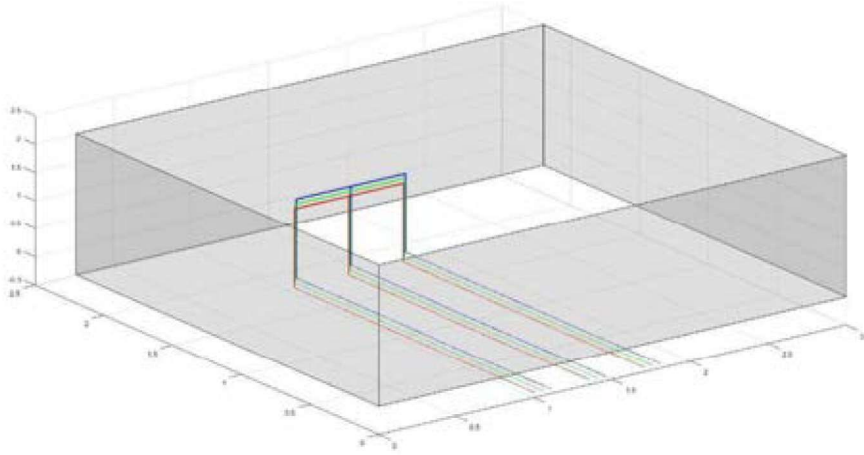


Figura 1: Representación en 3D de los conductores para simulación del campo magnético en CS.

Los resultados serían los siguientes:

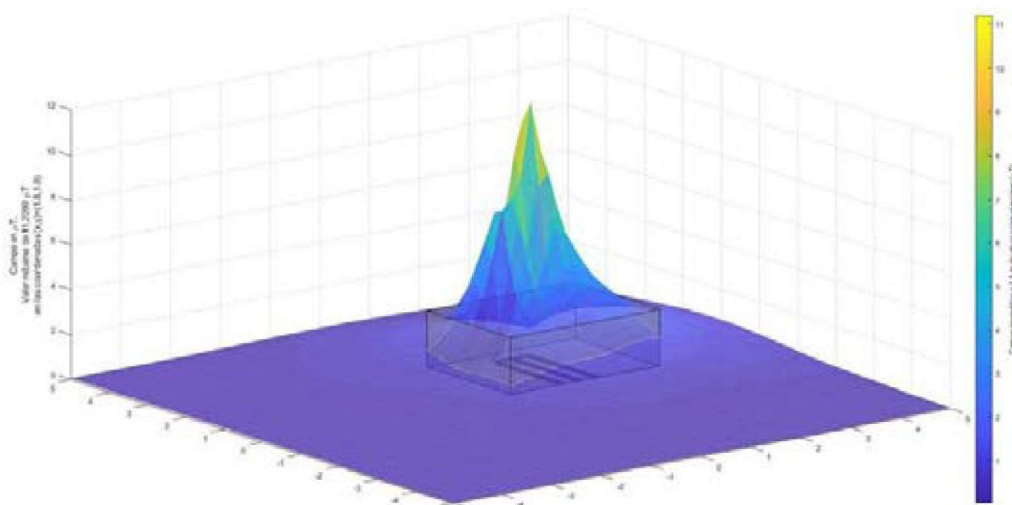


Figura 2: Representación en 3D del campo magnético a 1,5 metros de altura sobre el terreno.

Ahora, analizamos dicho campo en diversos planos, siguientes:

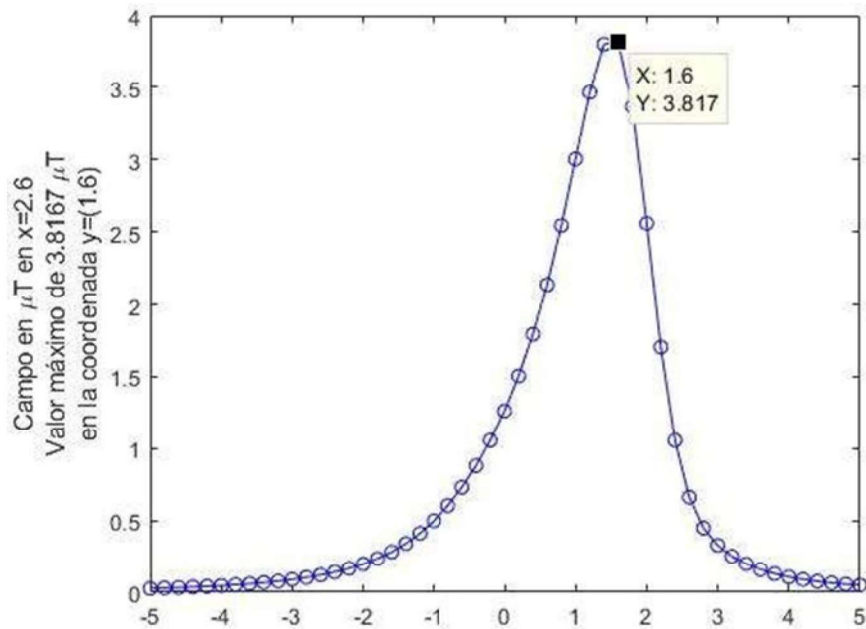


Figura 3: Representación del campo a 0,5 m del exterior del recinto en el lado más corto.

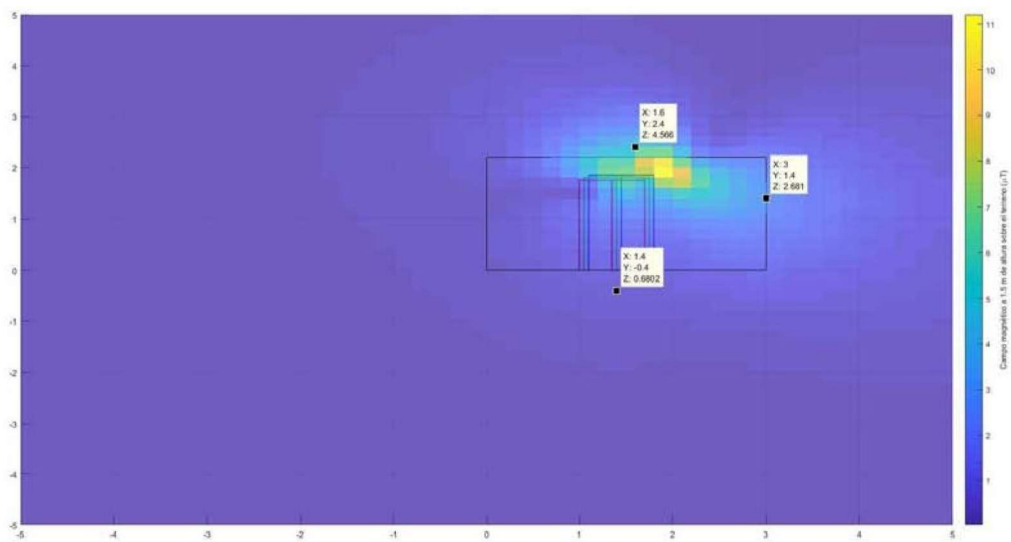


Figura 4: Representación del campo en planta en coordenadas X,Y, a 1,5 metros de altura.

En resumen, los valores que se tienen serían los siguientes:

ID CAMPO	DESCRIPCIÓN	VALOR MÁXIMO (μT)	VALOR CALCULADO (μT)	¿CUMPLE?
1	Campo máximo a 1,5m en interior CS	100	11,21	SÍ
2	Campo máximo a 0,5m en exteriorCS en lado corto (más desfavorable)	100	3,8167	SÍ
4	Campo máximo a 1,5 m de altura en exterior CS	100	4,58	SÍ

Dado que en el exterior del recinto todos los valores son inferiores a 100 μT SE CUMPLE normativa.

2. LÍMITES DE RUIDO

2.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA RUIDO

El nivel de ruido originado por el centro de seccionamiento cumple con los requisitos reglamentarios exigidos en el RD 1367/2007, y por tanto con las exigencias establecidas en la ITC-RAT 14, ya que al tratarse de un centro de seccionamiento (sin transformador) no existen fuentes con emisión acústica.

3. VENTILACIÓN

3.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA VENTILACIÓN

La evacuación del calor generado en el interior del CS se efectuará según lo indicado en la ITC RAT-14 apartado 4.4, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. Para ello se instalarán rejillas de ventilación bien en las puertas o en los paramentos asegurándose una buena circulación del aire.

La ubicación de las rejillas de ventilación se diseñará procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre los equipos para evitar calentamientos excesivos de los equipos.

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

Las rejillas, por tanto, estarán dotadas de una tela mosquitera con una luz máxima de 6 mm.

Para calcular la superficie de la rejilla de entrada de aire, utilizaremos la siguiente expresión:

$$Sr = \frac{Pp}{0,24 * Kx * \sqrt{h} * \Delta t^3}$$

Siendo;

Pp= Suma de las pérdidas asignadas totales (en kW)

H= Distancia vertical entre centros de rejillas = 2 metros

Δt= Diferencia de temperatura entre aire de salida y de entrada, 15°C

K= Coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose 0,6

Sr= Superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador.

Para justificar el cumplimiento de la normativa en el centro de seccionamiento, se tiene en cuenta que las pérdidas de potencia de las celdas contenidas en el centro de seccionamiento suponen aproximadamente un 0,1%, por lo que se obtiene:

$$P_p = 5.000 \text{ kW} \cdot 0,1\% = 5 \text{ kW}$$

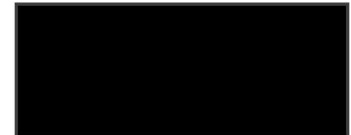
De esta manera, se obtiene una superficie de la reja de entrada de aire de:

$$S_r = \frac{5}{0,24 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{2} \cdot 15^3} = 0,42 \text{ m}^2$$

De esta manera, esta sería la superficie mínima para la evacuación del calor generado en el interior del edificio. Se dispondrá por tanto de 4 rejillas de 0,15 m² para dar cumplimiento con una superficie total de 0,60 m² > 0,42 m².

Además, en el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF₆, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas, aunque en los locales con instalaciones aisladas por SF₆ y situados por encima del suelo, como es el caso, generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga
Ingeniero Industrial

**PLIEGO DE
CONDICIONES TÉCNICAS**

ÍNDICE MEMORIA

1.	CONDICIONES GENERALES	1
1.1	OBJETO.....	1
1.2	CAMPO DE APLICACIÓN	1
1.3	DISPOSICIONES GENERALES.....	1
1.3.1	CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES	1
1.3.2	SEGURIDAD EN EL TRABAJO	2
1.3.3	SEGURIDAD PÚBLICA	3
1.4	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	3
1.4.1	DATOS DE LA OBRA.....	3
1.4.2	REPLANTEO DE LA OBRA	3
1.4.3	MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO	4
1.4.4	RECEPCIÓN DE MATERIALES.....	4
1.4.5	ORGANIZACIÓN	4
1.4.6	EJECUCIÓN DE OBRAS.....	4
1.4.7	SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS.....	5
1.4.8	PLAZO DE EJECUCIÓN	5
1.4.9	RECEPCIÓN PROVISIONAL	5
1.4.10	PERIODOS DE GARANTÍA.....	6
1.4.11	RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	6
1.4.12	PAGO DE OBRAS.....	6
1.4.13	ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS	6
1.5	DISPOSICIÓN FINAL	6
2.	CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN	7
2.1	DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN 7	
2.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES	7
2.3	COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN	7
2.3.1	CONDUCTORES	8
2.3.2	EMPALMES Y CONEXIONES	8
2.3.3	CABLES DE TIERRA	8
2.3.4	TERMINALES	8
2.3.5	PIEZAS DE DERIVACIÓN	9
2.3.6	HERRAJES.....	9
2.3.7	AISLADORES.....	9
2.3.8	PROTECCIONES	9
2.3.9	APOYOS.....	10
2.3.10	DERIVACIONES, SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES.....	11
2.4	CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE.....	11
2.4.1	CONDICIONES PREVIAS.....	11

2.4.2	TRABAJOS Y FASES POR EJECUTAR	12
3.	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.....	41
3.1	OBJETO.....	41
3.2	LOCAL.....	41
3.2.1	DIMENSIONES.....	42
3.2.2	SUPERFICIES DE OCUPACIÓN.....	42
3.2.3	VENTILACIÓN	42
3.2.4	INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTIVIBRATORIAS.....	42
3.2.5	MEDIDAS CONTRA INCENDIOS	42
3.2.6	CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA	43
3.2.7	CANALIZACIONES DE ENTRADA DE CABLES.....	43
3.2.8	PISO Y MALLAZO	43
3.3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	43
3.3.1	CABLES DE MT	43
3.3.2	APARAMENTA DE MT	43
3.3.3	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES EN MT.....	44
3.3.4	ALUMBRADO	44
3.4	SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD	44
4.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICO PARTICULAR LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	45
4.1	EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	45
4.1.1	TRAZADO	45
4.1.2	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS.....	46
4.1.3	APERTURA DE ZANJAS	46
4.1.4	CANALIZACIONES.....	46
4.1.5	TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y ACOPIO DE LOS MATERIALES A PIE DE OBRA	47
4.1.6	TENDIDO DE CABLES.....	47
4.1.7	PROTECCIÓN MECÁNICA Y SEÑALIZACIÓN.....	49
4.1.8	CIERRE DE ZANJAS	49
4.1.9	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS	50
4.1.10	EMPALMES Y TERMINACIONES.....	50
4.1.11	SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA.....	50
4.1.12	ENSAYO DE CONDUCTORES	50

1. CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

1.2 CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere al montaje de Centros de Seccionamiento y/o Transformación, y al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de líneas aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir, de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

1.3 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

1.3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias Decreto 842/2002 de 2 de agosto.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, del Sector Eléctrico, (BOE núm. 160 de 05/07/07).
- 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, (BOE núm. 310 de 27/12/00), y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial, (BOE núm. 32 de 6/02/96) y modificaciones posteriores.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

- Orden ITC/3747/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los contadores eléctricos estáticos de energía activa en corriente alterna, clases a, b y c, en conexión directa o en conexión a transformador, emplazamiento interior o exterior, en sus fases de verificación después de reparación o modificación y de verificación periódica, (BOE núm. 294 de 9/12/06).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, (BOE núm. 68 de 19/03/08 y corrección de errores de BOE núm. 174 de 19/07/08).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Resolución de 21 de enero de 1997, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial, por la que se autoriza el empleo de conductores de aluminio en las canalizaciones prefabricadas para instalaciones eléctricas de enlace, (BOE núm. 35 de 10/02/97).
- Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados, bajo canales protectores de material plástico, (BOE núm. 43 de 19/02/88).
- Resolución de 19 de junio de 1984, de la Dirección General de Energía, por la que se establecen normas sobre ventilación y acceso de ciertos centros de transformación. (BOE núm. 152 de 26/06/84).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, (BOE núm. 269 de 10/11/1995) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, (BOE núm. 256 de 25/10/97) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos, (BOE núm. 148 de 21/06/01).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, (BOE núm. 176 de 23/07/92).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), (BOE núm. 203 de 22/08/08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación del Ministerio de la Vivienda (BOE núm. 74 de 28/3/2006).
- Ordenanzas Municipales y otras Normas Municipales de señalización de obras y protecciones.
- Normas Técnicas Particulares de la empresa distribuidora.
- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos, en sus correspondientes actualizaciones efectuadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento definen las características de los elementos integrantes de la LAMT.

1.3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del apartado anterior y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

1.3.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes.

1.4.1 DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.4.2 REPLANTEO DE LA OBRA

El Contratista antes de comenzar las obras, deberá realizar el replanteo de la misma, dedicando especial atención a los puntos singulares. El replanteo de los apoyos será realizado a partir de los planos de planta, perfil y de las características propias de cada uno de ellos.

Para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones se colocarán estacas con la siguiente disposición:

a) Tres estacas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aun cuando sean de amarre. Estarán alineadas en la dirección de la alineación siendo la estaca central la que indicará la proyección del eje vertical del apoyo.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

b) Cinco estacas para los apoyos de ángulo dispuestas en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea. La estaca central indicará la proyección del eje vertical del apoyo.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil, por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, así como la aparición de obstáculos (naturales o artificiales) no contemplados inicialmente (edificaciones, caminos, carreteras, etc.), se realizará un nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas próximas, cumpliendo en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad. Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán por cuenta del Contratista.

1.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

1.4.4 RECEPCIÓN DE MATERIALES

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

1.4.5 ORGANIZACIÓN

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.4.6 EJECUCIÓN DE OBRAS

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del aptdo. 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

1.4.7 SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

1.4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

1.4.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

1.4.10 PERIODOS DE GARANTÍA

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

1.4.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

1.4.12 PAGO DE OBRAS

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

1.4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

1.5 DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

2. CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

2.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como "instalación eléctrica" todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo, y según Art. 3 del Decreto 141/2009 estas se agrupan y clasifican en:

- Instalación de baja tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ($U < 1$ kV).
- Instalación de media tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ($1 \text{ kV} \leq U < 66 \text{ kV}$).
- Instalación de alta tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV ($U \geq 66 \text{ kV}$).

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan.

Los conductores instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes y lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Ingeniero-Director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre y cuando no se especifique lo contrario en el Contrato de Adjudicación de las obras a realizar.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Ingeniero-Director.

2.3 COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Aisladores
- Accesorios de sujeción
- Apoyos
- Crucetas, herrajes-soportes y tornillería
- Tirantes y tornapuntas
- Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones, Empalmes, Grapas etc.

2.3.1 CONDUCTORES

Los conductores podrán ser de cualquier material metálico o combinación de éstos que permitan construir alambres o cables de características eléctricas y mecánicas adecuadas para su fin e inalterables con el tiempo, debiendo presentar, además, una resistencia elevada a la corrosión atmosférica.

Podrán emplearse cables huecos y cables rellenos de materiales no metálicos. Los conductores de aluminio y sus aleaciones serán siempre cableados.

La sección nominal mínima admisible de los conductores de cobre y sus aleaciones será de 10 mm². En el caso de los conductores de acero galvanizado la sección mínima admisible será de 12,5 mm².

Para los demás metales, no se emplearán conductores de menos de 350 kg de carga de rotura.

En el caso en que se utilicen conductores usados, procedentes de otras líneas desmontadas, las características que afectan básicamente a la seguridad deberán establecerse razonadamente, de acuerdo con los ensayos que preceptivamente habrán de realizarse.

2.3.2 EMPALMES Y CONEXIONES

Cuando en una línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, o alambres de más de 6 mm de diámetro, 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 90 por 100 de la carga 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 bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por 100 de la carga de rotura del conductor.

Para conductores de alambre de 6 mm o menos de diámetro, se podrá realizar el empalme por simple retorcimiento de los hilos.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Se prohíbe colocar en una instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el punto de conexión de las cadenas horizontales 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.

2.3.3 CABLES DE TIERRA

Cuando se empleen cables de tierra para la protección de la línea, se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y el conductor, no exceda de 35°.

Los conductores y empalmes reunirán las mismas condiciones explicadas en los apartados anteriores.

Cuando para el cable de tierra se utilice cable de acero galvanizado, la sección nominal mínima que deberá emplearse será de 50 mm² para las líneas de 1ª categoría y 22 mm² para las demás.

Los cables de tierra, cuando se empleen para la protección de la línea, deberán estar conectados en cada apoyo directamente al mismo, si se trata de apoyos metálicos, o a las armaduras metálicas de fijación de los aisladores, en el caso de apoyos de madera u hormigón.

2.3.4 TERMINALES

Serán de aluminio, adecuados para que la conexión al cable se efectúe por compresión hexagonal. La conexión del terminal a la instalación fija se efectuará mediante tornillos a presión.

2.3.5 PIEZAS DE DERIVACIÓN

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a sollicitaciones mecánicas. Así, pues, las conexiones para dar continuidad a la línea o para conectar una derivación se realizarán en el bucle entre dos cadenas horizontales (puente flojo) de un apoyo. En este caso la pieza de conexión, además de no aumentar la resistencia eléctrica del conductor, tendrá una resistencia al deslizamiento de, al menos, el 20 % de la carga de rotura del conductor. La continuidad de la línea y la conexión de derivaciones a la línea principal se efectuará mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acuñamiento cónico.

2.3.6 HERRAJES

Los herrajes serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deberán ser prácticamente inalterables a la acción corrosiva de la atmósfera, muy particularmente en los casos que fueran de temerse efectos electrolíticos.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90 por 100 la carga de rotura del mismo, sin que se produzca un deslizamiento.

2.3.7 AISLADORES

Los aisladores utilizados en las líneas a que se refiere este Reglamento podrán ser de porcelana, vidrio u otro material de características adecuadas a su función.

Las partes metálicas de los aisladores estarán protegidas adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmósfera.

2.3.8 PROTECCIONES

- **Protección de sobrecorriente en M.T**

La línea dispondrá de una protección que deberá actuar ante sobrecargas y cortocircuitos y defectos a tierra, incluso en los puntos más alejados de la red. En todos los casos deberá adecuarse a la estructura de la red para garantizar la actuación de los diferentes escalones de protección.

Para la protección contra sobreintensidad se utilizarán interruptores automáticos asociados a relés de protección, colocados en la cabecera de la línea o de aquellas derivaciones que por sus características lo requieran. Estarán provistas de un automatismo de reconexión automática provisto de dos ciclos de reenganche uno rápido y otro lento.

- **Protección contra sobretensiones en M.T**

En las conversiones de línea aérea a línea subterránea, y a lo largo de la línea cuando ésta discorra por zonas con alto índice isocerámico, se instalarán pararrayos de óxido metálico, cuyas características se ajustarán a la Norma UNE-EN 60099.

- **Puesta a tierra**

Los apoyos metálicos y de hormigón armado estarán provistos de una puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse por descargas en el propio apoyo. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente en cabecera de línea, deberá asegurar la descarga a tierra de la corriente homopolar de defecto, y contribuir, en caso de contacto con masas susceptibles de ponerse en tensión, a eliminar el riesgo eléctrico de tensiones peligrosas. El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra será 20 Ω .

2.3.9 APOYOS

- **Apoyos metálicos**

En los apoyos de acero, así como en elementos metálicos de los apoyos de otra naturaleza no se emplearán perfiles abiertos de espesor inferior a cuatro milímetros. Cuando los perfiles fueran galvanizados por inmersión en caliente, el límite anterior podrá reducirse a tres milímetros.

Análogamente, en construcción remachada o atornillada no podrán realizarse taladros sobre flancos de perfiles de una anchura inferior a 35 mm.

No se emplearán tornillos ni remaches de un diámetro inferior a 12 mm.

En los perfiles metálicos enterrados sin recubrimiento de hormigón se cuidará especialmente su protección contra la oxidación, empleando agentes protectores adecuados, como galvanizado, soluciones bituminosas, brea de alquitrán, etc.

Se emplea la adopción de protecciones anticorrosivas de la máxima duración, en atención a las dificultades de los tratamientos posteriores de conservación necesarios.

- **Conexión de los apoyos a tierra**

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos y de hormigón armado, así como las armaduras metálicas de los de madera en líneas de primera categoría, cuando formen puente conductor entre los puntos de fijación de los herrajes de los diversos aisladores.

La puesta a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

- Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.
- Conectando a tierra la armadura de hormigón, siempre que la armadura reúna las condiciones que más adelante se exigen para los conductores de conexión a tierra. Sin embargo, esta forma de conexión no se admitirá en los apoyos de hormigón pretensado.

Los conductores de conexión a tierra podrán ser de cualquier material metálico que reúna las condiciones exigidas en el apartado de conductores. Tendrán una sección tal que puedan soportar sin calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de la línea.

En ningún caso la sección de estos conductores será inferior a la eléctricamente equivalente a 16 mm² de cobre.

Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior e inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, etc.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

- **Numeración y avisos de peligro**

En cada apoyo se marcará el número que le corresponda, de acuerdo con el criterio de comienzo y fin de línea que se haya fijado en el proyecto, de tal manera que las cifras sean legibles desde el suelo.

También se recomienda colocar indicaciones de existencia de peligro en todos los apoyos. Esta recomendación será preceptiva para líneas de primera categoría y en general para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas.

- **Cimentaciones**

Las cimentaciones de los apoyos podrán ser realizadas en hormigón, hormigón armado, acero o madera.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

En las cimentaciones de hormigón se cuidará de su protección en el caso de suelos y aguas que sean agresivos para el mismo. En las de acero o madera se prestará especial atención a su protección, de forma que quede garantizada su duración.

2.3.10 DERIVACIONES, SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

- **Derivaciones, seccionamiento de líneas**

Las derivaciones de líneas se efectuarán siempre en un apoyo.

Como norma general, deberá instalarse un seccionamiento en el arranque de la línea derivada.

- **Seccionadores o desconectores**

En el caso en que se instalen seccionadores en el arranque de las derivaciones, la línea derivada deberá ser seccionada sin carga o, a lo sumo, con la correspondiente a la de vacío de los transformadores a ella conectados, siempre que la capacidad total de los mismos no exceda de 500 kVA.

Sin embargo, previa la justificación de características, podrán utilizarse los denominados seccionadores bajo carga.

Los desconectores tipo intemperie estarán situados a una altura del suelo superior a cinco metros, inaccesibles en condiciones ordinarias, con su accionamiento dispuesto de forma que no pueda ser maniobrado más que por el personal de servicio, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad.

Las características de los desconectores serán las adecuadas a la tensión e intensidad máxima del circuito en donde han de establecerse y sus contactos estarán dimensionados para una intensidad mínima de paso de 200 amperios.

- **Interruptores**

En el caso en que por razones de explotación del sistema fuera aconsejable la instalación de un interruptor automático en el arranque de la derivación, su instalación y características estarán de acuerdo con lo dispuesto para estos aparatos en el Reglamento Técnico correspondiente.

- **Protecciones**

En todos los puntos extremos de las líneas eléctricas, sea cual sea su categoría, por los cuales pueda influir energía eléctrica en dirección a la línea, se deberán disponer protecciones contra cortocircuitos o defectos en línea, eficaces y adecuadas.

En los finales de líneas eléctricas y sus derivaciones sin retorno posible de energía eléctrica hacia la línea se dispondrán las protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones necesarias de acuerdo con la instalación receptora.

El accionamiento automático de los interruptores podrá ser realizado por relés directos solamente en líneas de tercera categoría.

Se prestará especial atención en el proyecto del conjunto de las protecciones a la reducción al mínimo de los tiempos de eliminación de las faltas a tierra, para la mayor seguridad de las personas y cosas, teniendo en cuenta la disposición del neutro de la red puesto a tierra, aislado o conectado a través de una impedancia elevada.

2.4 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE**2.4.1 CONDICIONES PREVIAS**

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

En las presentes condiciones técnicas se especifican las que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales. Se indicarán, asimismo, los ensayos y mediciones que se llevarán a cabo sobre las unidades de obra terminadas, señalándose las tolerancias.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar que puedan dañar el aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. Se prohíbe golpear los bulones o tornillos para que entren en sus orificios respectivos. Todos los tornillos quedarán bien apretados para evitar que se aflojen.

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo el Ingeniero-Director suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

2.4.2 TRABAJOS Y FASES POR EJECUTAR

Los trabajos a los que se refieren son los siguientes:

1. Zona de tala y poda de arbolado.
2. Pistas y Accesos.
3. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra de los materiales.
4. Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.
5. Explanación.
6. Excavación.
7. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos.
8. Instalación de apoyos.
9. Tomas de tierra.
10. Instalación de conductores.
11. Instalación de cables de tierra.
12. Pintado de los apoyos.
13. Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos.

En el caso de que puedan existir trabajos y fases de ejecución distintos a los enumerados, se especificarán especialmente en el Contrato de Adjudicación de la obra.

- **Protecciones**

Cuando sea preciso para el paso de la línea, la Propiedad recabará de los Organismos Oficiales competentes la autorización para el talado de una zona de arboleda a ambos lados de la línea cuya anchura será la que determina el Artículo 35.1 del vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. En cualquier caso el Contratista no llevará a cabo estos trabajos sin la previa autorización por escrito del Ingeniero-Director.

- **Pistas y accesos**

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de las pistas y accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de tendido, etc., sin la previa autorización del Ingeniero-Director. Cuando éste autorice la realización de los caminos correrá a cargo del Contratista:

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

- La obtención de los permisos para su ejecución y la indemnización que hay lugar por los mismos.
- Todos los daños que se ocasionen por motivo de la apertura de los caminos.
- La maquinaria, herramientas, suministro de explosivos, autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para la mejor ejecución de dichos caminos.

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

Quedará prohibido el transporte de personas en las cabinas, estribos, escalerillas, cucharas, etc. No se llevará en las máquinas envases o materiales sueltos. Lo mismo en la carga como en la descarga de materiales en las que tengan que intervenir varios operarios, esta operación estará dirigida por una persona responsable, designada por el Contratista.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

- Evitar causar daño o la muerte a cualquier ejemplar de reptil o ave.
- Utilizar como localización preferentemente de los caminos, los lomos, mesas o altos y en general, las zonas más llanas, evitando su apertura en laderas de fuerte pendiente. Cuando esto último sea inevitable los caminos deberán seguir la dirección de las curvas de nivel.
- Se procurará para los obligados accesos una sola rodada de camión reduciéndose al mínimo la anchura de los caminos y el tamaño de los desmontes y terraplenes.
- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.
- Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.
- Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.
- Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.
- Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.
- Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.
- Mentalizar a los operarios que intervengan en las tareas propias de la apertura de caminos, de la importancia de minimizar las alteraciones sobre la vegetación de la necesidad de respetar los ejemplares y el hábitat de la fauna presente en la zona de trabajo. El Contratista se hará cargo de los fuegos, caza furtiva, etc., que efectúen los operarios al pasar por los montes y cotos de caza.
- La prohibición de abandonar residuos de cualquier tipo como hormigón, envoltorio de cigarros, cascos de cerveza, refrescos, etc., restos de comidas, árboles secos, etc., y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

- **Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra**

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Los materiales de acopio anticipado, es decir, aquellos materiales que por no encontrarse existencia en el mercado local, es necesario adquirirlos antes de empezar los trabajos, serán suministrados normalmente por la Propiedad. En caso de que fuera el Contratista el suministrador de todos o parte de ellos, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Los materiales de acopio en el momento de la construcción de la línea, es decir, aquellos materiales que por su reducido plazo de acopio, pueda considerarse su adquisición como simultánea a su empleo, serán suministrados normalmente por el Contratista. En caso de que todos o parte de ellos fuesen suministrados por La Propiedad, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Cuando el Contratista sea el que suministre los materiales, cuidará de su carga y transporte desde Fábrica o Puerto a sus almacenes. Estos transportes serán por cuenta del Contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra. En el caso de que entre estos materiales estén incluidos los apoyos, y si en el momento del acopio se observase la falta de algunas barras, éstas se podrán suplir provisionalmente con la previa autorización del Ingeniero-Director hasta que se disponga de las barras originales. Esta sustitución provisional no es extensiva a cartelas y elementos de unión.

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto, siendo responsable el Contratista de que esto se cumpla. En caso de su incumplimiento, el Ingeniero-Director dictará orden de retirar dichos materiales.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder del Ingeniero-Director con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto. El importe de todos los ensayos y pruebas de los materiales aportados por el Contratista será por cuenta del mismo.

El Contratista será responsable de todos los materiales entregados, debiendo sustituirlos por su cuenta si las pérdidas o inutilizaciones superan las tolerancias que se fijan a continuación:

Conductores y cables de tierra	2%
Aisladores	1%
Herrajes	1%
Tornillos, arandelas, etc.	2% del nº de tornillos.
Perfiles, Angulares, Chapas y Cartelas	2% del nº piezas por torre

Para el conductor se tomará como cantidad necesaria la suma de la longitud real de conductor aislado, más los trozos que se hayan tendido que cortar por indicación del Ingeniero-Director.

Los materiales que suministre la Propiedad quedarán situados en uno o más almacenes, cuyo emplazamiento e indicación de los materiales que van a contener se especificarán al Contratista.

En este caso los transportes de fábrica a almacenes serán de cuenta de la Propiedad.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

El Contratista, a partir de la entrega de los materiales, tendrá a su cuenta y riesgo los gastos de carga, transporte, vigilancia y almacenamiento posterior.

La propiedad de los materiales entregados al Contratista, seguirá siendo de la Propiedad y los recibirá con carácter de depósito.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por el Ingeniero-Director, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

La Propiedad podrá exigir del Contratista, que tenga en Compañía Aseguradora de reconocida solvencia, póliza contra robo y avería en transporte y montaje del material entregado.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en las barras ni daño en el galvanizado.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estrobos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas, su transporte se hará siempre bien embalado y con el debido cuidado en atención a su fragilidad.

Las bobinas se descargarán siguiendo lo expuesto en el 1er COMPLEMENTO a la Norma NUECSA 00.7-24A (NI-57) "Procedimiento para la Manipulación y Transporte de Bobinas de Madera".

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al MEDIO AMBIENTE, deberá depositarse en un VERTEDERO AUTORIZADO, debiendo entregar el Contratista al Ingeniero-Director copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

- **Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil**

El replanteo de los apoyos será realizado por un topógrafo especializado en los estudios topográficos de líneas aéreas a cargo del Contratista, y en presencia del Ingeniero-Director o persona delegada, a partir de los planos de planta, perfil y características propias de cada apoyo entregados por la Propiedad. Con antelación suficiente, deberá comunicársele al Ingeniero-Director, la fecha en que se iniciará el replanteo, así como el topógrafo designado por el Contratista para efectuarlo. Este topógrafo vendrá provisto de los útiles necesarios para realizar el replanteo y estaquillado, así como de personal que sea preciso.

Una vez finalizados el replanteo y estaquillado de la línea, el Ingeniero-Director y el Contratista firmarán el ACTA DE REPLANTEO, que supone el conocimiento exacto por el Contratista del trazado de la línea, situación de las estaquillas y todos los detalles necesarios para su ejecución, haciéndose cargo a partir de ese momento de todas las estaquillas o banderas colocadas.

La reposición de las estaquillas desaparecidas desde la firma del ACTA DE REPLANTEO hasta el comienzo de la apertura de hoyos, será por cuenta del Contratista.

Los apoyos deben quedar replanteados de la siguiente forma:

Apoyos de alineación (Monobloques y patas separadas)

Quedará definidos como mínimo, por una estaquilla central que indicará la proyección de eje vertical del apoyo y cuatro más que estarán, dos alineadas en la dirección de la línea y dos en la dirección perpendicular.

Apoyos de ángulo (Monobloques y de patas separadas)

Los apoyos de ángulo se replantearán mediante cinco estaquillas que se dispondrán en cruz, dos de ellas según la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea y otras dos en la perpendicular a ella, pasando por la estaquilla central que indicará la proyección del eje vertical de apoyo.

Apoyos de anclaje y fin de línea (Monobloque de patas separadas)

Se replantearán igual que los apoyos de alineación.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

En apoyos de patas separadas, a partir de la cota de la estacilla central, que se considerará como cota cero, el topógrafo en función de la conicidad del apoyo obtendrá las correspondientes a los centros de las excavaciones de las 4 patas del apoyo con cuyos datos el Contratista cumplimentará el correspondiente Parte de Cimentaciones de Apoyos. A partir de este documento el Contratista realizará las explanaciones, recrecidos de hormigón y de anclajes a realizar en cada apoyo.

Este documento se firmará por el Ingeniero-Director y el Contratista y no se admitirán modificaciones o certificaciones, en este concepto, que se aparten del replanteo primitivo, salvo que taxativamente, y por escrito, el Ingeniero-Director los ordene.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil. Por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, el Ingeniero-Director ordenará la obtención del nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

En caso de que al realizar explanación se desplazase o moviese alguna de las estacillas que definían el apoyo será preciso volver a realizar el replanteo del mismo según lo descrito anteriormente.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas de sus proximidades. Se deben cumplir en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad.

Los caminos, pistas, sendas que sean utilizadas, cumplirán lo siguiente:

- Serán lo suficientemente anchos para evitar roces y choques con ramas, árboles, piedras, etc.
- No favorecerán las caídas o desprendimientos de las cargas que transporte vehículos.
- Las pendientes o peraltes serán tales que impidan las caídas o vuelcos de vehículos.

- **Explanación**

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del apoyo según los datos suministrados por el Parte de Cimentación del apoyo, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, el suministro de explosivos, la autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa del Ingeniero-Director. Los datos definitivos figurarán en el Parte de Cimentación del apoyo. Este Parte será firmado por el Contratista y el Ingeniero-Director.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas. Esta explanación será definida por el Ingeniero-Director según lo especificado en el apartado "Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil" del presente Pliego de Condiciones Técnicas, y se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante, según las Tablas adjuntas, con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACIÓN EN TERRENO VIRGEN O TERRAPLENES HOMOGÉNEOS MUY ANTIGUOS			
	Terreno secos		Terrenos Inmersos	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
Roca Dura	80º	5/1	80º	5/1
Roca blanda o fisurada	55º	7/5	55º	7/5
Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.	45	1/1	40º	4/5
Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla mezclada con piedra y tierra vegetal	45º	1/1	30º	3/5
Grava, arena gruesa no arcillosa.	35º	7/10	30º	3/5
Arena fina no arcillosa.	30º	3/5	20º	1/3

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACION EN TERRENO REMOVIDO RECIENTE O TERRAPLENES RECIENTES			
	TERRENOS SECOS		TERRENOS INMERSOS	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
<i>Roca dura.</i>				
<i>Roca blanda o fisurada.</i>				
<i>Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.</i>	45º	1/1	40º	4/5
<i>Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal.</i>	35º	7/10	30º	3/5
<i>Grava, arena gruesa no arcillosa.</i>	35º	7/10	30º	3/5
<i>Arena fina no arcillosa.</i>	30º	6/10	20º	1/3

Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones. Se respetarán las medidas correctoras definidas en el apartado "Pistas y accesos.", del Presente Pliego de Condiciones Técnicas.

- **Explanación**

La excavación propiamente dicha para los macizos de las fundaciones de los apoyos comprende, además de la apertura de hoyos en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes al apoyo, el suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las indicadas en los Partes de Cimentación de apoyos, corriendo los excesos a cargo del Contratista, a menos que el Ingeniero-Director, considere oportuno el aumento de volumen de la excavación, si el terreno no corresponde al supuesto en los cálculos. En este caso se confeccionará un nuevo Parte de Cimentaciones que anulará el anterior. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de las excavaciones, éste será a cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico.

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, el Ingeniero-Director concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de hoyos, su manipulación, transporte, almacenaje, etc., deberá ajustarse en todo a lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de Abril de 1.987 que modifica la instrucción Técnica Complementaria 10.2-01 "Explosivos - Utilización" publicada en el B.O.E. nº 114 de 13 de Mayo de 1.987, debiendo poseer el Contratista los permisos correspondientes de la Autoridad Competente. El Contratista deberá ajustarse en todo a las disposiciones oficiales vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajo.

En la excavación con empleo de explosivos, se cuidará que la roca no sea dañada debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no forman bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

La compactación del terreno de relleno a realizar en las cimentaciones que requieran este procedimiento, será indicada en cada caso por el Ingeniero-Director.

En los hoyos de gran profundidad y boca de pequeño diámetro, es necesario que los operarios vayan protegidos con mascarillas de filtros adecuados.

Los compresores deberán cumplir lo dispuesto en el vigente Reglamento de Aparatos de Presión, debiéndose hacer el ajuste de su válvula de seguridad al principio de los trabajos y una revisión anual.

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50 metros.

En los casos de profundidad superiores a 3 metros, el operario que excave en su interior deberá llevar un arnés tipo paracaídas con cuerda de salvamento resistente.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de la varilla de puesta a tierra según lo estipulado en el apartado "Tomas de Tierra".

- **Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos**

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Antes de proceder al hormigonado de cualquier apoyo, y con una antelación mínima de 48 horas, el Contratista se lo hará saber al Ingeniero-Director, el cual dispondrá lo necesario para verificar las dimensiones mínimas, comprobar con un cuadro metálico la excavación y autorizar el hormigonado si procediere.

Salvo aceptación en contrario por parte del Ingeniero-Director, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

• **Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos**

Se emplearán preferentemente hormigones fabricados en central. En cualquier caso, la mezcla de los componentes del hormigón se efectuará siempre con hormigonera exceptuándose aquellos emplazamientos en que por difícil acceso o cualquier otra circunstancia haya autorización del Ingeniero-Director para realizar la mezcla a mano. En este caso, se empleará una hormigonera portátil (eléctrica o de carburante) y si el hormigón necesario para el llenado de la excavación fuese de poco volumen se autorizará hacerlo con una pastera pero nunca se autorizará hacerlo sobre una plancha de hierro ya que agua y el cemento se pierden en gran parte.

La consistencia del hormigón será blanda (asiento en el cono de Abrams 6 - 9cm, con tolerancia de ± 1 cm).

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm² (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm² (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m ³ de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

A efectos de normalización, tanto para la indicación en planos como en el control de suministro, la designación de las propiedades del hormigón tendrá el siguiente formato:

T - R/C/TM/A

Siendo:

T: Indicativo que será, HA para el hormigón armado y HM para el hormigón en masa.

R: Resistencia característica especificada en N/mm².

C: Letra inicial del tipo de consistencia.

TM: Tamaño máximo del árido.

A: Designación del ambiente.

Por lo que, salvo indicación en contra en el Proyecto o del Ingeniero-Director, el hormigón exigido tendrá la siguiente designación:

HM - 20 / B / 40 / III (Hormigones en masa)

HA - 25 / B / 40 / III (Hormigones armados)

Cemento: PUZ - 350

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

El Ingeniero-Director podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

- **Puesta en obra del hormigón**

Antes de verter el hormigón deberá limpiarse la excavación de materiales desprendidos de las partes superiores.

Caso de existir agua en los hoyos, la operación de vaciado se realizará tomando las precauciones adecuadas para no causar daños a terceros.

La operación de hormigonado no se comenzará a menos que, por la cantidad de hormigón disponible, tengamos la seguridad de que el inicio o último estribo superior del anclaje (cuando disponga de más de uno) vaya a quedar cubierto con una capa de 40 cm.

Antes de hormigonar, el Contratista está obligado a disponer en el lugar de hormigonado de las varillas precisas para poder afrontar cualquier situación de emergencia.

Salvo en casos de circunstancias especiales no se realizarán labores de hormigonado en ausencia de luz diurna, considerándose como tal la comprendida desde una hora después de la salida del sol y una hora antes de su puesta.

El tiempo límite transcurrido entre la adición del agua al cemento y su descarga total deberá ajustarse a lo recomendado en la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE). En ningún caso dicho tiempo será superior a una hora y media. Toda masa que sobrepase dicho tiempo deberá ser rechazada.

Si por alguna circunstancia se prevé que el tiempo límite no se puede respetar, se pondrá en conocimiento del Ingeniero-Director para la adopción de las medidas adecuadas.

En el vertido del hormigón, incluso cuando se realice mediante conducciones adecuadas se adoptarán las debidas precauciones para que no se produzca la disgregación de la mezcla ni el desplazamiento de los anclajes.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante vibradores mecánicos adecuados hasta que aparentemente se consiga una masa homogénea ausente de huecos. Deberá vibrarse por capas como máximo 30cm de altura.

En caso de que se averíe el vibrador durante el proceso de hormigonado, se dispondrá en obra en todo momento, los procedimientos manuales adecuados para la mejor compactación. Esta solución eventual proseguirá mientras se repara el vibrador que deberá hacerse en el menor tiempo posible.

En el caso de que esto suceda se podrá continuar el hormigonado antes de las 12 horas siguientes, previas comprobación de que las superficies están suficientemente limpias y se riegan abundantemente. En caso de que este tiempo se supere, se colocarán varillas corrugadas que serán con cargo al Contratista, para unir las partes seccionadas de forma que queden embebidas 80cm como mínimo en cada una de ellas, procediendo a doblarla en la parte correspondiente cuando suceda que no es posible colocarlas rectas. Estas varillas se colocarán inmediatamente de vertida la última capa de hormigón.

Las varillas serán de 20mm de diámetro e irán colocadas en el hormigón a 15cm de la pared del hoyo formando circunferencia y separadas 50cm entre sí con un mínimo de ocho. En el caso de que por alguna circunstancia no se puedan colocar las varillas, se procederá a colocar una abundante capa de resina, previa limpieza de la superficie y comprobación de que la misma esté bien seca. Antes de volver a verter la nueva capa de hormigón se limpiará la superficie de la anterior, y se mojará con agua.

Durante el hormigonado se procederá a la colocación de tubos, que permitan el paso de los cables de puesta a tierra. Estos tubos serán rígidos, corrugados, reformados y de un diámetro interior de 36mm.

No se permitirá el hormigonado si la temperatura ambiente es inferior a 5º C.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Los pozos de hormigonado de las patas de las torres que no han sido hormigonados al finalizar la jornada de trabajo, han de quedar cubiertos, para evitar accidentes.

Si en el terreno de roca o en cualquier clase de suelo (arenas, creta, conglomerado, pizarra), y con el motivo debido al empleo de explosivos, la excavación ha dado un volumen mayor del que le corresponde, el hueco ha de ser rellenado de hormigón, y se certificará la medida teórica tanto de la excavación como del hormigonado.

• **Encofrados**

Se procurará que no haya recrecidos. En zonas ecológicas se utilizarán apoyos de patas desniveladas.

En el caso de que necesariamente se hayan de realizar recrecidos, el Ingeniero-Director entregará un plan de los mismos en el que figurarán las dimensiones del macizo de hormigón, número y tipo de hierro para la confección de la armadura y longitud de la misma. Este plano se adjunta al parte de Cimentaciones.

Todos los parámetros de los recrecidos deben tener correspondencia (la misma horizontalidad, y la misma verticalidad) y cualquiera que sea la altura resultante, las peanas tendrán la misma altura.

Para recrecidos superiores a 70cm se utilizarán armaduras de acero corrugado de 25mm de diámetro con correas de 10mm cada 30cm que serán embebidas en la cimentación como mínimo 1m.

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado de las bancadas presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que el Ingeniero-Director autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada (peanas) es extensivo para los recrecidos.

• **Áridos**

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por el Ingeniero-Director. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MÁXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

Los áridos no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considerarán reactivos si:

Para $R \geq 70$ la concentración de SiO_2 es $> R$

Para $R > 70$ la concentración de SiO_2 es $> 35 = 0,5 R$

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

La pérdida de peso máxima no será superior a la siguiente:

Ensayo realizado mediante:

	A	b
	CON SULFATO SÓDICO	CON SULFATO MAGNÉSICO
Arenas	10 %	15 %
Gravas	12 %	18 %

- **Arenas**

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente. No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

- **Grava o árido grueso**

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

- **Cemento**

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización del Ingeniero-Director.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa del Ingeniero-Director o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte del Ingeniero-Director.

- **Agua**

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar. Tolerancias de aniones y cationes: Deberán rechazarse todas las que tengan un pH inferior a 5, las que posean un total de sustancias disueltas superior a los 15gramos por litro (15.000ppm.) aquellas cuyo contenido en sulfato, expresado en SO₄, rebase un gramo por litro (1.000ppm.) las que contengan ión cloro en proporción superior a 6gramos por litro (6.000ppm.), en las que se aprecien hidratos de carbono y las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a 15 gramos por litro (15.000ppm.).

- **Instrucciones para la ejecución de las cimentaciones**

Antes de proceder al hormigonado, cualquiera que sea el tipo de apoyo a cimentar, se procederá a aplicar una protección superficial de pintura. La manera de ejecutar las distintas clases de cimentaciones, según el tipo de apoyo será la siguiente:

- **Cimentaciones para apoyos metálicos de bases empotradas**

Sin utilización de plantillas de hormigonado

- Se echará primeramente una capa de hormigón del espesor indicado en los planos facilitados por el fabricante, según el tipo de apoyo, de manera que teniendo el apoyo una base firme, limpia y nivelada, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón mencionada.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

- Al día siguiente, y sobre la base de hormigón, se colocarán y nivelarán los anclajes o el primer tramo del apoyo metálico, según el caso, quedando prohibido el hormigonado con el apoyo totalmente armado.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado "Tomas de Tierra" de Presente Pliego de Condiciones Técnicas.
- A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las "CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES".

Con utilización de plantillas de hormigonado

- Se colocará la plantilla sobre el foso con los anclajes debidamente situados, y será emplazada y nivelada adecuadamente, comprobando diagonales y longitudes de cara así como la correcta instalación con las marcas de línea y contralínea, fijándola al terreno a continuación, de modo que no pueda sufrir movimiento.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado "Tomas de Tierra" de Presente Pliego de Condiciones Técnicas
- A continuación, se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las "CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES", comprobándose el número de veces necesarias la correcta colocación de la plantilla y de los anclajes.
- Una vez relleno el foso, la plantilla no podrá tocarse ni desmontarse hasta pasadas 48 horas como mínimo de la terminación del hormigonado; se quitará entonces con el suficiente cuidado para que los anclajes no agrieten el hormigón ni queden huecos entre ambos.
- En los recrecidos se cuidará de la verticalidad y horizontalidad de los encofrados, y que éstos no se muevan durante el relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.
- El hormigón de la peana exterior al terreno, además de tener la misma composición que el resto de la cimentación, debe llegar hasta el borde inferior del empalme de anclaje con la torre para evitar que el extremo superior de los anclajes y del hormigón pueda trabajar a flexión.

Tolerancias en las cimentaciones

- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido de la línea será $\pm 0,1\%$.
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido transversal a la línea será de $\pm 0,1\%$.
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido diagonal del cuadrilátero formado será de $\pm 0,15\%$.
- El error máximo admisible en la nivelación de las testas de cada uno de los anclajes será de $\pm 0,05\%$ de la distancia entre dichas testas.
- Respecto a los ejes de los hoyos, el máximo error admisible es de 100mm en el centrado de los anclajes.
- Se respetará el emplazamiento de los apoyos en la traza de la línea referido a la estacilla central y no se admitirán variaciones en la orientación de sus caras (giros) respecto al eje de la traza de la línea superiores al primer centesimal de las distancias de los anclajes a los ejes de replanteo de los apoyos.
- Los anclajes se fijarán de forma adecuada, para que no sufran desplazamientos durante el vertido del hormigón.
- Los elementos de fijación de los anclajes no podrán ser retirados antes de cumplirse las 24 horas del vertido del hormigón en los hoyos.
- Cualquier error superior a los indicados será corregido por la Contrata corriendo por su cuenta todos los gastos. El Contratista asumirá los costos extras que pudieran originarse, incluidos los gastos en que puedan incurrir los contratistas de izado.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

- En todo caso, las tolerancias de las cimentaciones serán tales que, una vez instalado el apoyo, previo el tendido de los conductores, este quede vertical, admitiéndose una desviación máxima del 0,2%, de la altura total del apoyo, tanto en el sentido de la línea como en contralínea.

Control de calidad

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

Control de consistencia

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

Para verificar este control se tomará una muestra de la amasada a pie de obra realizándose con la misma el ensayo de asentamiento en cono de Abrams.

Si el asentamiento está fuera de los límites reseñados incluidas las tolerancias, se procederá a tomar dos nuevas muestras de forma inmediata, después de un breve batido de toda la masa. Si los dos últimos valores del ensayo están comprendidos entre los valores de aceptación, la amasada se dará por buena. En caso contrario la amasada completa será rechazada y el vehículo que realiza el transporte no podrá suministrar más hormigón durante ese día.

El Ingeniero-Director podrá realizar este control en cada una de las amasadas que se suministran.

Control de resistencia

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

Salvo indicación en contra del Ingeniero-Director, es indispensable extraer 4 probetas por apoyo. En caso de que el volumen de hormigón vertido en el apoyo supere los 18 m³, se extraerá un juego de probetas por cada 18 m³ o fracción.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la "Instrucción de Hormigón estructural (EHE)" en vigor para la modalidad de "Ensayos de Control Estadístico del Hormigón".

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar al Ingeniero-Director los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Ingeniero-Director procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes y de acuerdo con los resultados obtenidos, adoptará la determinación que considere más adecuada corriendo todos los gastos producidos por cuenta del Contratista.

Realizados los ensayos de una serie de probetas tendremos, llamando X1, X2,...X8 a los valores obtenidos, los valores medios siguientes:

$$\text{Amasada A} = (X1 + X2 + X3 + X4) / 4 = XA$$

$$\text{Amasada B} = (X5 + X6 + X7 + X8) / 4 = XB$$

Estos dos ensayos nos permitirán aplicar la tabla 88.4 b de la Instrucción EHE para N=2, K=0,88, debiendo cumplirse que la resistencia estimada $F_{est} = K \cdot X$ (siendo X el valor más bajo de XA y XB) $\geq 175 \text{ kp/cm}^2$.

Se efectuará el número de ensayos de información a juicio del Ingeniero-Director.

Ensayos por realizar con las gravas, las arenas y el agua

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo del Ingeniero-Director, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la "Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)" y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa del Ingeniero-Director para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por el Ingeniero-Director se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

Normas de seguridad específicas

El equipo de Protección personal utilizado deberá constar de casco de barboquejo, guantes de cuero y botas de seguridad, debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

Si hubiera que realizar barrenado, el operario deberá estar provisto de mascarilla con filtro para polvo y protectores de vista y oído.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de ocurrir algún percance.

Para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas, es aconsejable no trabajar más de un operario en el interior de cada hoyo.

La parte superior de los hoyos debe quedar libre de escombros para evitar caídas de materiales que puedan dañar a los operarios.

Para subir y bajar a los hoyos deberán utilizarse escaleras lo suficientemente largas para que su parte superior sobresalga de los hoyos como mínimo 1 m, debiendo estar homologadas.

Los motores o elementos que expulsen gases deberán tener el escape orientados de forma que los mismos no se acumulen en las excavaciones.

- Instalación de apoyos

En la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes fases:

- Recepción.
- Transporte.
- Acopio.
- Clasificación.
- Armado.
- Izado.
- Apretado y graneteado.
- Maquinaria y herramienta auxiliar.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad Específicas.

Recepción

Caso de que los apoyos sean suministrados por la Propiedad, además de tener en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, ésta facilitará al Contratista el "Packing List" de los mismos con relación de bultos y contenido de cada uno de ellos, teniendo que comprobar el Contratista que el material recibido está de acuerdo con el citado "Packing List".

Transporte

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los caminos de acceso a los puntos de emplazamiento de los apoyos, serán los mismos que sirvieron para desarrollar las actividades precedentes. Cualquier alteración será propuesta al Ingeniero-Director para su aceptación, si es que procede.

Acopio

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Las torres se acopiarán a obra de acuerdo con la Propiedad con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que estén en el campo excesivo tiempo sin ser utilizadas.

Los tornillos se acopiarán a medida que se vayan a utilizar.

Clasificación

Para la clasificación se utilizarán los planos y listas que la Propiedad facilitará al respecto, realizándola con la previsión suficiente para no interrumpir los trabajos del armado e izado, debiéndose comunicar las posibles faltas o defectos con al menos quince días de antelación.

Armado

- Consideraciones previas

No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingleses, talados, etc.) ni sustitución de materiales, sin el consentimiento previo del Ingeniero-Director. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Ingeniero-Director. La parte modificada deberá protegerse de la oxidación mediante la aplicación de la correspondiente pintura del tipo Frigalván.

Las barras de los apoyos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su corrección o desecharlas en el caso de que esto haya ocurrido.

No podrán ser utilizados en obra sin autorización expresa del Ingeniero-Director y para cada caso en particular sopletes o elementos de soldadura eléctrica u oxiacetilénica.

- Tornillería

En cada unión se utilizarán los tornillos indicados en los planos. Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y una vez apretados, deberán sobresalir de la tuerca el mínimo necesario que nos permita garantizar un correcto graneteado. Caso de no ser así, se le comunicará al Ingeniero-Director. Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (crucetas y encuadramientos), la tuerca irá hacia arriba y se comprobará exhaustivamente en estos elementos su apriete y posterior graneteado. Se prohíbe expresamente golpear tornillos en su colocación.

- Herramientas

Para el montaje sólo se emplearán como herramientas las llaves autorizadas, barrilla, el puntero y el punzón de calderero que servirá para hacer coincidir los taladros de las piezas pero sin que el uso del puntero sirva para agrandar el taladro.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Las herramientas y medios mecánicos empleados están correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

- Ejecución material

El sistema de montaje de apoyo será el adecuado al tipo del mismo y se podrá realizar por el procedimiento que el Contratista considere más conveniente, pero en el caso de no ser el denominado "barra a barra" deberá ser previamente aprobado por el Ingeniero-Director.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo será inferior al determinado como apriete final, debiendo ser el suficiente para mantener unidas las barras.

En caso de roturas de barras y rasgado de taladros por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director y de proceder al cambio de los elementos.

- Izado

No podrán comenzar los trabajos de izado de los apoyos antes de haber transcurrido siete días desde la finalización del hormigonado de los mismos.

En todos los casos en que la estructura por su volumen o dimensiones necesite de arriostramiento para su izado, con el fin de evitar deformaciones, éste se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados. El Contratista utilizará para el izado, el procedimiento que estima más conveniente, dentro de los habitualmente sancionados por la práctica (con pluma y cabrestantes, con grúas, etc.), evitando causar daños a las cimentaciones y sin someter a las estructuras a esfuerzos para los que no estén diseñadas.

Cualquiera que sea el procedimiento de izado, el apriete de las barras en el armado será el adecuado para que permita a los taladros en las distintas fases del izado absorber las pequeñas diferencias que se hayan producido como consecuencia de la fabricación del apoyo y la ejecución de las cimentaciones antes del apriete final.

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior a 0,2% de la altura del apoyo.

Con carácter orientativo el par de apriete final de los tornillos de calidad 5.6 será:

M-12	3.00 daN.m
M-14	4.50 daN.m
M-16	7.00 daN.m
M-18	9.50 daN.m
M-20	13.50 daN.m
M-22	18.50 daN.m
M-24	25.00 daN.m

Las partes, por ser de rosca métrica se apretarán con llave dinamométrica y a los pares de apriete recomendados para la tornillería.

- Izado con pluma

Cuando se utilice el procedimiento de izado con pluma, se hará siempre con cabrestante y a fin de evitar el pandeo de la misma, el cable de cabrestante deberá deslizarse verticalmente pegado a la pluma, colocándose en la base del apoyo, una polea de reenvío.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Se comprobará el estado de las plumas en todos sus tramos cada vez que vayan a usarse. Una vez izada la pluma, se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida, y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido concebida. Se instalarán como mínimo, 3 vientos dispuestos en estrella. Todos los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje, debidamente diseñados y ejecutados, siendo obligatorio intercalar trácteles o "pull-lifs" para su regulación.

La pluma no podrá suspenderse en el apoyo, excepto en los puntos y de la forma expresamente señalada para ello por el Ingeniero-Director quien indicará además el peso máximo entre pluma y tramo a suspender. El ángulo máximo del eje de la pluma con los estrobos de fijación de la misma al apoyo no superará los 45º.

- Izado con pluma

Cuando las condiciones del terreno, de su entorno y de los apoyos a izar lo permitan, se podrán usar grúas en las operaciones de izado, con tal de que el proceso se realice con el conocimiento y aprobación previa del Ingeniero-Director.

Cuando se utilice este procedimiento, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos. Caso de no existir puntos específicos para esta maniobra, se estrobará por las zonas aprobadas por el Ingeniero-Director, a propuesta del Contratista, forrando convenientemente los estrobos para evitar daños.

La estructura será convenientemente arriostrada en las zancas y lugares propensos a deformaciones antes del izado.

Previamente a la operación de izado, el Contratista remitirá al Ingeniero-Director un informe donde se reflejen el nombre y experiencia del gruísta para este tipo de trabajo.

Salvo autorización expresa del Ingeniero-Director no se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados; en cualquier caso el Contratista tomará las precauciones necesarias en evitación de accidentes. Cumpliendo en todo momento con lo dispuesto en las "Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios" redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y "Prescripciones de Seguridad" para Trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas" de UNELCO-AMYS.

- Apriete y graneteado

Una vez que el Contratista haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, deberá proceder al repaso de los mismos, comprobando que han sido colocados la totalidad de los tornillos y realizado de forma sistemática el último apriete de los mismos y el graneteado de las tuercas de los tornillos (3 granetazos en estrella), con el fin de impedir que se aflojen. Una vez finalizado el graneteado de los tornillos y las tuercas se procederá a proteger el conjunto de la oxidación mediante pintura de tipo Frigalván.

- Maquinaria y herramienta auxiliar

Toda la maquinaria y herramienta por utilizar en el izado de los apoyos estará dimensionada para soportar los esfuerzos que demande de acuerdo con el tipo y altura del apoyo a izar.

- Camión, para el transporte y acopio de los materiales, provisto de pluma auxiliar y acompañado de grúa para las operaciones de carga y descarga.
- Grúa. Las grúas que se utilicen en las operaciones de izado llevarán en lugar perfectamente visible la placa de características. Deberán ser autopropulsadas, de pluma telescópica y con capacidad y altura suficiente para seguir con corrección las maniobras. Las grúas deberán ineludiblemente disponer de dispositivos de seguridad que incluya como mínimo el limitador de carga.
- Cabrestante de izado, elemento utilizado en la operación de izado con pluma, llevará una placa de características fijas en la que vendrán grabadas en caracteres indelebles el peso de esfuerzo útil, potencia y velocidad en los distintos desarrollos. Asimismo, el Contratista dispondrá de la documentación que justifique las revisiones periódicas. El cable será de las características y

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

- longitud adecuadas y estará perfectamente fijado al extremo del tambor de arrollamiento. Su coeficiente de seguridad será de al menos 6, con relación a los pesos a manejar. Estarán dotados de un sistema de bloqueo manual que impida el movimiento accidental de la pieza elevada.
- Plumas de izado. Serán metálicas y los tramos abrochados con tornillería de alta resistencia.
 - Aparejo armado con cable. Compuesto al menos de dos roldanas por cabeza y de giratorio. El número de roldanas estará en función de las cargas de trabajo.
 - Trácteles o pull-lifts, utilizados en las operaciones de atirantado de pluma y auxiliares de construcción.
 - Eslingas, estrobos y pilotos, los cuales deberán tener marcado o justificada su carga de trabajo.
 - Llaves para tornillería, utilizadas para el apriete de los tornillos, será las denominadas llaves de pipa empleadas en sus dimensiones originales (sin suplemento). Para el apriete final se utilizarán llaves dinamométricas (manuales, neumáticas o eléctricas).
 - Taquímetro, provisto de anteojo con giro azimutal, para comprobación de la verticalidad de los apoyos en sentido de línea y contra línea.
 - Utillaje diverso. Poleas auxiliares de maniobra, con su carga de trabajo marcada; pistolas para anclaje, barrillas y punteros de montaje, granetes, gatos niveladores, calces prismáticos de madera, riostras de madera o metálicas para evitar deformaciones en el izado de las estructuras.

- Control de calidad

La verticalidad final del apoyo izado previo al tendido de los conductores, no tendrá una desviación superior al 0,2% de la altura del apoyo.

Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producido como consecuencia de las operaciones desarrolladas, serán subsanados con los productos de protección adecuados, autorizados por el Ingeniero-Director, o en su caso con el cambio completo de elementos defectuosos, a cargo del Contratista.

Se dispondrá en obra de un comprobador de llaves dinamométricas.

El Contratista deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director el protocolo de revisión de apoyos de línea.

- Normas de seguridad específicas

El equipo de protección personal utilizado deberá constar de casco con barboquejo, guantes de cuero, botas de seguridad, cinturón de seguridad y paracaídas (método "línea de vida"), debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de que ocurra algún percance.

Las herramientas y medios mecánicos empleados estarán correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

Cuando se utilice el cabrestante en el izado estará anclado al terreno y situado a una distancia tal que no pueda ser alcanzado por la caída fortuita de la pluma o tramos de apoyo que se están izando. Deberá disponer de puesta a tierra.

Cuando para el izado se utilice grúa, las señales entre el jefe de maniobra y el gruísta serán las especificadas para estos casos, debiendo figurar en el cuadro de maniobra de la grúa. La grúa se asentará en terreno firme y resistente que impida el hundimiento de los gatos hidráulicos que la sustentan, colocando cuando sea necesario, los elementos auxiliares para lograr una correcta distribución de la presión sobre el terreno y poniendo el chasis de la grúa a tierra.

- Tomas de tierra

Definición de toma de tierra de los apoyos

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.

- Toma de tierra del apoyo. Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.
- Toma de tierra de cada pata. Es la que se instala en cada hoyo de cimentación, bien de trate de apoyos monobloques o de cada cimentación de apoyos de patas separadas.
- Mejora de la toma de tierra. Es la parte de la toma de tierra formada por anillos y antenas y cuyo fin es rebajar el gradiente de potencial en las proximidades del apoyo y disminuir la resistencia de la toma de tierra del apoyo.

Reglamentación y normativas aplicables

Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

- Normativa sobre clasificación de zonas de situación de apoyos

En el ámbito de esta especificación las zonas en las que pueden quedar situados los apoyos se clasifican en:

- o Zonas de pública concurrencia (P.C.)
- o Zonas frecuentadas (F)
- o Zonas no frecuentadas agrícolas (N.F.A.)

A continuación, se define cada una de las zonas, indicando de forma concreta detalles que puedan ayudar al proyectista en su clasificación correcta.

- Zonas de pública concurrencia

Se consideran como tales las siguientes:

- o Casco urbano y parques urbanos públicos.
- o Áreas públicas destinadas al ocio cultural o recreativo, tales como parque deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- o Lugares de celebración habitual de romerías, festivales, concursos, actos políticos, sindicales, religiosos, mercados, ferias de ganado, etc.
- o Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

- Zonas frecuentadas

Se considerarán zonas frecuentadas las que, no estando incluidas en el apartado anterior se hallen próximas a las anteriores.

Se consideran también como tales:

- o Zonas próximas a viviendas, carreteras, caminos de servicio de los que sean titulares el Estado, entidades autónomas, entidades locales y demás personas de derecho público, o aquellas construidas por personas privadas con finalidad análoga.
- o Fuentes y pozos de utilización habitual. Zonas de huertas.
- o Instalaciones agropecuarias en la proximidad de establos o edificaciones.
- o Proximidad a ermitas.

- Zonas no frecuentadas agrícolas

Se considerarán comprendidas en este tipo aquellas zonas que, no estando incluidas en los apartados anteriores, se hallen o puedan estar sometidas a explotación agrícola o bien a explotación ganadera en terreno cercado.

- Instalación de conductores

Instalación de conductores desnudos

Los trabajos comprendidos en este apartado son los correspondientes a:

- Condiciones generales.
- Colocación de cadenas de aisladores y poleas.
- Instalación de protecciones en cruzamientos.
- Tendido de los conductores y cables de tierra.
- Realización de empalmes y amarres.
- Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos.
- Tensado.
- Regulado y medición de flechas.
- Compensación de cadenas e instalación de grapas suspensión.
- Elementos de unión y puentes.
- Colocación de antivibradores y contrapesos.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad específicas.
- Maquinaria auxiliar.

Condiciones generales

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo.

El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Ingeniero-Director.

Antes del inicio de los trabajos, se hará conjuntamente por parte del Ingeniero-Director y del Contratista una revisión de cada uno de los apoyos del cantón, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos. En caso de que el Ingeniero-Director lo considere oportuno, se realizará una prueba del equipo de tendido, herramientas y útiles a emplear.

Cualquier diferencia de longitud que el Contratista hallara al ser tendido el cable, deberá ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director por escrito.

Colocación de cadenas de aisladores y poleas

Las cadenas de aisladores, tanto de suspensión, como de suspensión-cruce o de amarre tendrán la composición indicada en los planos de montaje del presente proyecto. En el plano de perfil de la línea se reflejará el tipo de cadena a instalar en cada apoyo. La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación, comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta a almacén y sustituida por otra.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos.

Su elevación se hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos. A tal fin, las cadenas cuya composición sea igual o superior a 12 elementos, se montarán disponiéndolas en el interior de armaduras que aseguren el cumplimiento de lo expuesto.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores una vez montados quedarán mirando hacia la torre.

Instalación de protecciones en cruzamientos

Son los dispositivos que deben colocarse en los cruzamientos con carreteras, caminos, líneas eléctricas y telefónicas etc., antes de iniciarse el tendido de los cables, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de comunicación sin interrumpir la circulación.

Estarán compuestas, como mínimo, por 2 pies derechos y 1 travesaño horizontal que deberá ser de madera o material de similar dureza. El número de travesaños y pies derechos será tal que la longitud total de la protección exceda, como mínimo, 2 metros a cada lado del ancho total de la línea.

En los cruzamientos con caminos, líneas de Baja Tensión y líneas telefónicas se instalará una protección, por delante del obstáculo a cruzar y en el sentido de la línea a tender.

En los cruces con carreteras y autopistas se instalará una protección a cada lado de las vías. Y una en la mediana de separación en el caso de autopistas. En ambos casos se instalará una red que proteja las vías de posibles caídas de los cables.

Su instalación se realizará de forma que cumpla los Reglamentos vigentes para los servicios cruzados.

Estarán convenientemente atirantadas con un cable de acero de 9mm de diámetro.

Si los pies derechos van empotrados, su profundidad mínima será de 1,30 m para una altura hasta 8 metros, aumentando en 0,10 m por cada metro de exceso.

Cuando sea necesario el acoplamiento de postes, éste se realizará por medio de piezas metálicas adecuadas.

En los cruzamientos con líneas eléctricas se tomarán todas las precauciones (cortes de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el Contratista de lo que pudiera suceder, eximiendo en todo momento de responsabilidad al Ingeniero-Director.

El Contratista deberá solicitar los cortes de tensión con quince (15) días de antelación. Las líneas de tensión inferior a 66kV, podrán ser puenteadas por el Contratista con cable aislado siempre que lo considere oportuno el Ingeniero-Director. En todo momento se contará con el permiso de la Compañía Suministradora para realizar estos trabajos, estando siempre presente un responsable de la misma para la observación de la ejecución de los trabajos. Asimismo ésta facilitará al Contratista el cable aislado necesario para realizar un "by pass" de la línea de 66 kV.

Tendido de los conductores y cables de tierra

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolo por las poleas situadas en los apoyos, las cuales se colocarán a la altura de fijación de los cables, esto es, en las cadenas de suspensión, en los apoyos de alineación, y en la punta de cruceta, en los de amarre.

Se denomina "serie" el tramo de línea comprendida entre dos apoyos de amarre entre los que se tenderá un conductor o una bobina. Una serie podrá comprender varios cantones.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables deslizan suavemente sobre las poleas.

Contratista elegirá los emplazamientos de los equipos de tendido y de las bobinas teniendo en cuenta la longitud de las mismas, el número y la situación de los apoyos de amarre y las prescripciones que señala el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, respecto a la situación de empalmes. Con anterioridad suficiente, el Contratista presentará para su aprobación, el Plan General de Tendido, en el que se indicará, para cada serie, la ubicación de la maquinaria, bobinas, longitud de la serie, longitud de las bobinas y posible punto de empalme.

El criterio a seguir es tender bobinas completas y las combinaciones de las mismas a que diera lugar en cada serie particular, incluso su tendido parcial sucesivo o en series discontinuas, a fin de evitar en la medida de lo posible los sobrantes de cable y la realización de empalmes.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Se podrá tender más de una bobina por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de freno. En este caso la unión de ambas bobinas, durante el tendido, se realizará mediante una camisa de dos puntas o cualquier otro tipo de empalmes provisional. Queda totalmente prohibido el paso de un empalme definitivo por una polea, durante el tendido.

El cable se sacará de las bobinas mediante giro de las mismas. Este giro deberá efectuarse en el sentido impuesto por el fabricante.

Las bobinas se instalarán sobre gatos o soportes adecuados al peso y dimensiones de la misma.

Estos gatos deberán disponer de elementos de nivelación mecánica y frenos adecuados para conseguir que el cable entre en la máquina de freno con tracción mecánica, evitando así que se aflojen las capas del cable en la bobina.

Las bobinas se situarán perfectamente alineadas con la máquina de freno y traza de la línea.

El despliegue de los cables se efectuará con máquina de freno, para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, o cualquier otro obstáculo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar posibles deterioros.

En los conductores que se observen rozamientos o rotura de alguna vena, bien procedente de fábrica o producidos durante el tendido, se podrán utilizar varillas o manguitos de reparación, o bien un empalme completo, si respecto a su situación el Reglamento lo autoriza. En todos los casos la reparación a efectuar deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero-Director.

La máquina de freno deberá estar convenientemente anclada al terreno mediante el suficiente número de puntos, de forma que quede asegurada su inmovilidad. Nunca podrán utilizarse los apoyos, cimentaciones o árboles para realizar el anclaje de las mismas.

Las máquinas de freno y de tiro deberán situarse a una distancia de los apoyos tal, que el ángulo que forme el cable, a la salida o llegada de las mismas, con la horizontal, no supere los 26°. En la práctica se puede decir que:

"El cabrestante o freno se situará a una distancia mínima de la torre, que sea doble de la que hay entre la cota donde se instale la máquina y la polea superior en la torre".

Para el manejo de cada una de estas máquinas deberá disponerse como mínimo de dos operarios dotados de emisoras que comuniquen perfectamente entre ellos.

En las líneas de media tensión con una longitud inferior a 300 m, y siempre que la sección del conductor no justifique la utilización de maquinaria y quede garantizado que el conductor no rozará con algún obstáculo, podrá autorizarse el tendido sin máquina de freno, sustituyéndola por gatos con sistema de freno efectivo. Todo lo mencionado se concederá con la autorización por escrito del Ingeniero-Director.

Durante el despliegue de los cables se situarán los operarios necesarios, provistos de emisoras, y en disposición de detener la operación de tendido de inmediato. Será necesario disponer de un operario en cada punto de cruce importante de la línea (carreteras, líneas eléctricas, obstáculos importantes, etc.).

La tracción de tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales. Como máximo, esta tracción será del 70% de la necesaria para colocar los cables a su flecha. Esta tracción deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie.

Una vez definida la tracción máxima para una serie, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro y no podrá variarse el mismo sin contar con la autorización expresa del Ingeniero-Director.

Los cables pilotos empleados para ejercer la tracción sobre los cables deberán ser flexibles y antigiratorios, con una carga de rotura tal que el coeficiente de seguridad mínimo durante el tendido sea de cinco (5).

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

La unión del piloto al conductor se realizará mediante bulones de rotación (giratorios), para compensar los efectos de torsión.

La longitud de la serie a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio se puede considerar un máximo de 20 poleas por conductor y tramo, aunque este número se reducirá si existen poleas muy cargadas. No podrá iniciarse el tendido de un cable si se prevé que no podrá finalizarse en el día. No podrá detenerse la operación de tendido por un periodo mayor de dos horas. Según se vayan terminando los distintos cantones, se irá retirando el material sobrante así como las bobinas vacías de manera que éstas estorben el menor tiempo posible.

Los daños producidos durante el tendido serán por cuenta del Contratista.

Realización de empalmes y amarres

- Grapas de amarre de compresión

El Contratista en caso necesario, dispondrá para la realización de la compresión de grapas de la prensa hidráulica adecuada con sus matrices correspondientes al diámetro de los conductores.

Las grapas de compresión, deberán ser limpiadas interior y exteriormente con cepillos y baquetas adecuados, debiendo limpiar el cable con gasolina en la zona donde se realizará la comprobación. Caso de efectuarse esta operación, sobre el terreno, se instalará una lona de al menos 2 x 2 metros, sobre la que se dispondrán las piezas necesarias y el utillaje. El corte de hilos de aluminio se realizará con útil adecuado (terraja cortadora o sierra) para no dañar jamás el alma de acero. Nunca podrá utilizarse tijeras o cizallas. Para evitar que se aflojen los hilos se colocarán unas retenciones de alambre al cable, por el punto de corte.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el conductor.
- Se dejará al descubierto el alma de acero con una longitud aproximada un 20% mayor que la longitud de la caña del émbolo de la grapa.
- Para evitar la oxidación se pintará con una pasta espesa de cromato de cinc o minio de plomo y aceite de linaza, el(los) extremo(s) del alma de acero del cable, antes de entrar en el manguito de acero, y el manguito de acero después de comprimido.
- Introducir el alma de acero en la caña del émbolo, haciendo tope en el fondo de éste.
- Comprimir con la matriz adecuada al diámetro del conductor, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el émbolo (desde la zona ondulada hacia el conductor).
- Limpiar con cepillo cuidadosamente e impregnar con grasa selladora toda la zona que quedará cubierta con el cuerpo de aluminio.
- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el émbolo.
- Elegir la posición del émbolo (según interese por la posición de la cadena) mediante las muescas de la pala del cuerpo y el pivote situado en la balona o tope del émbolo.
- Comprimir con la matriz indicada la zona de grapa correspondiente a las ondulaciones del émbolo, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Comprimir con la misma matriz la zona de grapa correspondiente al conductor siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Una vez comprimido el émbolo se efectuará la medida de la distancia entre caras del hexágono resultante, que será una media de 3 medidas efectuadas entre cada pata de caras. Esta medida se comparará con la medida que viene marcada por el fabricante en dicho émbolo. Análogamente, una vez comprimido el conjunto del émbolo cuerpo grapa, se repetirá la operación anterior, pero en este caso la media se efectuará con 12 medidas de las cuales 3 de ellas se efectuarán en la zona de émbolo y el resto en la zona del conductor.

Se pondrá especial cuidado en que no se produzca embolsamiento del aluminio a la salida de la grapa. Todas las grapas comprimidas serán realizadas siempre en presencia del Ingeniero-Director, quien

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

grabará una contraseña en la parte externa sin lo cual no podrán ser regulados los conductores. A todas las uniones atornilladas o comprimidas así como en las bocas de las grapas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

- **Grapas de amarre helicoidales (Retenciones Terminales Preformadas)**

En las líneas de Distribución hasta 36 kV, en los amarres se utilizarán grapas de amarre helicoidales también denominadas retenciones terminales preformadas, que basadas en el arrollamiento helicoidal de las varillas preformadas, proporcionan una fuerza de agarre radial y constante sobre el conductor, no inferior al 90% de la carga nominal de rotura del propio conductor.

Empalmes y manguitos de separación

Todo lo indicado para las grapas de comprensión, con relación a las medidas a tomar con respecto a limpieza, corte del conductor, medidas de hexágonos, embolsamientos de aluminio, supervisión, cintas auto-oxidantes, etc., será de aplicación a la ejecución de empalmes haciendo la consideración de que para éstos se sustituirán los émbolos por manguitos y con relación a los manguitos de separación, las de limpieza, medidas de hexágonos, etc.

Durante la sustitución de los empalmes provisionales por los definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto del conductor se mantenga con la tracción necesaria para que no llegue a tocar en tierra.

En el caso de empalmes, se tomarán las medidas necesarias para conseguir que el manguito de acero quede perfectamente centrado respecto al de aluminio, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos

Antes de iniciar las operaciones de tensado, se atirantarán las torres de amarre de principio y final de la serie, siempre que no sean torres de fin de línea, en sentido de la línea y como un ángulo de los tirantes con la horizontal de 30°. Las crucetas de estos dos apoyos deberán ser atirantadas, siempre, para contrarrestar los esfuerzos verticales a los que se verán sometidas.

El resto de los apoyos de amarre de la serie se ventearán en sentido contrario al del tensor que se venga efectuando. Este atirantado puede obviarse, contando con la autorización expresa del Ingeniero-Director, siempre que se colocaran en su posición de amarre los cables de dos cantones contiguos, con su tensión mecánica en ambos lados del apoyo. Esto es, de forma que el apoyo quede con la tensión mecánica equilibrada en ambos lados. Las crucetas de estos apoyos sí deberán ser atirantadas siempre.

El atirantado, tanto horizontal como vertical, se realizará con cables de acero sección adecuada al esfuerzo que van a estar sometidos, afectados por un coeficiente de seguridad mínimo de 5.

Cada uno de estos tirantes llevará intercalado un tráctel que permita aumentar o disminuir la tracción del tirante.

Tensado

Esta operación, posterior a la de tendido, consiste en poner a flecha aproximada los cables de la serie, previo amarre de los mismos en uno de sus extremos, por medio de las cadenas y grapas correspondientes, sin sobrepasar nunca la tensión de flecha. En caso de que la serie esté formada por más de un cantón, la tensión a la que llevará toda la serie será inferior a la menor de todos los cantones.

Las operaciones de tensado podrán realizarse con un cabrestante, tráctel o cualquier otro tipo de maquinaria o útil adecuado, que estará colocado a una distancia horizontal mínima del apoyo de tense, igual a dos veces y media la altura del mismo, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes de entrada y salida del cable piloto a su paso por la polea no sea inferior a 150°. Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán los cables a sacudidas.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Los cables deberán permanecer sin engrapar un máximo de 48 horas, colocados en su flecha sobre poleas antes del regulado, al objeto que se produzca el asentamiento de los cables.

- Instrucciones para la realización del tensado

A cada uno de los tramos en que quede dividida la línea entre cadenas de amarre la denominaremos "cantón". Queda terminantemente prohibido tensar con las pinzas de amarre.

Regulado y medición de flechas

- Regulado

Una vez se haya producido el asentamiento de los cables, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las Tablas de Tendido para la temperatura del cable en ese momento.

El afino de la regulación se hará con cabrestante auxiliar de mano colocado en serie con la máquina o sistema de tracción y la comprobación por medio de la flecha.

Para efectuar la operación de regulado, se divide la longitud de la línea en tramos de longitud variable, según sea la situación de los apoyos de amarre. A cada uno de estos tramos entre cadenas de amarre se le denominará "cantón".

Se denominan "Vanos de Regulación" de un cantón aquéllos en los que se ha de medir la flecha, es decir, donde se ha de efectuar la regulación de los conductores. Se elegirá como tales los de mayor longitud y menor desnivel. Los denominados como "Vanos de Comprobación" son aquellos en los que se contrastarán los errores motivado por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Dependiendo de la longitud del "cantón", el perfil del terreno, y la uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

1 Vano de regulación	1 Vano de comprobación
1 Vano de regulación	2 Vanos de comprobación
2 Vanos de regulación	3 Vanos de comprobación

No debiendo quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar. En todo caso el Ingeniero-Director decidirá el número de vanos de regulación y de comprobación necesarios.

La operación de regulado se realizará por medio de pull-lifts o trácteles en la cruceta punto de amarre o cabrestante situado en el punto de tiro del conductor. El tensado de los conductores se efectuará con arreglo a las tablas de tendido. La longitud de los vanos y desniveles será facilitada por el Contratista de las medidas tomadas una vez instalados los apoyos.

Si existen árboles que puedan estorbar para la regulación porque los conductores descansen en ellos, en su posición normal, deben ser cortados antes de la regulación y su necesidad se preverá con el tiempo suficiente para obtener el permiso necesario.

Si en un mismo cantón se han marcado dos vanos como de regulación, ésta debe ejecutarse simultáneamente en ambos, disponiendo el Contratista de los medios de comunicación necesarios para que las órdenes de tirar, aflojar y parar lleguen al cabrestante auxiliar de mano de forma simultánea, y si a éste llegan dos órdenes contradictorias, primero se ejecutará la del punto más alejado.

- Medición de flechas

La medición de las flechas, deberá realizarse con aparatos topográficos de precisión o por el método de tablillas utilizando un teleflechas u otro dispositivo óptico similar.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Para la determinación de la temperatura, se utilizará un termómetro centesimal, instalación en un trozo de conductor o bien alojado en el mismo en sustitución del alma de acero. Se instalará el termómetro a la altura de las crucetas y si la serie tiene una longitud superior a un kilómetro, se colocarán tantos termómetros como vanos de regulación tenga, durante un tiempo mínimo de 30 minutos. Si la diferencia de temperatura entre dos puntos cualesquiera fuera de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ no podrá regularse.

En cualquiera de las operaciones tanto de tensado, regulado, marcado y correcciones a que diera lugar se mantendrá la instrucción anterior sobre los $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

El Contratista deberá marcar las flechas correspondientes a los vanos de regulación y comprobación en la situación mencionada en el plano correspondiente como la de "Flechas sobre poleas" para las operaciones de tensado y regulado, estableciéndose las correspondientes a "Flechas definitivas" para la comprobación final.

Cualquier variación de la Temperatura en $\pm 5^{\circ}\text{C}$ sobre la fijada para el marcado de flechas dará lugar a la corrección de las marcas para los distintos cables de la serie en las diversas operaciones.

Las tolerancias admisibles en las medidas de las flechas de los cables para cada uno de ellos, así como respecto a la de su situación en el conjunto serán:

- **Para cada cable independiente**

En los vanos de la regulación y comprobación $\pm 2\%$ de la flecha teórica con un máximo admisible de ± 50 cm. En el resto de los vanos, las tolerancias anteriores afectadas por el coeficiente 1,20 es decir, $\pm 2,4\%$ con un máximo admisible de ± 60 cm.

- **Para el conjunto de los cables**

Tanto en el plano vertical como en el horizontal, $\pm 2\%$ de la flecha teórica, con un máximo de ± 50 cm. Una vez efectuado el regulado, se comprobarán las flechas en los vanos correspondientes antes de iniciar las operaciones de engrapado.

Compensación de cadenas e instalación de grapas de suspensión

- Compensación de cadenas

Esta operación se realizará como mínimo a partir de las 48 horas siguientes al regulado contándose con la autorización previa del Ingeniero-Director.

En aquellos cantones en que por razón del perfil del terreno, los apoyos se hallen enclavados a niveles muy diferentes, el Contratista deberá conseguir mantener constante la tensión horizontal del conductor en las grapas de suspensión para la temperatura más frecuente del año y, por lo tanto, la verticalidad en las cadenas de aisladores de suspensión. No se admitirá que las mencionadas grapas se desplacen en sentido de la línea, un valor superior al 1% de la longitud de la cadena.

El proceso de compensación de cadenas será el siguiente:

- Se tomará como base la tabla de corrección de cadenas de cada uno de los cantones, en la que vendrá indicada la magnitud en cm de la corrección y el sentido de la misma.
- Se determinará como punto de referencia para las magnitudes de corrección, la proyección vertical del punto de fijación de la cadena sobre el conductor.
- A partir de este punto de referencia y con el sentido indicado en las tablas se llevará la magnitud de corrección correspondiente, que dará lugar a la marca del punto de engrape.
- Esta operación se repetirá en todas las torres de suspensión del cantón antes de proceder al engrapado.
- Si una vez engrapado el conductor se comprueba que por no haberlo marcado bien la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la cadena no queda dentro de los límites de tolerancia indicados, se procederá a desengrapar el conductor y a engrapar de nuevo considerando dichos límites de tolerancia.
 - **Instalación de grapas de suspensión**

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Las grapas de suspensión armada serán instaladas sobre la segunda marca, una vez efectuada en la compensación.

El procedimiento de instalación es el siguiente:

- En primer lugar procederemos a instalar los manguitos de neopreno, centrándolos en el punto de engrapado ya definido; las dos mitades de los manguitos quedarán situadas de forma que su plano de unión sea horizontal.
- En segundo lugar se procederá a la colocación de las varillas de protección comenzando su instalación por el centro de la misma, aplicándose sobre el conducto primero hacia un extremo y después hacia el otro.
- El sentido del cableado de las varillas deberá ser el mismo que el de la capa externa de conductor sobre el que vaya a ser aplicado.
- Una vez finalizada la colocación de todas las varillas se procederá a la instalación de la grapa de suspensión.

Una vez terminada la operación de engrapado y amarrado de la serie, se comprobarán la flechas de los vanos de regulación y comprobación las cuales deberán coincidir con las indicadas en las Tablas de Tendido como "flechas después de engrapado". Posteriormente, se comprobará la situación de "verticalidad" entre sí de las cadenas de suspensión, en cada apoyo.

- Elementos de unión y puentes

La brida de unión de la grapa de amarre de compresión con el puente postizo, se entregará cubierta con un papel especial que no se quitará hasta el momento del montaje de los puentes. Tanto en bridas, como en todas las uniones a través de las cuales circule la corriente, se usará una impregnación conductora, de la que de ninguna forma se puede prescindir. A todas las uniones atornilladas o comprimidas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

Asimismo, es fundamental dar el correspondiente par de apriete a los tornillos de todos los elementos cogidos al conductor ya que de no ser así, las vibraciones del conductor pueden aflojarlos, con el consiguiente riesgo de avería ("punto caliente").

Para las líneas de Distribución se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las conexiones o empalmes en cobre-cobre o aluminio-aluminio se realizarán mediante manguitos a compresión adecuados al conductor respectivo, evitándose la tornillería, pero cuando sea imprescindible instalarla, ésta será de acero inoxidable calidad AISI/316 o equivalente en la norma europea.
- Las conexiones "bimetálicas" se realizarán mediante conectores de cuña a presión protegidos con masilla dieléctrica y las cubiertas adecuadas según las secciones de los conductores y especificaciones del fabricante y teniendo muy en cuenta que el aluminio irá siempre en la parte alta y el cobre en la parte baja.
- Las conexiones bimetálicas se utilizarán para las conexiones de conductores de distinta naturaleza como Aluminio y Cobre, así como para las conexiones de Aluminio con aluminio. Para la conexión cobre-cobre sólo se utilizarán piezas de cobre, nunca "bimetálicas".
- Los trabajos a compresión se harán con las matrices adecuadas. La compresión se hace en el cobre sin punzonado y en el aluminio con punzonado. En cualquier caso, se limpiará muy bien los conductores y se les dará grasa de contacto antes de hacer los empalmes.
- Las conexiones o empalmes "bimetálicos" se realizarán mediante cuñas a presión de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

No se efectuará ningún empalme que quede sometido a tracción mecánica. Los "puentes" de conexión a la aparamenta serán lo más corto posible y con terminales reforzados.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

En los puentes flojos se cuidarán su distancia a masa, y la verticalidad de los mismos así como, su homogeneidad.

PUENTES FLOJOS		
TENSION EN	Nº DE ELEMENTOS POR	ALTURA DEL PUENTE ⁽¹⁾
20	3 y 4	80
66	8	180
132	12	200
220	24	280

⁽¹⁾ Distancia mínima entre el conductor y las partes metálicas de la cruceta.

Control de calidad

Antes de iniciar los trabajos se realizará una revisión conjunta por parte del Ingeniero-Director y el Contratista, de las herramientas, útiles, máquinas a emplear en la realización de los trabajos. En el transcurso de la obra en intervalos comprendidos entre uno y medio y dos meses, se realizarán revisiones similares a la antes mencionada.

Ninguna modificación de los elementos definidos para la obra (programa, persona, maquinaria, herramienta y proyecto) podrá ser realizada sin la autorización previa del Ingeniero-Director.

El Contratista, deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director los siguientes protocolos:

- Protocolo de mantenimiento de las máquinas y herramientas principales a utilizar en los trabajos: Vehículos, cabrestante, freno, poleas, trácteles, pull-lifts, carros, llaves dinamométricas, etc., así como de sus revisiones periódicas.
- Protocolo de tendido de conductores y medición de empalmes y grapas, como indicación de los datos complementarios, relación de bobinas empleadas en cada cantón indicando longitud empleada y metros sobrantes.
- Protocolo de comprobación de regulado de las flechas de cada cantón, en los vanos de Regulación y Comprobación, así como las temperaturas y las tolerancias en flecha.
- Relación de daños producidos tanto a terceros como a instalaciones de la obra, incluidos los materiales que le hayan sido suministrados por parte de la Propiedad.

El Contratista al finalizar cada uno de los cantones, cumplimentará un protocolo, donde se reflejarán los datos reseñados en el proyecto para cada vano y la situación real de la construcción, así como un resumen del estado de los caminos, accesos y modificaciones del entorno, que deberá entregar al Ingeniero-Director, así como las fichas anteriormente mencionados. Estos datos se harán llegar a la Propiedad.

Asimismo, dispondrá en obra de los siguientes elementos, tarados oficialmente:

- Comprobador dinamométrico para llaves.
Dinamómetro de 4 T.

El Ingeniero-Director podrá realizar todos los controles e inspecciones que estime oportuno en cualquiera de las instalaciones o equipos, relacionados con la obra, así como en documentación preceptiva, en los plazos señalados y en cualquier otro que pudiera parecerle conveniente.

Normas de seguridad específicas

Tanto el cabrestante como el freno deberán disponer de elementos de puesta a tierra. El Contratista, dispondrá de los juegos de puesta a tierra necesarios, así como de detectores de tensión a distancia preferentemente de tipo acústico.

En todos los cruzamientos que se efectúen con líneas eléctricas, además de la utilización de las protecciones indicados en el apartado referente a la "INSTALACION DE PROTECCIONES EN CRUZAMIENTOS", deben comprobarse (cuando la línea a cruzar esté en descargo) la ausencia de tensión

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

colocándose las puestas a tierra correspondientes en ambos extremos del vano del cruce. Solo se cruzarán líneas con tensión cuando la misma esté constituida por cable aislado convenientemente protegido para evitar que una caída fortuita del cable pueda dañar el aislamiento y energizar el conductor que se esté tendiendo.

En todos los trabajos en proximidad de elementos con tensión eléctrica, se observará lo dispuesto en las "Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios" redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y "Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas" de UNELCO-AMYS.

En los cruzamientos sobre vías públicas de comunicación se situarán operarios a ambos lados del cruzamiento, según lo dispuesto en el vigente Código de Circulación, provisto de emisoras y de señales indicadoras de peligro, disponiendo asimismo la instalación de las señales de tráfico reglamentarias.

En los casos, en los que por la trascendencia del cruzamiento se estimara oportuno, se utilizarán elementos complementarios de seguridad para prevenir los posibles deslizamientos de vanos o rotura de los dispositivos de tense (estrobos fiadores, doble sistema de los elementos de tensa independientemente de la tracción, fiadores de las cadenas de suspensión, etc.). Estas medidas complementarias se dispondrán en todas las operaciones de tendido, tensado y regulado, hasta el amarre completo de la serie.

Cesarán los trabajos en los cables, cuando exista riesgo de tormenta eléctrica en la zona.

Los elementos de comunicación (radioteléfonos) deberán ser probados antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido, tensado o regulado.

Las poleas, giratorios, camisas, etc., deberán tener grabada su carga de trabajo.

Se dispondrá de un Plan de Seguridad para atención y evacuación de accidentados.

Maquinaria auxiliar

El Contratista deberá aportar toda la maquinaria y herramienta necesaria, para realizar con las debidas garantías técnicas la instalación de conductores, cables de tierra y accesorios. A este fin el Contratista deberá facilitar al Ingeniero-Director, para su aprobación, una relación de las herramientas y maquinaria que se van a emplear en las distintas operaciones de tendido. La aceptación de esta maquinaria dependerá exclusivamente del criterio del Ingeniero-Director.

- **Pintado de los apoyos**

No es objeto de este Pliego describir cómo se debe aplicar una protección superficial de los apoyos a base de pintura.

- **Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos**

Los apoyos llevarán la siguiente identificación:

- Numeración.
- Nombre de la Línea.
- Advertencia del riesgo eléctrico.

Fijación de la identificación

En el caso de la numeración, ésta irá rotulada con plantilla.

Las placas con el nombre de la línea y con la advertencia de riesgo eléctrico se sujetan de la forma que se describe a continuación, siempre y cuando el montante del apoyo traiga de fábrica un taladro exprofeso para su fabricación. Se prohíbe terminantemente realización de taladros para la fijación de las placas.

Para la fijación de la placa se empleará uno de estos métodos.

- Brida + Prolongación.

La brida se sujeta al montante del apoyo, y la placa se fija en la prolongación.

- Cinta adhesiva de doble cara de espuma acrílica.

Se prestará especial atención en la esmerada limpieza de las partes a unir.

Líneas de media tensión

Cada apoyo dispondrá de:

- Una numeración de apoyo.
- Una placa de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-21 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS).

3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

3.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones que se han adoptado para la ejecución de las obras concernientes a la instalación y puesta en funcionamiento de centros de seccionamiento.

3.2 LOCAL

La ubicación se determinará considerando los aspectos siguientes: El local de todo CPM tener acceso directo desde la vía pública, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos. Tendrá una acera exterior, preferentemente de al menos de 1,10m de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto. Los viales para el acceso al CPM deben permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes de aquél, hasta el lugar de ubicación del mismo. En ningún caso se admitirá el acceso a través de garaje o pasillo interior de un edificio, ni tampoco a través de zonas que no sean comunes. El acceso estará situado en una zona que con el CPM abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

El local estará convenientemente defendido contra la entrada de aguas en aquellos lugares en que haya posibilidad de inundaciones o en las zonas de alto nivel freático. En todo caso, dicho nivel freático se encontrará como mínimo 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del CPM.

3.2.1 DIMENSIONES

Las dimensiones del CS deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación; Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.
- La instalación de las celdas prefabricadas de MT.

Para determinar las dimensiones del CPM se establecen los siguientes criterios:

- a) Se instalará el conjunto de las celdas de forma alineada. Debe dejarse el espacio libre necesario para una celda adicional, en previsión de una posible ampliación.
- b) Se tendrán en cuenta las superficies de ocupación de la apartamenta y las de pasillos o zonas de maniobra.
- c) Aquellas partes en tensión que puedan ser accesibles deberán quedar perfectamente delimitadas y protegidas, respetándose las distancias indicadas en la Tabla 1 del RD 614/2001 de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

3.2.2 SUPERFICIES DE OCUPACIÓN

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del CPM se tomarán en consideración las dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra según ITC-RAT 14, no se incluye la separación a pared de la apartamenta que debe facilitar el fabricante. En el diseño de CPM las zonas de servidumbre podrán superponerse. Se entiende por zona de servidumbre aquella necesaria para hacer maniobras y efectuar el montaje y desmontaje de la apartamenta, su ancho de pasillo es el reglamentario.

3.2.3 VENTILACIÓN

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC RAT-14 apartado 3.3, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejillas de ventilación se diseñará procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre los equipos. Cuando sea necesario el empleo de la ventilación forzada, ésta deberá disponer de dispositivo de parada automática para su actuación en caso de incendio (ITC RAT-14).

3.2.4 INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTIVIBRATORIAS

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se preverá que los centros de seccionamiento lleven el correspondiente aislamiento acústico y medidas antivibratorias, de forma que con el CS en servicio, no se transmitan niveles superiores a los admitidos por las Ordenanzas Municipales si las hubiere, o en su defecto 40 y 30 dbA, respectivamente, según recomienda la Norma Básica de la Edificación vigente. El aislamiento acústico y antivibratorio cumplirán con la Norma ONSE 34.20-12.

3.2.5 MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 4.1 del ITC-RAT 14.

3.2.6 CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA

La solera soportará los esfuerzos verticales asignados para los forjados para cargas fijas y móviles antes indicadas. Cuando sea necesario, en la construcción de CPM en edificio independiente, deberá realizarse un estudio geotécnico simplificado (un sondeo) para determinar si el terreno admite cimentaciones superficiales directas. En caso de que las características del terreno no admitan este tipo de cimentaciones, se realizarán cimentaciones profundas con micropilotes, o se estudiará un nuevo emplazamiento.

Cuando la solera sea de obra de fábrica, se hará con una capa de mortero de una composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión, estará elevada como mínimo 0,20 m sobre el nivel exterior y contendrá el mallazo equipotencial. Tendrá una ligera pendiente hacia el exterior o un punto adecuado de recogida de líquido, en el propio CPM.

3.2.7 CANALIZACIONES DE ENTRADA DE CABLES

Los cables entrarán al CPM a través de pasamuros estancos o tubos, llegando a las celdas correspondientes por un sistema de fosos o canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro PN 160, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Los que no se utilicen se sellarán con espumas impermeables y expandibles.

Los fosos o canales de cables tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables.

En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

3.2.8 PISO Y MALLAZO

El CPM estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial para lo cual en el piso y a 0,10 m de profundidad máxima se instalará un enrejado de acero, formado por redondo de 3 mm de diámetro como mínimo, con los nudos electrosoldados, formando una malla no mayor de 0,30 x 0,30 m.

El enrejado se unirá a la puesta a tierra de protección mediante una pletina metálica o conductor de acero o cobre que sobresalga 0,50 m por encima del piso del CPM, de sección mínima igual a la del enrejado.

3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.3.1 CABLES DE MT

Los valores mínimos que deben tener los radios de curvatura que deben respetarse al instalar cables unipolares de aislamiento seco es $10(D+d)$, siendo D el diámetro del cable y d el del conductor.

En el caso de centros de seccionamiento interior cuya alimentación provenga de una línea aérea, la entrada de líneas al CPM será subterránea con conversión aerosubterránea en apoyo, entrando con cable seco de las características antes indicadas.

Los terminales serán del tipo enchufables.

3.3.2 APARAMENTA DE MT

La aparamenta de MT será del tipo denominado bajo envolvente metálica, con dieléctrico y corte en SF6 del tipo "extensible". Las características eléctricas de la aparamenta y el cumplimiento de las Normas deberá garantizarse mediante el correspondiente protocolo de ensayo. Los fusibles empleados en la protección de los transformadores serán del tipo "limitadores" de alto poder de ruptura (APR), que deberán cumplir con las Normas UNE 21.120 y ONSE 54.25-01, y los compartimentos dispuestos para

alojar esos fusibles serán compatibles con las dimensiones de los fusibles indicadas en dicha Norma ONSE 54.25-01.

3.3.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES EN MT

En caso de paso aéreo-subterráneo, se instalarán pararrayos de óxido metálico. Se colocará un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80%.

3.3.4 ALUMBRADO

Para el alumbrado interior del CS se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir al menos un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo dos puntos de luz. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma, que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia. También podrán utilizarse interruptores final de carrera.

3.4 SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD

Los CPM cumplirán las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al CPM llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.410, modelo CE-14 con rótulo adicional "Alta Tensión - Peligro de muerte".
- Todo CPM se dotará de la señal CR 14 de Peligro Tensión de Retorno.
- En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo AE-10. Las celdas prefabricadas de MT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica.
- En un lugar bien visible del interior del CS se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- En todo CS y en lugar apropiado, se dispondrán las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.

4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICO PARTICULAR LÍNEA SUBTERRÁNEA

4.1 EJECUCIÓN DE LA OBRA

4.1.1 TRAZADO

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se vayan a abrir las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen puentes o llaves para la contención del terreno. Si se conocen las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones necesarias.

Se realizará la señalización de los trabajos de acuerdo con la normativa vigente 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., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos y personal.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

4.1.2 DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS

Se efectuará con medios manuales o mecánicos, trasladando a vertedero autorizado los cascotes y tierras sobrantes.

Para dar cumplimiento a la normativa sobre emisiones de ruido en la vía pública, las herramientas neumáticas que hayan de utilizarse, así como los compresores, serán del tipo insonorizados.

Cuando se trate de calzadas con mortero asfáltico u hormigón en masa se efectuará previamente un corte rectilíneo de una anchura 5-10 cm superior a la anchura de la zanja tipo.

4.1.3 APERTURA DE ZANJAS

Antes del inicio de la obra se obtendrá de las Empresas de Servicios la afectación que la traza indicada en el plano de obra tiene sobre sus instalaciones. Será responsabilidad de la Empresa que ejecuta los trabajos, cualquier daño ocasionado a terceros.

Se iniciará la obra efectuando catas de prueba con objeto de comprobar los servicios existentes y determinar la mejor ubicación para el tendido.

Al marcar el trazado de zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección.

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

En el caso de que exista o se prevea la instalación de nuevos servicios y estos comprometan la seguridad del tendido de la red subterránea de MT, se aumentará la profundidad de la zanja.

Se procurará dejar un espacio mínimo de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deberán tomar las precauciones precisas para no tapar con tierra los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Si existen árboles en las inmediaciones de la ubicación de la canalización, se definirán con el servicio de conservación de parques y jardines del Ayuntamiento, o con el Organismo que corresponda las distancias a mantener.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán los pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial del Organismo competente.

En el caso de construcción de nuevas tubulares para cruces, se procederá a la realización de las mismas por carriles de circulación, abriendo y tapando sucesivamente hasta el último en que se colocarán los tubos, se hormigonarán y se continuará con los tramos anteriores.

Cuando la naturaleza del tráfico rodado permita la colocación de planchas de hierro adecuadas, no se tapaná la zanja abierta, teniendo la precaución de fijarlas sobre el piso mediante elementos apropiados.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las indicadas en el proyecto.

El fondo de la zanja deberá estar en terreno firme para evitar corrimientos en profundidad que pudieran someter a los cables a esfuerzos por estiramiento.

4.1.4 CANALIZACIONES

Las zanjas por construir deberán ser paralelas a la línea de bordillo a una distancia tal que permita salvar los albañales de recogida de aguas y futuras construcciones de éstos.

En el caso de tubulares directamente enterrados estos se instalarán sobre un lecho de arena y posteriormente serán cubiertos también con arena. Las dimensiones serán las indicadas en el proyecto.

En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Para tubos en dado de hormigón las embocaduras se dispondrán para que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro de los cables.

Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón HNE-15/B/20 de 6 cm de espesor.

El bloqueo de los tubos se llevará a cabo con hormigón de resistencia HNE-15/B/20 cuando provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg/m³ cuando se realice a pie de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles. Para permitir el paso del hormigón se utilizarán separadores de tubos.

Terminada la tubular, se procederá a su limpieza interior.

El hormigón de la tubular no debe llegar hasta el pavimento de rodadura, pues facilita la transmisión de vibraciones. Cuando sea inevitable, debe intercalarse una capa de tierra o arena que actúe de amortiguador.

Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables, yeso o mortero ignífugo.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán a distinta profundidad los tubos previstos para la MT y para la BT.

En tramos largos se evitará la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación con el perfil altimétrico.

4.1.5 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y ACOPIO DE LOS MATERIALES A PIE DE OBRA

El transporte y manipulación de los materiales se realizará de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y evitando que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el acopio no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera o un embalaje adecuado.

Las bobinas se transportarán siempre de pie. Para su carga y descarga deberán embragarse las bobinas mediante un eje o barra de acero alojado en el orificio central. La braga o estrobo no deberá ceñirse contra la bobina al quedar ésta suspendida, para lo cual se dispondrá de un separador de los cables de acero. No se podrá dejar caer la bobina al suelo, desde la plataforma del camión, aunque este esté cubierto de arena.

Los desplazamientos de la bobina por tierra se harán girándola en el sentido de rotación que viene indicado en ella por una flecha, para evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando deba almacenarse una bobina en la que se ha utilizado parte del cable que contenía, se sellarán los extremos de los cables mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad. Las bobinas no se almacenarán sobre un suelo blando.

4.1.6 TENDIDO DE CABLES

- **Emplazamiento de las bobinas para el tendido**

La bobina del cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del mismo se efectúe por su parte superior, y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alineación del tendido.

Los elementos de elevación necesarios para las bobinas son gatos mecánicos y una barra de dimensiones convenientes, alojada en el orificio central de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

La elevación de ésta respecto al suelo es deben ser de unos 10 ó 15 cm como mínimo.

Al retirar las duelas de protección, se cuidará hacerlo de forma que ni ellas ni el elemento empleado para desclavarlas pueda dañar el cable.

- **Ejecución del tendido**

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados, no se permitirá el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad y asegurar la estanquidad de los conductores.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En ningún caso, el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las normas UNE correspondientes, relativas a cada tipo de cable.

El deslizamiento del cable se favorecerá con la colocación de rodillos preparados al efecto; estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro, dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impidan que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Esta colocación, será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que faciliten el deslizamiento, deben disponerse otros verticalmente, para evitar el ceñido del cable contra el borde de la canalización en el cambio de sentido. Igualmente debe vigilarse en las embocaduras de los tubulares donde deben colocarse protecciones adecuadas.

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.

En general el tendido de los conductores se realizará mediante dispositivos mecánicos (cabestrante o máquina de tiro y máquina de frenado). Sólo en líneas de pequeña entidad se permitirá el tendido manual y, en cualquier caso, será obligatorio el uso de cables piloto.

Las máquinas de tiro estarán accionadas por un motor autónomo, dispondrán de rebobinadora para los cables piloto y de un dispositivo de parada automática.

Las máquinas de frenado dispondrán de dos tambores en serie con acanaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor (de aluminio, plástico, neopreno...), cuyo diámetro no sea inferior a 60 veces el del conductor que se vaya a tender.

Los cables piloto para el tendido serán flexibles, antigiratorios y estarán dimensionados teniendo en cuenta los esfuerzos de tendido y los coeficientes de seguridad correspondientes para cada tipo de conductor. Se unirán al conductor mediante manguitos de rotación para impedir la torsión.

Para permitir la fijación del cable a la cuerda piloto del tren de tendido la guía del extremo se colocará una mordaza tiracables a la que se sujetará la cuerda piloto.

Estas mordazas, consisten en un disco taladrado por donde se pasan los conductores sujetándolos con manguitos mediante tornillos. El conjunto queda protegido por una envolvente, (el disco antes citado va roscado a éste interiormente) que es donde se sujeta el fiador para el tiro.

La tracción para el tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno puedan desplegarse los conductores. Deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie y no será superior a 3 kg/mm² para cables unipolares de aluminio según UNE 211620.

Una vez definida la tracción máxima para un conductor, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los conductores en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá de ser de máxima y

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán en la longitud indicada en el proyecto o en su defecto por el técnico encargado de obra.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas. Si involuntariamente se causa alguna avería en dichos servicios, al terminar el trabajo, las instalaciones averiadas deberán dejarse en las mismas condiciones que se encontraban primitivamente.

No se pasarán por un mismo tubo más de una terna de cables unipolares.

Los extremos de los tubulares deberán quedar sellados.

4.1.7 PROTECCIÓN MECÁNICA Y SEÑALIZACIÓN

El cable se protegerá mecánicamente mediante placa de polietileno normalizada, según se indica en los planos correspondientes y solamente para cable en tubo directamente enterrado.

Adicionalmente, todo conjunto de cables deberá estar señalado por una cinta de atención colocada a la distancia indicada en el correspondiente plano.

4.1.8 CIERRE DE ZANJAS

En tubo directamente enterrado, en el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena de río de un espesor de 5 cm sobre la que se depositará el tubo a instalar, que se cubrirá con otra capa de arena de idénticas características hasta la altura indicada en el proyecto; sobre esta se colocará como protección mecánica placas de plástico sin halógenos (PE), colocadas longitudinalmente al sentido del tendido del cable.

En todos los casos, incluido el tubo hormigonado, a continuación se extenderá otra capa, con tierra procedente de la excavación, de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas.

A continuación, se rellenará la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Se instalará la cinta de señalización que servirá para indicar la presencia de los cables durante eventuales trabajos de excavación según indican los planos del proyecto.

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. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm.

En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

En las zonas donde se requiera efectuar reposición de pavimentos, se rellenará hasta la altura conveniente que permita la colocación de éstos.

Finalmente se reconstruirá el pavimento, si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

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 durante el tiempo de garantía exigido.

Si en la excavación de las zanjas, los materiales retirados no reúnen las condiciones necesarias para su empleo como material de relleno con las garantías adecuadas, por contener escombros o productos de desecho, se sustituirán por otros que resulten aceptables para aquella finalidad.

En cualquier caso se atenderá a lo que establezca la Administración competente en sus Ordenanzas o en la licencia de obras (acopio obligatorio de nuevas, etc.).

4.1.9 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

La reposición de pavimento, tanto de las calzadas como de aceras, se realizará en condiciones técnicas de plena garantía, recortándose su superficie de forma uniforme y extendiendo su alcance a las zonas limítrofes de las zanjas que pudieran haber sido afectadas por la ejecución de aquellas.

En los casos de aceras de losetas, éstas se repondrán por unidades completas, no siendo admisible la reposición mediante trozos de baldosas.

En los casos de aceras de aglomerado asfáltico en las que la anchura de las zanjas sea superior al 50% de la anchura de aquéllas, la reposición del pavimento deberá extenderse a la totalidad de la acera.

4.1.10 EMPALMES Y TERMINACIONES

Para la confección de empalmes y terminaciones se seguirán los procedimientos establecidos por los fabricantes.

Los operarios que realicen los empalmes y terminaciones, conocerán y dispondrán de la documentación necesaria para su ejecución prestando especial atención en los siguientes aspectos:

- Dimensiones del pelado de cubierta, semiconductor externa e interna.
- Utilización correcta de manguitos y engaste con el utillaje necesario
- Limpieza general.
- Aplicación del calor uniforme en los termo retráctiles y ejecución correcta de los contráctiles.

Tras realizar las terminaciones, las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en ambos extremos.

4.1.11 SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA

La señalización de las zonas de trabajo, se realizará de acuerdo con el estudio básico de Seguridad y Salud que figure en el proyecto, así como por todo lo recogido en el plan de de seguridad y salud efectuado por el contratista antes de empezar la ejecución y aprobado por el técnico de Seguridad y Salud responsable de la obra.

Los elementos que se utilicen para señalización, además de cumplir adecuadamente su finalidad fundamental, deberán mantenerse en perfecto estado de conservación.

4.1.12 ENSAYO DE CONDUCTORES

Con carácter previo a la puesta en servicio de las líneas subterráneas de Media Tensión se ensayarán los conductores de acuerdo con lo indicado en la ICT-LAT 05 y 06.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga
Ingeniero Industrial

PRESUPUESTO

TOROS DE GUISANDO I

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01 CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA									
SUBCAPÍTULO 01.01 OBRA CIVIL									
01.01.01	m2 PREPARACION TERRENO M2. preparación de terreno a base de desbrozado, limpieza y explanación por medios mecánicos, aporte de material para compactar y transporte de sobrantes a vertedero.								
							7,81	8,90	69,51
01.01.02	M3 EXCAVACION BASES M3. excavación de tierras en pozo a cualquier profundidad para caseta prefabricada, incluso transporte de sobrantes a vertedero.								
							7,27	29,95	217,74
01.01.03	M3 APERTURA ZANJA TIERRAS M3. apertura de zanja para colocación de malla de tierra, incluso relleno de la misma con 15 cm. de tierra de cultivo y el resto con tierras procedentes de la excavación								
							13,00	7,33	95,29
01.01.04	Ud ENVOLVENTE PREFABRICADA Suministro y colocación de envolvente prefabricada de dimensiones 3.28 x 2.38 x 2.58 m.								
							1,00	6.053,14	6.053,14
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 OBRA CIVIL.....									6.435,68

TOROS DE GUISANDO I

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.02 CELDAS A.T.									
01.02.01	Ud Celda de línea Celda de línea de 24 kV, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra. Mano de obra incluida.								
							1,00	7.070,33	7.070,33
01.02.02	Ud Celda de protección con fusibles Celda de protección con fusible, de 24 kV de tensión asignada, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra y fusibles combinados. Mano de obra incluida.								
							1,00	3.735,65	3.735,65
01.02.03	Ud Celda de medida Celda de medida, de 24 kV de tensión asignada, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre y transformadores de medida. Mano de obra incluida.								
							1,00	2.380,92	2.380,92
01.02.04	Ud Celda de remonte de cables Celda de remonte, de 24 kV de tensión asignada, formada por cuerpo metálico y embarrado de cobre.								
							1,00	1.755,68	1.755,68
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 CELDAS A.T.....									14.942,58
SUBCAPÍTULO 01.03 RED DE TIERRAS									
01.03.01	Ud Pica acero cobrizado 14mm - 2m								
							4,00	27,86	111,44
01.03.02	m Conductor desnudo Cu 50mm2								
							19,00	7,12	135,28
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 RED DE TIERRAS.....									246,72
TOTAL 01 CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA.....									21.624,98

TOROS DE GUISANDO I

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02 LÍNEA SOTERRADA 15 KV									
SUBCAPÍTULO 02.01 OBRA CIVIL									
02.01.01	MI CANALIZACION SUBTERRANEA								
Ml. Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones 600 mm (anchura)x1200 mm (profundidad) en sección. Incluye excavación, colocación de cableado eléctrico sobre cama de arena de 100mm, relleno con arena de río lavada hasta cota -600mm, cinta de señalización, cierre de la zanja con tierra procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. La unidad totalmente terminada.									
							742,59	36,12	26.822,35
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 OBRA CIVIL.....									26.822,35
SUBCAPÍTULO 02.02 LINEAS SUBTERRANEAS A 15KV									
02.02.01	m CONDUCTOR 12/20 kV RHZ1-OL AL 3x(1x150mm2)								
							811,22	9,76	7.917,51
02.02.02	ud BOTELLA TERMINAL CONDUCTOR 24kV 3x150 mm2								
Ud. Botella terminal interior para cable RHZ1-OL AL 24kV 3x150mm2, a base de tres terminales unipolares de interior enchufables y apantallados de 600 A para cable seco tipo K-600TB+11TL y terminales rectos de compresión. La unidad totalmente colocada.									
							3,00	294,50	883,50
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 LINEAS SUBTERRANEAS A 15KV									8.801,01
TOTAL 02 LÍNEA SOTERRADA 15 KV									35.623,36
TOTAL									57.248,34

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA.....	21.624,98	37,77
-01.01	-OBRA CIVIL.....	6.435,68	
-01.02	-CELDA S A.T.....	14.942,58	
-01.03	-RED DE TIERRAS.....	246,72	
2	LÍNEA SOTERRADA 15 KV.....	35.623,36	62,23
-02.01	-OBRA CIVIL.....	26.822,35	
-02.02	-LINEAS SUBTERRANEAS A 15KV.....	8.801,01	
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		57.248,34	

El presupuesto de ejecución material asciende a la expresada cantidad de CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

LA DIRECCIÓN FACULTATIVA



Susana Lizarraga Zúñiga
Ingeniero Industrial

**ESTUDIO BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

ÍNDICE MEMORIA

1.	OBJETO	1
2.	ALCANCE.....	1
3.	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.....	2
3.1	LEYES.....	2
3.2	REALES DECRETOS.....	2
4.	DATOS GENERALES	3
4.1	TIPO DE TRABAJO.....	3
4.2	ACTIVIDADES PRINCIPALES	3
4.3	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	3
4.4	NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS.....	3
4.5	OFICIOS	3
4.6	MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	4
4.7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	4
5.	ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	5
5.1	RIESGOS GENERALES.....	5
5.2	RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS.....	5
5.2.1	TRABAJOS CON FERRALLA	6
5.2.2	TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	6
5.2.3	TRABAJOS CON HORMIGÓN	6
5.2.4	MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES	7
5.2.5	MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES.....	8
5.2.6	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES.....	9
6.	PROTECCIONES PERSONALES	9
7.	FORMACIÓN PERSONAL	10
7.1	CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA	10
7.2	CHARLAS SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS	10
8.	MEDICINA ASISTENCIAL.....	11
8.1	CONTROL MÉDICO	11
8.2	MODOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	11
9.	REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD.....	11

1. OBJETO

El objeto de este documento es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

En el artículo 4 de dicho Real Decreto se especifica la obligatoriedad, por parte del promotor, de incluir en el Proyecto un Estudio de Seguridad y Salud o un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El promotor está obligado a elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en los que se den alguno de los siguientes supuestos:

- 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.

Por tanto, como este caso no se encuentra entre los supuestos anteriormente citados, se procede a elaborar un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor debe designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debe ser objeto de un contrato expreso.

Este documento debe servir de base a los contratistas que participen en la obra para elaborar un Plan de Seguridad y Salud.

2. ALCANCE

El Estudio Básico de Seguridad y Salud debe precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Además, se debe identificar los riesgos laborales que pueden ser evitados y las medidas técnicas necesarias para ello. Asimismo, se debe incluir la relación de riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas que facilitan el control y la reducción de dichos riesgos, valorando su eficacia.

En su caso, debe tener en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en las misma, conteniendo medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II del Real Decreto 1627/1997.

Por otra parte, se debe contemplar previsiones e informaciones útiles para efectuar, posibles trabajos posteriores, en las debidas condiciones de seguridad y salud.

3. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA

3.1 LEYES

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

3.2 REALES DECRETOS

- Real Decreto, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

4. DATOS GENERALES

4.1 TIPO DE TRABAJO

Consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases principales de construcción:

- Obra Civil.
- Montaje de estructuras metálicas.
- Montaje de contenedores prefabricados.
- Montaje de Cuadros, cableado y conexión.
- Pruebas y Puesta en Marcha de los distintos Equipos y Sistemas.

4.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales por ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo, Excavación y Cimentación.
- Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Montaje de estructuras y cerramientos.
- Maniobra de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales.
- Tendido y conexión de cables.
- Montaje de Instalaciones.
- Suelos y Acabados.

Más adelante analizaremos los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

4.3 PLAZO DE EJECUCIÓN

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del Proyecto es de 20 días.

4.4 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS

El número aproximado de trabajadores totales previstos, para realizar las distintas actividades del proyecto, serán unos 8, estimándose una punta máxima de 6.

4.5 OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada.
- Albañiles
- Montadores de estructuras metálicas
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas
- Soldadores
- Cableadores y Conexionistas
- Pintores
- Gruistas y Maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

4.6 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica -oxicorte.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Cablestante de izado.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Tracteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Martillo rompedor y picador, etc.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

Equipos de medida

- Comprobador de secuencia de fases.
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras.
- Pinzas amperimétricas.

4.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son los siguientes:

5.1 RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen.

Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamiento entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.

Protecciones Colectivas

- Se montará Protección Mecánica en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material inifugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona inifuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.

5.2 RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan solo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 5.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

5.2.1 TRABAJOS CON FERRALLA

- **Riesgos más comunes:**

Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.

- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de estas.
- Torcedura de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

- **Medidas específicas:**

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1.50m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres del armado.

5.2.2 TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

- **Riesgos más comunes:**

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.)
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

- **Medidas específicas:**

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.

5.2.3 TRABAJOS CON HORMIGÓN

- **Riesgos más comunes:**

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atropellamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutión por ambientes húmedos.

- **Medidas específicas:**

Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertidos mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

5.2.4 MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES

- **Riesgos más comunes:**

- Caída de materiales, equipos o componentes de estos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- A- prisionamiento o aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, viviendas, etc.)
- Caída o vuelco de los medios de elevación.

- **Medidas específicas:**

- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de las cargas o equipos para su ubicación definitiva se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con medios mecánicos los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- La zona de trabajo sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos y estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

5.2.5 MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de la maquinaria y medios auxiliares.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos de la forma siguiente.

Máquinas fijas y herramientas eléctricas.

- Accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

Medios de Elevación.

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, grillete, o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante operaciones de movimiento de cargas.

Andamios, Plataformas y Escaleras.

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.)

Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

- **Medidas específicas:**

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en el mismo vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.

Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para evitar la caída de personas:

Colocarán protecciones mecánicas en los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m. del suelo.

Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán prácticamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada mas finalizar estas.

Los andamios que se utilicen (molduras o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T., destacando entre otras:

- Superficie de apoyo horizontal y resistente.
- Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
- No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
- En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- Se instalarán cuerdas o cables fijadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
 - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
 - La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
 - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
 - Colocarla con la inclinación adecuada.
 - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

5.2.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

Medidas específicas

Serán estancos, y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.
- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

6. PROTECCIONES PERSONALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactivo.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.).
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

Todos los equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1470/92 de 20 de noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.I. España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

7. FORMACIÓN PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

7.1 CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, deberá asistir a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, medidas previstas para evitarlos, Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y aspectos generales de Primeros Auxilios.

7.2 CHARLAS SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.

8. MEDICINA ASISTENCIAL

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

8.1 CONTROL MÉDICO

Tal como establece la legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

8.2 MODOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias y médicos locales.

9. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Con el fin de comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad, el Coordinador de Seguridad durante la Obra realizará cuantas visitas e inspecciones considere oportunas.

En el caso de efectuarse alguna anotación en el libro de incidencias el Coordinador de Seguridad estará obligado a remitir en el plazo de 24 horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la Obra.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga
Ingeniero Industrial

PLANOS

Punto de conexión
ST TOROS DE GUISANDO

PFV TOROS DE
GUISANDO I

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"

Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"

Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA



Tramo subterráneo 15 kV

-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA

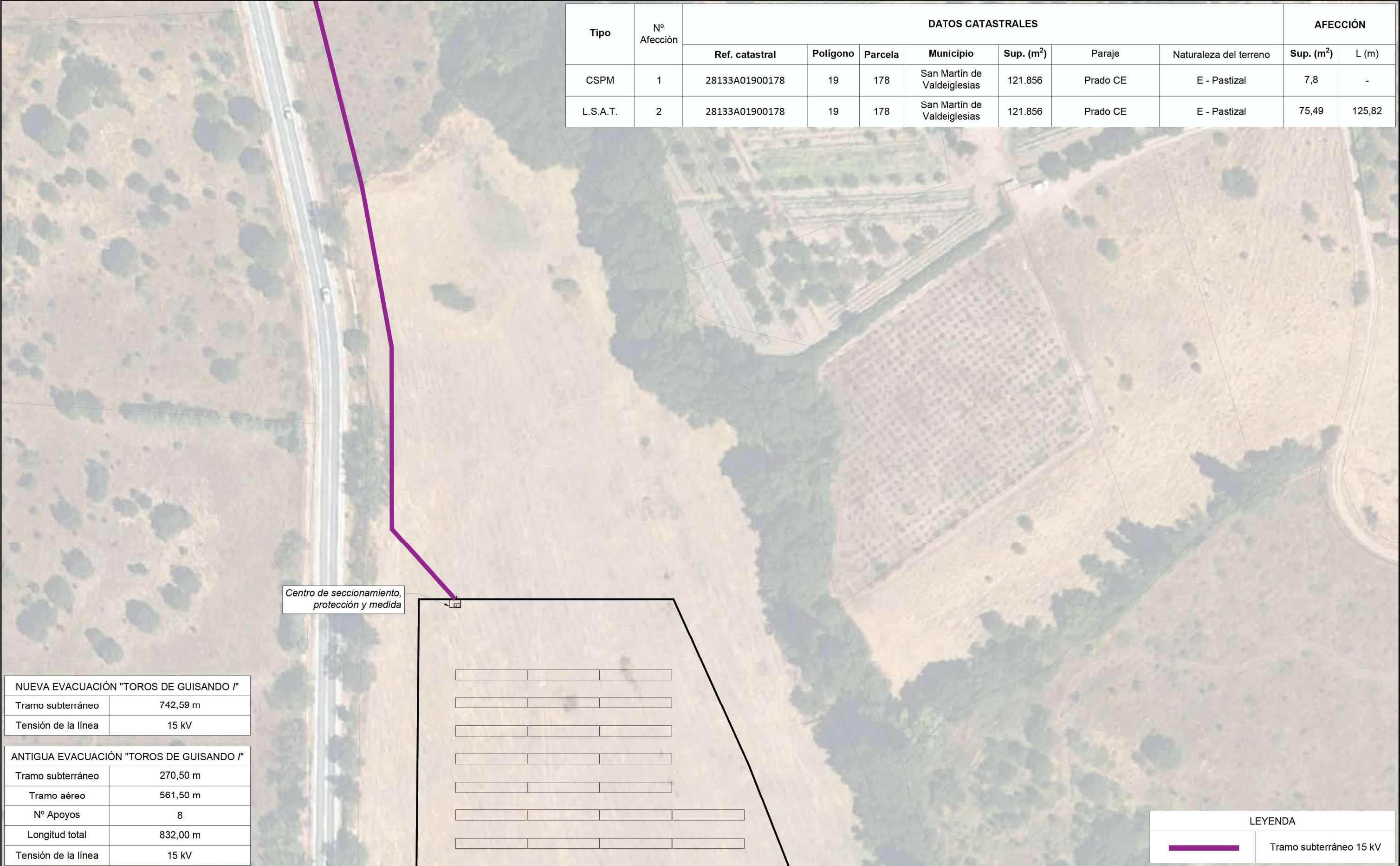


PROYECTO:		INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"	
FASE:	SITUACIÓN:	PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

NOMBRE PLANO:		LÍNEA DE EVACUACIÓN VISTA GENERAL	
SECCIÓN:	Nº PLANO:	Diseño General	01.02

NOMBRE ARCHIVO:			01.02 FP Línea de Evacuación.dwg		
FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	A3	1:5000	=/+ 1/5





Tipo	Nº Afección	DATOS CATASTRALES							AFECCIÓN	
		Ref. catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Sup. (m²)	Paraje	Naturaleza del terreno	Sup. (m²)	L (m)
CSPM	1	28133A01900178	19	178	San Martín de Valdeiglesias	121.856	Prado CE	E - Pastizal	7,8	-
L.S.A.T.	2	28133A01900178	19	178	San Martín de Valdeiglesias	121.856	Prado CE	E - Pastizal	75,49	125,82

Centro de seccionamiento,
protección y medida

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		LÍNEA EVACUACIÓN		01.02 FP Línea de Evacuación.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.02	A3	1:1.000	=/+ 2/5	



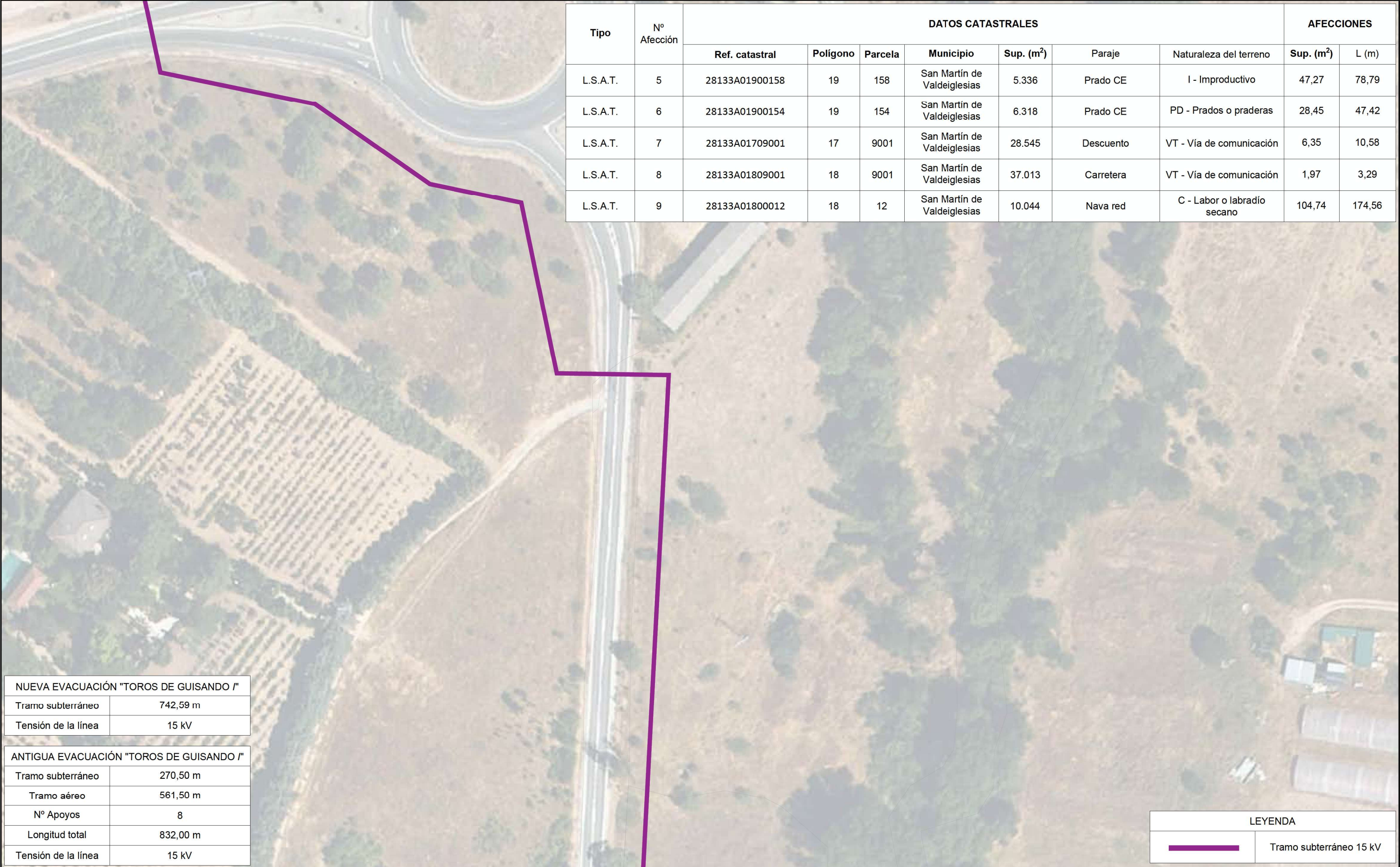
Tipo	Nº Afección	DATOS CATASTRALES							AFECCIONES	
		Ref. catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Sup. (m²)	Paraje	Naturaleza del terreno	Sup. (m²)	L (m)
L.S.A.T.	3	28133A01900155	19	155	San Martín de Valdeiglesias	9.110	Prado CE	V - Viña secano	97,72	162,87
L.S.A.T.	4	28133A01900331	19	331	San Martín de Valdeiglesias	4.478	Prado CE	C - Labradía secano	44,45	74,09

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		LÍNEA EVACUACIÓN		01.02 FP Línea de Evacuación.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.02	A3	1:1.000	=/+ 3/5	

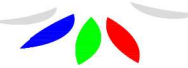


Tipo	Nº Afección	DATOS CATASTRALES							AFECCIONES	
		Ref. catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Sup. (m²)	Paraje	Naturaleza del terreno	Sup. (m²)	L (m)
L.S.A.T.	5	28133A01900158	19	158	San Martín de Valdeiglesias	5.336	Prado CE	I - Improductivo	47,27	78,79
L.S.A.T.	6	28133A01900154	19	154	San Martín de Valdeiglesias	6.318	Prado CE	PD - Prados o praderas	28,45	47,42
L.S.A.T.	7	28133A01709001	17	9001	San Martín de Valdeiglesias	28.545	Descuento	VT - Vía de comunicación	6,35	10,58
L.S.A.T.	8	28133A01809001	18	9001	San Martín de Valdeiglesias	37.013	Carretera	VT - Vía de comunicación	1,97	3,29
L.S.A.T.	9	28133A01800012	18	12	San Martín de Valdeiglesias	10.044	Nava red	C - Labor o labradío secoano	104,74	174,56

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		LÍNEA EVACUACIÓN		01.02 FP Línea de Evacuación.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA	PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.02	A3	1:1.000	=/+ 4/5		



Tipo	Nº Afección	DATOS CATASTRALES							AFECCIONES	
		Ref. catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Sup. (m²)	Paraje	Naturaleza del terreno	Sup. (m²)	L (m)
L.S.A.T.	10	28133A01809001	18	9001	San Martín de Valdeiglesias	37.013	Carretera	VT - Vía de comunicación	10,78	17,97
L.S.A.T.	12	28133A01800006	18	6	San Martín de Valdeiglesias	15.743	Vega de	PD - Prados o praderas	27,92	46,53

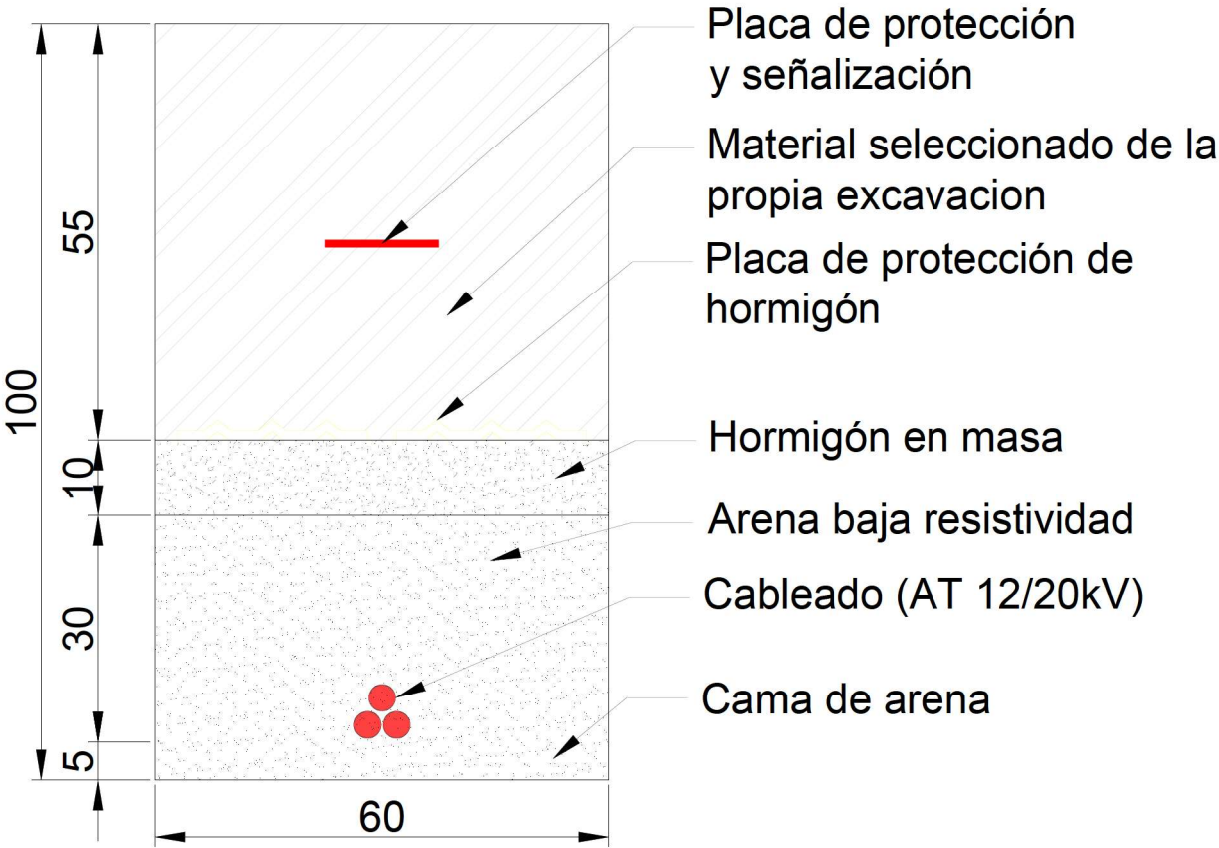
NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"		LÍNEA EVACUACIÓN		01.02 FP Línea de Evacuación.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.02	A3	1:1.000	=/+ 5/5	

ZANJA MT



-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISSANDO I"		LÍNEA EVACUACIÓN DETALLE ZANJA		01.02 FP Línea de Evacuación.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.02	A3	N/A	=/+ 6/5	

Punto de conexión
ST TOROS DE GUISANDO

ARROYO
DE
TÓRTOLAS

PFV TOROS DE
GUISANDO I

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arroyo

-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

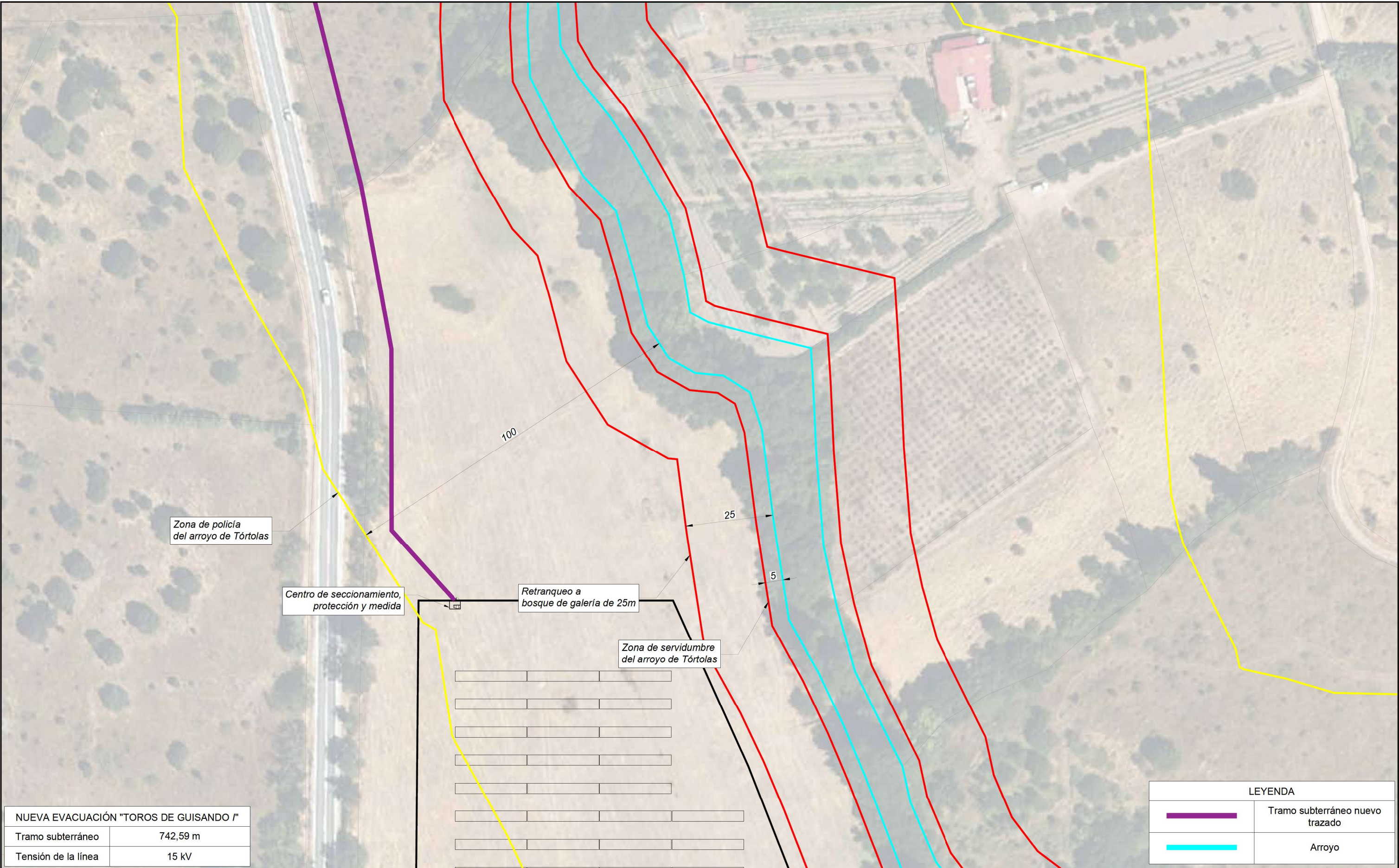


PROYECTO:	
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"	
FASE:	SITUACIÓN:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

NOMBRE PLANO:	
AFECCIÓN CHT VISTA GENERAL	
NOMBRE ARCHIVO:	
01.03 FP Afección CHT.dwg	
SECCIÓN:	Nº PLANO:
Diseño General	01.03
FORMATO:	ESCALA:
A3	1:5000
HOJA:	=/+ 1/6

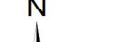
N

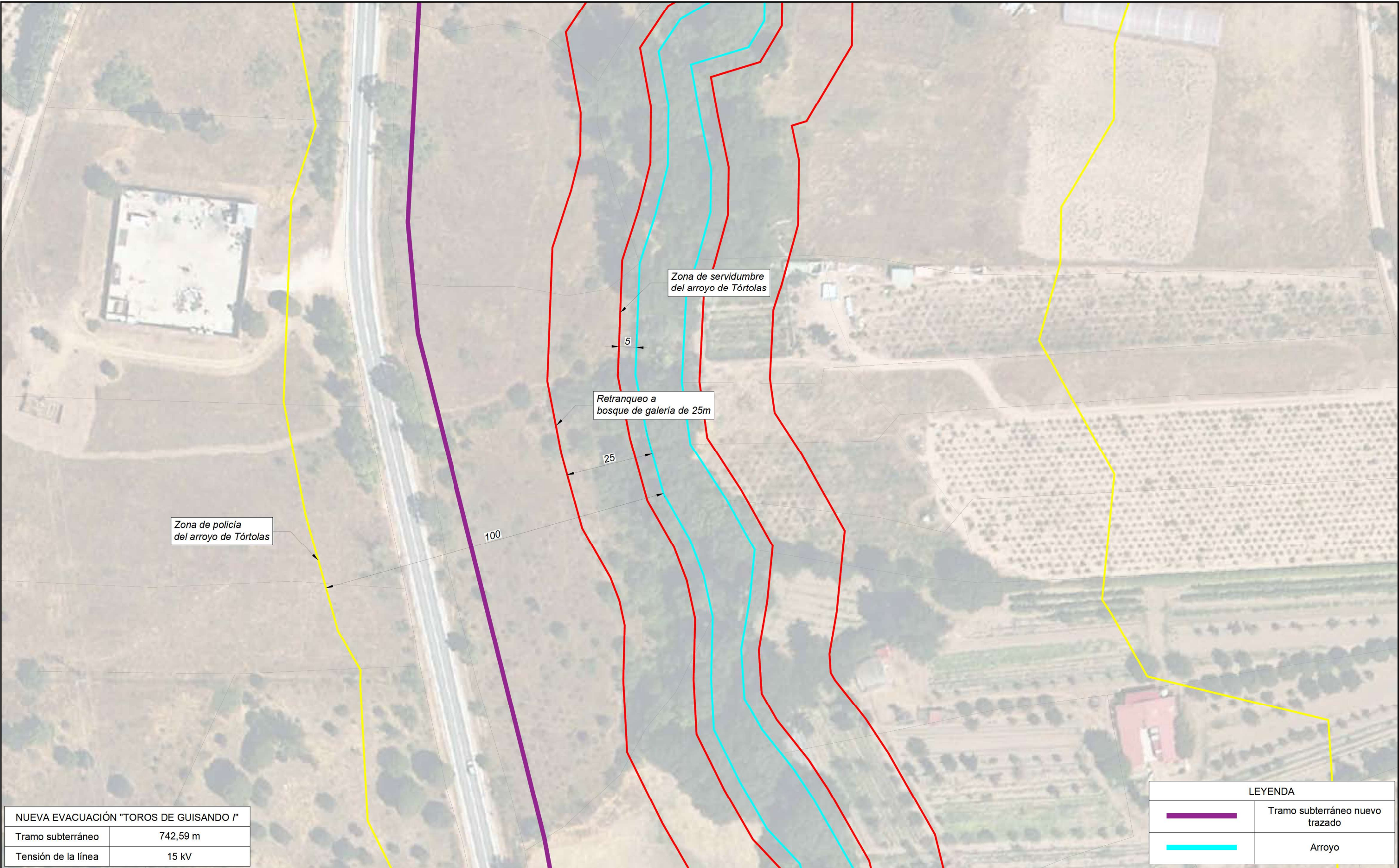




NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arroyo

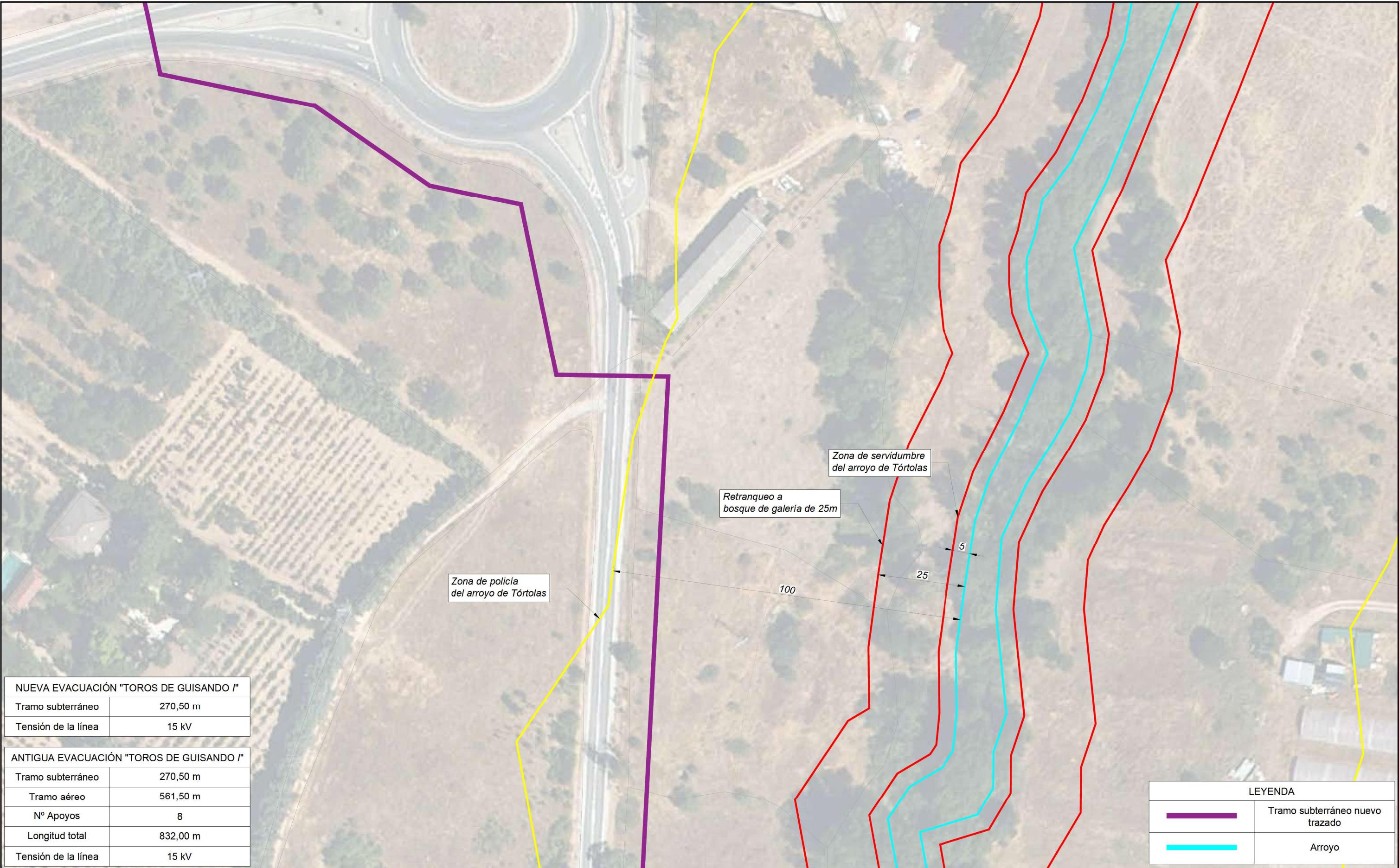
-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		AFECCIÓN CHT		01.03 FP Afección CHT.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.03	A3	1:1.000	=/+ 2/6	



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arroyo

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		AFECCIÓN CHT		01.03 FP Afección CHT.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.03	A3	1:1.000	=/+ 3/6	



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arroyo

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		AFECCIÓN CHT		01.03 FP Afección CHT.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.03	A3	1:1.000	=/+ 4/6	

Punto de conexión
ST TOROS DE GUISANDO

Zona de policía
del arroyo de Tórtolas

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado

-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA



PROYECTO:		INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"	
FASE:	SITUACIÓN:	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	
PROYECTO			

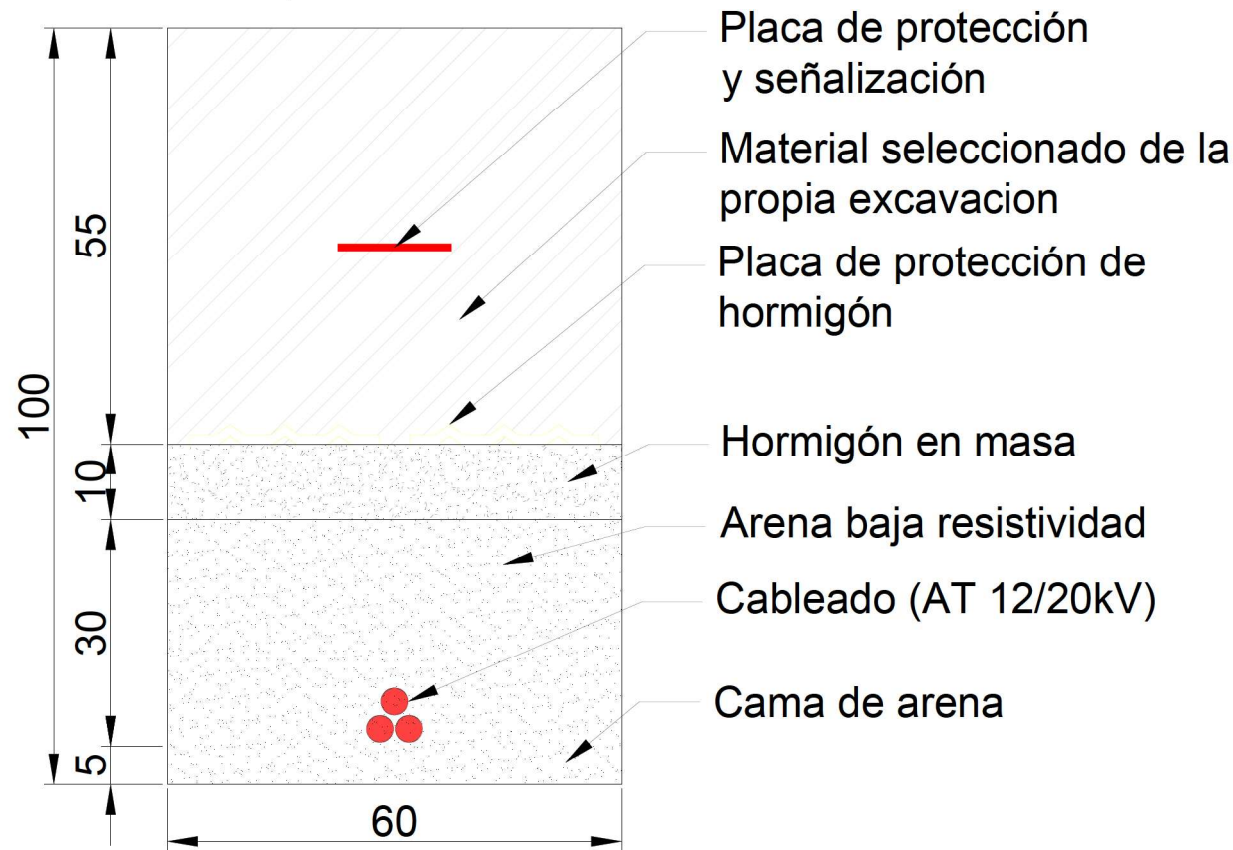
NOMBRE PLANO:		AFECCIÓN CHT	
SECCIÓN:	Nº PLANO:	Diseño General 01.03	

NOMBRE ARCHIVO:			01.03 FP Afección CHT.dwg		
FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	A3 1:1.000 +/- 5/6		

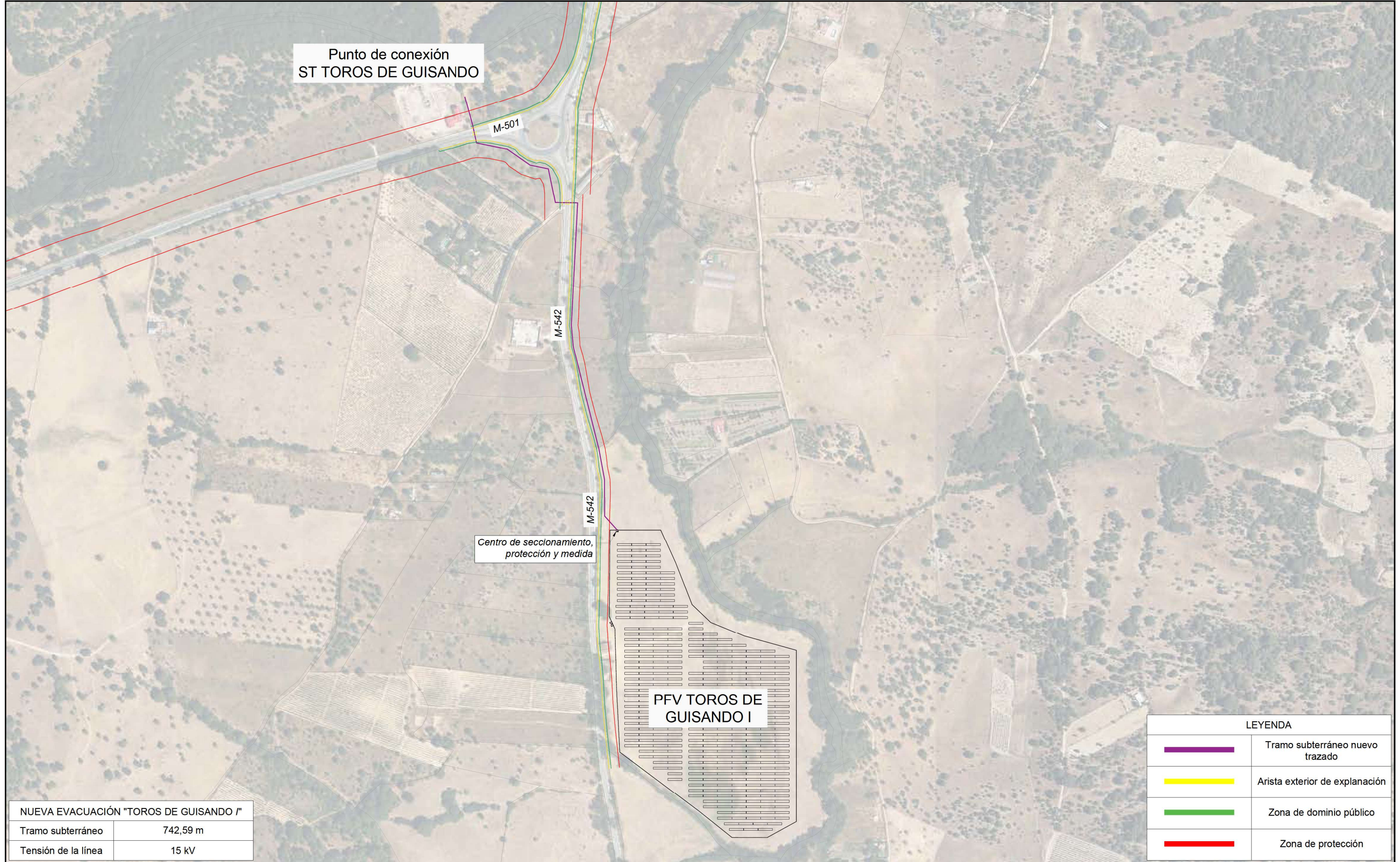
N



ZANJA MT



-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISSANDO I"		AFECCIÓN CHT PERFIL ZANJA		01.03 FP Afección CHT.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.03	A3	1:1.000	=/+ 6/6	



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:	
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"	
FASE:	SITUACIÓN:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

NOMBRE PLANO:	
AFECCIÓN CARRETERAS VISTA GENERAL	
SECCIÓN:	Nº PLANO:
Diseño General	01.04

NOMBRE ARCHIVO:		
01.04 FP Afección Carreteras.dwg		
FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
A3	1:5000	=/+ 1/7

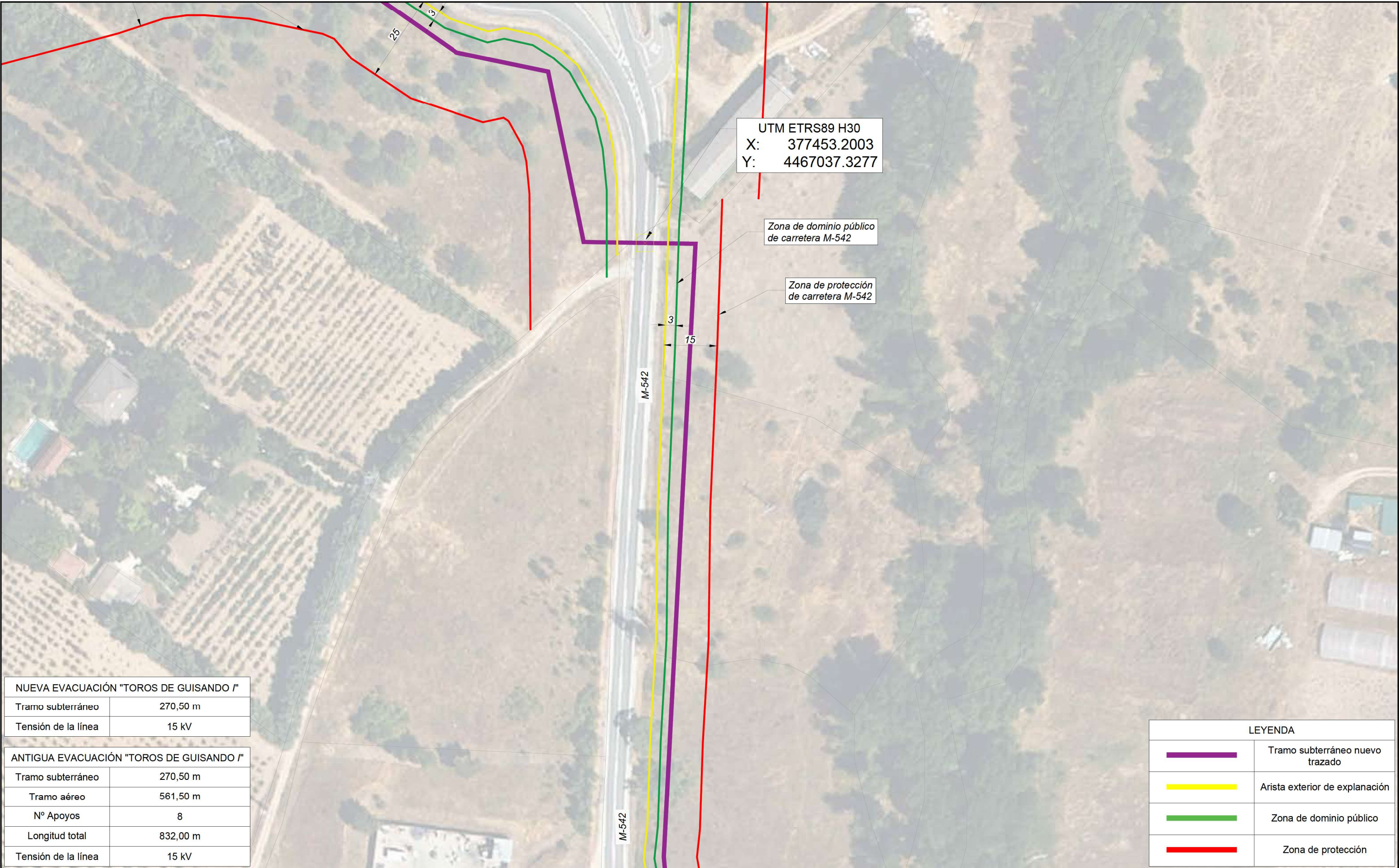
N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arista exterior de explanación
	Zona de dominio público
	Zona de protección

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		AFECCIÓN CARRETERAS		01.04 FP Afección carreteras.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.04	A3	1:1.000	=/+ 3/7	

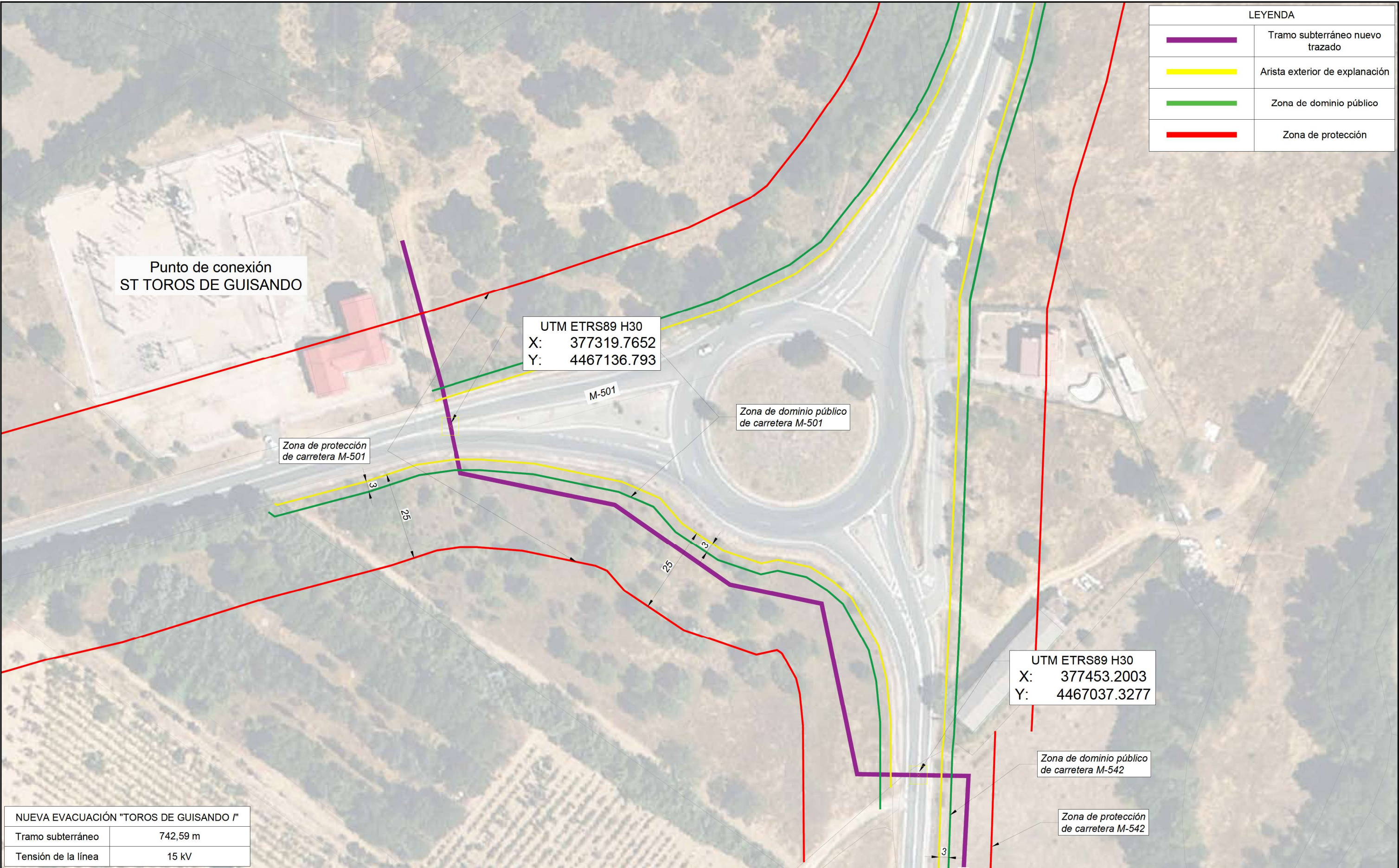


NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arista exterior de explanación
	Zona de dominio público
	Zona de protección

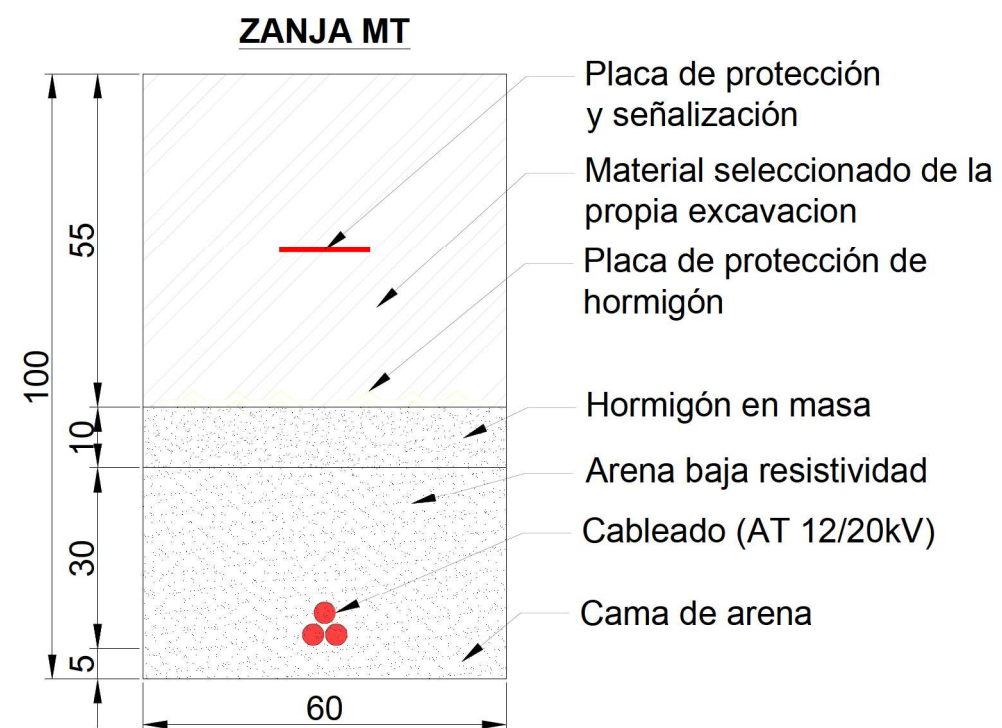
-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		AFECCIÓN CARRETERAS		01.04 FP Afección carreteras.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.04	A3	1:1.000	=/+ 4/7	



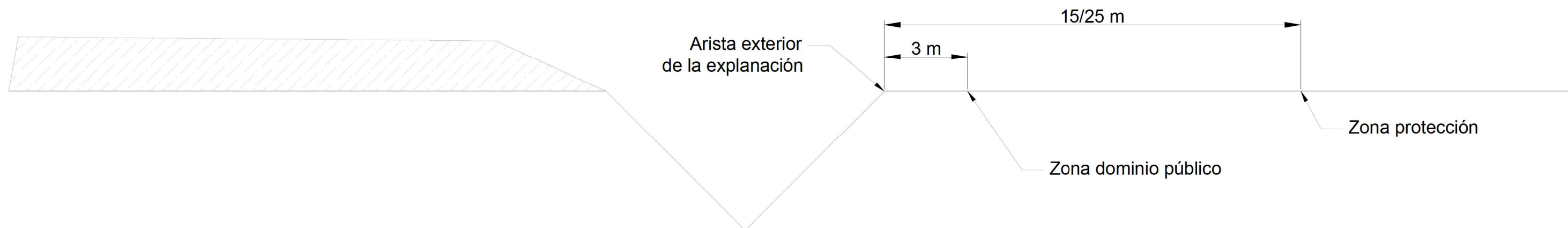
LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arista exterior de explanación
	Zona de dominio público
	Zona de protección

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		AFECCIÓN CARRETERAS		01.04 FP Afección carreteras.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.04	A3	1:1.000	=/+ 5/7	

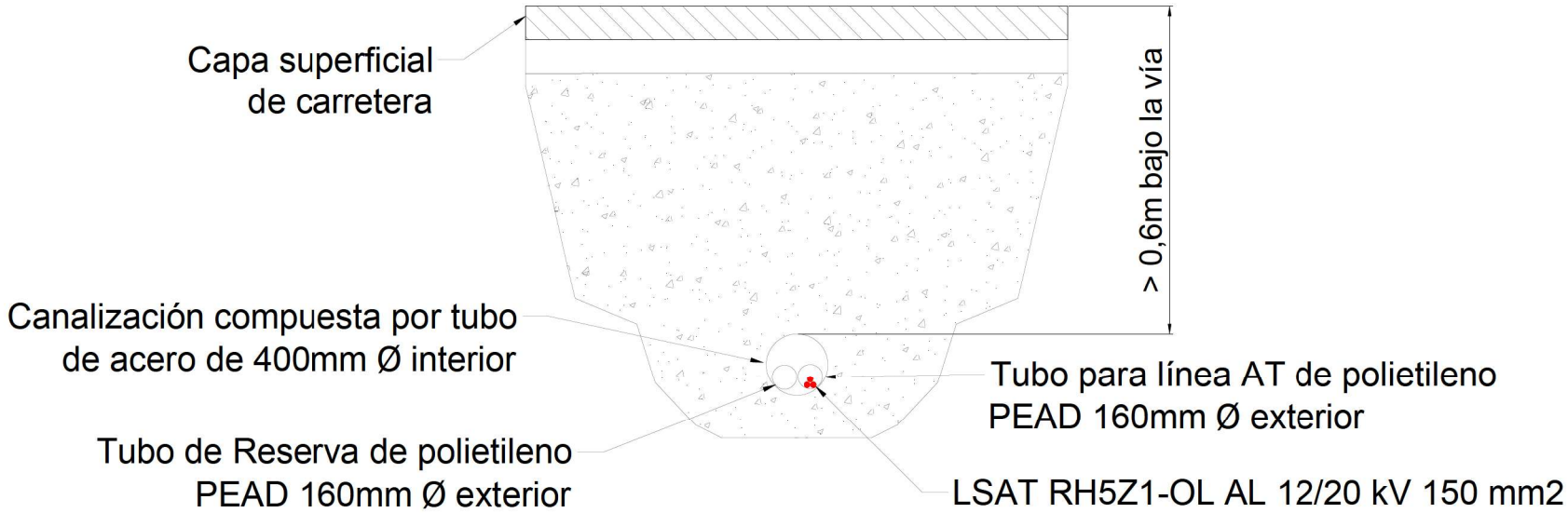


CARRETERA CONVENCIONAL

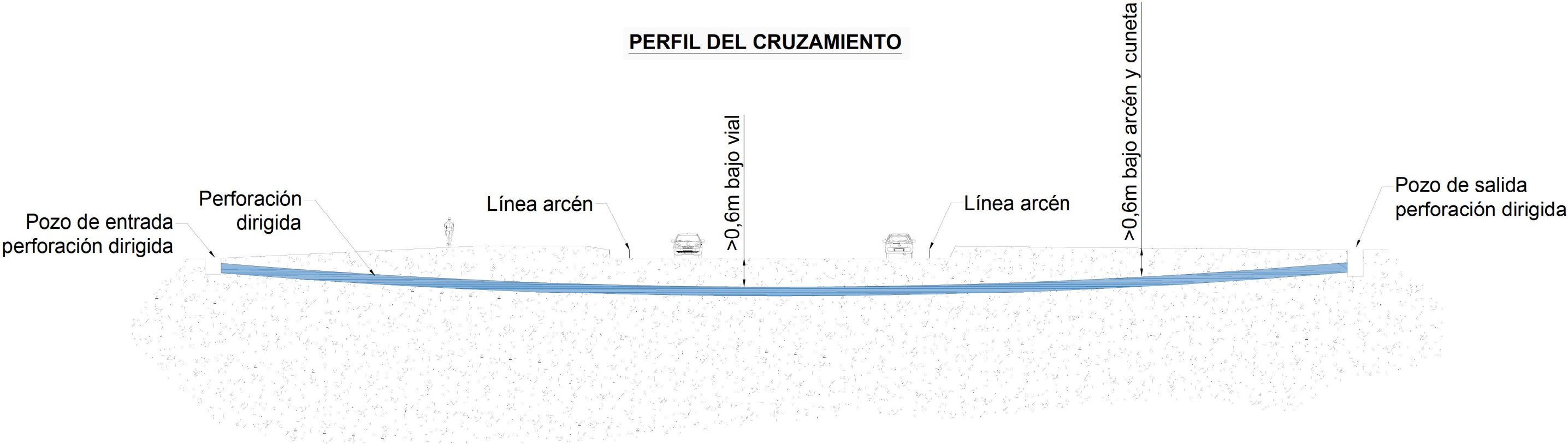


-	-	-	-	-	-	AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-	-		INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISSANDO I"		AFECCIÓN CARRETERAS ZANJA DETALLE		01.04 FP Afección carreteras.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA									
							PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.04	A3	-	=/+ 6/7	

DETALLE CRUZAMIENTO
SECCIÓN PERFORACIÓN DIRIGIDA



PERFIL DEL CRUZAMIENTO



-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-		LIZHER INGENIERIA	INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISSANDO I"		AFECCIÓN CARRETERAS CRUCE DETALLE		01.04 FP Afección carreteras.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.04	A3	-	=/+ 7/7	



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	L.A.A.T propiedad de I-DE

-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:	
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"	
FASE:	SITUACIÓN:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

NOMBRE PLANO:	
AFECCIÓN I-DE VISTA GENERAL	
SECCIÓN:	Nº PLANO:
Diseño General	01.05

NOMBRE ARCHIVO:		
01.05 FP Afección I-DE.dwg		
FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
A3	1:5000	=/+ 1/7

N



Centro de seccionamiento,
protección y medida

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	L.A.A.T propiedad de I-DE

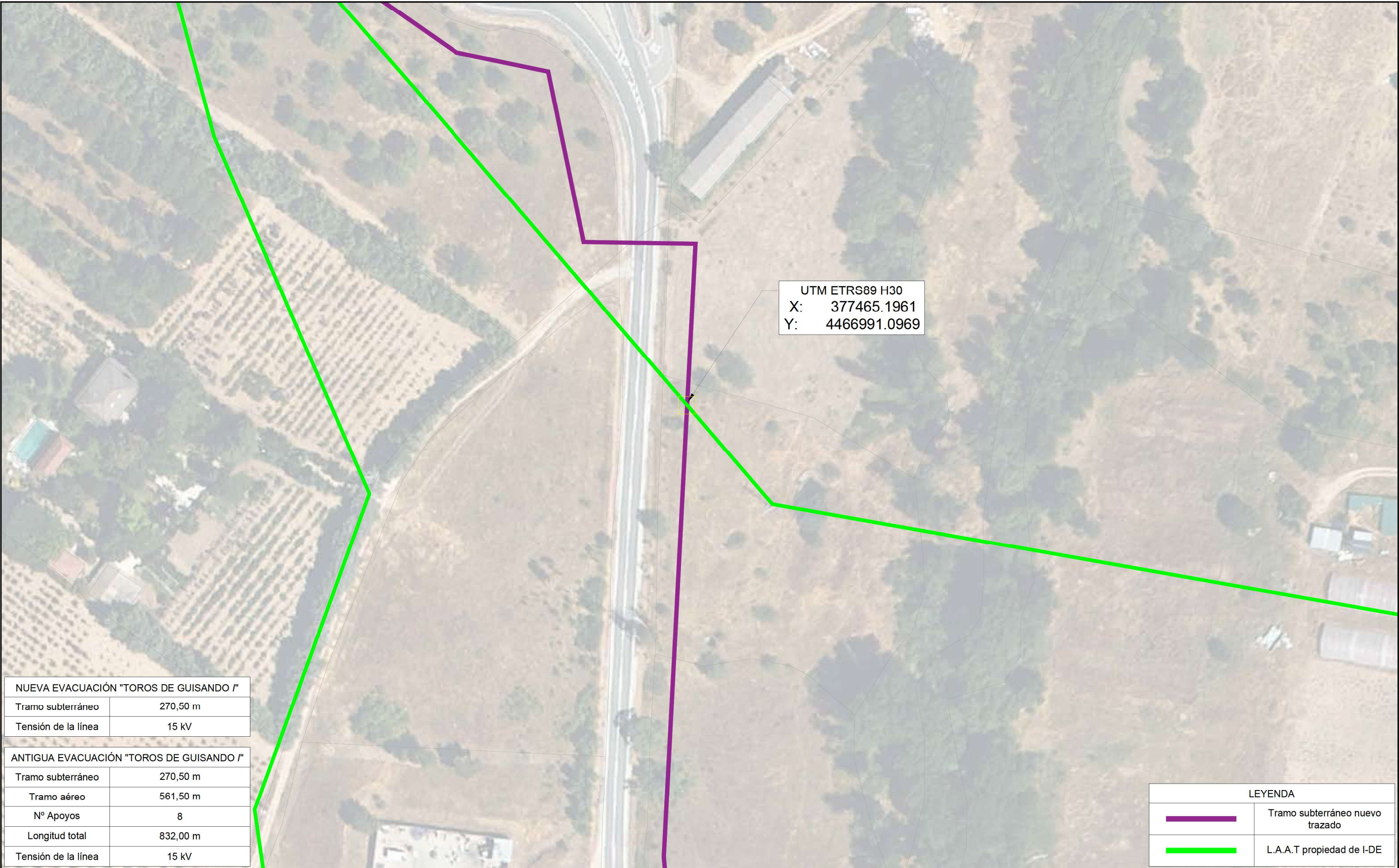
-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-		LIZHER INGENIERIA	INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		AFECCIÓN I-DE		01.05 FP Afección I-DE.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.05	A3	1:1.000	=/+ 2/7	



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	L.A.A.T propiedad de I-DE

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-		LIZHER INGENIERIA	INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		AFECCIÓN I-DE		01.05 FP Afección I-DE.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.05	A3	1:1.000	=/+ 3/7	

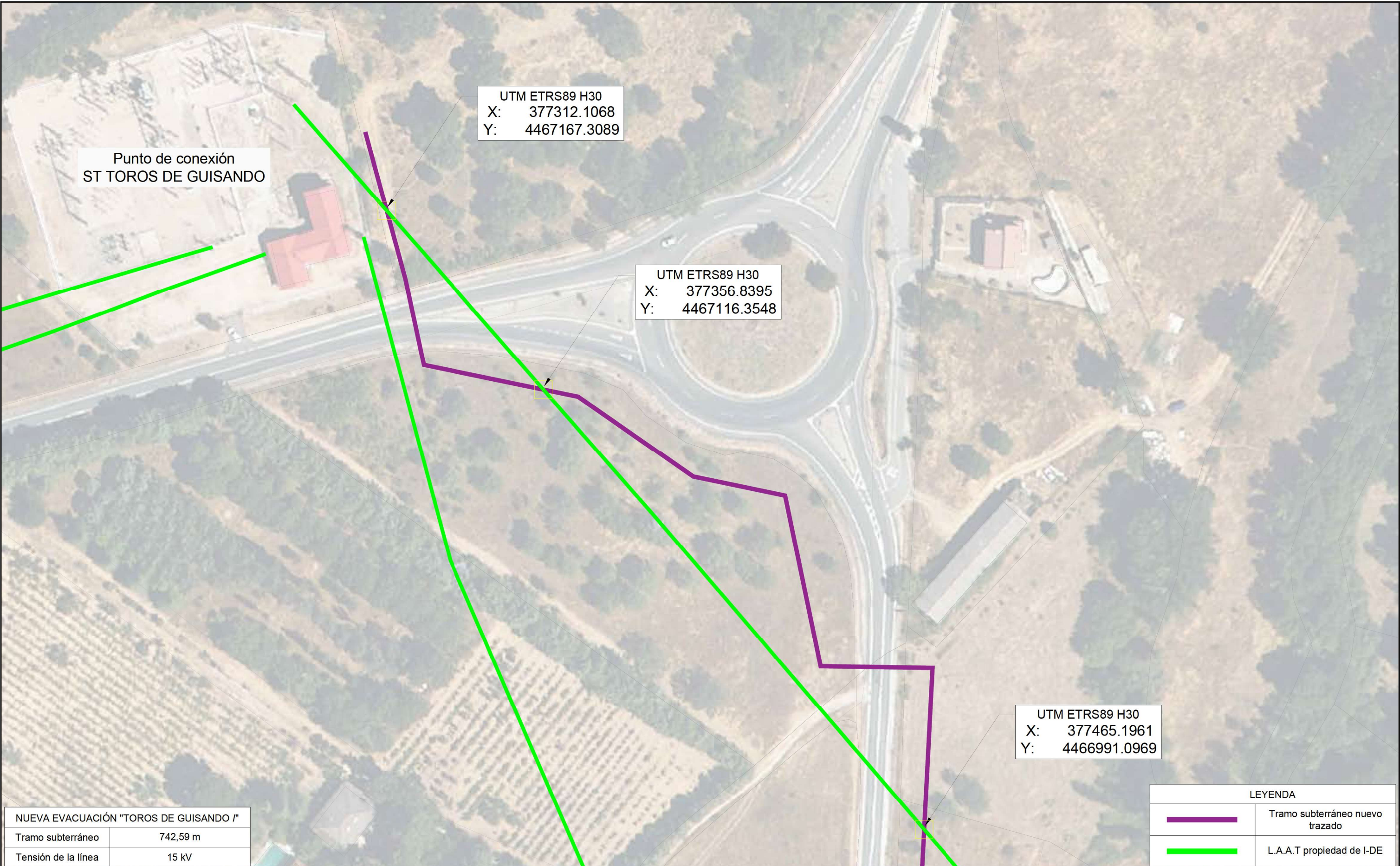


NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUI SANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	L.A.A.T propiedad de I-DE

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		AFECCIÓN I-DE		01.05 FP Afección I-DE.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.05	A3	1:1.000	=/+ 4/7	



Punto de conexión
ST TOROS DE GUISANDO

UTM ETRS89 H30
X: 377312.1068
Y: 4467167.3089

UTM ETRS89 H30
X: 377356.8395
Y: 4467116.3548

UTM ETRS89 H30
X: 377465.1961
Y: 4466991.0969

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	L.A.A.T propiedad de I-DE

-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

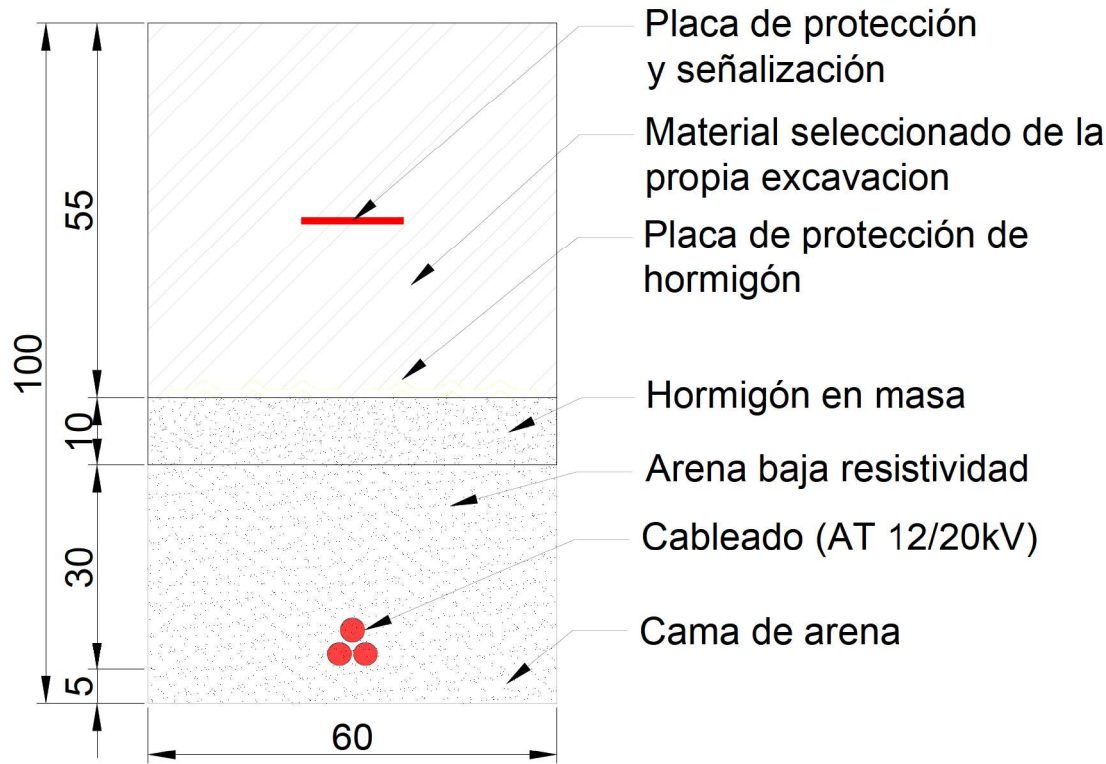
PROYECTO:		INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"	
FASE:	SITUACIÓN:	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	
PROYECTO			

NOMBRE PLANO:		AFECCIÓN I-DE	
SECCIÓN:	Nº PLANO:	01.05	
Diseño General			

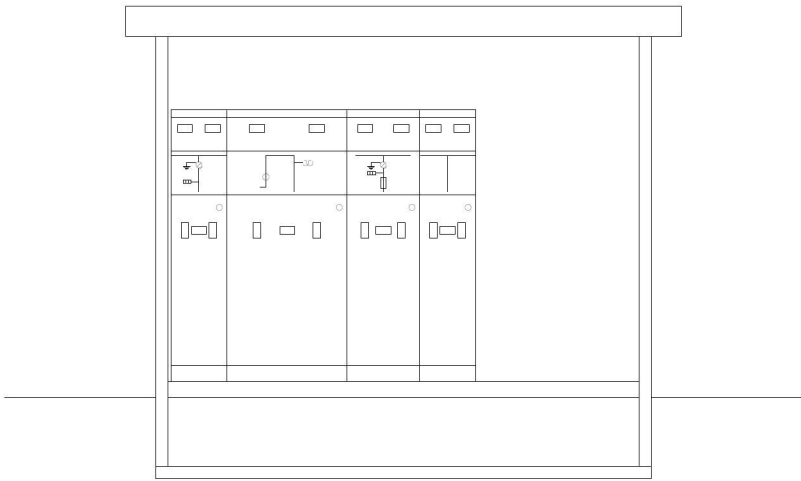
NOMBRE ARCHIVO:			01.05 FP Afección I-DE.dwg		
FORMATO:	ESCALA:	HOJA:			
A3	1:1.000	=/+ 5/7			

N

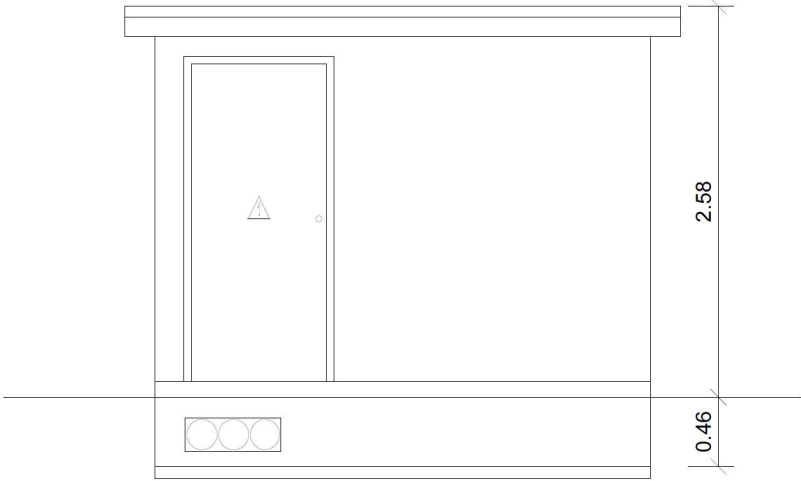
ZANJA MT



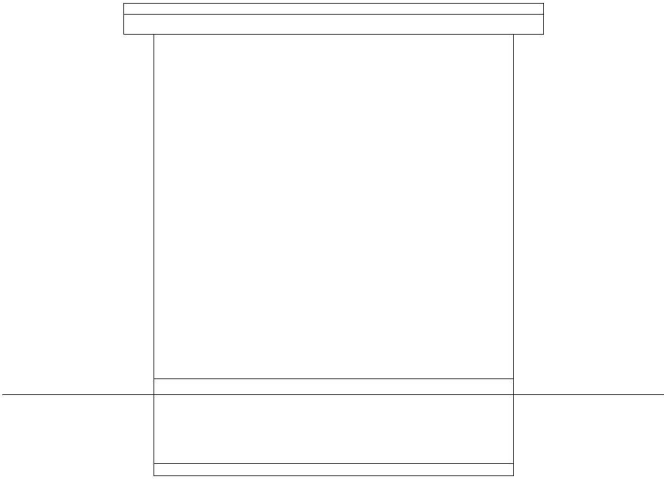
-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISSANDO I"		AFECCIÓN I-DE ZANJA DETALLE		01.05 FP Afección I-DE.dwg			
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.05	A3	-	=/+ 6/7	



SECCIÓN TRANSVERSAL

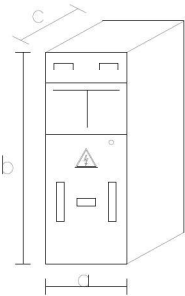


ALZADO FRONTAL



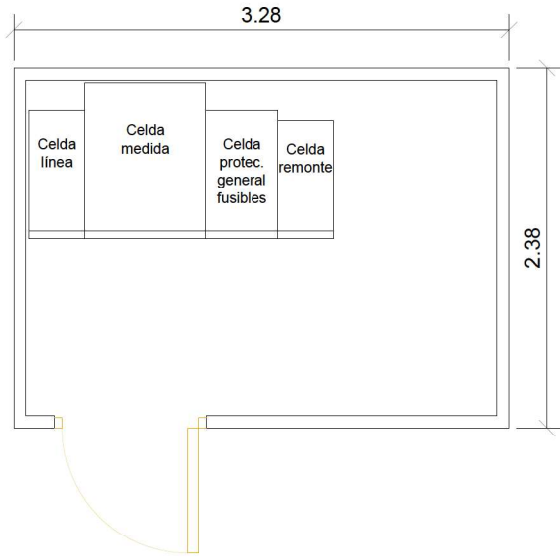
ALZADO LATERAL DERECHO

DIMENSIONES CELDAS



Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.37	1.8	0.85
Medida	0.8	1.8	1.03
Prot. fusibles	0.48	1.8	0.85
Remonte	0.37	1.8	0.78

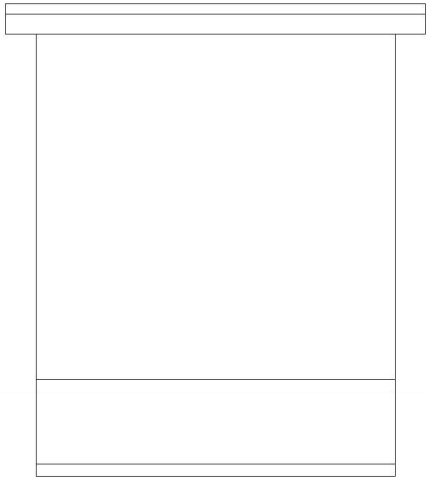
-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISSANDO I"		CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA		01.06 FP Centro de seccionamiento.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.06	A3	1:50	=/+ 1/3	



PLANTA



ALZADO POSTERIOR

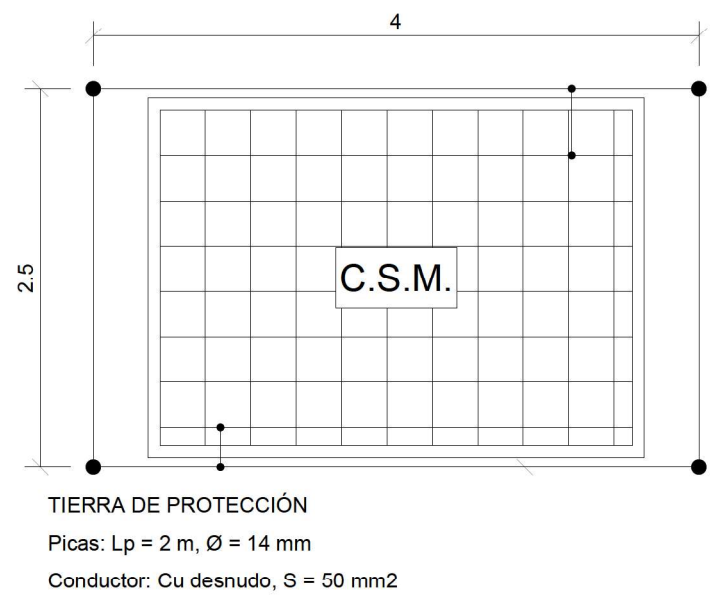


ALZADO LATERAL IZQUIERDO

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
4.08 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUI SANDO I"		CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA		01.06 FP Centro de seccionamiento.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.06	A3	1:50	=/+ 2/3	

PUESTAS A TIERRA



TIERRA DE PROTECCIÓN

Configuración: 40-25/5/42

Profundidad electrodo: 0.5 m

Sección conductor: 50 mm²

Diámetro picas: 14 mm

Número de picas: 4

Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISSANDO I"		CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA PUESTA A TIERRA		01.06 FP Centro de seccionamiento.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.06	A3	1:50	=/+ 3/3	



-	-	-	-	-		AUTOR DE PROYECTO LIZHER INGENIERIA 	PROYECTO:		NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:			N 
-	-	-	-	-			INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"		ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE SECCIONAMIENTO		01.07 FP Esquema Unifilar.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA		PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.07	A3	1:50	=/+ 1/1	