

# novotec

**MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL**

**LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)**

**TÉRMINOS MUNICIPALES DE ARGANDA DEL  
REY, MORATA DE TAJUÑA, CHINCHÓN,  
VILLACONEJOS Y COLMENAR DE LA OREJA  
(MADRID) Y ONTÍGOLA (TOLEDO).**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en  
aplicación de la normativa vigente

**INGENIERO INDUSTRIAL**  
Colegiado nº 2221 del ICOIIG

**PETICIONARIO:**

**KHONS SUN POWER**



**RIC ENERGY**

**30/08/2024**

## **ÍNDICE GENERAL**

**DOCUMENTO Nº1 MEMORIA**

**DOCUMENTO Nº2 CÁLCULOS**

**DOCUMENTO Nº3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

**DOCUMENTO Nº4 PRESUPUESTO**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**DOCUMENTO Nº5 PLANOS**

### **ANEXOS A LA MEMORIA:**

ANEXO I: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO II: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEXO III: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

ANEXO IV: PLAN DE DESMANTELAMIENTO

**DOCUMENTO N°1**

**LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**MEMORIA**

## Índice

MEMORIA.....	1
1 Antecedentes.....	6
2 Objeto.....	15
3 Normativa .....	15
3.1 Normas y especificaciones particulares aplicables de la empresa distribuidora .....	15
3.2 Normativa de Instalaciones eléctricas.....	15
3.3 Obra civil .....	16
3.4 Seguridad y salud .....	16
3.5 Medioambiente.....	17
3.6 Relación de normas UNE aplicables al proyecto .....	18
3.6.1 Generales.....	18
3.6.2 Cables y Conductores.....	19
3.6.3 Accesorios para cables.....	22
3.6.4 Apoyos y HERRAJES.....	23
3.6.5 Aisladores.....	24
3.6.6 Aparamenta .....	26
3.6.7 Pararrayos.....	26
3.7 Relación de normas y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento ITC-RAT 02 .....	26
3.7.1 Generales.....	26
3.7.2 Aisladores y pasatapas.....	27
3.7.3 Aparamenta .....	27
3.7.4 Seccionadores .....	28
3.7.5 Interruptores, contactores e interruptores automáticos.....	28
3.7.6 Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante.....	28
3.7.7 Transformadores de potencia .....	29
3.7.8 Centros de transformación prefabricados.....	30
3.7.9 Transformadores de medida y protección .....	30
3.7.10 Pararrayos.....	30
3.7.11 Fusibles de alta tensión .....	30
3.7.12 Cables y accesorios de conexión de cables .....	30
4 Peticionario y Promotor .....	31

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

5	Situación y emplazamiento .....	32
6	Descripción general de la instalación.....	32
6.1	Línea aéreo-subterránea.....	32
6.2	Descripción del trazado de la línea 220 kV .....	35
6.2.1	Descripción del trazado de línea aérea.....	36
6.2.2	Descripción del trazado de la línea subterránea .....	42
6.3	Descripción de la línea aérea .....	45
6.3.1	Características generales.....	45
6.3.2	Características de los materiales .....	48
6.4	Apoyo de paso aéreo-subterráneo.....	59
6.5	Descripción de la línea subterránea.....	61
6.5.1	TRAMO 2: AP.16PAS – AP.19PAS.....	61
6.5.2	TRAMO 8: AP.76PAS – AP.83PAS.....	61
6.5.3	TRAMO 10: AP.98’PAS – AP.123PAS.....	62
6.5.4	TRAMO 12: AP.128PAS – SET ARGANDA (REE) .....	62
6.5.5	Cable subterráneo.....	63
6.5.6	Cables de comunicaciones.....	64
6.5.7	Cables enterrados bajo tubo hormigonado.....	64
6.5.8	Dimensiones de las zanjas .....	65
6.5.9	Descripción de la canalización .....	65
6.5.10	Perforación horizontal dirigida .....	66
6.5.11	Empalmes y terminales.....	69
6.5.12	Cámaras de empalme .....	71
6.5.13	Puesta a tierra.....	72
7	Caminos de acceso a apoyos.....	79
8	Distancias mínimas de seguridad, cruzamientos y paralelismos en el tramo aéreo.....	79
8.1	Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas .....	79
8.2	Distancias en el apoyo .....	79
8.2.1	Distancias entre conductores.....	79
8.2.2	Distancia entre conductores y partes puestas a tierra.....	80
8.3	Distancias al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables.....	80
8.3.1	Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o de telecomunicación.....	80
8.3.2	Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas.....	83

8.3.3	Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación .....	83
8.3.4	Distancias a carreteras.....	83
8.3.5	Distancias a ferrocarriles sin electrificar.....	85
8.3.6	Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses .....	85
8.3.7	Distancias a teleféricos y cables transportadores.....	85
8.3.8	Paso por zonas.....	86
9	Distancias mínimas de seguridad, cruzamientos y paralelismos en el tramo subterráneo .	89
9.1	Cruzamientos.....	89
9.1.1	Calles y carreteras.....	89
9.1.2	Ferrocarriles.....	89
9.1.3	Otros cables de energía eléctrica .....	89
9.1.4	Cables de telecomunicación .....	89
9.1.5	Canalizaciones de agua.....	90
9.1.6	Canalizaciones de gas .....	90
9.1.7	Conducciones de alcantarillado .....	91
9.1.8	Depósitos de carburante.....	92
9.2	Proximidades y paralelismos.....	92
9.2.1	Otros cables de energía eléctrica .....	92
9.2.2	Cables de telecomunicación.....	92
9.2.3	Canalizaciones de agua.....	93
9.2.4	Canalizaciones de gas .....	93
9.2.5	Acometidas (conexiones en servicio).....	94
10	Prescripciones especiales .....	95
10.1	Tramo Aéreo.....	95
10.1.1	Relación de cruzamientos: .....	95
10.1.2	Afección cruzamientos sobre VPP .....	101
10.2	Tramo subterráneo.....	102
10.2.1	Relación de cruzamientos.....	102
10.2.2	Relación de paralelismos .....	111
10.2.3	Afección sobre VPP.....	113
10.2.4	Afección cruzamientos sobre VPP .....	114
11	Punto de medida.....	115
12	Relación de organismos afectados.....	116

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en sitios de carácter público.

13	Evaluación ambiental del proyecto .....	117
14	Estudio de Seguridad y Salud .....	117
15	Gestión de residuos durante la construcción.....	118
16	Presupuesto .....	118
17	Plazo de ejecución del proyecto .....	119
18	Conclusión.....	119

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 1 Antecedentes

Para la evacuación de la energía generada en los Parques Solares Fotovoltaicos Tagus I y Tagus II (176,8 MW de capacidad de acceso cada una), promovidos por KHONS SUN POWER S.L., surge la necesidad de construir una línea, a 220 kV, a través de la cual se evacuará la energía generada en dichas plantas y que una la subestación elevadora "Tagus" con la Subestación "Arganda" 220 kV propiedad de Red Eléctrica, donde se establece el punto de conexión.

El 4 de diciembre de 2020, KHONS SUN POWER, S.L. (en lo sucesivo el "Promotor") solicitó la Autorización Administrativa Previa y la Declaración de Impacto Ambiental de cada una de las Plantas, la SE Colectora y la Línea Compartida. El 5 de enero de 2021 se recibió por parte de la Dirección General de Política Energética y Minas la admisión a trámite de dicha solicitud, asignándole el número de expediente PFot-450 AC.

Posteriormente, el 20 de julio de 2021, KHONS SUN POWER, S.L. solicitó la Autorización Administrativa de Construcción. Se anexó a dicha solicitud el Proyecto Oficial "LAT 220 KV TAGUS – ARGANDA (REE)" (en lo sucesivo "el Proyecto Original") redactado en agosto de 2021 por el Ingeniero Industrial al servicio de Novotec, Ricardo Lago Alonso, colegiado Nº 2221 del ICOIIG. El 1 de septiembre de 2021 se inició el periodo de información pública del expediente PFot-450 AC, el cual contenía el Proyecto Original.

Durante la información pública el 14 de octubre de 2021 la Delegación del Gobierno en Castilla la Mancha, Área de Industria y Minas, remite a KHONS SUN POWER, S.L. copia del Informe del Ayuntamiento de Arganda del Rey que indica que el trazado original a partir del apoyo 128 del Proyecto Original hasta la entrada en la subestación de Arganda de REE es incompatible con los planeamientos urbanísticos del municipio. Como consecuencia, el 2 de enero de 2022 el Promotor presentó a la Delegación del Gobierno en Castilla la Mancha, Área de Industria y Minas una adenda modificativa del Proyecto Original (en adelante la "Adenda del Proyecto Original", en la que se adaptaba el tramo de la línea a su paso por Arganda del Rey al planeamiento urbanístico y se modificaba el centro de medida a una posición contigua a la Subestación de REE.

Una vez terminado el primer periodo de información pública, se redactó en julio de 2022 el Primer Proyecto Modificado con el fin de: cumplir los condicionados recogidos en las alegaciones recibidas, resolver las afecciones e interferencias con otros promotores que alegaron al expediente PFot-450 y reducir las instalaciones en tramitación y minimizar el impacto sobre el medio ambiente y los municipios. El 4 de agosto de 2022 se inició el segundo periodo de información pública de la Solicitud de AAP y AAC del Primer Proyecto Modificado.

Con fecha 13 de febrero de 2023 la dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, hace pública la declaración de impacto ambiental favorable condicionada del proyecto «Parques solares fotovoltaicos "Tagus 1" y "Tagus 2" y su infraestructura de evacuación, en las provincias de Toledo y Madrid».

Posteriormente, se redactó un modificado del Primer Proyecto Modificado (en adelante el "Segundo Proyecto Modificado") de cara a cumplir con:

- a) los condicionantes de la DIA (cuyo cumplimiento queda acreditado en el Anexo VI "INFORME AMBIENTAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA DIA" de este Segundo Proyecto Modificado),
- b) la solicitud de mejora del trazado del Ayuntamiento de Morata en el entorno del apoyo 85' para evitar la afección a una parcela donde tiene previsto en un futuro instalar una E.D.A.R. y
- c) el condicionante de la resolución de la Subdirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid (de 20 de febrero de 2023) en la que se reseña que se debe evitar la afección directa a las estructuras documentadas en el talud del Camino de Valdecorzas en el T.M. de Arganda del Rey.

Que el 12 de mayo de 2023 se suscribieron las Resoluciones favorables de las Autorizaciones Administrativas Previas de las instalaciones fotovoltaicas Tagus 1 y Tagus 2 y su infraestructura de evacuación emitidas por la Dirección General de Política Energética y Minas.

El 5 de mayo de 2023, KHONS SUN POWER, S.L. solicitó la modificación de la Autorización Administrativa Previa, de la Autorización Administrativa de Construcción y la Declaración, en concreto de Utilidad Pública. Se anexó a dicha solicitud el Segundo Proyecto Modificado. A posteriori, el 4 de noviembre de 2023 se inició el tercer periodo de información pública del Segundo Proyecto Modificado.

Posteriormente, el 2 de agosto de 2024 se suscribieron las Resoluciones favorables de las Autorizaciones Administrativas Previas, ~~las Autorizaciones Administrativas de Construcción y las Declaraciones~~, en concreto de Utilidad Pública ~~de las instalaciones fotovoltaicas Tagus 1 y Tagus 2 y su infraestructura de evacuación~~ emitidas por la Dirección General de Política Energética y Minas.

De cara a cumplir con los condicionados urbanísticos derivados de la tramitación del Plan Especial de Infraestructuras, reducir las afecciones a concesiones mineras de las cuales es titular Cementos Portland Valderrivas, S.A. y modificar la entrada a la SET Arganda (REE) en base a la propuesta facilitada por UFD, entre otros ajustes menores del trazado de la línea de evacuación, se redacta el presente Tercer Proyecto Modificado en el que se incluyen las siguientes modificaciones:

1. Incorporación de una nueva perforación horizontal dirigida entre los apoyos 16PAS y 19PAS, debido al requerimiento del Canal de Isabel II para el cruzamiento de la Arteria de Abastecimiento Almoguera-Godor y línea de FO existente.



**Imagen 1. Nueva Perforación Horizontal Dirigida para Arteria de Abastecimiento y línea FO existente.**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

2. Soterramiento entre los Ap.76 y 79PAS, debido al Plan Especial de Infraestructuras (PEI) de la Comunidad de Madrid. Eliminando los apoyos aéreos 78 y 79PAS, así como modificando el apoyo 76. Además, la ampliación de dicho tramo soterrado implica la proyección y reubicación de cámaras de empalme.

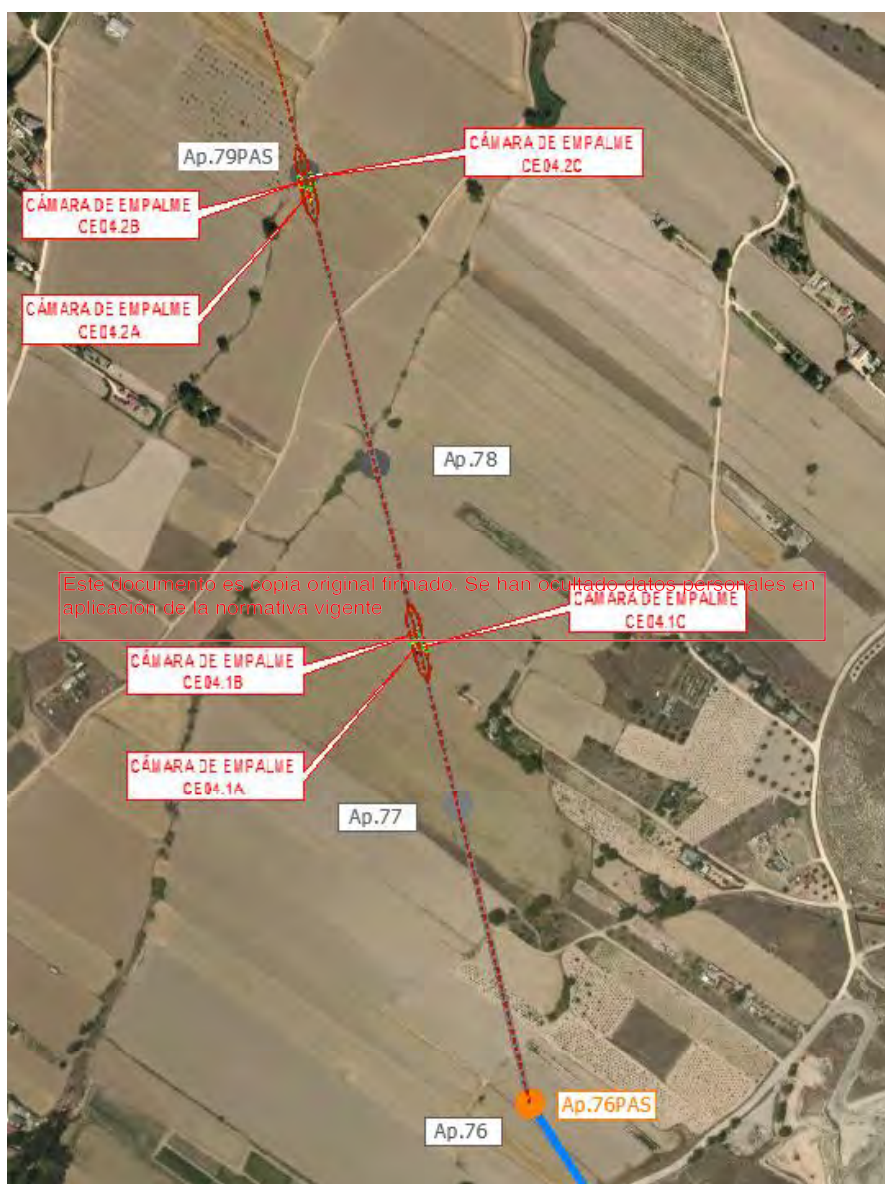


Imagen 2. Soterramiento bajo traza desde AP.76PAS y ubicación nuevas cámaras de empalme

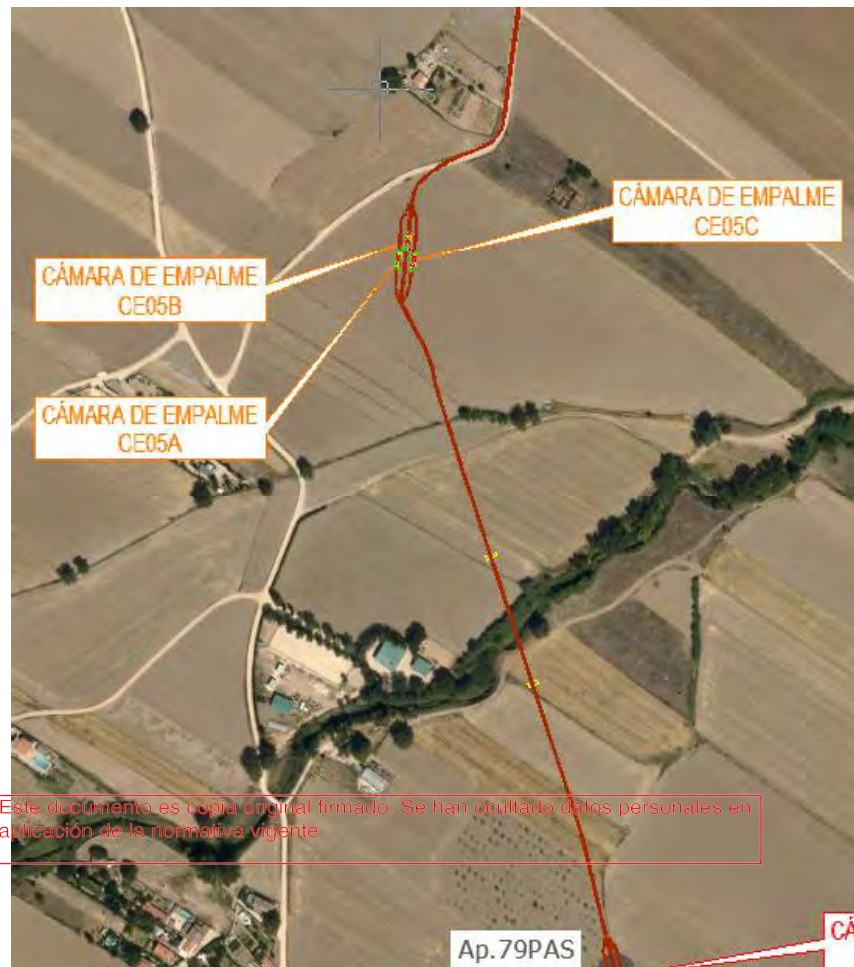
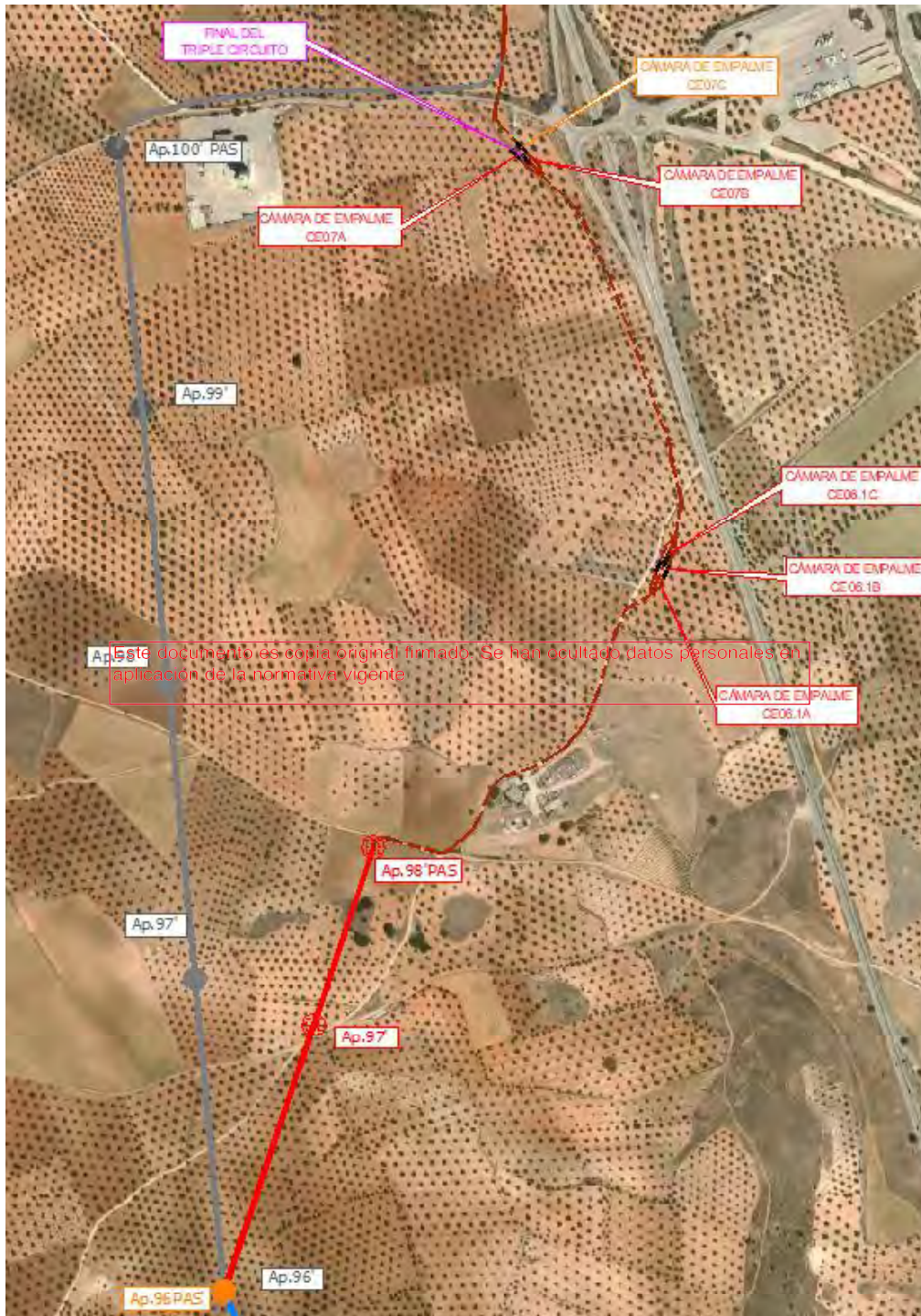
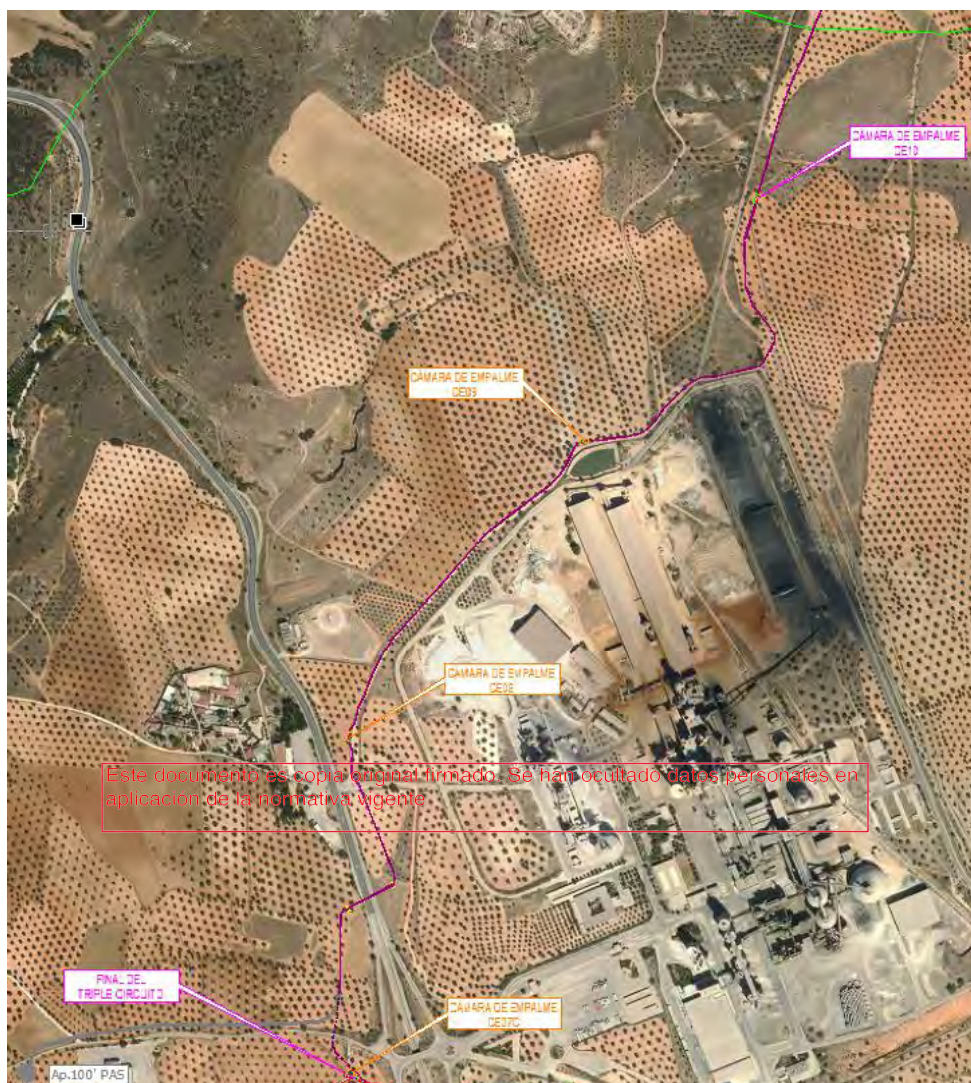


Imagen 3. Reubicación cámaras de empalme tramo soterrado entre AP.79PAS y AP.83PAS

3. Modificación del trazado entre los AP.96' y CE10, por interferencias con la Concesión Minera de Portland.



**Imagen 4. Modificación del tramo aéreo entre el AP.96 y 100'PAS y ampliación del tramo soterrado entre AP.98'PAS hasta CE07**



**Imagen 5. Reubicación cámaras de empalme por ampliación tramo soterrado entre AP.98'PAS-123PAS**

4. Modificación del trazado entre los AP.128 PAS y la SET Arganda (REE) para entrar a posición GIS asignada por REE, implicando esto una reubicación de las cámaras de empalme.



Imagen 6. Modificación tramo subterráneo entre AP.128PAS – SET Arganda y reubicación de CE

A continuación, se presenta un resumen de los diferentes tramos aéreos-subterráneos objeto de este Modificado de Proyecto.

<b>TIPO DE TRAMO</b>	<b>DISPOSICIÓN</b>	<b>INICIO TRAMO</b>	<b>FIN TRAMO</b>	<b>Longitud Tramo (m)</b>
T2 Subterráneo	SC	Ap.16 PAS	AP.19 PAS	1022,68
T7 Aéreo	TC	Ap. 57	Ap.76 PAS	5311,03
T8 Subterráneo	TC	Ap.76 PAS	Ap.83 PAS	2520,09
T9 Aéreo	TC	Ap.83 PAS	Ap. 98'PAS	3854,16
T10 Subterráneo	SC	Ap.98'PAS	Ap.123 PAS	6366,19
T12 Subterráneo	SC	Ap.128 PAS	SET ARGANDA (REE)	1637,82

**Notas:**

1. Solo se consideran longitudes en planta. Las subidas y bajadas de los apoyos PAS no se contabilizan a efectos de longitud de traza (sí contabilizan a efectos de presupuesto y cálculos).
2. En los tramos de LSAT en los que hay más de un circuito, solo se contabiliza la traza de LSAT que corresponde al circuito de RIC en tramo de DC, o que corresponden a la CE central en tramos de TC.

## 2 Objeto

El presente Tercer Modificado del Proyecto tiene por objeto establecer y justificar todos los datos constructivos que presenta la ejecución de la **LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)**, con la finalidad de servir de soporte técnico para la obtención de la Autorización Administrativa de Construcción y la Declaración de Utilidad Pública, si ha lugar, de la citada infraestructura eléctrica en conformidad con el marco legislativo. Así como obtener las autorizaciones que concurren en la ejecución por parte de otras administraciones y organismos tutelares de diversas competencias y, en su caso, actualizar la documentación presentada con anterioridad a las mismas.

Al efecto, el proyecto tiene en cuenta las normas que el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo recoge en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (en adelante Reglamento), conforme con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero (publicado en el BOE nº68 de 19 de marzo de 2008), y demás normativa técnica aplicable.

Las características de la línea eléctrica se describen en los siguientes apartados.

## 3 Normativa

### 3.1 Normas y especificaciones particulares aplicables de la empresa distribuidora

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

El presente Proyecto, ha sido elaborado de acuerdo al Real Decreto 223/2008 por el que se aprueban el Reglamento de sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Así mismo se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación
- Recomendaciones UNESA (RU)
- Recomendaciones del IEEE
- Recomendaciones de la CIGRE

### 3.2 Normativa de Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

### 3.3 Obra civil

- Eurocódigo 1: Acciones generales y Acciones del viento en estructuras. UNE-EN 1991-1-4:2018  
Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y modificaciones posteriores, tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.
- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición

### 3.4 Seguridad y salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones de la Ley 54/2003 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción.

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y todas las modificaciones que lo afectan.
- 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.

### 3.5 Medioambiente

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
 

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en virtud de la normativa vigente.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 5/2003, de 20 de marzo, de residuos de la Comunidad de Madrid
- Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

### 3.6 Relación de normas UNE aplicables al proyecto

Se incluye a continuación, la relación de normas de la ITC-LAT 02, de acuerdo con la ITC LAT 09 do Real Decreto 223/2008, del 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 do 19.03.2008), teniendo en cuenta la Resolución del 17 de abril de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT-02 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, del 15 de febrero. (BOE núm. 102 do 29.04.2021):

#### 3.6.1 Generales

**UNE-EN 62262:2002** Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

**UNE-EN 50341:2017** Líneas eléctricas aéreas de más de 1 kV en corriente alterna. Parte 1: Requisitos generales. Especificaciones comunes.

**UNE-EN 50341-2-6:2017** Líneas eléctricas aéreas de más de 1 kV en corriente alterna. Parte 2-6: Aspectos Normativos Nacionales para España

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en esta versión de la normativa vigente.

**UNE-EN 60060-1:2012** Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo

**UNE-EN 60060-2:2012** Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

**UNE-EN 60060-3:2006** Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

**UNE-EN 60060-3 CORR:2007** Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

**UNE-EN IEC 60071-1:2020** Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

**UNE-EN IEC 60071-2:2018** Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

**UNE-EN 60270:2002** Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.

**UNE-EN 60270:2002/A1:2016** Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.

**UNE-EN 60529:2018** Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

**UNE-EN 60529:2018/A1:2018** Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

**UNE-EN 60529:2018/A2:2018** Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

**UNE-EN 60529:2018/A2:2018/AC:2019** Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

**UNE-EN 60865-1:2013** Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.

**UNE-EN 60909-0:2016 (RATIFICADA)** Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes. (Ratificada por AENOR en agosto de 2016).

**UNE-EN 60909-3:2011** Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

**EA 0058:2016** Forros de protección antielectrocución de la avifauna en líneas eléctricas aéreas de distribución.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### 3.6.2 Cables y Conductores

**UNE 21056:1981** Electrodo de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre.

**UNE 21056:2000 ERRATUM** Electrodo de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre.

**UNE 207015:2013** Conductores desnudos de cobre duro cableados para líneas eléctricas aéreas.

**UNE-EN 50182:2002** Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

**UNE-EN 50182:2002/AC:2013** Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

**UNE-EN 50183:2000** Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio-silicio.

**UNE-EN 50189:2000** Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.

**UNE-EN 60794-4:2021** Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia.

**UNE-EN-4-10:2021** Cables de fibra óptica. Parte 4-10: Especificación intermedia. Cables de tierra ópticos (OPGW) a lo largo de líneas eléctricas.

**UNE-EN 61232:1996** Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

**UNE-EN 61232/A11:2001** Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

**UNE-EN 61232:2004 ERRATUM** Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

**UNE 21192:1992** Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

**UNE 21192:1992/1M:2009** Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

**UNE 21192:1994 ERRATUM** Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

**UNE 21144-1-1:2012** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**UNE 21144-1-1:2012/1M:2015** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.

**UNE 21144-1-2:1997** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.

**UNE 21144-1-3:2003** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.

**UNE 21144-2-1:1997** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

**UNE 21144-2-1/1M:2002** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

**UNE 21144-2-1/2M:2007** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

**UNE 21144-2-2:1997** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.

**UNE 21144-3-1:2018** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.

**UNE 21144-3-2:2000** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

**UNE 21144-3-3:2007** Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.

**UNE 211006:2010** Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.

**UNE 211003-3:2001** Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ( $U_m=36$  kV).

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**UNE 211003-3:2001/1M:2009** Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ( $U_m=36$  kV).

**UNE 211435-2:2021** Guía para la elección de cables eléctricos para circuitos de distribución de energía eléctrica. Parte 1: Cables de tensión asignada superior a 0,6/1 kV.

**UNE-EN 50575:2015** Cables de energía, control y comunicación. Cables para aplicaciones generales en construcciones sujetos a requisitos de reacción al fuego.

**UNE-EN 50575:2015/A1:2016** Cables de energía, control y comunicación. Cables para aplicaciones generales en construcciones sujetos a requisitos de reacción al fuego.

**UNE-EN 60228:2005** Conductores de cables aislados.

**UNE-EN 60228 CORR:2005** Conductores de cables aislados.

**UNE-EN 60228:2005 ERRATUM:2011** Conductores de cables aislados.

**UNE 211632-1:2017** Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.

**UNE 211632-4A:2017** Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 4A: Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3).

### 3.6.3 Accesorios para cables

**UNE 21021:1983** Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

**UNE-EN IEC 61854:2021** Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.

**UNE-EN 61854:1999** Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.

**UNE-EN IEC 61897:2021** Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas.

**UNE-EN 61897:2000** Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo "Stockbridge".

**UNE-EN 124-1:2015** Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Parte 1: Definiciones, clasificación, principios generales de diseño, requisitos de comportamiento y métodos de ensayo.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la Normativa vigente

**UNE-EN 124-2:2015** Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Parte 2: Dispositivos de cubrimiento y de cierre de fundición.

**UNE-EN 124-3:2015** Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Parte 5: Dispositivos de cubrimiento y de cierre de acero o aleación de aluminio.

**UNE-EN 124-4:2015** Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Parte 5: Dispositivos de cubrimiento y de cierre de hormigón armado.

**UNE-EN 124-5:2015** Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Parte 5: Dispositivos de cubrimiento y de cierre de materiales compuestos.

**UNE-EN 61386-1:2008** Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.

**UNE-EN 61386-1:2008 ERRATUM 2010** Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.

**UNE-EN 61386-1:2008/A1:2020** Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.

**UNE-EN 61386-23:2005** Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 23: Requisitos generales. Sistemas de tubos flexibles.

**UNE-EN 61386-23:2008/A11:2011** Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 23: Requisitos particulares. Sistemas de tubos flexibles.

**UNE-EN 61386-24:2011** Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra.

**UNE-EN 61386-25:2012** Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 25: Requisitos particulares. Elementos de fijación para tubos.

### 3.6.4 Apoyos y HERRAJES

**UNE 207009:2019** Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

**UNE 207016:2007** Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**UNE 207017:2010** Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.

**UNE 207018:2018** Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.

**UNE 211605:2022** Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.

**UNE-EN 795:2012 (RATIFICADA)** Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2021.)

**UNE-EN 60652:2004** Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.

**UNE-EN IEC 60652:2021 (RATIFICADA)** Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2021.)

**UNE-EN 60695-11-10:2014** Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 11-10: Llamas de ensayo. Métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W.

**UNE-EN 60695-11-10:2014/AC:2015** Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 11-10: Llamas de ensayo. Métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W

**UNE-EN 61284:1999** Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.

**UNE-EN IEC 60068-2-52:2018 (RATIFICADA)** Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo Kb: niebla salina, ensayo cíclico (solución de cloruro sódico). (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en marzo de 2018.)

**UNE-EN ISO 1461:2010** Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

**UNE-EN ISO 10684:2006** Elementos de fijación. Recubrimiento por galvanización en caliente.

**UNE-EN ISO 10684:2006/AC:2009** Elementos de fijación. Recubrimiento por galvanización en caliente.

### 3.6.5 Aisladores

**UNE 21009:1989** Medidas de los acoplamientos para rotula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores

**UNE 21128:1980** Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores

**UNE 21128:1980/1M:2000** Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores

**UNE-EN 60305:1998** Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.

**UNE-EN IEC 60305:2021 (RATIFICADA)** Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2021).

**UNE-EN 60372:2004** Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rotula y alojamiento de rotula. Dimensiones y ensayos.

**UNE-EN 60372:2021** Dispositivos de enclavamiento para acoplamientos de rotula y alojamiento de rótula de cadenas de aisladores. Dimensiones y ensayos.

**UNE-EN 60383-1:1997** Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

**UNE-EN 60383-1/A11:2000** Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

**UNE-EN 60383-2:1997** Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

**UNE-EN 60433:1999** Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón.

**UNE-EN 60433:2021 (RATIFICADA)** Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2021.)

**UNE-EN 61109:2010** Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en

**UNE-EN 61211:2005** Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.

**UNE-EN 61325:1997** Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

**UNE-EN 61466-1:2016** Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.

**UNE-EN 61466-2:1999** Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

**UNE-EN 61466-2/A1:2003** Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

**UNE-EN 61466-2/A2:2018** Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

**UNE-EN 62217:2013** Aisladores poliméricos para uso interior y exterior. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

### 3.6.6 Aparamenta

**UNE-EN 62271-100:2011** Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

**UNE-EN 62271-100:2011/A1:2014** Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

**UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017 (RATIFICADA)** Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

**UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017/AC:2018-03 (RATIFICADA)** Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en abril de 2018.)

**UNE-EN 62271-100:2021 (RATIFICADA)** Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2021.)

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**UNE-EN 62271-102:2021** Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

**UNE-EN 62271-103:2012** Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.

### 3.6.7 Pararrayos

**UNE 21087-3:1995 Pararrayos.** Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.

**UNE-EN 60099-4:2016 Pararrayos.** Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

**UNE-EN IEC 60099-5 :2018 (RATIFICADA)** Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2018.)

## 3.7 Relación de normas y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento ITC-RAT 02

### 3.7.1 Generales

**UNE-EN 60060-1:2012** Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.

**UNE-EN 60060-2:2012** Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

**UNE-EN 60071-1:2020** Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

**UNE-EN 60071-1/A1:2020** Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

**UNE-EN 60071-2:2018** Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

**UNE-EN 60027-1:2009** Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.

**UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009** Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.

**UNE-EN 60027-4:2011** Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Maquinas eléctricas rotativas.

**UNE 207020:2012 IN** Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión

### 3.7.2 Aisladores y pasatapas

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**UNE-EN 60168:1997** **UNE-EN 60168/A2:2001** Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.

**UNE-EN 60168/A1:1999** Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.

**UNE-EN 60168/A2:2001** Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.

**UNE 21110-2:1996** Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.

**UNE 21110-2 ERRATUM:1997** Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.

**UNE-EN 60137:2018** Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.

**UNE-EN 60507:2014** Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

### 3.7.3 Aparamenta

**UNE-EN 62271-1:2019** Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.

**UNE-EN 61439-5:2015** Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparata para redes de distribución pública

### 3.7.4 Seccionadores

**UNE-EN 62271-102:2021** Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

### 3.7.5 Interruptores, contactores e interruptores automáticos

**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 62271-104:2015** Aparata de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.

**UNE-EN 62271-106:2012** Aparata de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.

**UNE-EN 62271-100:2011** Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### 3.7.6 Aparata bajo envoltente metálica o aislante

**UNE-EN 62271-200:2012** Aparata de alta tensión. Parte 200: Aparata bajo envoltente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

**UNE-EN 62271-201:2015** Aparata de alta tensión. Parte 201: Aparata bajo envoltente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

**UNE-EN 62271-203:2013** Aparata de alta tensión. Parte 203: Aparata bajo envoltente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.

**UNE-EN 60529:2018/A1:2018** Grados de protección proporcionados por las envoltentes (Código IP).

**UNE-EN 60529:2018** Grados de protección proporcionados por las envoltentes (Código IP).

**UNE-EN 62262:2002** Grados de protección proporcionados por las envoltentes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

### 3.7.7 Transformadores de potencia

**UNE-EN 60076-1:2013** Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.

**UNE-EN 60076-2:2013** Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.

**UNE-EN 60076-3:2014** Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.

**UNE-EN 60076-5:2008** Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.

**UNE-EN 60076-11:2021** Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.

**UNE-EN 50588-1:2016** Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.

**UNE 21428-1:2021** Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**UNE 21428-1-1:2021** Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en un líquido aislante, 50 Hz, de 25 kVA a 3 150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 1: Requisitos para transformadores bitensión en alta tensión.

**UNE 21428-1-2:2021** Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en un líquido aislante, 50 Hz, de 25 kVA a 3 150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 2: Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.

**UNE-EN 50588-2-1:2019** Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Parte 2: Transformadores con cajas de cable en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales para transformadores con potencia asignada inferior o igual a 3 150 kVA.

**UNE-EN 50588-3:2018** Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Parte 3: Transformadores con cajas de cable en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cable tipo 1 para transformadores que cumplan con los requisitos de la norma EN 50588-2.

**UNE-EN 50588-4:2018** Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Parte 4: Transformadores con cajas de cable en el lado de alta y/o

baja tensión. Cajas de cable tipo 2 para transformadores que cumplan con los requisitos de la norma EN 50588-2.

**UNE-EN 50708-1-1:2021** Transformadores de potencia. Requisitos europeos adicionales. Parte 1-1: Parte común. Requisitos generales.

**UNE-EN 50708-2-1:2021** Transformadores de potencia. Requisitos europeos adicionales. Parte 2-1: Transformador de media potencia. Requisitos generales.

### 3.7.8 Centros de transformación prefabricados

**UNE-EN 62271-202:2015** Apararmenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.

**UNE-EN 62271-212:2017** Apararmenta de alta tensión. Parte 212: Conjuntos compactos de equipos para centros de transformación (CEADS).

### 3.7.9 Transformadores de medida y protección

**UNE-EN 61869-1:2010** Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.

**UNE-EN 61869-2:2013** Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**UNE-EN 61869-5:2012** Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.

**UNE-EN 61869-3:2012** Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.

**UNE-EN 61869-4:2017** Transformadores de medida. 4: Requisitos adicionales para transformadores combinados.

### 3.7.10 Pararrayos

**UNE-EN 60099-4:2016** Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

### 3.7.11 Fusibles de alta tensión

**UNE-EN 60282-1:2011** Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.

### 3.7.12 Cables y accesorios de conexión de cables

**UNE 211605:2022** Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.

**UNE-EN 60332-1-2:2005** Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.

**UNE-EN 60228:2005** Conductores de cables aislados.

**UNE 211002:2017** Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (U<sub>0</sub>/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas.

**UNE 21027-9:2017** Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (U<sub>0</sub>/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento reticulado y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas.

**UNE 211006:2010** Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.

**UNE 211620:2020** Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9).

[Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente]

**UNE 211027:2013** Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

**UNE 211028:2013** Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

#### 4 Peticionario y Promotor

El titular y a la vez promotor del proyecto de la línea eléctrica de evacuación a 220 kV es la sociedad KHONS SUN POWER con C.I.F. B88476957 y domicilio fiscal en la Paseo de la Castellana 140, 7ºC, 28046 (Madrid).

Representante: José Luis Sevilla Ferrández, DNI: 06982360-C.

Domicilio a efectos de notificaciones: Calle Orense,34 – Torre Norte, Planta 10, 28020, Madrid.

Teléfono de contacto: 648 62 87 64

E-mail contacto: [pgarcia@ric.energy](mailto:pgarcia@ric.energy)

## 5 Situación y emplazamiento

Los terrenos donde se ubicará las modificados del Tercer Modificado del Proyecto de la **LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)** se localizan en los términos municipales de Arganda del Rey, Morata de Tajuña, Chinchón y Colmenar de Oreja en la provincia de Madrid. Para una información más precisa remitirse al plano **REN-20-021-001 "SITUACIÓN"** y **REN-20-021-002 "EMPLAZAMIENTO"**.

## 6 Descripción general de la instalación

### 6.1 Línea aéreo-subterránea

La evacuación de la energía desde los Parques Solares Fotovoltaicos Tagus I y Tagus II se realizará mediante línea eléctrica aérea simple circuito de 220 kV de 24.170,02 metros de longitud y línea subterránea de 13.714,10 metros de longitud, hasta la subestación de ARGANDA 220 kV.

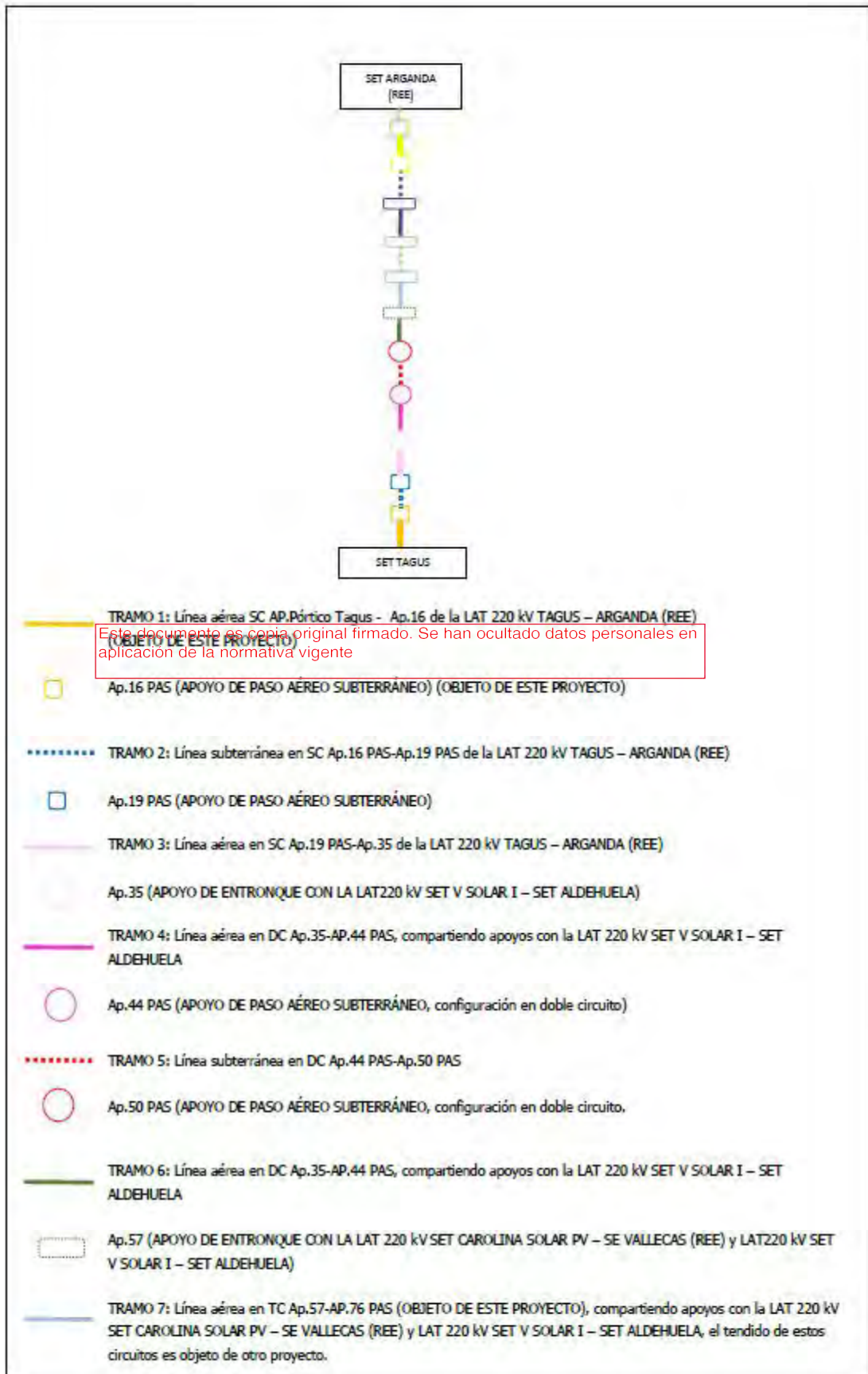
La línea aéreo-subterránea se divide en doce tramos, siendo los tramos afectados objeto de este modificado los siguientes:

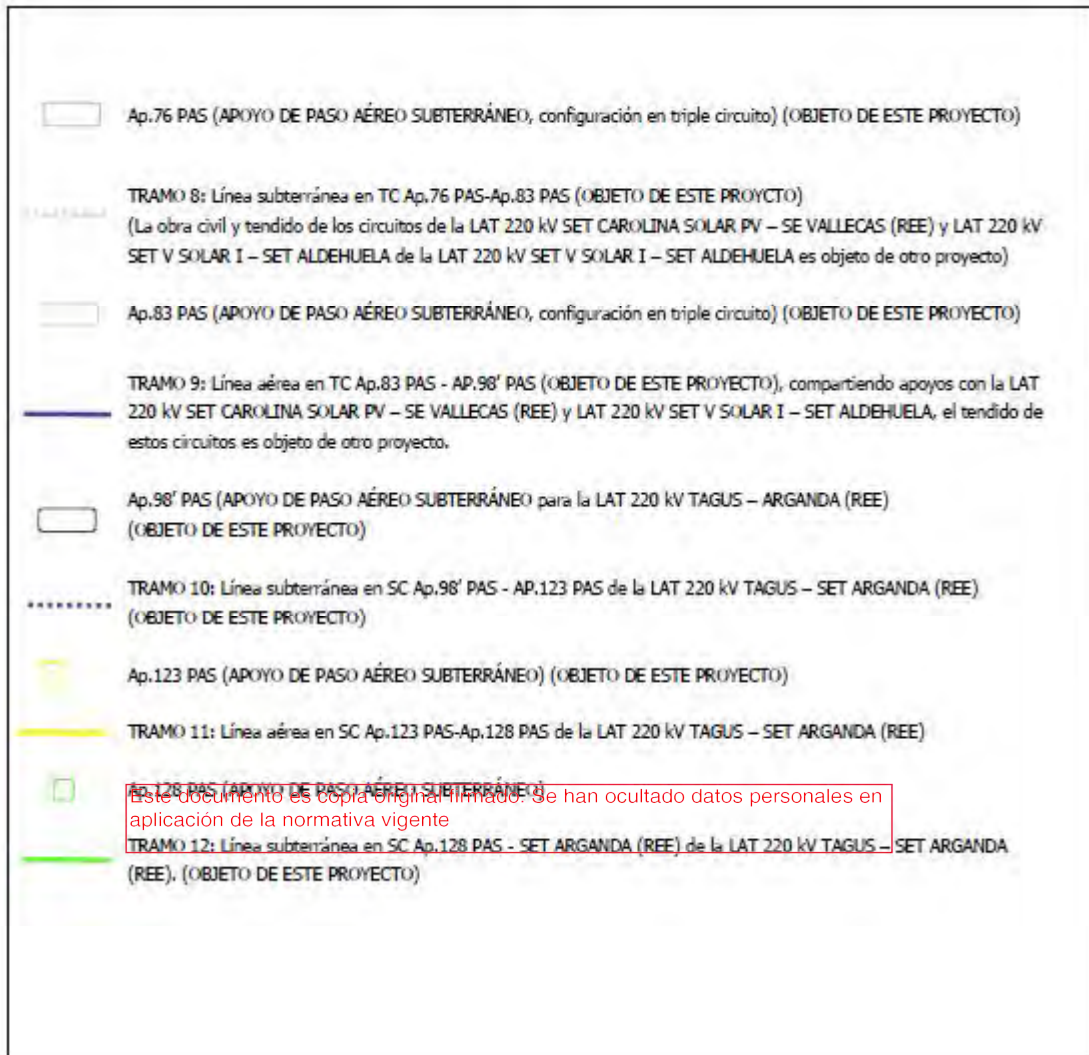
- Tramo2: Línea subterránea en simple circuito entre los apoyos de paso aéreo-subterráneo 16-PAS y 19-PAS, con una longitud de 1.022,68 metros. En este tramo se ha proyectado una nueva perforación horizontal dirigida debido al requerimiento del Canal de Isabel II para el cruce de la Arteria de Abastecimiento Almoquera-Godor y línea de FO existente.  
Este documento es propiedad de RIC Energy. Se han borrado todos los datos personales en aplicación de la normativa vigente
- Tramo 7: Línea aérea en triple circuito compartiendo apoyos con la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y con la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela pertenecientes al expediente PFot: 583 AC entre el apoyo 57 y apoyo de paso aéreo subterráneo 76-PAS, con una longitud de 5.311,03 metros. Debido al Plan Especial de Infraestructuras (PEI) de la Comunidad de Madrid se eliminan parte del trazado aéreo (en concreto los apoyos 77 y 79PAS) y se modifica el apoyo 76, pasando este a ser un apoyo de paso aéreo subterráneo.
- Tramo 8: Línea subterránea en triple circuito entre los apoyos de paso aéreo-subterráneo 76-PAS y 83-PAS, con una longitud de 2.520,09 metros. La modificación en este caso consiste en la ampliación del tramo soterrado por interferencias con el Plan Especial de Infraestructuras (PEI) de la Comunidad de Madrid.
- Tramo 9: Línea aérea en triple circuito compartiendo apoyos con la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y con la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela pertenecientes al expediente PFot: 583 AC entre los apoyos de paso aéreo-subterráneo 83-PAS y 98'PAS, con una longitud de 3.854,16 metros. La modificación en este tramo debido a la interferencia con la Concesión Minera de Portland, consiste en modificar la alineación entre los apoyos 96 y 100'PAS eliminando parte del trazado aéreo (en concreto los apoyos 99' y 100'PAS) y modificando el apoyo 98', pasando este a ser un apoyo de paso aéreo subterráneo.

- Tramo 10: Línea subterránea en triple y simple circuito entre los apoyos de paso aéreo-subterráneo 89'PAS y 123-PAS, con una longitud de 6.366,19 metros. La modificación en este tramo consiste en la ampliación del tramo soterrado por la aparición de la Concesión Minera de Portland.
- Tramo 12: Línea subterránea en simple circuito entre el apoyo de paso aéreo-subterráneo 128-PAS y la SET ARGANDA (REE), con una longitud de 1.637,82 metros. En este caso se produce una modificación del tramo subterráneo debido a los condicionantes para poder entrar a la Subestación Arganda (REE).

A continuación, se representan mediante un esquema los diferentes tramos:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente





**6.2 Descripción del trazado de la línea 220 kV**

La evacuación de la energía de las Plantas Solares Fotovoltaicas Tagus I y Tagus II se realizará mediante la línea eléctrica aéreo-subterránea en simple circuito de 37.884,11 metros desde la salida de la SET TAGUS hasta entrada en la SET ARGANDA (REE).

La SET TAGUS se localiza en las coordenadas UTM ETRS89 Huso 30 aproximadas X: 456.713, Y: 4.428.971, situada en el término municipal de Ontígola (Toledo), partiendo de la misma la línea eléctrica aéreo-subterránea de 220 kV y discurriendo sobre terrenos destinados a la agricultura y zonas terrestres sin aprovechamiento económico hasta su final en la SE ARGANDA 220 kV, en las coordenadas UTM aproximadas X: 460.959, Y: 4.461.386; sito en el término municipal de Arganda del Rey (Madrid).

**6.2.1 Descripción del trazado de línea aérea**

La línea aérea tiene su origen en la Subestación TAGUS y discurre a través de 37 alineaciones y 94 apoyos hasta el apoyo 128-PAS mediante tramos en aéreo 1, 3, 4, 6, 7, 9 y 11 alternándose con los tramos 2, 5, 8, 10 y 12 en subterráneo en proyecto. La longitud de la línea aérea es de 24.170,02.

Los tramos aéreos objeto del presente documento son los 7 y 9, los cuales discurrirán por los términos municipales de Morata de Tajuña y Chinchón en la provincia de Madrid.

**6.2.1.1 Tramo 7 entre Ap.57 y Ap.76-PAS**

El tramo 7 tiene su origen en el apoyo 57, a partir del cual se compartirán apoyos de triple circuito con la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y con la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela, circuitos no objeto de este proyecto, discurriendo de esta manera a través de 7 alineaciones y 20 apoyos hasta el apoyo 76-PAS, dónde conectará con el tramo 8 triple circuito subterráneo en proyecto. La longitud de la línea aérea de dicho tramo es de 5.311,03 metros y se encuentra ubicada en el término municipal de Chinchón en la provincia de Madrid.

A continuación, se muestran los cruzamientos existentes por alineaciones en el tramo aéreo de la línea:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**Provincia: Madrid**

**Término municipal: Chinchón**

**Longitud: 5.311,03 m**

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
20	57	58	184,97	117,63	-

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
21	58	69	196,70	3.248,81	Cruce Nº41. Arroyo de Valdehorno Cruce Nº41A. Arroyo de Valdehorno Cruce Nº42. Arroyo de la rendija Cruce Nº43. Arroyo Cruce Nº44. Arroyo de las cárcavas Cruce Nº45. Arroyo Cruce Nº46. Arroyo de Valdepozas Cruce Nº47. Arroyo Cruce Nº47A. Arroyo Cruce 47B Barranco Valmuerto Cruce Nº48. Barranco Valmuerto
22	69	73'	145,19	1.156,33	Cruce Nº49. Barranco de la Peña del Agua Cruce Nº50. Gasoducto Cruce Nº51. Línea telefónica Cruce Nº52. Carretera M-311 Cruce Nº53. Arroyo Cruce Nº54. Arroyo
23	73'	74'	274,31	311,15	Cruce Nº54A. Arroyo
24	74'	75'	131,74	200,33	-
25	75'	76PAS	221,63	276,79	-

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Alineaciones no modificadas en el presente documento

**6.2.1.2 Tramo 9 entre Ap.83-PAS y Ap.98’PAS**

El tramo 9 tiene su origen en el apoyo 83-PAS y discurre compartiendo apoyos de triple circuito, perteneciendo a este proyecto sólo el circuito de la LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE), a través de 9 alineaciones y 16 apoyos hasta el apoyo 98’PAS, dónde conectará con el tramo 10 simple circuito subterráneo en proyecto, separándose de la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y de la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela, pertenecientes al expediente PFot: 583 AC. La longitud de la línea aérea de dicho tramo es de 3.854,16 metros y se encuentra ubicada en los términos municipales de Chinchón y Morata de Tajuña en la provincia de Madrid.

A continuación, se muestran los cruzamientos existentes por alineaciones en el tramo aéreo de la línea:

**Provincia: Madrid**

**Término municipal: Chinchón**

**Longitud: 73,42 m**

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
27(*)	83-PAS	84'	188,14	258,99	-

(\*) De esta alineación, pertenecen a Chinchón 73,42 metros.

Alineaciones no modificadas en el presente documento

**Provincia: Madrid**

**Término municipal: Morata de Tajuña**

**Longitud: 3.780,74 m**

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
27(*)	83-PAS	84'	188,14	258,99	Cruce Nº60. Acequia
28	84'	85''	213,49	269,05	Cruce Nº61. Acequia Cruce Nº62. Arroyo Cruce Nº63. Arroyo Cruce Nº64. Carretera M-313 Cruce Nº65. Línea Telefónica
29	85''	86	147,49	271,25	Cruce Nº65A. Barranco de las Carabinas Cruce Nº66. LMT Cruce Nº67. LMT

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
30	86	89	227,58	783,83	Cruce Nº68. Carretera M-311 Cruce Nº69. Línea Telefónica Cruce Nº70 LMT
31	89	92'	228,60	647,48	Cruce Nº71. Arroyo Cruce Nº72. LAT 400 kV Cruce Nº73. Arroyo Cruce Nº73A. Barranco de las Carabinas
32	92'	94'	241,73	642,34	Cruce Nº73B. Barranco de las Carabinas Cruce Nº73C. Futura línea 132 kV Cruce Nº78. Línea Telefónica Cruce Nº79. Carretera M-302 Cruce Nº80. Cordel de las merinas Cruce Nº81. LMT
33	94'	95'	167,64	208,90	-
34	95'	96'	219,47	220,43	-
35	96'	98'PAS	-	551,89	Cruce Nº80'. Colada Senda de la Galiana Cruce Nº81A. Futura LAT Envatios Cruce Nº83. LMT Cruce Nº84. Colada camino Megial

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

(\*) De esta alineación, pertenecen a Morata de Tajuña 185,57 metros.

- Alineaciones no modificadas en el presente documento
- Alineaciones modificadas en el presente documento

6.2.1.3 Coordenadas de los Apoyos

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los apoyos de la línea en proyección UTM utilizando en ETRS89 en el huso 30 objeto del presente documento.

Nº Apoyo	Tipo	X	Y	Z
57	220-FL III-TC -15	460.572,84	4.443.874,99	638,37
58	220-FL I-TC-20	460.626,83	4.443.979,50	641,12
59	220-SUS-TC-22	460.687,61	4.444.227,05	640,14
60	220-AN-TC-24	460.756,57	4.444.507,89	638,7
61	220-SUS-TC-22	460.831,83	4.444.814,38	651,19
62	220-SUS-TC-22	460.904,81	4.445.111,59	639,26
63	220-SUS-TC-22	460.975,59	4.445.399,86	633,41
64	220-SUS-TC-22	461.019,15	4.445.577,28	634,65
65	220-AN-TC-24	461.090,91	4.445.869,54	626,6
66	220-SUS-TC-22	461.170,24	4.446.192,61	624,12
67	220-SUS-TC-22	461.255,73	4.446.540,76	623,75
68	220-SUS-TC-22	461.295,28	4.446.701,86	622,38
69	220-AN-TC-24	461.401,53	4.447.134,57	618,52
70'	220-SUS-TC-25	461.458,02	4.447.429,96	613,2
71'	220-SUS-TC-22	461.524,68	4.447.778,49	614,68
72'	220-SUS-TC-25	461.564,21	4.447.985,20	609,55
73'	220-FL III-TC-20	461.618,74	4.448.270,32	610,46
74'	220-FL III-TC-20	461.425,03	4.448.513,81	591,22
75'	220-FL III-TC-20	461.520,22	4.448.690,07	599,72
76'PAS	220-FL-PAS-TC-20	461.369,23	4.448.922,03	530,25
83 PAS	220-FL-PAS-TC-20	461.021,66	4.451.302,29	537,22
84'	220-FLI-TC-25	460.869,15	4.451.511,61	539,11
85''	220-FLII-TC-25	460.673,20	4.451.695,97	542,57
86	220-FL III-TC-25	460.519,17	4.451.919,25	551,49
87	220-AN-TC-24	460.200,15	4.451.964,87	558,76
88	220-SUS-TC-28	459.895,54	4.452.008,43	585,98
89	220-FL-TC-15-ESP	459.743,24	4.452.030,21	584,92
90'	220-AN-TC-15	459.574,36	4.452.139,71	589,73
91'	220-SUS-TC-34	459.400,91	4.452.252,18	626,07
92'	220-FL II-TC-30	459.199,98	4.452.382,47	633,86
93'	220-SUS-TC-31	459.045,67	4.452.636,31	676,9
94'	220-FL II-TC-35	458.866,31	4.452.931,35	693,46
95'	220-FL II-TC-20	458.889,11	4.453.139,00	695,18

Nº Apoyo	Tipo	X	Y	Z
96'	220- FL II-TC-25	458.803,47	4.453.342,12	693,51
97'	220-SUS-TC-28	458.909,06	4.453.656,61	695,22
98'PAS	220-FL-PAS-TC-20	458.979,13	4.453.865,31	685,64

Apoyos no modificados en el presente documento

Apoyos modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 6.2.2 Descripción del trazado de la línea subterránea

El trazado subterráneo tiene una longitud de 13.714,10 metros en total (medidos en planta) y se compone de los tramos 2, 5, 8, 10 y 12 que se alternan con los tramos en aéreo 1, 3, 4, 6, 7, 9 y 11.

Los tramos subterráneos objeto del presente documento son el 2, 8 y 10, los cuales discurrirán por los términos municipales de Arganda del Rey, Morata de Tajuña, Chinchón y Colmenar de Oreja en la provincia de Madrid.

### 6.2.2.1 Tramo 2 entre Ap.16-PAS y Ap.19-PAS

Tiene su origen en el apoyo 16-PAS donde se instalarán las botellas para la conversión aéreo-subterránea, con una longitud total de 1.022,68 metros (medidos en planta). Desde dicho punto discurre en simple circuito 70 metros por la parcela catastral 45124A01100050 para después atravesar las parcelas 45124A01109006, 45124A01100074, 45124A01100073, 45124A01100080 y 45124A01100079, hasta llegar a la parcela 45124A01100081 donde se encuentra el pozo de entrada para la PHD proyectada para cruzar el Río Tajo. Dicha PHD tendrá su salida en el pozo instalado en la parcela 28043A01800128 en donde se instalará la cámara de empalme CE01. A partir de este punto la traza continuará discurriendo aproximadamente 134 m hasta el nuevo pozo de entrada de la PHD para cruzar la tubería del Canal de Isabel II, una línea de fibra óptica. La PHD tendrá su pozo de salida en la parcela 28043A01800231 para luego seguir discurriendo por las parcelas 28043A01800258 y 28043A01800251, en esta parcela se instalará el pozo de entrada de la PHD proyectada para el cruce de la carretera M-320 y una acequia saliendo por el pozo situado en la parcela hasta 28043A01800115 donde discurrirá hasta llegar a el apoyo de paso aéreo-subterráneo 19-PAS a partir del cual conectará con el tramo 3 en aéreo.

### 6.2.2.2 Tramo 8 entre Ap.76-PAS y Ap.83-PAS

Tiene su origen en el apoyo 76-PAS de paso aéreo-subterráneo situado en la parcela 28052A00300260 a partir del cual discurrirá en triple circuito (C1 perteneciente a la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE), C2 perteneciente a la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela y el C3 perteneciente a la LAT 220 kV TAGUS-ARGANDA objeto de este proyecto), con una longitud total de 2.520,09 metros. Desde dicha parcela discurrirá el trazado aproximadamente 445 m hasta las parcelas 28052A00300232 y 28052A00300233, dónde se ubicarán las nuevas cámaras de empalme CE4.1A, CE04.1B y CE04.1C, para continuar discurriendo por varias parcelas hasta llegar a las cámaras de empalme CE04.2A, CE04.2B y CE04.2C, ubicadas en las parcelas 28052A00300195 y 28052A00300456. Desde dicho punto el trazado continuará atravesando las parcelas 28052A00300457, 28052A00300191, 28052A00300190, 28052A00300189, hasta llegar al pozo de entrada de la parcela 28052A00300069 a partir del cual está proyectada una perforación horizontal dirigida para cruzar el río Tajuña, teniendo dicha PHD su fin en el pozo de salida situado en la parcela 28052A00200198 desde la cual continuará discurriendo a través de las parcelas 28052A00200197,

28052A00309003, 28052A00200196, 28052A00200192 y 28052A00200191, en la que se instalarán las cámaras de empalme CE05A, CE05B y CE05C. Seguidamente atravesará la parcela 28052A00200188 hasta llegar al camino de referencia catastral 28052A00209012 por el cual continuará durante 500 metros hasta entrar en la parcela 28052A00200257 atravesándola y continuando su camino por las parcelas 28052A00200258, 28052A00200259, 28052A00200260, 28052A00200261, 28052A00200262, 28052A00200266 y 28052A00200098. En esta última se instalarán las cámaras de empalme CE06A, CE06B y CE06C. La línea seguirá discurriendo a través de las parcelas 28052A00200401, 28052A00200101, 28052A00200102, 28052A00200105, 28052A00200109, 28052A00200110, 28052A00200108, 28052A00200112, 28052A00200113 y 28052A00200414 donde terminará en el apoyo de paso aéreo-subterráneo 83-PAS en el que conectará con el tramo 9 en aéreo proyectado.

Las cámaras de empalme CE04.1A, CE04.1B, CE02.A, CE02.B, CE05A, CE05B, CE06A y CE06B pertenecen a los circuitos de C1 de la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y C2 de la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela, no siendo objeto de este proyecto.

### 6.2.2.3 Tramo 10 entre Ap.98'PASy Ap.123-PAS

Tiene su origen en el apoyo 98'PAS situado en la parcela 28091A01700076 a partir de la cual discurrirá en triple circuito por el camino de Megial con referencia catastral 28091A01709001 hasta la incorporación a la Senda de Galicia con referencia catastral 28091A01509001 discurriendo por esta en 382 metros hasta la parcela 28091A01500003 , dónde se ubicarán las cámaras de empalme CE06.1A, CE06.1B y CE06.1C, para continuar discurriendo en 552 metros por varias parcelas hasta llegar a la parcela 28091A01800061. En dicha parcela se instalarán las cámaras de empalme CE07A, CE07B y CE07C, cabe destacar que a partir de este punto continuará discurriendo el trazado en simple circuito por las parcelas 28091A01809006, 28091A01800057, 28091A01800056 y 28091A01800053, donde se instalará el pozo de entrada de la PHD proyectada para realizar el cruce con la carretera M-311 que tendrá salida en el pozo de salida proyectado en la parcela 28091A01900107. Continuará su trazado atravesando las parcelas 002501600VK55F y 28091A01900001 hasta alcanzar la Colada del Camino Viejo de Madrid por la cual discurrirá 43 metros. De esta trayectoria se desviará sensiblemente a la parcela 28091A00200027 donde se instalará la cámara de empalme CE08. A continuación, continuará discurriendo por la parcela 002000100VK55F, para seguidamente incorporarse al camino de referencia catastral 28091A00209011, desviándose en la parcela 28091A00200017 para instalar la cámara de empalme CE09 y después volviendo a dicho camino para seguir discurriendo por él hasta alcanzar la parcela 28091A00200084 a partir de la cual continuará su trazado alcanzando las parcelas 28091A00209010, 28091A00200082, y 28091A00200099, donde se instalará la cámara de empalme CE10. A partir de dicho punto la línea subterránea continuará su trazado por las parcelas 28091A00200098, 28091A00200097, 28091A00200094, 28091A00200092, 28014A02300107 y 28014A02300142, donde será instalada la cámara de empalme CE11. Seguidamente continuará por la parcela 28014A02300108 atravesando a continuación el carril bici para continuar discurriendo por

la parcela 28014A02400187 hasta alcanzar el camino 28014A02309009 por el cual continuará discurriendo 1531 metros. De este camino se desviará la traza a la parcela 28014A02400135 donde se encuentra la cámara de empalme CE12, incorporándose de nuevo al camino por donde continuará hasta volver a desviarse en las parcelas 28014A02300162 y 28014A02300027 en las que se instalarán las cámaras de empalme CE13 y CE14 respectivamente. Después se volverá a incorporar al camino 28014A02309009 y atravesando el camino de Bayona con referencias, catastrales 28014A02309015 y 28014A02209004, hasta llegar a la parcela 28014A02200008 en donde se instalará la cámara de empalme CE15'. Desde dicho punto se incorporará de nuevo a los caminos citados para atravesarlos y llegar a las parcelas 28014A02300018, 28014A02310018, 28014A02300057, 28014A02300015, 28014A02200016 y 28014A02200018 donde se instalará la cámara de empalme CE16', cruzando la autovía A-3 por debajo siguiendo la vía pecuaria de la Colada de San Sebastián, para después continuar atravesando las parcelas 28014A02300005, 28014A02300004 y la Vía Pecuaria de las Calcavillas 28014A02309002 para, finalmente, llegar al apoyo de paso aéreo-subterráneo 123-PAS situado en la parcela 28014A04100042. En este punto conectará con el tramo 11 aéreo en proyecto.

Dicho tramo tiene una longitud total de 6.367,81 metros (medidos en planta).

Las cámaras de empalme CE06.1A, CE06.1B, CE07.A y CE07B pertenecen a los circuitos de C1 de la LAT 220 KV SET CAROLINA SOLAR PV SE VALLECAS (REE) y C2 de la LAT 220 KV SET V SOLAR I – SET Aldehuela, no siendo objeto de este proyecto.

#### 6.2.2.4 Tramo 12 entre Ap.128-PAS y SET ARGANDA

Tiene su origen en el apoyo 128-PAS de paso aéreo-subterráneo situado en la parcela 28014A04300061 a partir de donde se unirá al camino de referencia catastral 28014A04309007 (Colada de las Calcavillas) por el que discurrirá 110 metros hasta llegar a la parcela 28014A04900159 la cual atravesará para después continuar atravesando la parcela 28014A04900030 paralela al carril bici y dónde se instalará la cámara de empalme CE17. A partir de dicho punto la línea cruzará bajo la calle Ronda del Sur (por un paso inferior existente), continuando por terrenos propiedad del ayuntamiento de Arganda del Rey, atravesando el acceso al Hospital Universitario Sureste, y cruzando las parcelas catastrales 28014A04909028,1213003VK6611S, 1213002VK6611S, en esta última se instalará la cámara de empalme CE18. Desde dicha parcela atravesará la parcela 1213001VK6611S para continuar por terrenos del ayuntamiento de Arganda del Rey en los cuales se ubicará la otra discurriendo sensiblemente paralela a la carretera AR-30 hasta el cruce con ésta, para continuar 334 metros por la calle Río Manzanares hasta desviarse a la parcela catastral 1015601VK6611N en dónde se ubica una arqueta en la que se incorporará hasta entrar a la nueva posición de la SET Arganda 220kV.

Dicho tramo tiene una longitud total de 1.637,82 metros (medidos en planta).

### 6.3 Descripción de la línea aérea

La línea queda definida por las siguientes características:

#### 6.3.1 Características generales

##### 6.3.1.1 Tramo 7: AP.57 – AP.76PAS

- Circuitos C1 de la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y C2 de la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela

<b>Sistema</b>	Corriente Alterna Trifásica
<b>Frecuencia</b>	50 Hz
<b>Tensión nominal</b>	220 kV
<b>Tensión más elevada de la red</b>	245 kV
<b>Categoría</b>	Especial
<b>Zona</b>	B
<b>Medio</b>	Aéreo
<b>Disposición</b>	Hexágono
<b>N.º de circuitos (*)</b>	2
<b>N.º de conductores por fase</b>	2
<b>Tipo de conductor aéreo</b>	LA-455
<b>Potencia máxima admisible C1/C2</b>	617/617 MVA
<b>Potencia máxima a transportar (f.p. 0,9)</b>	278,61 (C1) / 267,18 (C2) MVA
<b>N.º de cables de tierra</b>	2
<b>Tipo de cable de tierra</b>	OPGW 48F-25kA
<b>Tipo de aislamiento</b>	Poliméricos
<b>Apoyos</b>	Metálicos de celosía
<b>Cimentaciones</b>	Hormigón
<b>Puesta a tierra</b>	Picas de toma de tierra/Anillo equipotencial
<b>Longitud T7 (km)</b>	5,311
<b>Nº de apoyos T7</b>	20(**)

(\*) El tendido de los circuitos C1 y C2 no son objeto de este proyecto

(\*\*) Se compartirán los apoyos con el C3 de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE)

- Circuito C3 de la LAT 220 KV TAGUS – ARGANDA (REE)

<b>Sistema</b>	Corriente Alterna Trifásica
<b>Frecuencia</b>	50 Hz
<b>Tensión nominal</b>	220 kV
<b>Tensión más elevada de la red</b>	245 kV
<b>Categoría</b>	Especial
<b>Zona</b>	B
<b>Medio</b>	Aéreo
<b>Disposición</b>	Hexágono
<b>N.º de circuitos</b>	1
<b>N.º de conductores por fase</b>	2
<b>Tipo de conductor aéreo</b>	LA-380
<b>Potencia máxima admisible</b>	548 MVA
<b>Potencia máxima a transportar (f.p. 0,9)</b>	392,8 MVA
<b>N.º de cables de tierra</b>	2
<b>Tipo de cable de tierra</b>	OPGW 48F-25kA
<b>Tipo de aislamiento</b>	Poliméricos
<b>Apoyos</b>	Metálicos de celosía
<b>Cimentaciones</b>	Hormigón
<b>Puesta a tierra</b>	Picas de toma de tierra/Anillo equipotencial
<b>Longitud T7 (km)</b>	5,311
<b>Nº de apoyos T7</b>	20(**)

(\*\*) Se compartirán los apoyos con el C3 de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE)

6.3.1.2 Tramo 9: AP.83PAS – AP.98’PAS

- Circuitos C1 de la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y C2 de la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela

<b>Sistema</b>	Corriente Alterna Trifásica
<b>Frecuencia</b>	50 Hz
<b>Tensión nominal</b>	220 kV
<b>Tensión más elevada de la red</b>	245 kV
<b>Categoría</b>	Especial
<b>Zona</b>	B
<b>Medio</b>	Aéreo
<b>Disposición</b>	Hexágono
<b>N.º de circuitos (*)</b>	2
<b>N.º de conductores por fase</b>	2
<b>Tipo de conductor aéreo</b>	LA-455
<b>Potencia máxima admisible C1/C2</b>	617/617 MVA
<b>Potencia máxima a transportar (f.p. 0,9)</b>	278,61 (C1) / 267,18 (C2) MVA
<b>N.º de cables de tierra</b>	2
<b>Tipo de cable de tierra</b>	OPGW 48F-25kA
<b>Tipo de aislamiento</b>	Poliméricos
<b>Apoyos</b>	Metálicos de celosía
<b>Cimentaciones</b>	Hormigón
<b>Puesta a tierra</b>	Picas de toma de tierra/Anillo equipotencial
<b>Longitud T9 (km)</b>	3,854
<b>Nº de apoyos T9</b>	16 (**)

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

(\*) El tendido de los circuitos C1 y C2 no son objeto de este proyecto

(\*\*) Se compartirán los apoyos con el C3 de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE)

- Circuito C3 de la LAT 220 KV TAGUS – ARGANDA (REE)

<b>Sistema</b>	Corriente Alterna Trifásica
<b>Frecuencia</b>	50 Hz
<b>Tensión nominal</b>	220 kV
<b>Tensión más elevada de la red</b>	245 kV
<b>Categoría</b>	Especial
<b>Zona</b>	B
<b>Medio</b>	Aéreo
<b>Disposición</b>	Hexágono
<b>N.º de circuitos</b>	1
<b>N.º de conductores por fase</b>	2
<b>Tipo de conductor aéreo</b>	LA-380
<b>Potencia máxima admisible</b>	548 MVA
<b>Potencia máxima a transportar (f.p. 0,9)</b>	392,8 MVA
<b>N.º de cables de tierra</b>	2

<b>Tipo de cable de tierra</b>	OPGW 48F-25kA
<b>Tipo de aislamiento</b>	Poliméricos
<b>Apoyos</b>	Metálicos de celosía
<b>Cimentaciones</b>	Hormigón
<b>Puesta a tierra</b>	Picas de toma de tierra/Anillo equipotencial
<b>Longitud T9 (km)</b>	3,854
<b>Nº de apoyos T9</b>	16 (**)

(\*\*) Se compartirán los apoyos con el C3 de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE)

### 6.3.2 Características de los materiales

#### 6.3.2.1 Conductores

##### Conductores de fase

- **Tramos Aéreos Triple Circuito 7 y 9**

Los apoyos de estos tramos serán de triple circuito y cada fase estará constituida por dos conductores. Para los circuitos C1 de la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y C2 de la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela se empleará cable de aluminio-acero (Al-Ac), tipo 402-AL1/52-ST1A (LA-455), mientras que para el circuito C3 de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE) se utilizará el cable de aluminio-acero (Al-Ac), tipo 337-AL1/ 44-ST1A (LA-380) siendo sus principales características las siguientes:

##### **LA-380**

<b>Diámetro conductor</b>	25,4 mm
<b>Diámetro alma</b>	8,46 mm
<b>Sección Al</b>	337,3 mm <sup>2</sup>
<b>Sección Ac</b>	43,7 mm <sup>2</sup>
<b>Sección total</b>	381 mm <sup>2</sup>
<b>Equivalencia en cobre</b>	217 mm <sup>2</sup>
<b>Carga mínima de rotura</b>	10.960 daN
<b>Módulo de elasticidad</b>	6.600 daN/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia eléctrica a 20°C</b>	0,0857 Ω/Km
<b>Composición</b>	54+7
<b>Masa lineal</b>	1.274,6 kg/km
<b>Coefficiente de dilatación lineal</b>	19,5 · 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
<b>Densidad de corriente</b>	1,89 A/mm <sup>2</sup>
<b>Intensidad máxima admisible</b>	719 A

**LA-455 (\*)**

<b>Diámetro conductor</b>	27,72 mm
<b>Diámetro alma</b>	9,24 mm
<b>Sección Al</b>	402,30 mm <sup>2</sup>
<b>Sección Ac</b>	52,20 mm <sup>2</sup>
<b>Sección total</b>	454,50 mm <sup>2</sup>
<b>Equivalencia en cobre</b>	259 mm <sup>2</sup>
<b>Carga mínima de rotura</b>	12.375 daN
<b>Módulo de elasticidad</b>	6.900 daN/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia eléctrica a 20°C</b>	0,0719 Ω/Km
<b>Composición</b>	54+7
<b>Masa lineal</b>	1.520,5 kg/km
<b>Coefficiente de dilatación lineal</b>	19,3 · 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
<b>Densidad de corriente</b>	1,77 A/mm <sup>2</sup>

(\*) El tendido del conductor de los circuitos C1 y C2 no es objeto de este proyecto

Los conductores son desnudos. Se han seleccionado hilos de aluminio con refuerzo de acero. Se prefieren por ser más ligeros y económicos. En la parte más alta de la torre, se ponen conductores desnudos con fibras en su interior, llamados de guardia, que sirven para apantallar la línea e interceptar las descargas atmosféricas antes de que alcancen los conductores activos situados debajo, también efectúan el cometido de enlace de telecomunicaciones. Estos hilos de guardia no conducen corriente y se conectarán solidariamente a tierra en cada una de las torres.

**Cable de protección y comunicaciones**

Para la protección de la línea contra descargas atmosféricas y comunicaciones se instalarán dos conductores de tierra del tipo compuesto OPGW de 48 fibras tanto en los apoyos de simple y triple circuito, de las siguientes características:

<b>Diámetro</b>	17,1 mm
<b>Sección</b>	159 mm <sup>2</sup>
<b>Peso</b>	0,863 (daN/m)
<b>Carga de rotura</b>	12.240 daN
<b>Módulo de elasticidad</b>	11.340 daN/mm <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de dilatación lineal</b>	14, 6 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
<b>Icc</b>	25 kA

Para que la protección contra las descargas atmosféricas sea eficaz se dispondrá la estructura de la cabeza de la torre de forma 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 los 30°.

En los apoyos de entronque se instalarán cajas de empalme de fibra óptica con el fin de redistribuir fibras con los circuitos C1 de la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y C2 de la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela.

**6.3.2.2 Herrajes y accesorios**

**Cadenas de aislamiento**

Según el R.L.A.T los aisladores utilizados en las líneas serán poliméricos.

El coeficiente de seguridad mecánica no será inferior a 3, tanto en aisladores como en herrajes.

Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Los elementos que las constituyen se pueden considerar divididos en cuatro grupos:

- Aisladores del tipo polimérico, cuyas características y denominación están fijadas en las Normas UNE en vigor.
- Herrajes. Norma de acoplamiento (en función del tipo de elemento aislador).
- Grapas (en función del diámetro del conductor y el cometido que hayan de desempeñar).
- Accesorios (~~varillas helicoidales preformadas para protección o retención terminal, etc.~~).

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**a) Aislamiento**

Se utilizarán las cadenas de aislamiento compuesto siguientes:

Cadenas de amarre	CS-160-220-III
Cadenas de suspensión	CS-120-220-III

Lo cual garantiza los siguientes niveles de aislamiento:

<b>Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo</b>	>1.050 kV
<b>Tensión soportada normalizada a 50 Hz bajo lluvia</b>	>460 kV

Se considera un nivel de contaminación fuerte (III). Este nivel de contaminación es equivalente a zonas con elevada densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con elevada densidad de calefacción generando contaminación, zonas cercanas al mar o, en cualquier caso, expuestas a vientos relativamente fuertes provenientes del mar.

Dado que el bastón polimérico considerado para las cadenas de aislamiento tiene una longitud total de 2,45 metros, se cumple con lo indicado en cuanto a las medidas correctoras de anti-electrocución de aves en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto. En este RD se establecen medidas para la

protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas aéreas de alta tensión, entre otras, el aislamiento de los conductores en un tramo de 1,40 m a ambos lados de la cruceta en los apoyos.

**b) Cadenas de suspensión**

Estarán formadas por grillete recto, anilla bola, aislamiento compuesto, rótula corta y grapa de suspensión preformada.

Las características eléctricas y mecánicas de los aisladores compuestos son los siguientes:

<b>Tipo</b>	CS-120-220-III
<b>Material</b>	Polimérico
<b>Carga mecánica</b>	≥12.000 daN
<b>Línea de fuga mínima</b>	≥6.125 mm
<b>Distancia de arco</b>	≥1.700 mm
<b>Unión normalizada IEC</b>	16

En los cruces ~~con carreteras se instalarán cadenas de suspensión dobles~~ con carreteras se instalarán cadenas de suspensión dobles en aplicación de la normativa vigente

**c) Cadenas de amarre**

Estarán formadas por grillete recto, anilla bola, aislamiento compuesto, rótula corta, grillete recto y grapa de compresión.

La medida de los vástagos y caperuzas permitirán el montaje de aisladores y herrajes que provengan de diferentes fabricantes. Las características y medidas, así como el montaje, se ajustarán a las Normas UNE y CEI de aplicación.

Los herrajes serán de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 207009.

Las características eléctricas y mecánicas de los aisladores compuestos son los siguientes:

<b>Tipo</b>	CS-160-220-III
<b>Material</b>	Polimérico
<b>Carga mecánica</b>	≥16.000 daN
<b>Línea de fuga mínima</b>	≥6.125 mm
<b>Distancia de arco</b>	≥1.700 mm
<b>Unión normalizada IEC</b>	16

### **Herraies del cable de tierra**

El coeficiente de seguridad mecánica no será inferior a 3.

Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

#### **a) Cadenas de suspensión**

Estarán formadas por grillete recto, eslabón revirado y grapa de suspensión. Además, contarán con los herrajes necesarios para su conexión a tierra.

#### **b) Cadenas de amarre**

Estarán formadas por grillete recto, eslabón revirado, tensor de corredera, guardacabos, retención del anclaje, empalme de protección y grapa de conexión a tierra.

### **Dispositivos antivibratorios**

Se instalarán los dispositivos antivibratorios necesarios, tanto pasivos como activos, para evitar vibraciones perjudiciales.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

#### **a) Dispositivos antivibratorios pasivos o de refuerzo**

Son los destinados a disminuir o evitar los efectos perjudiciales de las vibraciones del conductor, sobre sí mismo y el resto de los elementos (varillas para refuerzo de los puntos de sujeción, grapas especiales, etc.).

#### **b) Dispositivos antivibratorios activos o amortiguadores**

Son los que impiden que las vibraciones alcancen magnitudes peligrosas: amortiguadores tipo Stockbridge neumáticos, a pistón, a palanca oscilante, a pesa y resorte, etc.

### **Balizas salvapájaros**

Se instalarán balizas salvapájaros a lo largo de toda la línea. Dichos salvapájaros serán de materiales opacos y estarán dispuestos alternadamente cada 20 metros (al instalarse dos cables de tierra paralelos) de forma que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, tal y como se indica en el *Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.*

Cabe destacar que desde el Apoyo Nº 7' hasta el Ap.16 ambos inclusive, los dispositivos anticolidión se colocarán cada 10 metros, al instalarse dos cables de tierra. En el resto de tramos se instalarán alternativamente cada 20 metros en los cables de tierra, tal y como se expone en el párrafo anterior.

Se cumplen las distancias indicadas en el mencionado RD 1432/2008 en cuanto a peligros por electrocución, por lo que no será necesario tomar medida alguna en este aspecto.

### **Numeración y aviso de peligro**

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, de acuerdo con el criterio de origen de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2 m. La instalación se señalará con el lema corporativo, en los cruces, zonas de tránsito, etc.

### **6.3.2.3 Apoyos**

Los conductores de la línea se fijarán mediante aisladores y los cables de tierra de modo directo a las estructuras de apoyo. Estas estructuras que en lo que sigue se denominarán simplemente "Apoyos" serán metálicas de celosía.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en conformidad de la normativa vigente

Según su función se clasifican en:

- Apoyos de alineación: Su función es solamente soportar los conductores y cables de tierra; son empleados en las alineaciones rectas.
- Apoyos de anclaje: Su finalidad es proporcionar puntos firmes en la línea, que limiten e impidan la destrucción total de la misma cuando por cualquier causa se rompa un conductor o apoyo.
- Apoyos de ángulo: Empleados para sustentar los conductores y cables de tierra en los vértices o ángulos que forma la línea en su trazado. Además de las fuerzas propias de flexión, en esta clase de apoyos aparece la composición de las tensiones de cada dirección.
- Apoyos de fin de línea: Soportan las tensiones producidas por la línea; son su punto de anclaje de mayor resistencia.
- Apoyos especiales: Su función es diferente a las enumeradas anteriormente; pueden ser, por ejemplo, cruce sobre ferrocarril, vías fluviales, líneas de telecomunicación o una bifurcación,

Los apoyos simple circuito tendrán una configuración tal que los conductores de las tres fases se encuentren dispuestos al tresbolillo, formando un triángulo y cada fase estará constituida por dos conductores.

Con respecto a los apoyos de doble circuito, estos tendrán una configuración en hexágono tal que el circuito C2 de la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela quede del lado izquierdo del apoyo en el orden creciente de la numeración de apoyos, mientras que el circuito de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE) será el de la derecha en orden creciente de los apoyos y cada fase estará constituida por dos conductores.

Por otra parte, los apoyos de triple circuito tendrán una configuración en hexágono tal que el circuito C1 de la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y el circuito C2 de la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela queden del lado izquierdo del apoyo en el orden creciente de la numeración de apoyos, mientras que el circuito de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE) será el de la derecha en orden creciente de los apoyos y cada fase estará constituida por dos conductores.

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo Metálicos de Celosía.

Estos apoyos son de perfiles angulares atornillados, de cuerpo formado por tramos troncopiramidales rectangulares, con celosía doble alternada en los montantes y las cabezas prismáticas también de celosía, pero con las cuatro caras iguales.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en  
con celosía doble alternada

Las crucetas, de sección recta octogonal, están formadas por un solo tramo. Las caras se han orientado tal que cuatro de ellas sean perpendiculares a los ejes de su sección recta.

Los apoyos dispondrán de una cúpula de tipo doble para instalar dos cables de guarda con fibra óptica por encima de los circuitos de energía, con la doble misión de protección contra la acción del rayo y comunicación.

Los apoyos contarán con instalaciones de puesta a tierra. El dimensionado de estas seguirá las recomendaciones del apartado 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, de forma que en cualquier circunstancia se garanticen valores adecuados de la tensión de contacto y de paso en el apoyo.

Podrán efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes:

- Electrodo de difusión: Se dispondrán en dos patas de las torres situadas en una misma diagonal picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

- Anillo difusor: Cuando se trate de un apoyo frecuentado se realizará una puesta a tierra en anillo alrededor del apoyo, de forma que cada punto de este quede distanciado 1 metro como mínimo de las aristas del macizo de cimentación.

**Cimentaciones**

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa calidad HM-20 (dosificación de 200 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia mecánica de 20 N/mm<sup>2</sup>) y deberán cumplir lo especificado en la instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 (R.D. 1247/2008 de 18 de Julio).

La cimentación de los apoyos será del tipo monobloque o fraccionada en cuatro macizos independientes, en función del tipo de apoyo. En el caso de las cimentaciones fraccionadas, éstas estarán constituidas por un bloque de hormigón por cada uno de los anclajes del apoyo al terreno, de forma prismática de sección cuadrada, debiendo asumir los esfuerzos de tracción o compresión que recibe el apoyo.

Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 45 cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos terminarán en punta para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.


Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.


En la siguiente tabla se muestran las cimentaciones de los apoyos objeto del presente documento:

Nº Apoyo	Denominación	Clase de terreno				
		Terreno Normal				
		a(m)	h(m)	c(m)	Ve (m <sup>3</sup> )	Vh (m <sup>3</sup> )
57	220-FL III-TC -15	3,5	4	5,3	196	211,68
58	220-FL I-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
59	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
60	220-AN-TC-24	3,5	4	7,32	196	211,68
61	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
62	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
63	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
64	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
65	220-AN-TC-24	3,5	4	7,32	196	211,68
66	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
67	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
68	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
69	220-AN-TC-24	3,5	4	7,32	196	211,68
70'	220-SUS-TC-25	3,5	4	6,89	196	211,68
71'	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68

Nº Apoyo	Denominación	Clase de terreno				
		Terreno Normal				
		a(m)	h(m)	c(m)	Ve (m³)	Vh (m³)
72'	220-SUS-TC-25	3,5	4	6,89	196	211,68
73'	220-FL III-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
74'	220-FL III-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
75	220-FL III-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
76PAS	220-FL-PAS-TC-25	3,5	4	6,97	196	211,68
83 PAS	220-FL-PAS-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
84'	220-FLI-TC-25	3,5	4	5,3	196	211,68
85"	220-FLII-TC-25	3,5	4	6,97	196	211,68
86	220-FL III-TC-25	3,5	4	6,97	196	211,68
87	220-AN-TC-24	3,5	4	7,32	196	211,68
88	220-SUS-TC-28	3,5	4	7,49	196	211,68
89	220-FL-TC-15-ESP	3,5	4	5,3	196	211,68
90'	220-AN-TC-15	3,5	4	5,48	196	211,68
91'	220-SUS-TC-34	3,5	4	8,64	196	211,68
92'	220-FLII-TC-30	3,5	4	7,8	196	211,68
93'	220-SUS-TC-31	3,5	4	8,04	196	211,68
94'	220-FL II-TC-35	3,5	4	8,64	196	211,68
95'	220-FL II-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
96'	220- FL II-TC-25	3,5	4	6,97	196	211,68
97'	220-SUS-TC-28	3,5	4	7,49	196	211,68
98'PAS	220-FL-PAS-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

 Cimentaciones no modificadas en el presente documento

 Cimentaciones modificadas en el presente documento

**Tomas de tierra**

La puesta a tierra de los apoyos se realizará con electrodos de difusión vertical y/o con anillo cerrado alrededor del apoyo.

Para el cumplimiento reglamentario relativo a la tensión de contacto en apoyos frecuentados, el apoyo se recubrirá por placas antiescalada aislantes hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo, garantizando en cualquier caso la tensión de paso admisible.

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

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

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

~~**Apoyos No Frecuentados.** Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.~~

Se incluye a continuación una tabla en la que se identifica la función de los apoyos de los tramos objeto del presente documento:

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Frecuentado	Maniobra	Tipo PAT
57	AL-ANC	no	no	Doble Pica
58	AN-AM	no	no	Doble Pica
59	AL-SU	si	no	Anillo Difusor
60	AL-AM	no	no	Doble Pica
61	AL-SU	no	no	Doble Pica
62	AL-SU	no	no	Doble Pica
63	AL-SU	no	no	Doble Pica
64	AL-SU	no	no	Doble Pica
65	AL-ANC	no	no	Doble Pica
66	AL-SU	no	no	Doble Pica
67	AL-SU	no	no	Doble Pica
68	AL-SU	no	no	Doble Pica
69	AN-AM	no	no	Doble Pica

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Frecuentado	Maniobra	Tipo PAT
70'	AL-SU	no	no	Doble Pica
71'	AL-SU	no	no	Doble Pica
72'	AL-SU	no	no	Doble Pica
73'	AN-AM	no	no	Doble Pica
74'	AN-AM	no	no	Doble Pica
75'	AN-AM	no	no	Doble Pica
76PAS	FL	si	no	Anillo Difusor
83 PAS	FL	si	no	Anillo Difusor
84'	AN-AM	no	no	Doble Pica
85''	AN-AM	no	no	Doble Pica
86	AN-AM	no	no	Doble Pica
87	AL-AM	no	no	Doble Pica
88	AL-SU	no	no	Doble Pica
89	AN-AM	no	no	Doble Pica
90'	AL-AM	no	no	Doble Pica
91'	AL-SU	no	no	Doble Pica
92'	AN-AM	no	no	Doble Pica
93'	AL-SU	no	no	Doble Pica
94'	AN-AM	no	no	Doble Pica
95'	AN-AM	no	no	Doble Pica
96'	AN-AM	no	no	Doble Pica
97'	AL-SU	no	no	Doble Pica
98'PAS	FL	si	no	Anillo Difusor

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Apoyos no modificados en el presente documento

Apoyos modificados en el presente documento

**6.4 Apoyo de paso aéreo-subterráneo**

En el paso de aéreo a subterráneo se instalarán los terminales de cable aislado y los pararrayos-autoválvulas de cada una de las fases.

La conexión entre terminal y autoválvula siempre será lo más corta posible, y en ningún caso superará los 3 metros, situándose preferentemente la autoválvula entre la línea aérea y el terminal del cable.

En el tendido de los cables a lo largo del apoyo, éstos irán grapados al apoyo, con una separación entre los puntos de fijación tal que garantice la ausencia de desplazamientos de los cables por efectos electromagnéticos, o por esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Las cajas de conexión de las pantallas se instalarán sobre el fuste a una determinada altura del suelo, nunca inferior a 4 metros, con el fin de proteger las mismas del robo o manipulación por personal ajeno.

Si existen contadores de descargas, se instalarán sobre el alzado lateral de apoyo, a 3 metros mínimo de altura sobre el terreno, con el fin de proteger los mismos del robo o manipulación.

Si existe bobina de bloqueo, se instalarán las cajas con los equipos de comunicaciones sobre el alzado posterior de un apoyo, a un mínimo de 1,5 metros de altura sobre el terreno.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Los cables de potencia y la puesta a tierra conjunta de los terminales y las autoválvulas deberán estar protegidos desde el suelo hasta una altura de 2,10 metros sobre el suelo, mediante una protección envolvente de fábrica de ladrillo enfoscado en la cara exterior. Además, se instalará una bandeja metálica de chapa galvanizada, desde el final de la protección de ladrillo hasta una altura de 2,40 metros.

La unión entre la pantalla del conductor aislado de potencia y la puesta a tierra de la autoválvula se realizará en el fuste del apoyo, después de la correspondiente caja de seccionamiento de la pantalla del cable (con o sin descargadores). Para ello, se bajarán ambas puestas a tierra de manera totalmente independiente hasta dicho punto de unión. A partir de este punto de unión, se continuará la puesta a tierra hasta el electrodo de puesta a tierra del apoyo mediante conductor común.

La longitud máxima de cable entre el tornillo de puesta a tierra de la autoválvula y el punto de conexión con el cable de puesta a tierra de las pantallas de los cables de potencia será la indicada en la siguiente tabla.

<b>Tensión Nominal Red (kV)</b>	<b>Longitud máxima (m)</b>
220	100

Tanto los conductores de puesta a tierra de las pantallas y de las autoválvulas, así como su conductor común de conexión, serán de cobre aislado del tipo RZ1 0,6/1 kV de secciones indicadas en la tabla a continuación expuesta.

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	SECCIÓN CABLE (mm <sup>2</sup> )
220	Cu 1x300

Si existe contador de descargas, la conexión entre el transmisor instalado en la autoválvula y el contador de descargas instalado en la base del apoyo se realizará con cable de cobre aislado del tipo RZ1 0,6/1 kV Cu 2x1,5 mm<sup>2</sup>.

Los terminales de los cables aislados de cada fase se mantendrán siempre aislados del apoyo si hay contador de descargas. En el caso de terminales de tipo termorretráctil, este aislamiento se consigue por su propia naturaleza (terminales termorretráctiles). Cuando no se dispongan terminales de tipo termorretráctil, el aislamiento se conseguirá mediante el uso de bases aislantes.

Las autoválvulas se instalarán siempre sobre bases aislantes. Las bases aislantes que se instalen tendrán, en todos los casos, una tensión de aislamiento mínima de 10 kV a frecuencia industrial.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Los cables de potencia y la puesta a tierra conjunta de los terminales y las autoválvulas deberán estar protegidos desde el suelo hasta una altura de 2,10 metros sobre el suelo, mediante una protección envolvente de fábrica de ladrillo enfoscado en la cara exterior. Además, se instalará una bandeja metálica de chapa galvanizada, desde el final de la protección de ladrillo hasta una altura de 2,40 metros.

La puesta a tierra de la salida de los contadores se realizará de forma independiente a la puesta a tierra de los terminales y las autoválvulas, y deberá estar protegida por un tubo metálico de material amagnético del diámetro adecuado.

La puesta a tierra de los equipos de comunicaciones se realizará de forma independiente a la puesta a tierra de los terminales y las autoválvulas, y de la puesta a tierra de la salida de los contadores, y deberá estar protegida por un tubo protector aislante.

En caso de que existan comunicaciones en la línea, el cable de comunicaciones (portadora o fibra óptica) se bajará lo más alejado posible de la puesta a tierra de las autoválvulas.

**6.5 Descripción de la línea subterránea**

La línea subterránea queda definida por las siguientes características de cada los siguientes tramos objeto del presente documento:

**6.5.1 TRAMO 2: AP.16PAS – AP.19PAS**

<b>TRAMO Nº 2</b>	
<b>SISTEMA</b>	CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA
<b>TENSIÓN NOMINAL (kV)</b>	220
<b>TENSIÓN MAS ELEVADA (kV)</b>	245
<b>FRECUENCIA (Hz)</b>	50
<b>POTENCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE (MVA)</b>	413,1
<b>POTENCIA A TRANSPORTAR (MVA) (f.d.p.=0.9)</b>	392,8
<b>CABLE</b>	RHE-RA+2OL 127/220 KV 1x2500 Al + H250
<b>TIPO CANALIZACIÓN</b>	HORMIGONADA BAJO TUBO PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA
<b>Nº DE CIRCUITOS</b>	1
<b>Nº DE CONDUCTORES POR FASE</b>	1
<b>LONGITUD TOTAL (m)</b>	1.022,82
<b>ORIGEN</b>	AP.16-PAS
<b>FINAL</b>	AP.19-PAS
<b>TIPO DE PUESTA A TIERRA</b>	SINGLE POINT EN DOS TRAMOS
<b>Nº EMPALMES</b>	1

**6.5.2 TRAMO 8: AP.76PAS – AP.83PAS**

<b>TRAMO Nº 7</b>	
<b>SISTEMA</b>	CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA
<b>TENSIÓN NOMINAL (kV)</b>	220
<b>TENSIÓN MAS ELEVADA (kV)</b>	245
<b>FRECUENCIA (Hz)</b>	50
<b>POTENCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE (MVA)</b>	413,1
<b>POTENCIA A TRANSPORTAR (MVA) (f.d.p.=0.9)</b>	392,8
<b>CABLE</b>	RHE-RA+2OL 127/220 KV 1x2500 Al + H250
<b>TIPO CANALIZACIÓN</b>	HORMIGONADA BAJO TUBO Y PHD
<b>Nº DE CIRCUITOS (*)</b>	3, OBJETO DE ESTE PROYECTO SOLAMENTE CIRCUITO 3
<b>Nº DE CONDUCTORES POR FASE</b>	1
<b>LONGITUD TOTAL (m)</b>	2520,09
<b>ORIGEN</b>	AP.76-PAS
<b>FINAL</b>	AP.83-PAS

<b>TIPO DE PUESTA A TIERRA</b>	SINGLE POINT EN DOS TRAMOS Y CROSS-BONDING
<b>Nº EMPALMES</b>	4

(\*) Los circuitos C1 y C2 no son objeto de este proyecto

**6.5.3 TRAMO 10: AP.98’PAS – AP.123PAS**

<b>TRAMO Nº 10</b>	
<b>SISTEMA</b>	CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA
<b>TENSIÓN NOMINAL (kV)</b>	220
<b>TENSIÓN MAS ELEVADA (kV)</b>	245
<b>FRECUENCIA (Hz)</b>	50
<b>POTENCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE (MVA)</b>	413,1
<b>POTENCIA A TRANSPORTAR (MVA) (f.d.p.=0.9)</b>	392,8
<b>CABLE</b>	RHE-RA+2OL 127/220 KV 1x2500 Al + H250
<b>TIPO CANALIZACIÓN</b>	HORMIGONADA BAJO TUBO y PHD
<b>Nº DE CIRCUITOS(*)</b>	3, OBJETO DE ESTE PROYECTO
<b>Nº DE CONDUCTORES POR FASE</b>	1
<b>LONGITUD TOTAL (m)</b>	6.366,19
<b>ORIGEN</b>	AP.98’PAS
<b>FINAL</b>	AP.123-PAS
<b>TIPO DE PUESTA A TIERRA</b>	SINGLE POINT EN DOS TRAMOS Y CROSS-BONDING
<b>Nº EMPALMES</b>	11

(\*) Los circuitos C1 y C2 no son objeto de este proyecto, cabe destacar que a partir de la CE07 el trazado continuara en simple circuito con el C3

**6.5.4 TRAMO 12: AP.128PAS – SET ARGANDA (REE)**

<b>TRAMO Nº 12</b>	
<b>SISTEMA</b>	CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA
<b>TENSIÓN NOMINAL (kV)</b>	220
<b>TENSIÓN MAS ELEVADA (kV)</b>	245
<b>FRECUENCIA (Hz)</b>	50
<b>POTENCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE (MVA)</b>	413,1
<b>POTENCIA A TRANSPORTAR (MVA) (f.d.p.=0.9)</b>	392,8
<b>CABLE</b>	RHE-RA+2OL 127/220 KV 1x2500 Al + H250

<b>TIPO CANALIZACIÓN</b>	HORMIGONADA BAJO TUBO
<b>Nº DE CIRCUITOS</b>	1
<b>Nº DE CONDUCTORES POR FASE</b>	1
<b>LONGITUD TOTAL (m)</b>	1.637,82
<b>ORIGEN</b>	AP.128-PAS
<b>FINAL</b>	SE ARGANDA
<b>TIPO DE PUESTA A TIERRA</b>	CROSS-BONDING
<b>Nº EMPALMES</b>	2

### 6.5.5 Cable subterráneo

Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos.

Para todos los tramos de línea subterránea será de aplicación un conductor de Al 2500.

Las características del cable subterráneo son las siguientes:

- **RHE-RA+2OL 127/220Kv 1x2500 Al + H250**

TIPO	RHE-RA+2OL 127/220KV 1X2500 AL + H250
Material de conductor	Aluminio
Material de la pantalla	Cobre
Material del aislamiento	XLPE
Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	2500
Diámetro exterior, aprox. (mm)	126,4
Peso aproximado (kg/m)	18,3
Rdc a 20°C Resistencia conductor (Ω/km)	0,0127
Rdc a 90°C Resistencia conductor (Ω/km)	0,0161
Capacidad (µF/km)	0,264
Corriente admisible (A) (Triple Circuito PHD)	1.084,0

**6.5.6 Cables de comunicaciones**

Se utilizarán cables de comunicaciones del tipo PKP, con cubierta exterior antirroedores, resistente a microbios y rayos ultravioletas, con las siguientes características principales:

TIPO	PKP
Nº de Fibras Ópticas	48
Tipo de fibras	Monomodo Protección Holgada 9/125µm
Diámetro aproximado (mm)	14,6
Peso aproximado (kg/m)	0,175
Cubierta	PE negro

**6.5.7 Cables enterrados bajo tubo hormigonado**

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo. Los tubos serán independientes entre sí, siendo sus principales características:

- Tubo de plástico de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.
- Diámetro exterior de 250 mm.
- Tramos de 6 m de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 m (dos por tramo de tubo). Excepcionalmente se admitirá la disposición en capa de los tubos, cuando las condiciones específicas de un proyecto así lo aconsejen.

Para el tendido de los cables de telecomunicaciones, se instalarán 2 tubos de plástico de doble pared (corrugada la externa y lisa la interna) de 125 mm de diámetro exterior. Para la ubicación de estos tubos se dispondrá de un separador específico cada 3 m de tendido.

**6.5.8 Dimensiones de las zanjas**

Las dimensiones de la zanja están condicionadas al nivel de tensión, el número de ternas a tender, y el diámetro de tubo empleado, según se indica en la tabla siguiente:

La elección del diámetro de los tubos dependerá de la sección escogida para cada nivel de tensión.

- **TRAMOS SIMPLE CIRCUITO**

Tensión (kV)	Número de ternas	Diámetro de tubo (mm)	Profundidad (mm)	Anchura (mm)
220	1	250	1500	800

- **TRAMOS TRIPLE CIRCUITO**

Tensión (kV)	Número de ternas	Diámetro de tubo (mm)	Profundidad (mm)	Anchura (mm)
220	3 (*)	250	1500	2370

(\*) Sólo es objeto de este proyecto 1 terna, correspondiente al circuito 3 perteneciente a la LAT 220 KV TAGUS- ARGANDA (REE)

**6.5.9 Descripción de la canalización**

La canalización será de tipo bajo tubo hormigonada, siendo sus principales características las siguientes:

- Los tubos irán hormigonados en todo el recorrido. Se respetarán unos espesores de 10 cm rodeando el tresbolillo formado por tubos formando el encofrado que se detalla en las zanjas tipo.
- Cuando se prevea que la temperatura ambiente descienda por debajo de los 0°C en las 48 horas posteriores al hormigonado, se admitirá el uso de los aditivos necesarios previa consulta y aprobación por parte de la propiedad.
- Una vez formado el encofrado, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se

compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor modificado (P.M.).

- d) No será necesario colocar placas de protección, pero sí efectuar una señalización de los cables enterrados, colocando una cinta señalizadora según la Especificación de Materiales "Cinta de polietileno para señalización subterránea de cables enterrados" de la propiedad y según RU 0205. Se colocará una cinta por terna, a una profundidad aproximada de 150 mm bajo el pavimento o terreno de reposición.
- e) Se utilizarán separadores en la formación del tresbolillo de los tubos. Las características de estos separadores serán las detalladas en la Especificación de Materiales correspondiente de la propiedad.

#### 6.5.10 Perforación horizontal dirigida

Para los cruces en subterráneo del Río Tajo, Río Tajuña, Tubería abastecimiento, Línea FO y Carretera, se deberán realizar mediante perforación dirigida en vaina de 1000 mm de diámetro exterior, una separación entre ejes de la PHD de 5,5 metros y con una profundidad de 6 metros.

Esta técnica permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos.

La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases:

##### Fase 1: Disposición

La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

##### Fase 2: Perforación piloto

Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.

Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita. Esto es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro. La bentonita es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación. En esta perforación piloto, la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

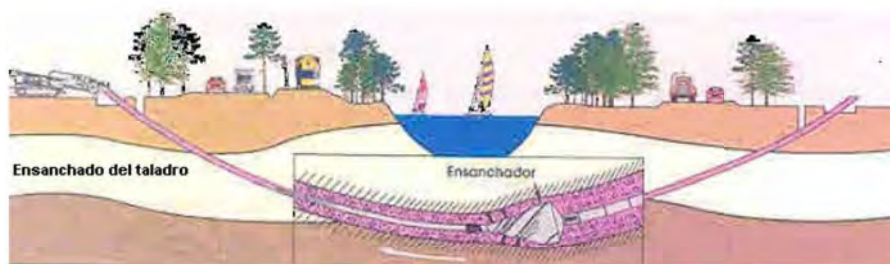


Fase 3: Escariado

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en la posición de la formación y en la...

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso; es decir, tirando hacia la máquina.



Fase 4: Instalación de la tubería

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de Ø10 mm.



A continuación, se presenta una tabla resumen de las PDH objeto del presente documento:

TRAMO	INICIO TRAMO	FIN TRAMO	PHD PARA CRUZAMIENTO	LONGITUD PHD (m)
2	AP.16 PAS	AP.19 PAS	01s-Río Tajo	152,00
2	AP.16 PAS	AP.19 PAS	03s-Tubería abastecimiento 03As-Línea FO	53,00
2	AP.16 PAS	AP.19 PAS	04s-Carretera M-320	89,00
8	AP.76 PAS	A.83 PAS	8s-Río Tajuña	139,00
10	AP.98' PAS	A.123 PAS	11s-Carretera M-311	78,00

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

- Tramos PHD no modificados en el presente documento
- Tramos PHD modificados en el presente documento
- Tramos PHD nuevos en el presente documento

Para la Perforación Horizontal Dirigida que se empleará para el cruce con el Tajo, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La metodología constructiva deberá estar validada por el organismo de cuenca.
- Se conservarán las pequeñas vaguadas, zonas húmedas y balsas temporales o permanentes, así como su vegetación asociada.
- No podrán ocuparse, siquiera temporalmente, las franjas de vegetación de ribera, ni los cauces de los cursos de agua próximos.

- Se mantendrá expedita la zona de servidumbre de 5 metros situada a ambos lados de los cauces afectados. Para ello se realizará el jalonamiento temporal del perímetro de obra, así como de la vegetación natural a conservar y los puntos de agua ya que pueden constituir un importante lugar de alimentación, refugio o nidificación para la fauna.
- En estas zonas de interés se potenciará, siempre que sea posible, la creación de setos vivos o barreras arbustivas.

Con todas estas medidas, no se afectará en ningún caso a las formaciones en galería arbóreas y arbustivas del río Tajo.

### 6.5.11 Empalmes y terminales

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

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

En los puntos de unión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes adecuados a las características de los conductores a unir.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

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

- La conductividad del empalme o terminal deberá ser igual o superior a la de un solo conductor de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- El empalme o terminal debe estar protegido para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- El empalme o terminal debe resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.




En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas y de acuerdo con las Normas UNE-EN 50180-1 y UNE-EN 50181.

En el Proyecto se dispondrá de un total de 10 conjuntos de terminales poliméricos intemperie adecuados a las características de los cables a conectar y 37 cámaras de empalme. De estas cámaras de empalme 26 se encuentra dentro de los tramos objeto del presente documento, todas ellas se encuentran ubicadas en:

Nº EMPALME	COORDENADA X	COORDENADA Y
CE01	459.081	4.432.991
CE04.1A(*)	461.259	4.449.353
CE04.1B(*)	461.261	4.449.367
CE04.1C	461.270	4.449.355
CE04.2A(*)	461.161	4.449.783
CE04.2B(*)	461.152	4.449.795
CE04.2C	461.163	4.449.798
CE05A(*)	460.999	4.450.319
CE05B(*)	461.005	4.450.332
CE05C	461.009	4.450.318
CE06A(*)	461.104	4.450.815
CE06B(*)	461.107	4.450.829
CE06C	461.114	4.450.816
CE06.1A(*)	459.315	4.454.196
CE06.1B(*)	459.325	4.454.206
CE06.1C	459.325	4.454.191
CE07A(*)	459.146	4.454.686
CE07B(*)	459.159	4.454.680
CE07C	459.154	4.454.693
CE08	459.147	4.455.181
CE09	459.489	4.455.610
CE10	459.740	4.455.962
CE11	459.960	4.456.431
CE12	460.114	4.456.876
CE13	460.250	4.457.342
CE14	460.591	4.457.722
CE15'	461.040	4.457.956
CE16'	461.465	4.458.237
CE17	461.095	4.460.627
CE18'	461.208	4.461.112

Este documento es una copia original. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

(\*) Cámaras de empalme pertenecientes a los circuitos C1 y C2, son objeto de otro proyecto.

-  Cámaras de empalme no modificados en el presente documento
-  Cámaras de empalme con cambio de ubicación en el presente documento
-  Cámaras de empalme nuevas en el presente documento

### 6.5.12 Cámaras de empalme

Las cámaras de empalme serán prefabricadas y estancas. Se ajustarán a la pendiente del terreno con un máximo del 10%.

La colocación de la cámara se deberá efectuar con una grúa adecuada.

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

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

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

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

En el plano **REN-20-021-25- "CÁMARA DE EMPALME"**, se representa las dimensiones de las cámaras tipo para la tensión de 220 kV.

**6.5.13 Puesta a tierra**

**6.5.13.1 Elementos a conectar a tierra**

En las redes subterráneas de Alta Tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de maniobra y protección
- Apoyos y pararrayos autoválvulas, en el paso aéreo-subterráneo.
- Pantallas metálicas de los cables, empalmes y terminales, según el sistema de conexión elegido para cada caso, tal y como se indica en el apartado siguiente.

Los accesorios necesarios para conectar a tierra las pantallas de los cables (cajas de puesta a tierra, cables, descargadores de tensiones, etc.) se ajustarán a lo indicado en las especificaciones de materiales de la propiedad.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

Dispondrán de un punto de puesta a tierra accesible que conecte con el electrodo enterrado de puesta a tierra.

Este documento es copia controlada firmada digitalmente y emitida en formato PDF. No se permite la impresión, modificación o distribución de esta copia sin el consentimiento expreso de RIC ENERGY. Toda infracción será sancionada de acuerdo a la normativa vigente.

**6.5.13.2 Conexión de las pantallas de los cables**

Los cables disponen de una pantalla, de hilos de cobre, sobre la que se inducen tensiones.

Dependiendo del tipo de conexión de las pantallas a tierra, pueden, o bien aparecer corrientes que disminuyen la intensidad máxima admisible, o bien aparecer tensiones inducidas que pueden alcanzar valores peligrosos.

En este caso se emplearán diferentes puestas a tierras en función de los tramos objeto del presente modificado:

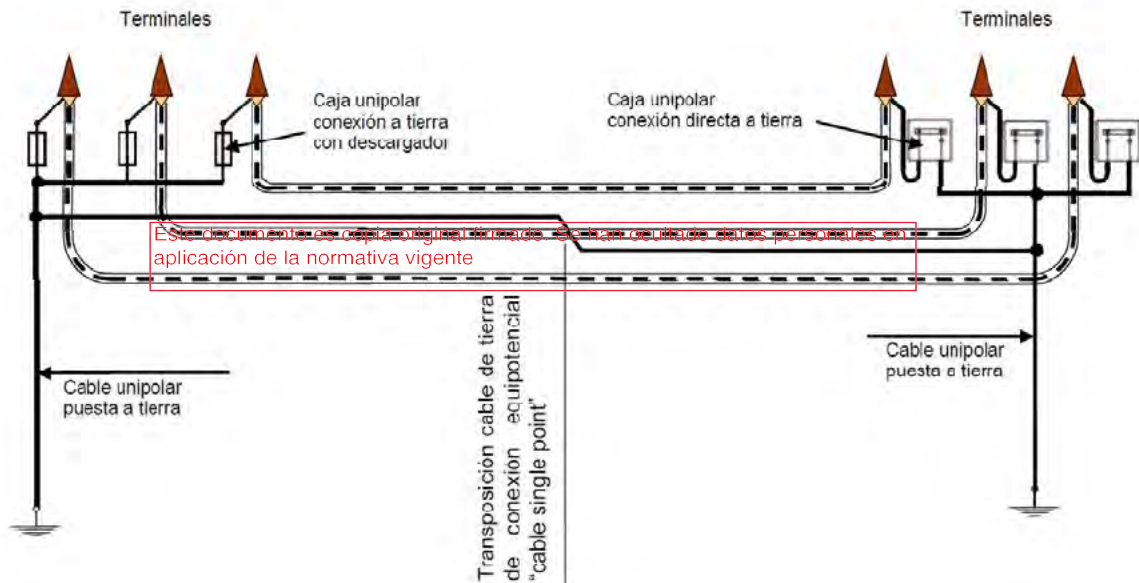
CONEXIÓN PANTALLAS TIPO	TRAMO	
	Inicio	Fin
SINGLE POINT DE DOS TRAMOS	AP.16PAS	AP.19PAS
SINGLE POINT DE DOS TRAMOS /CROSS BONDING	AP.76PAS	AP.83PAS
SINGLE POINT DE DOS TRAMOS /CROSS BONDING/SINGLE POINT	AP.98'PAS	AP.123PAS

CONEXIÓN PANTALLAS TIPO	TRAMO	
	Inicio	Fin
CROSS BONDING	AP.128PAS	SET ARGANDA (REE)

El sistema **SINGLE-POINT**, las pantallas de los cables de conectan de la siguiente manera:

En este caso se conecta rígidamente a tierra la pantalla en un solo extremo de la línea, conectando el otro extremo a tierra a través de descargadores de tensiones.

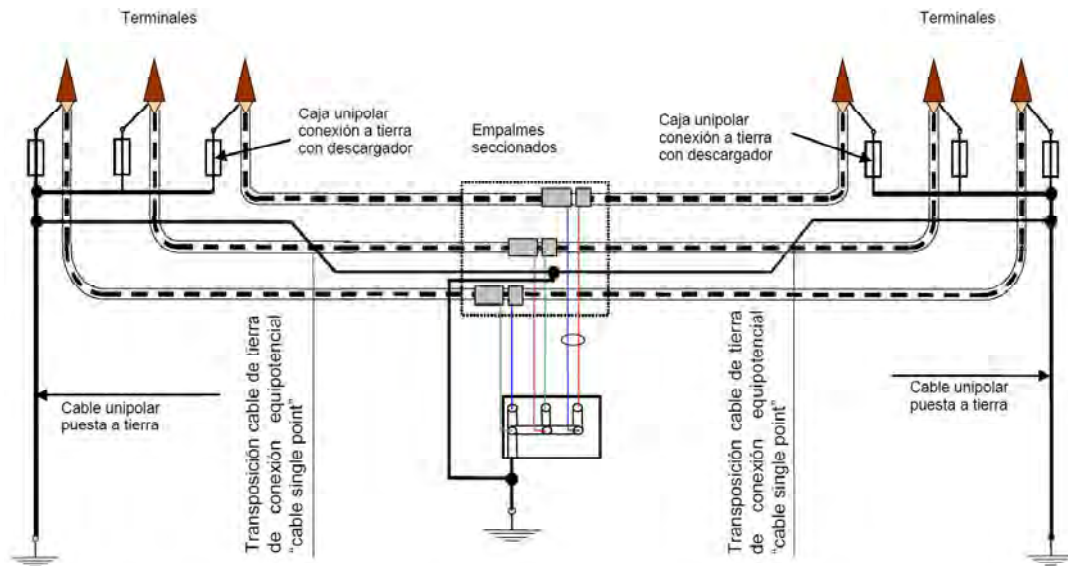
**Un tramo**



Esquema de conexión de pantallas de tipo Single-Point de un tramo.

Cuando debido a la longitud de la línea, esta no puede ser tendida en un solo tramo y sea necesaria la realización de un empalme intermedio, las pantallas se conectarán rígidamente a tierra en el empalme, conectando ambos extremos a tierra a través de descargadores de tensiones.

**Dos tramos**



Esquema de conexión de pantallas de tipo Single-Point de dos tramos.

En la conexión de las pantallas a tierra tipo Single-Point, la ventaja fundamental radica en el hecho de eliminar la corriente de circulación inducida en la pantalla, exceptuando las pérdidas de Foucault, que pueden considerarse despreciables. Con esto, se eliminan las pérdidas en la pantalla y se maximiza la capacidad de transporte del conductor. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en el extremo no puesto a tierra aparecen tensiones inducidas, cuyo valor, en condiciones normales de servicio y para la corriente máxima admisible por el cable, no debe sobrepasar el valor de 150 V, que garantizan para las resistividades contempladas en las diferentes instalaciones una tensión de contacto aplicada igual o inferior a 50 V.

Además, cuando este punto sea accesible (terminales en la transición aéreo-subterránea o terminales en subestaciones), se protegerá convenientemente mediante carcasa de plástico o encintado.

La longitud máxima aproximada de los tramos para este tipo de conexión se sitúa en torno a los 500 m.

Asimismo, en dicho extremo se instalarán los correspondientes descargadores de tensiones entre la pantalla y tierra, de forma que las sobretensiones inducidas en las pantallas ante fenómenos transitorios (sobretensiones atmosféricas o de maniobra) no supongan averías en la cubierta del cable.

A la hora de dimensionar estos descargadores de tensiones para garantizar una protección eficaz, se particularizarán los cálculos indicados para sobretensiones temporales en caso de falta, de forma que se garantice que no actúa en caso de cortocircuito y garantice un margen de protección adecuado.

Con objeto de reducir las tensiones inducidas en las pantallas en caso de cortocircuitos desequilibrados con secuencia homopolar, por ejemplo, cortocircuito monofásico a tierra, es imprescindible instalar a lo largo del trazado del cable dos conductores equipotenciales que estén conectados a tierra en ambos extremos. La sección del conductor equipotencial debe ser capaz de soportar la corriente de defecto a tierra prevista en la instalación.

Para lograr esta unión equipotencial en instalaciones directamente enterrada, se tenderán dos cables unipolares aislados, embridándolos a cada terna en tresbolillo, de forma que los cables equipotenciales se sitúen lo más cerca posible del eje de la terna.

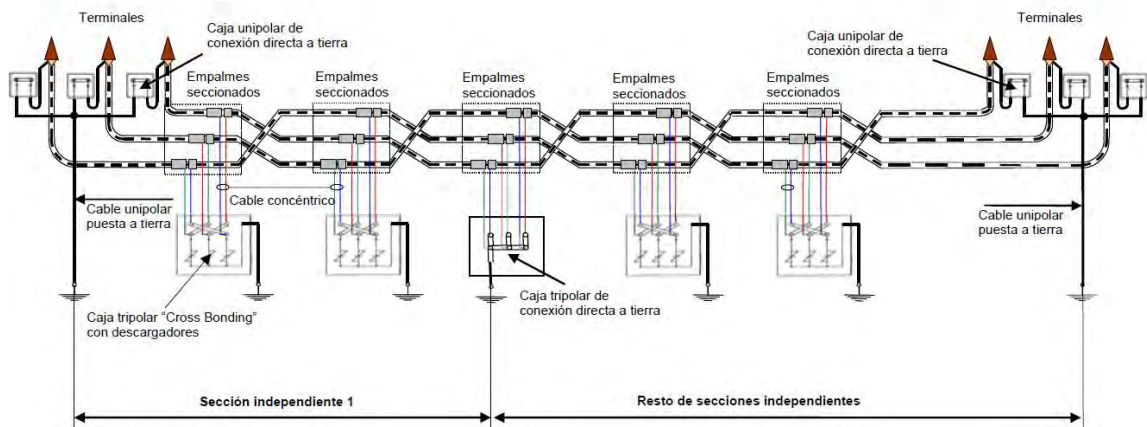
En caso de instalación entubada, se instalarán dos tubos de plástico de doble pared (corrugada la externa y lisa la interna) de 125 mm de diámetro exterior, según la disposición indicada en los planos de zanjas tipo, con sujeción mediante separadores específicos para esta función.

El sistema **CROSS-BONDING** se aplica en líneas de gran longitud, cuando sean necesarios dos o más empalmes intermedios, y donde se quiera eliminar las corrientes de pantalla.

Dicho sistema consiste en interrumpir las pantallas y transponerlas ordenadamente, aprovechando los puntos de empalme de los cables, para neutralizar la tensión inducida en el total de tres tramos consecutivos, Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en siempre y cuando estos tengan longitudes sensiblemente iguales y poniendo a tierra ambos extremos de la línea, resultando una corriente de pantalla despreciable. En los puntos donde se realiza la transposición de pantallas se deben instalar unas cajas de conexión provistas de descargadores de tensiones.

La longitud máxima aproximada de los tramos se sitúa en torno a los 565 m.

Por tanto, se procurará que el número de tramos en que resulte dividida sea tres o múltiplo de tres (de longitudes sensiblemente iguales), estudiando la longitud de la línea y el número de empalmes necesarios, para adecuar las longitudes de fabricación y suministro del cable a las longitudes de los tramos de tendido.



Esquema de conexión de pantallas de tipo Cross-Bonding seccionado.

Respecto de una conexión en Single-Point presenta la ventaja de no requerir de conductor de equipotencial.

La tensión inducida en las pantallas es máxima en los empalmes intermedios de transposición, no debiendo sobrepasar los límites fijados en el punto anterior, considerando el tramo más largo, en condiciones normales de servicio y para la máxima corriente admisible por el conductor. En condiciones normales de servicio y para la corriente máxima admisible por el cable, no debe sobrepasar el valor de 150 V, que garantizan para las resistividades contempladas en las diferentes instalaciones una tensión de contacto aplicada igual o inferior a 50 V.

La tensión inducida en tres tramos consecutivos de pantallas en régimen de servicio continuo con intensidades equilibradas, para una disposición de conductores al tresbolillo, es nula, por ser la suma de tres tensiones iguales desfasadas 120°, al ser las inductancias mutuas entre conductores y pantallas iguales en las tres fases. En consecuencia, no hay corrientes de circulación por las pantallas.

### 6.5.13.3 Disposición de la puesta a tierra

Los elementos que constituyen la puesta a tierra son:

- Elementos de conexión a tierra de las pantallas
- Línea de tierra
- Electrodo de puesta a tierra

#### a) Elementos de conexión a tierra de las pantallas

- Punto abierto en conexión de pantallas a tierra en un solo extremo (Single-Point)

En este caso se emplean cajas de puesta a tierra, unipolares o tripolares, para la conexión a tierra de las pantallas a través de descargadores de tensiones. Estas cajas serán metálicas y dispondrán de los orificios necesarios para el paso de los cables de las pantallas y el cable de tierra. En el interior de las mismas se dispondrán las piezas de conexión para recibir los cables de conexión de pantallas y las barras de contacto.

Los descargadores de tensiones serán de óxido de zinc (ZnO), y su dimensionamiento se realizará mediante los criterios de régimen permanente y de cortocircuito.

El cable de conexión pantallas-descargadores de tensiones será concéntrico con aislamiento 0,6/1 kV, y con una sección de cobre de 2x300mm<sup>2</sup> para 220 kV.

El conductor exterior estará directamente puesto a tierra en ambos extremos, y el interior será el que conecte la pantalla del cable con el descargador de tensiones. La longitud máxima de esta conexión, a fin de garantizar la eficaz protección del cable, no será superior a 10 m.

- Conexión equipotencial de puestas a tierra

La conexión se hará mediante dos conductores unipolares de cobre, con aislamiento 0,6/1 kV a efectos de protección contra la corrosión.

La sección del cable será la calculada para permitir la conducción de la intensidad de cortocircuito de 31,5 kA durante 0,5 s. Las secciones normalizadas según el nivel de tensión serán de 300 mm<sup>2</sup>.

b) Línea de tierra

Es el conductor que une el electrodo de puesta a tierra con el punto de la instalación que ha de conectarse a tierra, es decir, las cajas de puesta a tierra de empalmes y terminales.

En una instalación puede haber 2 tipos de puesta a tierra:

- ~~La puesta a tierra de servicio conectará a tierra los extremos de los descargadores de tensiones.~~  
Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente
- La puesta a tierra de protección conectará a tierra los elementos metálicos de la instalación, por criterios de seguridad.

El conductor de las líneas de tierra de puesta a tierra de servicio será siempre de cobre unipolar con aislamiento 0,6/1 kV y se dimensionará de acuerdo a los criterios de cálculo descritos en la norma UNE 21192.

Si el tiempo de cortocircuito es inferior a 5s, se puede utilizar esta simplificación para determinar la sección mínima:

$$S = \frac{I_{cc}}{K} \cdot \sqrt{t_{cc}} \quad (mm^2)$$

Donde:

- S: Sección, en mm<sup>2</sup>
- K: Constante que depende del material, en A·s<sup>1/2</sup>/mm<sup>2</sup>
- t<sub>cc</sub>: Duración del cortocircuito, en s
- I<sub>cc</sub>: Intensidad de cortocircuito, en A

La sección normalizada por la propiedad para la puesta a tierra de servicio a la tensión de 220 kV será de 300 mm<sup>2</sup>.

El conductor de las líneas de tierra de protección normalizado será de cobre desnudo de 185 mm<sup>2</sup> de sección.

La línea de tierra de protección será siempre de cobre desnudo, y se dimensionará térmicamente para soportar la intensidad de cortocircuito admisible para el nivel de tensión considerado.

Según la norma EN 50341-1, la sección mínima del conductor de puesta a tierra o electrodo de tierra se determina según la expresión siguiente:

$$I_c = S_c \cdot \frac{K_c}{\sqrt{t \cdot \ln\left(\frac{T_c_f + \beta c}{T_c_i + \beta c}\right)}}$$

Donde:

K<sub>c</sub>: Constante del conductor que depende del material

S<sub>c</sub>: Sección del conductor

t: Tiempo de duración del cortocircuito

T<sub>c<sub>f</sub></sub>: Temperatura final del conductor

T<sub>c<sub>i</sub></sub>: Temperatura inicial del conductor

βc: Inversa del coeficiente de variación de la resistencia del conductor con la temperatura a, 0°C

Los valores de K<sub>c</sub> y βc son constantes que dependen del material, y se tomarán como referencia K=226 A·s<sup>1/2</sup>/mm<sup>2</sup> y β=234,5 °C.

Sobre la temperatura final en régimen de cortocircuito, la tabla 6 de la norma EN 60865-1 recomienda una temperatura máxima ante un cortocircuito para conductores desnudos, macizos o de hilos trenzados de cobre, aluminio o aleación de aluminio de 200 °C.

c) Electrodo de puesta a tierra (picas de acero-cobre)

Los electrodos de puesta a tierra estarán constituidos, bien por picas de acero-cobre, bien por conductores de cobre desnudo enterrados horizontalmente, o bien por combinación de ambos.

Puesta a tierra de terminaciones en subestaciones

En las terminaciones de las subestaciones, se empleará el electrodo de puesta a tierra propio de la subestación.

#### Puesta a tierra en los pasos aéreo-subterráneo

En los entronques aéreos subterráneos, el electrodo de puesta a tierra se realizará según lo indicado en el apartado específico del Apoyo de Paso Aéreo-Subterráneo.

## 7 Caminos de acceso a apoyos

Todas las estructuras tendrán un acceso disponible tanto para la fase de construcción como para la de mantenimiento.

Se evitará la apertura de calles que afecten a vegetación natural para el transporte de material en la fase de construcción, tal y como establece, la Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad de Castilla La Mancha.

Se tienen, en base a los 94 apoyos proyectados una longitud de 15.040 metros de apertura de nuevos viales de acceso a apoyos.

## 8 Distancias mínimas de seguridad, cruzamientos y paralelismos en el tramo aéreo

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de la seguridad de la información.

### 8.1 Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Teniendo en cuenta el apartado 5.2 de la ITC LAT 07, para la tensión más elevada de la red  $U_s = 245$  kV (dado que la tensión nominal es de 220 kV), se tiene que las distancias serán:

- $D_{el} = 1,70$  m
- $D_{pp} = 2$  m

Siendo  $D_{el}$  la distancia externa de aislamiento a masa, ya sea la torre o un obstáculo externo, y  $D_{pp}$  distancia de aislamiento para prevenir descarga entre conductores.

### 8.2 Distancias en el apoyo

#### 8.2.1 Distancias entre conductores

La distancia de los conductores sometidos a tensión mecánica entre sí, así como entre los conductores y los apoyos, debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito ni entre fases ni a tierra, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

Con este objeto, la separación mínima entre conductores se determinará por la fórmula siguiente:

en la cual:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

D: Separación entre conductores en metros.

K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

F: Flecha máxima en metros según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.

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

K': 0,85 al tratarse de una línea de categoría especial.

D<sub>pp</sub>: 2 metros

### 8.2.2 Distancia entre conductores y partes puestas a tierra

No será inferior a D<sub>el</sub> = 1,70 metros, según el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07.

Las distancias de los conductores y accesorios en tensión a los apoyos serán superiores a este límite.

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### 8.3 Distancias al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables.

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo del apartado 3.2.3., queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables, a una altura mínima según la siguiente fórmula, con un mínimo de 6 metros:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$$

Cuando la línea atraviese explotaciones agropecuarias, la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.

Particularizando para 220 kV:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + 1,70 = 7 \text{ metros}$$

#### 8.3.1 Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o de telecomunicación.

##### Cruzamientos

El propietario de la línea que se va a cruzar deberá enviar, a requerimiento de la entidad que va a realizar el cruce, a la mayor brevedad posible, los datos básicos de la línea (por ejemplo, el tipo y

sección del conductor, tensión, etc.) con el fin de realizar los cálculos y evitar errores por falta de información.

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, quedando modificadas de la siguiente forma:

- Condición a): En líneas de tensión superior a 30 kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce.
- Condición b): Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón.
- Condición c): Queda exceptuado su cumplimiento.

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

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada. La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + 1,70 = 3,2 \text{ metros}$$

Con un mínimo de 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.

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

$$D_{add} + D_{el}$$

Tomando como  $D_{add}$  los valores de la tabla 17 del apartado 5.6.1. de la ITC-LAT-07. Para 220 kV, se tiene:

$$D_{add} + D_{el} = 3,5 + 2 = 5,5 \text{ metros}$$

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

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$$

con un mínimo de 5 metros. Los valores de  $D_{el}$  se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT-07; en función de la tensión más elevada de la línea superior.

Independientemente del punto de cruce de ambas líneas, la mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, o entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de guarda de la línea eléctrica inferior, en el caso de que existan, se comprobará considerando:

- Los conductores de fase de la línea eléctrica superior en las condiciones más desfavorables de flecha máxima establecidas en el proyecto de la línea,
- Los conductores de fase o los cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga alguna a la temperatura mínima según la zona (-5 °C en zona A, -15 °C en zona B y -20 °C en zona C).

Se cumplirán todas y cada una de estas limitaciones.

En general, cuando el punto de cruce de ambas líneas se encuentre en las proximidades del centro del vano de la línea inferior, se tendrá en cuenta la posible desviación de los conductores de fase por la acción del viento.

Como se indica en el apartado 5.2 del Reglamento, las distancias externas mínimas de seguridad  $D_{add} + D_{el}$  deben ser siempre superiores a  $1,1 \cdot D_{som}$ , distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como ~~la distancia más corta en línea recta, entre las partes con tensión y las partes puestas a tierra.~~

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de la línea inferior tenga componente vertical ascendente, se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o soportes.

Podrán realizarse cruces de líneas sin que la línea superior reúna en el cruce las condiciones de seguridad reforzada señaladas en el apartado 5.3 del Reglamento, si la línea inferior estuviera protegida en el cruce por un haz de cables de acero, situado entre ambas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea superior en el caso de que estos se rompieran o desprendieran.

Los cables de acero de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra en las condiciones prescritas en el apartado correspondiente del Reglamento.

El haz de cables de protección tendrá una longitud sobre la línea inferior, igual al menos a vez y media la protección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea superior, en la dirección de la línea inferior. Dicho haz de cables de protección podrá situarse sobre los mismos o diferentes apoyos de la línea inferior, pero en todo caso los apoyos que lo soportan en su parte enterrada serán metálicos o de hormigón.

Para este caso, las distancias mínimas verticales entre los conductores de la línea superior e inferior y el haz de cables de protección serán  $1,5 \times D_{el}$ , con un mínimo de 0,75 metros, para las tensiones respectivas de las líneas en cuestión.

Se podrá autorizar excepcionalmente, previa justificación, el que se fijen sobre un mismo apoyo dos líneas que se crucen. En este caso, en dicho apoyo y en los conductores de la línea superior se cumplirán las prescripciones de seguridad reforzada determinadas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

En estos casos en que por circunstancias singulares sea preciso que la línea de menor tensión cruce por encima de la de tensión superior, será preciso recabar la autorización expresa, teniendo presente en el cruce todas las prescripciones y criterios expuestos en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto, por tanto, a las prescripciones de este apartado.

### 8.3.2 Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas

Se entiende que existe paralelismo cuando dos o más líneas próximas siguen sensiblemente la misma dirección, aunque no sean rigurosamente paralelas.

han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.

En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas, no deberá existir una separación inferior a la prescrita en el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT-07, considerando los valores  $K$ ,  $K'$ ,  $L$ ,  $F$  y  $D_{pp}$  de la línea de mayor tensión.

### 8.3.3 Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación

Se evitará siempre que se pueda el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicación, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

### 8.3.4 Distancias a carreteras

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como en el caso de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada

superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.

- Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.
- Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

#### Cruzamiento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.

Condición a): En lo que se refiere al cruce con carreteras locales vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV.

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

$$D_{add} + D_{el}$$

Con una distancia mínima de 7 metros. Los valores de  $D_{el}$  se indican en el apartado 5.2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Siendo:

$D_{add} = 7,5$  para líneas de categoría especial.

$D_{add} = 6,3$  para líneas del resto de categorías.

Particularizando para 220 kV:

$$D_{add} + D_{el} = 7,5 + 1,7 = 9,2 \text{ metros}$$

### Paralelismos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.

#### **8.3.5 Distancias a ferrocarriles sin electrificar**

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general se establece la línea límite de edificación desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.
- b) La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.
- c) Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.  
Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.
- d) En los cruzamientos no se podrán instalar los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media la altura del apoyo.
- e) En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

En esta traza de línea aérea no existen cruzamientos ni paralelismos con líneas de ferrocarril.

#### **8.3.6 Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses**

En esta traza de la línea aérea no existen cruzamientos ni paralelismo con ferrocarriles electrificados, ni tranvías, ni trolebuses.

#### **8.3.7 Distancias a teleféricos y cables transportadores**

En esta traza de línea aérea no hay cruzamientos ni paralelismos con teleféricos y cables transportadores.

### 8.3.8 Paso por zonas

En general, para las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, es decir, sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2 de la ITC LAT 07, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 °C.

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir el R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

#### 8.3.8.1 Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT-07.

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

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + 1,7 = 3,2 \text{ metros}$$

Con un mínimo de 2 metros.

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

- En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles; la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07.

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

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura b) del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07. Esta circunstancia será función del tipo y estado del árbol, inclinación y estado del terreno, y situación del árbol respecto a la línea.

Los titulares de las redes de distribución y transporte de energía eléctrica deben mantener los márgenes por donde discurren las líneas limpios de vegetación, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

Así mismo, queda prohibida la plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer las distancias de seguridad reglamentarias.

**8.3.8.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas**

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC LAT 07.

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación.

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

$$D_{add} + D_{el} = 3,3 + 1,7 = 5,0 \text{ metros}$$

con un mínimo de 5 metros.

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

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

- Sobre puntos accesibles a las personas:  $5,5 + D_{el} = 5,50 + 1,7 = 7,2$  metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas:  $3,3 + D_{el} = 3,30 + 1,7 = 5,0$  metros, con un mínimo de 4 metros.

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

#### 8.3.8.3 Proximidad a aeropuertos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC LAT 07.

Las líneas eléctricas aéreas de AT con conductores desnudos que hayan de construirse en la proximidad de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la navegación aérea, deberán ajustarse a lo especificado en la legislación y disposiciones vigentes en la materia que correspondan.

#### 8.3.8.4 Proximidad a parques eólicos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC LAT 07.

Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, no se permite la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja de terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura total del aerogenerador, incluida la pala, más 10 m.

#### 8.3.8.5 Proximidad a obras

Cuando se realicen obras próximas a líneas aéreas y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el 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, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

## 9 Distancias mínimas de seguridad, cruzamientos y paralelismos en el tramo subterráneo

### 9.1 Cruzamientos

#### 9.1.1 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.

#### 9.1.2 Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

#### 9.1.3 Otros cables de energía eléctrica

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren 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.

#### 9.1.4 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.

**9.1.5 Canalizaciones de agua**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de

20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

**9.1.6 Canalizaciones de gas**

En los cruces de líneas subterráneas de A.T con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

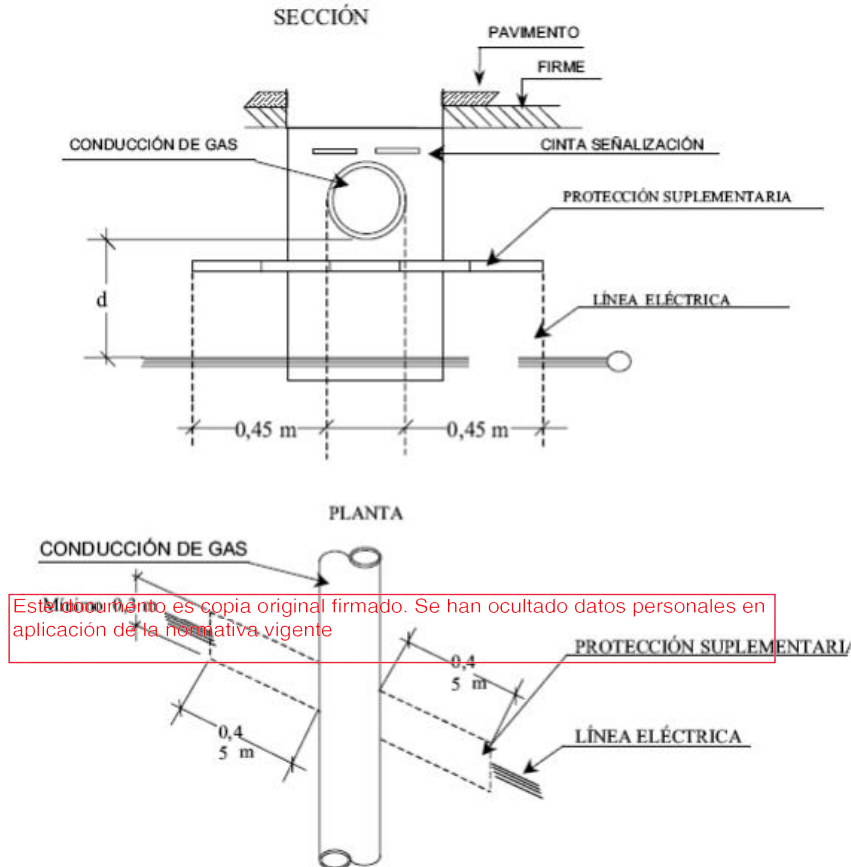
Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

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

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

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



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

**9.1.7 Conducciones de alcantarillado**

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20

J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### 9.1.8 Depósitos de carburante

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

## 9.2 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.

### 9.2.1 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, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

### 9.2.2 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.

**9.2.3 Canalizaciones de agua**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

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

**9.2.4 Canalizaciones de gas**

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla siguiente. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

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

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

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

### 9.2.5 Acometidas (conexiones en servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

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

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 10 Prescripciones Especiales

### 10.1 Tramo Aéreo

A continuación, se incluyen los cruzamientos aéreos y afecciones con vías pecuarias de los tramos objeto del presente documento.

#### 10.1.1 Relación de cruzamientos:

Nº Cruz.	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia a al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia a vertical teórica (m)	Distancia a vertical real (m)	Tipo (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
											X	Y
41	59	60	289,19	41,31	-	7	22,76	Tipo 5	Arroyo de Valdehorno	Confederación hidrográfica del Tajo	460747,30	4444470,15
41A	60	61	315,59	60,91	-	7	24,2	Tipo 5	Arroyo de Valdehorno	Confederación hidrográfica del Tajo	460771,93	4444570,45
42	62	63	296,83	58,8	-	7	42,08	Tipo 5	Arroyo de la Rendija	Confederación hidrográfica del Tajo	460956,70	4445322,97
43	63	64	182,7	75,77	-	7	34,29	Tipo 5	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo	460994,07	4445475,15
44	64	65	300,94	121,16	-	7	43,85	Tipo 5	Arroyo de las Cárcavas	Confederación hidrográfica del Tajo	461048,42	4445696,47
45	65	66	332,66	49,48	-	7	28,42	Tipo 5	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo	461104,18	4445923,59
46	66	67	358,49	129,78	-	7	52,02	Tipo 5	Arroyo de Valdepozas	Confederación hidrográfica del Tajo	461216,60	4446314,35

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruz.	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia a al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia a vertical teórica (m)	Distancia a vertical real (m)	Tipo (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M.	
											(ETRS89-H30)	
											X	Y
47	66	67	358,49	63,04	-	7	34,36	Tipo 5	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo	461235,58	4446458,72
47A	67	68	165,89	52,85	-	7	24,86	Tipo 5	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo	461280,57	4446641,96
47B	68	69	445,57	196,9	-	7	23,53	Tipo 5	Barranco de Valmuerto	Confederación hidrográfica del Tajo	461346,25	4446909,44
48	68	69	445,57	187,43	-	7	22,88	Tipo 5	Barranco de Valmuerto	Confederación hidrográfica del Tajo	461353,46	4446938,78
49	70'	71'	354,85	140,39	-	7	29,04	Tipo 5	Barranco de la Peña del Agua	Confederación hidrográfica del Tajo	4461492,86	4447612,12
50	71'	72'	210,45	40,23	-	7	21,57	Tipo 7	Gasoducto	ENAGAS	461591,81	4447909,48
51	72'	73'	290,29	50,87	11,74	5,5	18,72	Tipo 1	Línea telefónica	Telefónica de España	461615,26	4448005,08
52	72'	73'	290,29	95,2	-	9,2	40,98	Tipo 2	Carretera M-311 pk14,05	D.G. DE Transportes y Movilidad. Viceconsejería de Transportes e Infraestructuras. Consejería de Transportes de la Comunidad de Madrid	461632,16	4448073,46

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruz.	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia a al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia a vertical teórica (m)	Distancia a vertical real (m)	Tipo (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
											X	Y
											53	72'
54	72'	73'	290,29	95,25	-	7	45,89	Tipo 5	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo	461652,06	4448154,86
54A	73'	74'	311,15	56,04	-	7	33,45	Tipo 5	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo	461459,23	4448470,63
60	83-PAS	84'	258,99	71,29	-	7	16,47	Tipo 5	Acequia	Confederación hidrográfica del Tajo	460912,77	4451451,74
61	84'	85"	269,05	18,38	-	7	21,96	Tipo 5	Acequia	Confederación hidrográfica del Tajo	460854,76	4451525,15
62	84'	85"	269,05	99,89	-	7	18,23	Tipo 5	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo	460750,44	4451623,30
63	84'	85"	269,05	80,3	-	7	18,28	Tipo 5	Acequia	Confederación hidrográfica del Tajo	460737,78	4451635,21
64	84'	85"	269,05	67,87	-	9,2	18,56	Tipo 2	Carretera M-313 pk9,26	D.G. DE Transportes y Movilidad. Viceconsejería de Transportes e Infraestructuras. Consejería de Transportes de la Comunidad de Madrid	460732,32	4451640,35

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruz.	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia a al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia a vertical teórica (m)	Distancia a vertical real (m)	Tipo (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
											X	Y
											65	84'
65A	85"	86	271,25	54,96	-	7	20,2	Tipo 5	Barranco de las Carabinas	Confederación hidrográfica del Tajo	460564,12	4451854,09
66	85"	86	271,25	37,45	38,71	5,5	10,58	Tipo 1	L.M.T	UFD Distribución Electricidad	460538,64	4451891,04
67	85"	86	271,25	25,94	27,31	5,5	14,5	Tipo 1	L.M.T	UFD Distribución Electricidad	460533,19	4451898,93
68	87	88	307,71	137,05	-	9,2	17,49	Tipo 2	Carretera M-311-pk9	D.G. DE Transportes y Movilidad. Viceconsejería de Transportes e Infraestructuras. Consejería de Transportes de la Comunidad de Madrid	460032,65	4451990,04
69	87	88	307,71	122,64	20,43	5,5	11,43	Tipo 1	Línea telefónica	Telefónica de España	460018,49	4451990,67
70	87	88	307,71	71,39	19,43	5,5	6,97	Tipo 1	L.M.T	UFD Distribución Electricidad	459966,22	4451998,34
71	89	90'	201,28	37,23	-	7	19,19	Tipo 5	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo	459719,50	4452053,36

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruz.	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia a al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia a vertical teórica (m)	Distancia a vertical real (m)	Tipo (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
											X	Y
											72	89
						7,2	11,99					
73	89	90'	201,28	43,58	-	7	23,93	Tipo 5	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo	459619,56	4452150,83
73A	91'	92'	239,47	33,9	-	7	34,4	Tipo 5	Barranco de las Caravinas	Confederación hidrográfica del Tajo	459241,91	4452355,27
73B	92'	93'	297,06	34,99	-	7	34,4	Tipo 5	Barranco de las Caravinas	Confederación hidrográfica del Tajo	459172,33	4452427,94
73C	93'	94'	345,25	148,98	0,8	3,2	7,29	Tipo 1	FUTURA LÍNEA 132 KV	IGNIS	458968,28	4452763,61
						5,5	8,3					
78	93'	94'	345,25	140	8,37	5,5	16,42	Tipo 1	Línea telefónica	Telefónica de España	458940,21	4452813,17
79	93'	94'	345,25	113,48	-	9,2	22,04	Tipo 2	Carretera M-302 pk5	D.G. DE Transportes y Movilidad. Viceconsejería de Transportes e Infraestructuras.	458926,82	4452826,17

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruz.	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia a al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia a vertical teórica (m)	Distancia a vertical real (m)	Tipo (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
											X	Y
										Consejería de Transportes de la Comunidad de Madrid		
80	93'	94'	345,25	35,71	-	7	26,98	Tipo 6	Cordel de las Merinas	Medio Rural. Comunidad de Madrid	458891,35	4452860,94
81	93'	94'	345,25	61,59	76,28	5,5	8,03	Tipo 1	L.M.T	UFD Distribución Electricidad	458868,73	4452882,86
81A	96'	97'	331,74	-	-	5,5	-	Tipo 2	Futura L.A.T	ENVATIOS	458891,86	4453605,39
83	96'	97'	331,74	54,35	77,2	5,5	10,08	Tipo 1	L.M.T	UFD Distribución Electricidad	458891,76	4453605,10
80'	96'	97'	331,74	12,12	-	7	14,79	Tipo 6	Colada Senda de la Galiana	Medio Rural. Comunidad de Madrid	458901,93	4453635,40

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

(\*) Tipos de cruzamientos

Tipo 1: Líneas eléctricas y de telecomunicación

Tipo 2: Carreteras y ferrocarriles sin electrificar

Tipo 3: Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

Tipo 4: Teleféricos y cables transportadores

Tipo 5: Arroyos, ríos y canales navegables o flotables.

Tipo 6: Vías pecuarias

Tipo 7: Oleoductos y gasoductos



Cruzamientos no modificados en el presente documento



Cruzamientos modificados en el presente documento

**10.1.2 Afección cruzamientos sobre VPP**

Nº Cruzamiento	Nombre de VVPP Afectada por Cruzamiento	Longitud Traza(m)	Superficie de Ocupación Permanente de Canalización (m²)	Coordenadas U.T.M.	
				(ETRS89-H30)	
				Xo	Yo
80	Cordel de las Merinas	46,73	1193,63	458891,35	4452860,94
80'	Colada de la Senda de la Galiana	8,68	310,35	458901,93	4453635,4



Cruzamientos modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

10.2 Tramo subterráneo

A continuación, se incluyen los cruzamientos subterráneos, paralelismos y afecciones con Vías Pecuarias de los tramos objeto del presente documento.

10.2.1 Relación de cruzamientos

Nº Cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
			X	Y
01s	Río Tajo	Confederación Hidrográfica del Tajo	459077,155	44328442,4
03s	Arteria de Abastecimiento Almoquera-Godor 01200	Canal de Isabel II	459081,755	4433137,26
03.1s	F.O	Canal de Isabel II	459077,1372	4433150,88
04s	Carretera M-320	D.G. de Transportes y Movilidad. Viceconsejería de Transportes e Infraestructuras. Consjería de Transportes de la Comunidad de Madrid Medio Rural. Comunidad de Madrid	458991,626	4433330,22
04As	Conducción del subsistema Aducción Almoquera-Algodor-Sagra Este (Acero Helicosoldado)	Infraestructuras del Agua de Castilla la Mancha	459045,858	4433241,42
05s	Canal/Acequia	Confederación Hidrográfica del Tajo	458982,589	4433358,15
06.1s	Cañada de Valdemolinos	Confederación Hidrográfica del Tajo	461238,1469	4449463,56
07s	Barranco La Retamosa	Confederación Hidrográfica del Tajo	461103,945	4449987,02
08s	Río Tajuña	Confederación Hidrográfica del Tajo	461084,773	4450045,77

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
			X	Y
09s	Acequia	Confederación Hidrográfica del Tajo	461034,43	4450202,07
10s	Barranco de Lérida	Confederación Hidrográfica del Tajo	461082,992	4451048,56
10.1s	Colada Senda de la Galiana	Medio Rural. Comunidad de Madrid	459297,6064	4454158,84
10.2	LAAT 400 kV Belinchon - Morata 1	Red Eléctrica de España	459286,25	4454461,44
11s	Carretera M-311	D.G. de Transportes y Movilidad. Viceconsejería de Transportes e Infraestructuras. Consjería de Transportes de la Comunidad de Madrid Medio Rural. Comunidad de Madrid	459176,338	4454946,09
11.1s	Vía Verde del Tajuña	D.G. de Transportes y Movilidad. Viceconsejería de Transportes e Infraestructuras. Consjería de Transportes de la Comunidad de Madrid Medio Rural. Comunidad de Madrid	459762,8	4455749
11.2s	Vía Verde del Tajuña	D.G. de Transportes y Movilidad. Viceconsejería de Transportes e Infraestructuras. Consjería de Transportes de la Comunidad de Madrid Medio Rural. Comunidad de Madrid	460063,778	4456599,94
12s	Colada del Camino Viejo de Chinchón	Medio Rural. Comunidad de Madrid	460118,273	4456861,08
12As	Arroyo de los Torrilejos	Confederación Hidrográfica del Tajo	460124,46	4456901,88
12'	Vereda de Cobatilla do de las Suertes	Medio Rural. Comunidad de Madrid	461374,41	4458204,50
13s	Colada de San Sebastián	Medio Rural. Comunidad de Madrid	461394,735	4458213,76
14's	Autovía A3 PK-28,20	Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana	461593,698	4458396,63

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Nº Cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
			X	Y
14s	Colada de las Calcavillas	Medio Rural. Comunidad de Madrid	461614,038	4458623,8
15s	Arroyo del Valle	Confederación Hidrográfica del Tajo	461612,717	4458644,01
16s	Canalización de Gas	Nedgia	461071,746	4460179,23
17s	Colada de las Calcavillas	Medio Rural. Comunidad de Madrid	461073,382	4460238,86
18s	Colada de San Sebastián	Medio Rural. Comunidad de Madrid	461080,35	4460748,79
19s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461083,917	4460723,27
20s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461082,375	4460734,29
21s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461082,195	4460735,58
22s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461081,972	4460737,17
22.1s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461070,0986	4460838,42
23s	Colada de San Sebastian	Medio Rural. Comunidad de Madrid	461065,32	4460918,86
24s	Red de abastecimiento	Canal de Isabel II	461080,799	4460945,25
25s	Red de abastecimiento	Canal de Isabel II	461081,995	4460948,32

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
			X	Y
26S	Colada de San Sebastian	Medio Rural. Comunidad de Madrid	461095,99	4460988,54
27s	Red de abastecimiento	Canal de Isabel II	461098,1095	4460999,16
29s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461151,1214	4461054,43
30s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461153,4971	4461055,68
31.1	Colada de San Sebastian	Medio Rural. Comunidad de Madrid	461223,54	4461123,57
32s	Red de abastecimiento	Canal de Isabel II	461230,9951	4461127,83
32.1s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461256,0199	4461145,02
33s	Tubería Reutilizada	Canal de Isabel II	461272,263	4461157,55
34s	Tubería Reutilizada	Canal de Isabel II	461273,582	4461158,57
35s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461283,814	4461166,47
36s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461288,623	4461170,18
37s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461290,457	4461171,59
38s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461292,262	4461172,99

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
			X	Y
39s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461293,492	4461173,94
40s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461289,428	4461185,07
40.1s	Red de Abastecimiento	Canal de Isabel II	461288,4889	4461186,45
41s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461288,149	4461186,95
42s	Colada de San Sebastián	Medio Rural. Comunidad de Madrid	461274,321	4461199,36
43s	Tubería Reutilizada	Canal de Isabel II	461277,079	4461198,44
44s	Tubería Reutilizada	Canal de Isabel II	461275,968	4461198,81
45s	Línea de Alta tensión	UFD Distribución Electricidad	461275,148	4461199,08
46s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461272,479	4461199,97
47s	Red de Abastecimiento	Canal de Isabel II	461257,995	4461207,03
47.1s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461249,9177	4461211,64
48s	Red de pluviales	Canal de Isabel II	461200,544	4461239,8
49s	Línea de telecomunicaciones	Telefónica	461195,942	4461242,42

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
			X	Y
50s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461195,361	4461242,75
50.1s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461193,8721	4461243,6
51s	Red de abastecimiento	Canal de Isabel II	461185,895	4461248,15
52s	Red de pluviales	Canal de Isabel II	461177,767	4461252,79
53s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461168,134	4461258,28
54s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461167,265	4461258,77
55s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461166,396	4461259,27
56s	Línea de telecomunicaciones	Jazztel	461164,368	4461260,43
57s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461163,247	4461261,07
58s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461162,187	4461261,67
58.1s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461141,3109	4461273,74
58.2s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461123,3089	4461284,39
59s	Red de pluviales	Canal de Isabel II	461106,787	4461294,16

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
			X	Y
59.1s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461089,0444	4461304,65
59.2s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461070,8999	4461315,38
59.3s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461055,3182	4461324,74
60s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461054,7325	4461325,1
61s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461053,014	4461324,25
64s	Línea de telecomunicaciones	Telefónica	461038,1785	4461335,12
68.1s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461033,1114	4461340,31
69.1s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461030,9886	4461343,56
71s	Línea de telecomunicaciones	Telefónica	461034,1443	4461339,02
73.1s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461024,9446	4461365,04
74s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461023,9041	4461369,01
76s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461023,118	4461372
76.1s	Línea de telecomunicaciones	Jazztel	461022,4875	4461375,33

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
			X	Y
76.2s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461022,109	4461378,32
76.3s	Línea de telecomunicaciones	Jazttel	461020,8999	4461384,96
76.4s	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461016,7212	4461390,47
77s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461014,5136	4461391,79
78s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461013,3071	4461392,27
79s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461014,7944	4461391,65
79.1s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461012,8043	4461392,44
79.2s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461010,7529	4461392,86
79.3s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461008,7373	4461393,16
79.4s	Línea subterránea de Media Tensión	UFD Distribución Electricidad	461006,5203	4461392,88
79.5	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461005,3635	4461392,31
79.6	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461003,7309	4461390,01
79.7	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461000,4395	4461372,8

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M. (ETRS89-H30)	
			X	Y
79.8	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	460996,7331	4461367,07
79.9	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	460992,9864	4.461.365
80.1s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	460988,2752	4461363,7
80.2s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	460988,1096	4461363,7
80.3s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	460982,1406	4461369,1
80.3s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	460982,1406	4461369,1
80.4s	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	460978,8737	4461383,58

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

- Cruzamientos no modificados en el presente documento
- Cruzamientos modificados en el presente documento
- Cruzamientos nuevos en el presente documento

10.2.2 Relación de paralelismos

Nº Paralelismo	Longitud de afección (m)	Tipo de paralelismo	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M.		Coordenadas U.T.M.	
				(ETRS89-H30) Inicio Paralelismo		(ETRS89-H30) Fin Paralelismo	
				X	Y	X	Y
02P	39	Línea de media tensión	UFD Distribución Electricidad	461030,685	4461344,14	461021,712	4461381,46
03P	56	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461021,68	4461341,49	461021,712	4461381,46
04.1P	417	Línea de media tensión	UFD Distribución Electricidad	459341,58	4454282,50	459218,72	4454621,33
04.2P	417	Carretera M-311	D.G. DE Transportes y Movilidad. Viceconsejería de Transportes e Infraestructuras. Consejería de Transportes de la Comunidad de Madrid	459341,58	4454282,50	459179,07	4454659,66
05P	116	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461083,917	4460723,27	461070,105	4460838,36
05.1P	67	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461079,92	4460768,92	461073,43	4460835,62
06P	468	Red de abastecimiento	Canal de Isabel II	461268,879	4461201,18	461020,9	4461384,96
07P	63	Línea de media tensión	UFD Distribución Electricidad	461223,011	4461226,98	461168,134	4461258,28
08P	184	Línea de media tensión	UFD Distribución Electricidad	461222,148	4461227,47	461065,943	4461318,31
09P	200	UFD Canalización	UFD Distribución Electricidad	461163,947	4461262,43	461020,9	4461384,96
10P	146	Línea de comunicaciones	Jaztell	461161,157	4461262,26	461037,681	4461335,52
11P	260	Línea de media tensión	UFD Distribución Electricidad	461262,25	4461204,61	461037,681	4461335,52
12P	260	Línea de media tensión	UFD Distribución Electricidad	461262,25	4461204,61	461037,681	4461335,52

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Paralelismo	Longitud de afección (m)	Tipo de paralelismo	Organismo Propietario	Coordenadas U.T.M.		Coordenadas U.T.M.	
				(ETRS89-H30) Inicio Paralelismo		(ETRS89-H30) Fin Paralelismo	
				X	Y	X	Y
13P	292	Red de saneamiento	Canal de Isabel II	461247,004	4461213,28	461021,712	4461381,46

Paralelismos no modificados en el presente documento

Paralelismos modificados en el presente documento

Paralelismos nuevos en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

10.2.3 Afección sobre VPP

Nº de afección	Nombre de VVPP	Longitud Canalización (m)	Superficie de Ocupación Permanente de Canalización (m²)	Coordenadas U.T.M.			
				(ETRS89-H30)			
				Xo	Yo	Xf	Yf
AF1.1s	Colada Camino del Megial	84,32	335,99	458982,93	4453873,34	459064,17	4453859,94
AF1.2s	Colada Senda de la Galiana	164,15	697,47	459064,17	4453859,94	459208,55	4453988,64
AF1.3s	Colada Senda de la Galiana	70,77	177,44	459306,94	4454173,12	459338,21	4454249,14
AF1s	Colada del Camino Viejo de Madrid	55,73	89,12	459159,31	4455111,29	459149,75	4455164,37
AF2s	Colada del Camino Viejo de Madrid	215,21	344,26	459151,8299	4455194,73	459259,78	4455377,51
AF3s	Colada de San Sebastián	41,09	65,64	460980,07	4457940,61	461018,54	4457952,39
AF4s	Colada de San Sebastián	66,05	106,06	461056,05	4457966,19	461114,06	4457993,41
AF5s	Colada de San Sebastián	15,90	31,12	461157,84	4458023,93	461163,25	4458038,46

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Afecciones nuevas en el presente documento

10.2.4 Afección cruzamientos sobre VPP

Nº Cruzamiento	Nombre de VVPP Afectada por Cruzamiento	Longitud Canalización (m)	Superficie de Ocupación Permanente de Canalización (m²)	Coordenadas U.T.M.	
				(ETRS89-H30)	
				Xo	Yo
10.1	Colada Senda de la Galiana	6,75	32,00	459297,60	4454158,84
12s	Colada del Camino Viejo de Chinchón	12,51	20,00	460118,27	4456861,08
12's	Vereda de Cobatilla o de las Suertes	22,53	35,96	461374,41	4458204,50
13s	Colada de San Sebastián	21,41	33,95	461394,73	4458213,76
14s	Colada de las Calcavillas	40,81	62,25	461614,04	4458623,8
17s	Colada de las Calcavillas	105,06	168,10	461073,38	4460238,86
18s	Colada de San Sebastián	216,23	345,96	461080,35	4460748,79
23s	Colada de San Sebastián	18,44	29,54	461065,32	4460918,86
26s	Colada de San Sebastián	14,40	22,95	461095,99	4460988,54
31.1s	Colada de San Sebastián	18,65	29,80	461223,54	4461123,57
42s	Colada de San Sebastián	12,16	20,00	461274,321	4461199,36

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Afecciones nuevas en el presente documento

## 11 Punto de medida

La subestación de REE se encuentra en un polígono industrial y toda la zona cuenta con desarrollos urbanísticos municipales, por lo que no es posible ubicar el punto de medida proyectado originalmente dentro de un radio de 500 m desde el punto de conexión en la subestación de REE.

Por ello se ha previsto que, para realizar la medida de facturación, al ser la subestación de REE una subestación GIS urbana, se solicite a REE la cesión de los secundarios de los TT de la subestación, proyectándose unos transformadores de intensidad toroidales que se acoplarán a los terminales de conexión de las celdas GIS. Dicha apartamentación no es objeto del presente proyecto constructivo, sino que se definirá en un proyecto que realizará REE.

Los sistemas de cableados, los equipos de lectura de medida y los equipos de comunicación, objeto del presente proyecto, se ubicarán en un armario fuera de la subestación de REE, ya que REE no permite la instalación de estos equipos en el interior de sus instalaciones. A dichos equipos no se les podrá suministrar alimentación de baja tensión desde la propia subestación.

Según el vigente Real Decreto 1110/2007 Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, el cual consiste en lo siguiente:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

- Los contadores medirán energía activa y reactiva y el esquema será a cuatro hilos con clases de precisión mejores o iguales a 0,2s y 0,5 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador.

Características de los Equipos de Medida, instalados fuera de la subestación de REE:

- El registro de energía activa y reactiva será realizado en todos los sentidos y cuadrantes, respectivamente, en que sea posible la circulación de energía.
- Dispondrán de dispositivos de comunicación para la lectura remota todos los equipos de medida.
- Para permitir la lectura local y la parametrización de los equipos en modo local, dispondrán de al menos un canal de comunicaciones apropiado, ya sea a través de un puerto serie RS-232 o un optoacoplador.
- Los equipos de medida deberán disponer de al menos un integrador totalizador o elemento visualizador de la energía circulada que garantice su lectura tras ausencia de tensión de red, incluso cuando la opción horaria o por períodos sea la elegida, durante un tiempo no inferior a seis meses para todos los puntos de medida.
- El control de la potencia se efectuará mediante maxímetros. Se requerirán seis maxímetros en todos estos puntos, con un periodo de integración de 15 minutos.

La clase de precisión de los transformadores de medida y los contadores de energía activa y reactiva que deberán cumplir los equipos de medida se resume en el siguiente cuadro:

Tipo de punto	Clase de precisión			
	Transformadores		Contadores	
	Tensión	Intensidad	Activa	Reactiva
1	0,2	0,2 S	≤0,2 S	≤0,5

La medida principal instalada en la Subestación de REE estará constituida por los siguientes elementos:

- Un (1) juego de tres transformadores de intensidad para medida 220 kV
- Un (1) juego de tres transformadores de tensión inductivos para medida 220 kV

**Los equipos de medida principal serán definidos y especificados para una Celda tipo GIS (SF6) dentro del proyecto de la subestación GIS propiedad de REE.**

Como el punto de medida de energía oficial se sitúa en las instalaciones de REE, será preciso que se formalice con Red Eléctrica de España S.A.U., en concreto con el Dpto. de Gestión de Patrimonio Inmobiliario, el correspondiente acuerdo que autorice a llevar a cabo tal ocupación, así como el uso la servidumbre de paso si aplicara y el pago por su parte de la correspondiente contraprestación económica. Esta cantidad será calculada y comunicada una vez se disponga de la documentación técnica necesaria, así como los datos de ocupación definitivos.

## 12 Relación de organismos afectados

A continuación, se incluyen los organismos afectados por el presente documento.

AYUNTAMIENTO DE ARGANDA DEL REY

AYUNTAMIENTO DE MORATA DE TAJUÑA

AYUNTAMIENTO DE CHINCHÓN

AYUNTAMIENTO DE COLMENAR DE OREJA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

MEDIO RURAL. COMUNIDAD DE MADRID

UFD DISTRIBUCIÓN ELECTRICIDAD

TELEFÓNICA DE ESPAÑA

JAZZTEL

CANAL DE ISABEL II

ENVATIOS

INFRAESTRUCTURAS DEL AGUA DE CASTILLA-LA MANCHA

DIRECCIÓN GENERAL DEL PATRIMONIO CULTURAL. COMUNIDAD DE MADRID

DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS. COMUNIDAD DE MADRID

REE

D.G. DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD. VICECONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS.  
CONSEJERÍA DE TRANSPORTES DE LA COMUNIDAD DE MADRID

NEDGIA

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### **13 Evaluación ambiental del proyecto**

Según la legislación vigente, el proyecto en el que se incluye la LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE), se encuentra sometido a lo establecido en la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.

### **14 Estudio de Seguridad y Salud**

Según el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, y más en concreto en su Art. 4, Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras, "el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en las que se den alguno de los supuestos que más abajo se exponen."

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 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 por 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.

Con el objeto de dar cumplimiento a la legislación vigente y dado que en el proyecto de las infraestructuras eléctricas de alta tensión del parque eólico se dan los tres primeros supuestos de la lista anterior, se presenta en el Anexo I del presente Proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud.

## 15 Gestión de residuos durante la construcción

Conforme a lo dispuesto en el artículo 4 del Real Decreto 105/2008 se ha realizado el Estudio de Gestión de residuos de Construcción y Demolición que se adjunta en el Anexo II. El contenido incluye:

- Identificación de los residuos que se van a generar y estimación de la cantidad en m<sup>3</sup> y t de cada tipo (según Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular).
- Medidas para la prevención de dichos residuos.
- Operaciones encaminadas a la posible reutilización, separación y valorización de estos residuos.
- Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
- Pliego de Condiciones Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de normativa vigente
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs y destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ".

## 16 Presupuesto

En el Documento nº 4 de este Proyecto, se presentan los presupuestos parciales y total de las obras que se proyecta realizar, resultando un total de **VEINTITRES MILLONES NOVECIENTOS VEINTIÚN MIL SESENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO (23.921.062,74 €)**.

### 17 Plazo de ejecución del proyecto

El plazo de ejecución del proyecto se prevé en 22 MESES, según se detalla en la planificación que se adjunta a continuación:

		AÑO 1												AÑO 2											
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
PREVIOS	18 SEMANAS	[Gantt bar from week 01 to 18]																							
OBRA CIVIL	35 SEMANAS	[Gantt bar from week 05 to 35]																							
MONTAJE ELECTROMECÁNICO	28 SEMANAS	[Gantt bar from week 09 to 28]												[Gantt bar from week 01 to 12]											
ENSAYOS Y PRUEBAS	17 SEMANAS													[Gantt bar from week 05 to 17]											
DOCUMENTACIÓN LEGAL P.E.S	8 SEMANAS													[Gantt bar from week 08 to 16]											
PUESTA EN SERVICIO	2 SEMANAS													[Gantt bar from week 10 to 12]											

### 18 Conclusión

Considerando expuestas en esta memoria del proyecto oficial de la LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE), todas las razones que justifican la construcción de la misma, se espera que sea concedida la Autorización Administrativa de construcción y la Declaración de Utilidad pública a efecto de imposición de servidumbres para el paso de la línea a través de los terrenos afectados por las obras de acuerdo con la Ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en este para el paso de la línea.

En A Coruña agosto de 2024

Por la Empresa Consultora:

**Novotec Consultores S.A.**

**Colegiado Nº 2.221**

**Colegio de Ingenieros Industriales de Galicia**

**DOCUMENTO N°2**

**LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**CÁLCULOS**

## Índice

CÁLCULOS.....	1
1 Cálculo eléctrico del tramo aéreo.....	5
1.1 Intensidad máxima.....	5
1.2 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores.....	5
1.3 Resistencia.....	7
1.4 Reactancia inductiva.....	8
1.5 Susceptancia.....	10
1.6 Conductancia.....	11
1.7 Caída de tensión.....	12
1.8 Potencia a transportar.....	14
1.9 Efecto Corona.....	15
1.9.1 Gradiente de potencial crítico de los conductores.....	15
1.9.2 Pérdidas debidas al efecto corona.....	17
1.10 Pérdidas de potencia.....	19
1.11 Aislamiento.....	20
2 Cálculo eléctrico del tramo subterráneo.....	21
2.1 Cálculos eléctricos en régimen de funcionamiento normal.....	21
2.1.1 Datos de la instalación.....	23
2.1.2 Datos del cable.....	26
2.1.3 Datos del tubo.....	27
2.1.4 Resistencia del conductor.....	28
2.1.5 Resistencias de las pantallas.....	28
2.1.6 Reactancia.....	29
2.1.7 Capacidad conductores-pantallas.....	30
2.1.8 Pérdidas de potencia.....	31
2.1.9 Pérdidas de potencia total.....	34
2.1.10 Factores de acoplamiento cables pantallas.....	34
2.1.11 Caída de tensión media en los conductores.....	35
2.1.12 Intensidad máxima admisible en conductor y pantalla.....	36
2.1.13 Potencia máxima por la línea.....	37
2.1.14 Intensidades admisibles de cortocircuito.....	38

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

2.1.15	Impedancias secuenciales de la línea.....	40
2.2	Cálculos eléctricos en régimen de cortocircuito.....	42
2.2.1	Cálculos para régimen de cortocircuito.....	42
2.2.2	Resultados obtenidos.....	44
2.2.3	Características de aislamiento de los materiales.....	47
2.2.4	Criterios para la selección de descargadores.....	52
2.2.5	Criterio de sobretensiones temporales máximas.....	53
2.2.6	Criterio del margen de protección.....	55
2.2.7	Resultados obtenidos.....	55
3	Resumen cálculo eléctrico.....	57
4	Estudio de campos electromagnéticos.....	58
4.1	Normativa vigente.....	58
4.2	Cálculos justificativos.....	59
4.3	Determinación del campo electromagnético.....	60
4.3.1	Línea aérea.....	60
4.3.2	Línea subterránea.....	62
4.4	Evaluación de los resultados.....	64
4.5	Conclusiones.....	65
5	Cálculo mecánico de conductores. Tramo Aéreo.....	66
5.1	Características de la línea.....	66
5.2	Características del conductor.....	66
5.3	Acciones consideradas.....	66
5.4	Hipótesis de partida.....	67
5.5	Hipótesis de cálculo.....	68
5.6	Vano ideal de regulación.....	69
5.7	Comparación de hipótesis.....	73
5.8	Tabla de regulación.....	77
5.9	Distancias.....	99
6	Cálculo del cable de fibra óptica.....	107
6.1	Características de la línea.....	107
6.2	Características del cable de fibra óptica.....	107
6.3	Acciones consideradas.....	107
6.4	Hipótesis de partida.....	108

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en su totalidad de la normativa vigente.

---

6.5	Hipótesis de cálculo .....	108
6.6	Vano ideal de regulación .....	110
6.7	Comparación de hipótesis .....	113
6.8	Tabla de regulación .....	116
6.9	Distancias.....	137
7	Cálculo mecánico de apoyos.....	141
7.1	Hipótesis normales .....	141
7.2	Hipótesis anormales .....	150
7.3	Tabla de resultados .....	155
8	Cálculo mecánico de cimentaciones .....	175
8.1	Cimentaciones fraccionadas.....	178
8.2	Cimentaciones monobloque .....	180
9	Puesta a tierra del tramo aéreo.....	182
9.1	Dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica.....	182
9.2	Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas.....	184

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 1 Cálculo eléctrico del tramo aéreo

En este Tercer Modificado del Proyecto Oficial se han modificado los tramos aéreos T7 y T9.

### 1.1 Intensidad máxima

La densidad máxima de corriente para cada conductor en régimen permanente de corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deducirá de las densidades máximas de corriente y los coeficientes de reducción indicados en el Apdo. 4.2.1 de la ITC LAT 07 del RD 223/2008.

En la tabla siguiente se muestra para el conductor proyectado las corrientes admisibles en función de la densidad de corriente para todos los tramos aéreos comprendidos en este proyecto.

Tramos aéreos	Conductor	Densidad máxima de corriente (A/mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A)
T7	337-AL1/ 44-ST1A (LA-380)	1,89	719
T9			

### 1.2 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Las pérdidas producidas por efecto Joule en los conductores sometidos a un cortocircuito, elevan su temperatura hasta valores dependientes de la intensidad y duración de la falta, que pueden provocar una disminución en las características mecánicas de los mismos.

La temperatura límite que puede alcanzar un conductor aluminio – acero, sin provocar una disminución de sus características mecánicas no debe sobrepasar los 200 °C.

Partiendo de una temperatura máxima en el conductor antes del cortocircuito de la temperatura ambiente, y suponiendo un calentamiento adiabático durante el cortocircuito se obtiene:

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

Donde:

t: duración del cortocircuito (s)

K: intensidad de cortocircuito admisible durante 1 segundo, tiene por valor:

$$K = \sqrt{10^{-3} \cdot \frac{S \cdot C}{\alpha \cdot R_{20}} \cdot \ln \left( \frac{1 + \alpha \cdot (\theta_2 - 20)}{1 + \alpha \cdot (\theta_1 - 20)} \right)}$$

Donde:

S: sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

C: calor específico del conductor por unidad de volumen (J/cm<sup>3</sup> °C) = 2,6 J/cm<sup>3</sup> °C

α: coeficiente de temperatura del conductor a 20°C (°C<sup>-1</sup>); para el aluminio α = 0,00377°C<sup>-1</sup>

R20: resistencia del conductor a 20°C (Ω/km), obtenida en el apartado siguiente de este documento

Θ1: temperatura final después del cortocircuito (°C) = 200°C

Θ2: temperatura máxima previa al cortocircuito (°C) = 20°C

<b>Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores (kA)</b>										
<b>Tramos Aéreos</b>	<b>Conductor</b>	<b>Duración del cortocircuito (s)</b>								
		<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>T7</b>	<b>LA-380 Dúplex</b>	126,02	89,11	72,76	63,01	51,45	44,55	39,85	28,18	23,01
<b>T9</b>										

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**1.3 Resistencia**

La resistencia eléctrica de los conductores por unidad de longitud para todos los tramos aéreos proyectados a una temperatura de 20 °C según la norma UNE 21018 se muestra en la siguiente tabla:

Tramo	Conductor	Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)
T7	LA-380 Dúplex	0,04285
T9		

La resistencia para temperaturas de servicio distintas a 20°C, tiene la siguiente expresión:

$$R = R_t \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20))$$

Donde:

R: resistencia del conductor a la temperatura de servicio (Ω/km)

Rt: resistencia del conductor a la temperatura de 20°C (Ω/km)

α: coeficiente de temperatura del conductor a 20°C (°C<sup>-1</sup>); para el aluminio α=0,00377°C<sup>-1</sup>

θ: temperatura de servicio del conductor (°C)

Para una temperatura θ = 85°C, resultan las siguientes resistencias por unidad de longitud para todos los tramos proyectados:

Tramo	Conductor	Resistencia eléctrica a 85°C (Ω/km)
T7	LA-380 Dúplex	0,0533
T9		

Para valores de temperatura distintos a los mostrados, se obtendrá la resistencia mediante el cálculo especificado en el presente apartado.

### 1.4 Reactancia inductiva

La reactancia de una línea trifásica, por unidad de longitud y por fase, para líneas equilibradas, se calculará según la siguiente expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \cdot (\Omega/km)$$

Donde:

X: Reactancia (Ω/km)

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

f: frecuencia de la red (50 Hz)

L: coeficiente de inducción mutua por unidad de longitud. Viene dado por la siguiente expresión:

$$L = \left( \frac{1}{2n} + 4,605 \cdot \log \frac{DMG}{RMG'} \right) \cdot 10^{-4} \text{ (H/km)}$$

Siendo:

$$RMG' = \sqrt{e^{-1/4} \cdot r \cdot \Delta} \text{ (mm)} \quad \text{para configuración dúplex (n=2)}$$

$$DMG = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}} \quad \text{para simple circuito}$$

Donde:

r: Radio del conductor (mm)

n: Número de subconductores del haz

Δ: Separación geométrica entre dos subconductores en configuración dúplex (mm)

d<sub>j,k</sub> : Distancia entre el conductor j y el k (mm)

DMG: Distancia media geométrica entre conductores (mm)

RMG´ : Radio equivalente del haz de subconductores (mm)

El valor de DMG lo determinaremos a partir de la distancia que proporciona la cruceta elegida en cada caso.

En nuestro caso, considerando el armado más utilizado en proyecto para la configuración de apoyos en los tramos de simple circuito, S1785.

Para los tramos con apoyos compartidos en doble circuito se considerará la geometría de los apoyos tipo condor con armado N3885 para el circuito de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE).

Mientras que para el tramo con apoyos compartidos en triple circuito se considerará la geometría de los apoyos tipo 220-SUS-TC para el circuito de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE), dicho circuito tanto en el doble como en el triple circuito se encuentra situado por la parte derecha del apoyo en orden creciente de numeración teniendo los siguientes resultados:

- Apoyos tramos en Simple Circuito

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente  $DMG = 8660 (mm)$

- Apoyos tramos compartidos en Doble Circuito, circuito LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE)

$$DMG = 6930 (mm)$$

- Apoyos compartidos en Triple Circuito, circuito LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE)

$$DMG = 8819 (mm)$$

Tramos	Conductor	Reactancia inductiva de la línea ( $\Omega / km$ )
T7	LA-380 Dúplex	0,3184
T9	LA-380 Dúplex	0,3184

**1.5 Susceptancia**

La susceptancia de la línea, por unidad de longitud y por fase, para líneas equilibradas se determinará mediante la siguiente expresión:

$$B = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \text{ (S/km)}$$

Donde la capacidad por unidad de longitud vendrá dada por la expresión:

$$C = \frac{24,2}{\log \frac{DMG}{RMG}} 10^{-9} \text{ (F/km)}$$

Siendo:

$$RMG = \sqrt{r \cdot \Delta} \text{ (mm)} \quad \text{para configuración dúplex (n=2)}$$

$$DMG = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}} \quad \text{para simple circuito}$$

Donde:

r: Radio del conductor (mm)

n: Número de subconductores del haz

$\Delta$ : Separación geométrica entre dos subconductores en configuración dúplex (mm)

$d_{j,k}$  : Distancia entre el conductor j y el k (mm)

DMG: Distancia media geométrica entre conductores (mm)

RMG: Radio equivalente del haz de subconductores (mm)

Tramos	Conductor	Susceptancia de la línea (S/km)
T7	LA-380 Dúplex	$4 \cdot 10^{-6}$
T9		

**1.6 Conductancia**

La conductancia de la línea por unidad de longitud y por fase dependerá de la tensión de la línea, del aislador utilizado, del nº de aisladores por km y del estado del tiempo y se calculará según la siguiente expresión:

$$G = \frac{P_1}{\frac{U^2}{3}} 10^{-3} (S/km)$$

Como tensión compuesta máxima media de la línea se ha tomado un 5% superior a la nominal de la línea, teniendo en cuenta que la tensión de la misma varía desde el extremo emisor al extremo receptor como consecuencia de la caída de tensión.

Siendo:

P1: Pérdida de potencia por fase debida a la conductancia de los aisladores (kW/km)

U: Tensión nominal compuesta de la línea (kV)

Donde:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$$P_1 = \frac{1000}{a_m} \cdot w \cdot n (W/km)$$

Siendo:

am: Vano medio de la línea (m)

w: Pérdida por aislador (W/cadena)

n: Número de circuitos

Se considerarán las siguientes pérdidas de potencia por cadena de aislador:

	<b>220 KV</b>
Pérdidas con buen tiempo (W/cadena)	15
Pérdidas con mal tiempo (W/cadena)	75

En la siguiente tabla se muestran los valores de conductancia atendiendo a las pérdidas con buen y mal tiempo para el conductor proyectado:

Conductor	Pérdidas (W/cadena)	Conductancia de la línea (S/km)
LA-380 Dúplex	15	0,0068
	75	0,0338

### 1.7 Caída de tensión

Será necesario tener en cuenta la caída de tensión que se produce en la línea debido a las cargas que estén conectadas a lo largo de ésta.

Los cálculos serán aplicables a un tramo de línea, siendo la caída total de tensión la suma de las caídas en cada uno de los tramos intermedios.

Se supondrá que la carga está concentrada en el punto final de la línea.

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea trifásica viene dada por la siguiente expresión:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

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

Donde:

$\Delta U$  = Caída de tensión compuesta (V)

$I$  = Intensidad de la línea (A)

$X$  = Reactancia por fase y por kilómetro ( $\Omega$ /km)

$R$  = Resistencia por fase y por kilómetro ( $\Omega$ /km)

$\phi$  = Angulo de fase.

$L$  = Longitud de la línea (km)

Teniendo en cuenta que:

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

Donde:

$P$  = Potencia transportada (kW)

U = Tensión compuesta de la línea (kV)

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

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

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

Los valores de la resistencia y la reactancia se obtienen en los apartados anteriores.

En la siguiente tabla se muestran los valores de caída de tensión para el conductor proyectado:

Tramo	Conductor	Tensión (kV)	Potencia transportada (kW)	Longitud (km)	Caída de tensión ( $\Delta U\%$ )		
					$\text{Cos}\varphi=0,9$	$\text{Cos}\varphi=0,95$	$\text{Cos}\varphi=1$
T7	LA-380 Dúplex	220	353.600	5,31	0,8001	0,6147	0,2070
T9				3,85	0,5806	0,4461	0,1502

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**1.8 Potencia a transportar**

La potencia máxima que puede transportar la línea vendrá limitada por la intensidad máxima admisible del conductor, y por la caída de tensión máxima que, en general, no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia de transporte de una línea trifásica, limitada por la intensidad máxima admisible será:

$$P_{max} = m \cdot n \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{max} \cdot \cos\varphi \text{ (kW)}$$

Donde:

$P_{max}$  = Potencia máxima que puede transportar la línea (kW)

$U$  = Tensión nominal compuesta de la línea (kV)

$I_{max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A)

$\cos\varphi_m$  = Factor de potencia medio de las cargas receptoras

$n$  = número de conductores por fase. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$m$  = número de circuitos

Conductor	Tensión (kV)	I <sub>max</sub> (A)	P <sub>max</sub> (kW)		
			Cosφ=0,9	Cosφ=0,95	Cosφ=1
<b>LA-380</b>	220	719	493.156	520.554	547.952

La potencia que podrá transportar la línea dependiendo de la longitud y caída de tensión será:

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

En la siguiente tabla se muestran los valores de potencia a transportar para el conductor proyectado:

Tramo	Conductor	Tensión (kV)	Longitud (km)	Potencia a transportar (kW)		
				Cosφ=0,9	Cosφ=0,95	Cosφ=1
<b>T7</b>	<b>LA-380 Dúplex</b>	220	5,31	441.959xΔU%	575.202xΔU%	1.708.162xΔU%
<b>T9</b>			3,85	609.020xΔU%	792.629xΔU%	2.353.848xΔU%

**1.9 Efecto Corona**

Será preceptiva la comprobación del comportamiento de los conductores al efecto corona en las líneas de tensión nominal superior a 66 kV, tal como se recoge en el apdo.4.3 de la ITC 07 del RLEAT. Asimismo, en aquellas líneas de tensión nominal entre 30 kV y 66 kV, ambas inclusive, que puedan estar próximas al límite inferior de dicho efecto, deberá realizarse la citada comprobación.

**1.9.1 Gradiente de potencial crítico de los conductores**

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

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

En algunos conductores aéreos, el efecto es visible en la oscuridad, pudiéndose apreciar cómo quedan envueltos por un halo luminoso, azulado, de sección transversal circular, (en forma de corona) por lo que al fenómeno se le dio el nombre de efecto corona.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

El gradiente de potencial crítico en la superficie del conductor se determinará mediante la formulación de Peek:

$$E_c = 30\delta mkw \text{ (kV/cm)}$$

Donde:

- Ec: Gradiente de potencial crítico en la superficie del conductor (kV/cm).
- k: Factor de lluvia, que para buen tiempo es 1 y con mal tiempo o tormentoso es igual a 0,8.
- m: Coeficiente de irregularidad de la superficie del conductor, que vale 1 para hilos rigurosamente circulares y de 0,87 a 0,83 para cables.
- w: Coeficiente en función de la tensión crítica para la que comienzan las pérdidas a través del aire. Se llama tensión crítica disruptiva, cuando el fenómeno no es aún visible y tensión crítica visual cuando los efluvios se hacen luminosos (la disruptiva es de valor menor que la visual). Este coeficiente valdrá 1, para el cálculo de la tensión crítica disruptiva, y  $1+0,426\sqrt{\delta \cdot 2 \cdot r}$  para el cálculo de la tensión crítica visual.

$\delta$ : Factor de corrección de la densidad del aire =  $3,921 h/(273+T)$ , en cuya expresión h es la presión atmosférica (cm Hg) y T la temperatura del aire (°C).

r: Radio del conductor (cm).

En la tabla siguiente se presentan valores de presión atmosférica para distintas altitudes.

Altitud (m)	Presión aire (cm Hg)
0,00	76,00
100	75,05
300	73,19
500	71,37
1000	67,03
1500	62,95
2000	59,12

El cálculo del gradiente de potencial en la superficie del conductor se determinará mediante el método de los coeficientes de potencial.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Mediante el teorema de Gauss:

$$E_{med} = \frac{q}{\epsilon_0 n \pi 2r}$$

Donde:

E<sub>med</sub>: Gradiente de potencial medio en la superficie del conductor o subconductor (kV/cm).

q: Carga eléctrica superficial por unidad de longitud del conductor o haz (C/cm).

$\epsilon_0$ : Permetividad eléctrica en el vacío (F/cm).

n: Nº de subconductores en el haz

r: Radio del conductor o subconductor (cm).

En el caso de conductores dúplex el valor máximo del gradiente de potencial vendrá dado por la siguiente expresión:

$$E_{max} = E_{med} \left(1 + \frac{2r}{d}\right)$$

Donde:

E<sub>max</sub>: Gradiente de potencial máximo en la superficie del subconductor (kV/cm).

E<sub>med</sub>: Gradiente de potencial medio en la superficie del subconductor (kV/cm).

r: Radio del subconductor (cm).

d: Separación geométrica entre dos subconductores en configuración dúplex (cm).

La tensión crítica disruptiva puede calcularse a través de la siguiente expresión simplificada:

$$U_c = 21,2 \cdot m_c \cdot m_a \cdot \delta \cdot r \cdot \ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right) \text{ (kV)}$$

Donde:

m<sub>c</sub>: Coeficiente para cables 0,85

m<sub>a</sub>: Para tiempo seco igual a 1, para tiempo húmedo 0,8

δ: Factor de corrección de la densidad del aire =  $3,921 \ln\left(\frac{273+T}{p}\right)$ , en cuya expresión h es la presión atmosférica (cm Hg) y T la temperatura del aire (°C)

r: Radio del conductor en cm

### 1.9.2 Pérdidas debidas al efecto corona

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

$$P_{co} = 3mn \frac{241}{\delta} (f + 25) \sqrt{\frac{r}{DMG}} \left(\frac{U}{\sqrt{3}} - \frac{U_c}{\sqrt{3}}\right)^2 10^{-5} \text{ (kW/km)}$$

Donde:

m: N° de circuitos (1 o 2).

n: N° de conductores por fase (1 o 2).

f: Frecuencia ( 50 Hz).

r: Radio del conductor (cm).

DMG: Distancia media geométrica entre conductores (cm).

U: Tensión compuesta mediamáxima de la línea (kV) (se ha considerado un 5% superior a la tensión nominal).

Uc: Tensión compuesta crítica disruptiva (kV).

Como tensión compuesta máxima media de la línea se ha tomado un 5% superior a la nominal de la línea, teniendo en cuenta que la tensión de la misma varía desde el extremo emisor al extremo receptor como consecuencia de la caída de tensión.

En la siguiente tabla se indican las tensiones críticas disruptivas a las que se alcanza el gradiente de potencial crítico y las pérdidas por efecto corona para cada armado y cruceta, conductor, tensión y zona de aplicación. Se ha considerado una altitud de 500, 1.000 y 1.500 m sobre el nivel del mar para las zonas A, B y C respectivamente, y una temperatura media de 20°C para la determinación de la densidad del aire.

En la siguiente tabla se muestra el valor del gradiente de potencial:

		<b>LA-380 (kV cresta/cm)</b>	
<b>Zona B</b>	Buen tiempo	23,41	
	Mal tiempo	18,73	

<b>220 kV SIMPLE CIRCUITO CON OPGW</b>						
<b>Cruceta</b>	<b>Conductor</b>	<b>Zona</b>	<b>Tensiones críticas disruptivas (kV)</b>		<b>Pérdidas (kW/km)</b>	
			<b>Buen tiempo</b>	<b>Mal tiempo</b>	<b>Buen tiempo</b>	<b>Mal tiempo</b>
S1785	LA-380 Dúplex	B	347,23	277,78	-	-
N3885	LA-380 Dúplex	B	331,13	264,90	-	-
220-SUS-TC	LA-380 Dúplex	B	348,57	278,86	-	-

Se ha seleccionado el conductor LA-380 para evitar tener pérdidas por efecto corona, ya que con conductores de sección inferior habría pérdidas debidas a este fenómeno.

**1.10 Pérdidas de potencia**

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

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

Donde:

$\Delta P$  = Pérdidas de potencia (W)

R = Resistencia del conductor en ( $\Omega$ /km)

L = Longitud de la línea (km)

I = Intensidad de la línea (A)

Teniendo en cuenta que:

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

Donde cada variable se expresa en las unidades expuestas.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de pérdida de potencia en función de la potencia a transportar y de la distancia, para varios valores del factor de potencia:

Tramo	Conductor	Potencia a transportar (kW)	Tensión (kV)	Longitud (km)	Pérdida de potencia (%)		
					Cosφ=0,9	Cosφ=0,95	Cosφ=1
T7	LA-380 Dúplex	353.600	220	5,31	0,256	0,229	0,207
T9				3,85	0,185	0,166	0,150

**1.11 Aislamiento**

Se establece un nivel de aislamiento mínimo, tal como se indica en la Tabla 12 del apartado 4.4 Coordinación de aislamiento dentro de la ITC-LAT 07 del Reglamento de líneas de Alta tensión, que se recoge en la siguiente tabla:

<b>Tensión nominal (kV)</b>	220
<b>Tensión más elevada (kV eficaces)</b>	245
<b>Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)</b>	460
<b>Tensión de ensayo a impulso tipo rayo (kV cresta)</b>	1.050

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

Se considera un nivel de contaminación fuerte (III), con lo que la línea de fuga nominal se considera de 31,0 mm/kV. Dada la tensión más elevada de la línea (245 kV), la línea de fuga mínima en la línea será de 6.125 mm. Esta longitud será inferior a la línea de fuga que presentan los aislamientos utilizados en este proyecto.

Los aisladores compuestos tipo suspensión tienen las siguientes características eléctricas y mecánicas:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

TENSIÓN (kV)	DENOMINACIÓN DEL AISLADOR	CARGA MECÁNICA ESPECIFICADA (daN)	TENSIÓN SOPORTADA (kV)		LÍNEA DE FUGA (mm)	DISTANCIA DE ARCO (mm)
			50 Hz bajo lluvia	Impulso tipo rayo 1,2/50 μs		
220	CS-120-220-III	≥ 12.000	≥ 495	≥ 1.100	≥ 6.125	≥ 1.700

Al tratarse de aisladores donde se obtiene la carga de rotura mínima garantizada mediante control estadístico, el coeficiente de seguridad mecánica con respecto a la carga mecánica especificada a la que trabajarán los aisladores compuestos de suspensión será superior a 2,5.

Los aisladores compuestos tipo amarre tienen las siguientes características eléctricas y mecánicas

TENSIÓN (kV)	DENOMINACIÓN DEL AISLADOR	CARGA MECÁNICA ESPECIFICADA (daN)	TENSIÓN SOPORTADA (kV)		LÍNEA DE FUGA (mm)	DISTANCIA DE ARCO (mm)
			50 Hz bajo lluvia	Impulso tipo rayo 1,2/50 μs		
220	CS-160-220-III	≥ 16.000	≥ 495	≥ 1.100	≥ 6.125	≥ 1.700

Al tratarse de aisladores donde se obtiene la carga de rotura mínima garantizada mediante control estadístico, el coeficiente de seguridad mecánica con respecto a la carga mecánica especificada a la que trabajarán los aisladores compuestos de amarre será superior a 2,5.

## 2 Cálculo eléctrico del tramo subterráneo

A continuación, se describen los cálculos eléctricos de los tramos subterráneos objeto del presente documento (T2, T8, T10 y T12)

### 2.1 Cálculos eléctricos en régimen de funcionamiento normal

El cálculo eléctrico se realizará mediante un programa informático y a partir de las características del cable a instalar, del tipo de instalación a realizar y de las condiciones en que se lleve a cabo dicha instalación, obteniéndose los parámetros eléctricos que definen la línea (intensidad máxima admisible, intensidad de cortocircuito, caída de tensión, etc.).

Para la evaluación de la capacidad de transporte, se evalúa el valor de la intensidad máxima admisible que puede conducir el cable. Se calculará siguiendo el guion marcado en la Norma UNE 21144:199, equivalente a la Norma CEI-287.

El cálculo de la intensidad de cortocircuito se calculará siguiendo el guión marcado en la Norma UNE 21192:1992, equivalente a CEI-949, considerando hipótesis adiabática para el conductor y no adiabática para la pantalla.

El límite que Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en marca la capacidad de transporte de un cable aislado es la temperatura límite que puede alcanzar en cada caso el conductor de cada fase de cada línea. Esta temperatura será función no sólo de las pérdidas de la propia fase, sino también de las pérdidas de las otras fases y de las otras líneas con las que se comparte canalización.

La metodología empleada habitualmente en el cálculo de capacidad de transporte de líneas subterráneas se encuentra recogida en las normas UNE 21144. Este conjunto de normas UNE se encuentra a su vez basado en las normas internacionales IEC 60287.

Dicha metodología se basa fundamentalmente en un modelo discreto de la instalación, basado en la analogía eléctrica de las ecuaciones de Fourier. La analogía consiste en considerar cada una de las diferentes capas que separan el conductor del exterior de la instalación como una resistencia térmica. Este tren de resistencias en serie es atravesado por el flujo de calor asociado a la evacuación de las pérdidas de potencia activa del conductor. Al atravesar dicho flujo de calor las diferentes resistencias térmicas que va encontrando a su paso, va provocando gradientes de temperatura. La suma de todos los gradientes de temperatura determina la diferencia total de temperatura existente entre el conductor y la temperatura ambiente. Sin embargo, empleo de resistencias térmicas implica una serie de simplificaciones, tales como considerar isotermas y sin generación interna de calor las diferentes capas entre las que se modelan las resistencias. Por otro lado, el empleo de resistencias térmicas dificulta el modelado de la influencia que tienen las pérdidas de una determinada fase en la temperatura de las fases y de las otras líneas. El empleo del modelo de conducción basado en

resistencias térmicas implica por tanto pérdida de precisión en los resultados, lo cual se puede traducir en un cálculo inexacto de la capacidad de transporte de las instalaciones, que resultan mayor cuanto mayor es el número de líneas que comparten canalización.

Los cálculos de capacidad de transporte realizados en el presente proyecto se realizan aplicando una metodología para el cálculo de la capacidad de transporte de instalaciones subterráneas basada en modelos continuos de conducción.

El modelo se basa en considerar la distribución real de temperaturas en toda la instalación. La distribución total se obtiene como superposición de las distribuciones parciales debidas a cada una de las fases de cada una de las líneas del soterramiento. Por otra parte, los modelos de conducción se abordan siguiendo la norma que corresponda, obteniendo una determinada conductividad térmica equivalente a partir de la resistencia térmica especificada por la norma, y aplicando posteriormente modelos de conducción equivalentes.

Esta metodología cuenta con determinadas ventajas con respecto de la metodología recogida en las normas IEC y UNE. Entre estas ventajas, destaca el disponer de un modelo más preciso de interacción térmica entre las diferentes fases de las diferentes líneas de la instalación, el poder localizar los puntos calientes de la instalación, o el considerar las pérdidas de cada capa como elementos con generación interna de calor.

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Si bien las pérdidas producidas en los conductores son una fuente fundamental de calor a considerar a la hora de evaluar la temperatura de funcionamiento de la instalación, resultan también relevantes las pérdidas de potencia que aparecen en las pantallas de los cables. Estas pérdidas son debidas a las corrientes que se inducen en las pantallas resultado del acoplamiento electromagnético existente entre conductores y pantallas. Con el objeto de obtener mayor precisión en el cálculo de corrientes por pantallas, se utilizan modelos eléctricos reales para evaluar la relación existente entre las corrientes de los diferentes conductores y las que se inducen en las diferentes pantallas por acoplamiento electromagnético, en función de los diferentes tipos de puesta a tierra que pueden emplearse en instalaciones subterráneas.

2.1.1 Datos de la instalación

La línea subterránea queda definida por las siguientes características de cada tramo objeto del presente documento.

2.1.1.1 TRAMO 2: AP.16PAS – AP.19PAS

DATOS DE LA INSTALACIÓN TRAMO Nº 2	
ORIGEN-FINAL	APOYO 16 PAS- APOYO 19 PAS
LONGITUD (m)	1.086(incluye 63m de subidas y bajadas a posición de los AP.PAS)
CONDUCTOR	RHE-RA+2OL 127/220 KV 1x2500 Al + H250
TIPO DE CANALIZACION	HORMIGONADA BAJO TUBO, PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA
DIÁMETRO EXTERIOR TUBO (mm)	250
DIÁMETRO INTERIOR TUBO (mm)	235
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	25
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO (ohm ·m)	100
RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO (Km/W)	1
RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL HORMIGÓN (m · °K/W)	0,9
ALTURA DEL ENCOFRADO DE HORMIGÓN (mm)	977
ANCHURA DEL ENCOFRADO DE HORMIGÓN (mm)	800
PARÁMETROS DE LA LÍNEA	
Nº TERNAS	1
PROFUNDIDAD AL EJE DE LA TERNA (m)	1,5
PROFUNDIDAD ESTIMADA PHD (m)	6
SEPARACION ENTRE LOS EJES DE LAS TERNAS (mm)	-
ÁNGULO DE INCLINACIÓN (º)	0
CONFIGURACIÓN DE LOS CONDUCTORES	TRESBOLILLO
NIVEL DE TENSIÓN (kv)	220
FRECUENCIA (Hz)	50
PARÁMETROS DE LA PUESTA A TIERRA	
TIPO DE CONEXIÓN DE LAS PANTALLAS A TIERRA	SINGLE POINT EN DOS TRAMOS
LONGITUD DE TRAMO SEGÚN CONEXIÓN DE P.A.T. (m)	1.086

2.1.1.2 TRAMO 8: AP.76PAS – AP.83PAS

DATOS DE LA INSTALACIÓN TRAMO Nº 8	
ORIGEN-FINAL	APOYO 76 PAS- APOYO 83 PAS
LONGITUD (m)	2.571(incluye 45m de subidas y bajadas a posición de los AP.PAS)
CONDUCTOR	RHE-RA+2OL 127/220 KV 1x2500 Al + H250
TIPO DE CANALIZACION	HORMIGONADA BAJO TUBO Y PHD
DIÁMETRO EXTERIOR TUBO (mm)	250
DIÁMETRO INTERIOR TUBO (mm)	235
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	25
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO (ohm ·m)	100
RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO (Km/W)	1
RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL HORMIGÓN (m · °K/W)	0,9
ALTURA DEL ENCOFRADO DE HORMIGÓN (mm)	977
ANCHURA DEL ENCOFRADO DE HORMIGÓN (mm)	2370
PARÁMETROS DE LA LÍNEA	
Nº TERNAS	3 (*)
PROFUNDIDAD AL EJE DE LA TERNA (m)	1,5
PROFUNDIDAD ESTIMADA PHD (m)	6
SEPARACION ENTRE LOS EJES DE LAS TERNAS (mm)	-
SEPARACION ENTRE LOS EJES DE LAS VAINAS (m)	5,5
ÁNGULO DE INCLINACIÓN (°)	0
CONFIGURACIÓN DE LOS CONDUCTORES	TRESBOLILLO
NIVEL DE TENSION (kV)	220
FRECUENCIA (Hz)	50
PARÁMETROS DE LA PUESTA A TIERRA	
TIPO DE CONEXIÓN DE LAS PANTALLAS A TIERRA	SINGLE POINT EN DOS TRAMOS Y CROSS-BONDING
LONGITUD DE TRAMO SEGÚN CONEXIÓN DE P.A.T. (m)	2.571

(\*) Los circuitos C1 yC2 no son objeto de este proyecto, pero se han tenido en cuenta en los cálculos eléctricos de este tramo subterráneo.

2.1.1.3 TRAMO 10: AP. 98' PAS – AP.123PAS

DATOS DE LA INSTALACIÓN TRAMO Nº 10	
ORIGEN-FINAL	APOYO 98' PAS- APOYO 123 PAS
LONGITUD (m)	6.425 (incluye 56,5m de subidas y bajadas a posición de los AP.PAS)
CONDUCTOR	RHE-RA+2OL 127/220 KV 1x2500 Al + H250
TIPO DE CANALIZACION	HORMIGONADA BAJO TUBO y PHD
DIÁMETRO EXTERIOR TUBO (mm)	250
DIÁMETRO INTERIOR TUBO (mm)	235
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	25
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO (ohm ·m)	100
RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO (Km/W)	1
RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL HORMIGÓN (m · °K/W)	0,9
ALTURA DEL ENCOFRADO DE HORMIGÓN (mm)	977
ANCHURA DEL ENCOFRADO DE HORMIGÓN (mm)	800
PARÁMETROS DE LA LÍNEA	
Nº TERNAS	1
PROFUNDIDAD AL EJE DE LA TERNA (m)	1,5
SEPARACION ENTRE LOS EJES DE LAS TERNAS (mm)	-
ÁNGULO DE INCLINACIÓN (°)	0
CONFIGURACIÓN DE LOS CONDUCTORES	TREBOLILLO
NIVEL DE TENSIÓN (kV)	220
FRECUENCIA (Hz)	50
PARÁMETROS DE LA PUESTA A TIERRA	
TIPO DE CONEXIÓN DE LAS PANTALLAS A TIERRA	SINGLE POINT EN DOS TRAMOS Y CROSS-BONDING
LONGITUD DE TRAMO SEGÚN CONEXIÓN DE P.A.T. (m)	6.425

2.1.1.4 TRAMO 12: AP.128PAS – SET ARGANDA (REE)

DATOS DE LA INSTALACIÓN TRAMO Nº 12	
ORIGEN-FINAL	APOYO 128 PAS- SET ARGANDA
LONGITUD (m)	1.657(incluye 5 m entrada SET y 15 m subida a posición del AP.PAS)
CONDUCTOR	RHE-RA+2OL 127/220 KV 1x2500 Al + H250
TIPO DE CANALIZACION	HORMIGONADA BAJO TUBO
DIÁMETRO EXTERIOR TUBO (mm)	250
DIÁMETRO INTERIOR TUBO (mm)	235
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	25
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO (ohm ·m)	100
RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO (Km/W)	1
RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL HORMIGÓN (m · °K/W)	0,9
ALTURA DEL ENCOFRADO DE HORMIGÓN (mm)	977
ANCHURA DEL ENCOFRADO DE HORMIGÓN (mm)	800
PARÁMETROS DE LA LÍNEA	
Nº TERNAS	1
PROFUNDIDAD AL EJE DE LA TERNA (m)	1,5
SEPARACION ENTRE LOS EJES DE LAS TERNAS (mm)	-
ANGULO DE INCLINACIÓN (°)	0
CONFIGURACIÓN DE LOS CONDUCTORES	TRESBOLILLO
NIVEL DE TENSIÓN (kV)	220
FRECUENCIA (Hz)	50
PARÁMETROS DE LA PUESTA A TIERRA	
TIPO DE CONEXIÓN DE LAS PANTALLAS A TIERRA	CROSS-BONDING
LONGITUD DE TRAMO SEGÚN CONEXIÓN DE P.A.T. (m)	1.657

2.1.2 Datos del cable

Los cálculos se pueden realizar en base a la limitación impuesta por la temperatura máxima en los conductores, la temperatura máxima en las pantallas o especificando la corriente que va a circular por cada una de las fases.

Los cálculos realizados para la instalación de este proyecto se han realizado considerando la corriente asociada a la máxima generación de las plantas fotovoltaicas (353,60 MW).

El comportamiento del cable y, por consiguiente, de la instalación, vendrá condicionado por las características constructivas del mismo.

Los cables presentan, en general, una estructura de sección circular, formada por diversas capas de materiales. Los materiales y dimensiones que componen estas capas deben definirse atendiendo a criterios térmicos, eléctricos y mecánicos.

En la siguiente tabla se detallan los parámetros que se deben definir según el cable a emplear.

<b>DATOS DEL CONDUCTOR RHZ1-RA+2OL 127/220Kv 1x2500 Al + H250</b>	
Tipo	Al 2500 + H250
Resistividad térmica (Km/W)	0,0043
Diámetro (mm)	126,4
Área (mm <sup>2</sup> )	2500
Temperatura límite (°C)	90
Resistividad eléctrica DC, 20°C (ohm ·km)	0,0127
Efecto térmico ( $\alpha$ )	0,0043
Efecto pelicular (KS)	1
Efecto proximidad (KP)	0,8
<b>DATOS DEL AISLAMIENTO</b>	
Resistividad térmica (K ·m/W)	3,5
Diámetro (mm)	107,8
Permisividad dieléctrica relativa ( $\epsilon$ )	2,5
Factor de calidad (tg $\delta$ )	0,001
<b>DATOS DE LA PANTALLA</b>	
Resistividad térmica (K ·m/W)	0,0025
Diámetro (mm)	115,6
Área (mm <sup>2</sup> )	250
Temperatura límite (°C)	85
Resistividad eléctrica DC, 20°C (ohm ·km)	1,759*10 <sup>-8</sup>
Efecto térmico ( $\alpha$ )	3,93*10 <sup>-3</sup>
<b>DATOS DE LA CUBIERTA</b>	
Resistividad térmica (K ·m/W)	3,5
Diámetro (mm)	126,4

### 2.1.3 Datos del tubo

En la canalización subterránea se realizará al tresbolillo hormigonada bajo tubo, de las siguientes características:

<b>DATOS DEL TUBO</b>	
MATERIAL DEL TUBO	polietileno
DIAMETRO INTERIOR DEL TUBO (mm)	235
DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO (mm)	250
RESISTIVIDAD TÉRMICA (K ·m/W)	3,5
PARÁMETROS DE CONVECCIÓN	U=1,87 V=0,312 Y=0,0037

**2.1.4 Resistencia del conductor**

Donde  $R_c$  es la resistencia del conductor por unidad de longitud. Dicha resistencia es obtenida a La resistencia del conductor por unidad de longitud se calcula de acuerdo a la Norma UNE 21144, con la siguiente expresión.

$$R_c = \frac{\rho_c}{A_c} \cdot (1 + y_p + y_s) \cdot [1 + \alpha \cdot (T_c^{lim} - 20)]$$

Esta resistencia es obtenida a partir de la resistividad eléctrica del conductor a 20°C y en corriente continua ( $\rho_c$ ), y aplicando sobre la misma las siguientes correcciones:

- Corrección térmica ( $\alpha$ )
- Efecto pelicular ( $y_s$ )
- Efecto de proximidad ( $y_p$ )

Los parámetros  $A_c$ ,  $\alpha$  y la temperatura límite del conductor  $T_{clim}$  son parámetros de entrada. Los coeficientes  $y_s$  e  $y_p$  son obtenidos a partir de los parámetros de entrada  $k_s$  y  $k_p$  mediante las fórmulas recogidas en la **norma UNE 21144-1-1** (sección 2.1.2, página 15 y sección 2.1.4.1, página 16, respectivamente). **En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos para la línea del proyecto.** Cabe destacar que los tramos objeto del presente documento son el 2, 8, 10 y 12:

Tramo	Tensión	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	Rc.c. 20 °C (Ω/km)	ys	yp	Rc.a. 90 °C (Ω/km)
2, 8, 10 y 12	220 kV	AL 2500	0,011306	0,291510	0,023324	0,019339

**2.1.5 Resistencias de las pantallas**

$R_p$  es la resistencia de la pantalla por unidad de longitud. Dicha resistencia es obtenida a partir de la resistividad de la pantalla a 20°C y en corriente continua ( $\rho_p$ ), y aplicando sobre la misma las siguientes correcciones:

- Corrección térmica ( $\alpha$ )

Por lo tanto, la resistencia de la pantalla por unidad de longitud será:

$$R_c = \frac{\rho_c}{A_c} \cdot [1 + \alpha \cdot (T_c^{lim} - 20)]$$

Los parámetros  $A_p$ ,  $\alpha$  y la temperatura límite de la pantalla  $T_{plim}$  son parámetros de entrada.

La resistencia de las pantallas se calcula de forma análoga a la de los conductores. El efecto pelicular y de proximidad no son aplicables, debiéndose considerar únicamente el efecto corrección de la resistencia por temperatura, que se calcula para la temperatura de límite especificada.

En la siguiente tabla se recogen las resistividades de las pantallas teniendo en cuenta los límites térmicos de operación para las pantallas y los conductores, a la máxima capacidad de transporte para las zanjas y los cables.

Tramo	Tensión	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	Sección de la pantalla (mm <sup>2</sup> )	Rc.c. 20 °C (Ω/km)	Tª pantalla c.a.	Rc.a. (Tª pantalla c.a.) (Ω/km)
2, 8, 10 y 12	220 kV	AL 2500	H250	0,070360	90	0,088333

### 2.1.6 Reactancia

La reactancia por km de línea viene dada por la fórmula:

$$L = \left[ \left( 0,5 + 2 \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot D_m}{d} \right) \right) \cdot 10^{-4} \right] \text{ (H/km)}$$

Siendo:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Dm: separación media geométrica entre fases, en mm

d: diámetro del conductor, en mm.

por lo tanto, la reactancia kilométrica es:

Tramo	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	LONGITUD	XL	
		(km)	(Ω/km)	(Ω)
2	1x2500 AL + H250	1,086	0,15619	0,16962
8	1x2500 AL + H250	2,571	0,15619	0,40157
10	1x2500 AL + H250	6,426	0,15610	1,00352
12	1x2500 AL + H250	1,657	0.1561	0,25881



Valores no modificados en el presente documento



Valores modificados en el presente documento

**2.1.7 Capacidad conductores-pantallas**

La capacidad por unidad de longitud entre un conductor y su pantalla se calcula por la siguiente expresión:

$$C = \frac{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0}{Ln \cdot \left(\frac{r_e}{r_i}\right)}$$

Donde:

- εr: Permitividad relativa del aislante
- ε0: Permitividad relativa del vacío (8,85·10<sup>-12</sup> F/m)
- re: Radio exterior del aislamiento
- ri: Radio interior del aislamiento

La tabla siguiente muestra los valores de capacidad conductor-pantallas para cable a instalar en la línea:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Tramo	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	LONGITUD (km)	Capacidad (μF/km)	
			(μF/km)	(μF)
2	1x2500 AL + H250	1,086	0,251438	0,273061668
8	1x2500 AL + H250	2,571	0,251438	0,64644
10	1x2500 AL + H250	6,426	0,251438	1,61574
12	1x2500 AL + H250	1,657	0,251438	0,416632

- Valores no modificados en el presente documento
- Valores modificados en el presente documento

**2.1.8 Pérdidas de potencia**

Los resultados obtenidos relativos a las diferentes pérdidas de potencia que se producen en cada línea a consecuencia de la carga que transportan son:

- Pérdidas de potencia activa en el conductor (W/m).
- Pérdidas de potencia activa en la pantalla (W/m).
- Pérdidas de potencia activa en el aislamiento (W/m).

**2.1.8.1 Pérdidas de potencia por los conductores**

Al paso de una determinada corriente  $I_c$  a través de un conductor, se generan unas determinadas pérdidas de potencia activa por efecto Joule. Dichas pérdidas  $W_c$  por unidad de longitud serán, por tanto:

$$W_c = I_c^2 \cdot R_c$$

Donde  $R_c$  es la resistencia del conductor por unidad de longitud. Dicha resistencia es obtenida a partir de la resistividad eléctrica del conductor a 20°C y en corriente continua (cc) y aplicando sobre la misma las siguientes correcciones:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

- Corrección térmica ( $\alpha$ )
- Efecto pelicular ( $y_s$ )
- Efecto de proximidad ( $y_p$ )

Por lo tanto, la resistencia del conductor por unidad de longitud será:

$$R_c = \frac{\rho_c}{A_c} \cdot (1 + y_p + y_s) \cdot [1 + \alpha \cdot (T_c^{lim} - 20)]$$

Los parámetros  $A_c$ ,  $\alpha$  y la temperatura límite del conductor  $T_c^{lim}$  son parámetros de entrada. Los coeficientes  $y_s$  e  $y_p$  son obtenidos a partir de los parámetros de entrada  $k_s$  y  $k_p$  mediante las fórmulas recogidas en la en la norma UNE 21144-1-1 (sección 2.1.2, página 15 y sección 2.1.4.1, página 16, respectivamente).

### 2.1.8.2 Pérdidas de potencia en las pantallas

Las pantallas de los cables subterráneos suponen también una fuente de calor a tener en cuenta a la hora de calcular las temperaturas de las líneas y establecer cuál es la capacidad de transporte de la instalación. Las pérdidas de potencia en las pantallas son debidas por un lado a las pérdidas óhmicas debidas al paso de corrientes inducidas por las pantallas, y por el otro lado a la existencia de corrientes de Foucault.

- Pérdidas de potencia en las pantallas debido a la circulación de corrientes inducidas.

Al paso de una determinada corriente  $I_p$  a través del conductor de una pantalla, se generan unas determinadas pérdidas de potencia activa por efecto Joule. Dichas pérdidas  $W_p$  por unidad de longitud serán, por tanto:

$$W_p = I_p^2 \cdot R_p$$

Donde  $R_p$  es la resistencia de la pantalla por unidad de longitud. Dicha resistencia es obtenida a partir de la resistividad de la pantalla a 20°C y en corriente continua ( $\rho_p$ ), y aplicando sobre la misma las siguientes correcciones:

- Corrección térmica ( $\alpha$ )

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Por lo tanto, la resistencia del conductor por unidad de longitud será:

$$R_p = \frac{\rho_p}{A_p} \cdot [1 + \alpha \cdot (T_p^{lim} - 20)]$$

Los parámetros  $A_p$ ,  $\alpha$  y la temperatura límite de la pantalla  $T_{plim}$  son parámetros de entrada.

Por otra parte, las corrientes inducidas que circulan por las pantallas  $I_p$  de los cables dependerán de las características eléctricas de la instalación, tales como el tipo de puesta de tierra, y de las corrientes de Foucault. Por un lado, las pérdidas por corrientes de Foucault que se originan en las pantallas son evaluadas atendiendo a las fórmulas que se recogen en la norma UNE 21144-1-1 (sección 2.3.6.1, página 22). Por otro lado, para evaluar la influencia de las puestas a tierra en las corrientes inducidas en las pantallas, es preciso recurrir al modelo eléctrico de la instalación.

- Pérdidas de potencia en las pantallas debido a corrientes de Foucault

La evaluación de estas pérdidas de potencia en las pantallas debidas a corrientes de Foucault se realiza atendiendo a las directrices de las normas UNE e CEI. En la norma UNE 21144-1-1 (sección 2.3.6, página 23) se define un parámetro de escala  $\lambda 1''$ , el cual relaciona las pérdidas en las pantallas con las pérdidas de los conductores. Así pues, las pérdidas de potencia en la pantalla de un determinado cable  $W_p$  se obtendrán de la siguiente forma:

$$W_p = \lambda_1'' \cdot W_c$$

Donde  $W_c$  representa las pérdidas de potencia del conductor perteneciente al mismo cable de la pantalla.

### 2.1.8.3 Pérdidas de potencia en aislamiento

El material aislante existente entre los conductores y las pantallas de los cables tiene un efecto capacitivo que trae como consecuencia la aparición de pérdidas dieléctricas. Dichas pérdidas dependen de la tensión, lo que hace que para ciertos niveles deban ser consideradas. El valor de estas pérdidas dieléctricas se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$W_a = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot U_0^2 \cdot \text{tg} \cdot \delta$$

Donde:

f: Frecuencia de la red

C: Capacidad por unidad de longitud

U0: Tensión respecto a tierra

tg  $\delta$ : Factor de pérdidas del aislamiento

La capacidad por unidad de longitud para los conductores de sección circular viene dada por:

$$C = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0}{Ln \cdot \left(\frac{r_e}{r_i}\right)}$$

Donde:

$\epsilon_r$ : Permitividad relativa del aislante

$\epsilon_0$ : Permitividad relativa del vacío ( $8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m)

$r_e$ : Radio exterior del aislamiento

$r_i$ : Radio interior del aislamiento

Los valores de la permitividad dieléctrica relativa y factor de pérdidas de aislamientos a base de polietileno reticulado se pueden aproximar según norma a los valores de referencia:

$$\epsilon = 2,5$$

**2.1.9 Pérdidas de potencia total**

En la siguiente tabla se resumen los valores de pérdidas de potencia obtenidos para el cable y disposición de la línea del estudio. Se valoran las pérdidas para la potencia máxima de las plantas fotovoltaicas 353,60 MW.

Tramo	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	Longitud Tramo (km)	Wconductor	Waislamiento	Wpantalla	Wtotales	
			(W/km)	(W/km)	(W/km)	(W/km)	(W)
2	1x2500 AL + H250	1,086	61.679,3	3.823,2	3.683,0	69.185,5	75.135,5
8	1x2500 AL + H250	2,571	61.679,3	3.823,2	3.852,9	69.355,4	178.312,73
10	1x2500 AL + H250	6,426	61.679,3	3.823,2	3.691,0	69.193,5	444.637,43
12	1x2500 AL + H250	1,657	61.679,3	3.823,2	3.685,5	69.188,0	114.644,52



Valores no modificados en el presente documento



Valores modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en respectos de la ley de protección de datos.

**2.1.10 Factores de acoplamiento cables pantallas**

Los factores de acoplamiento cables-pantallas indican la relación entre pérdidas en las pantallas de los cables y las pérdidas en su conductor correspondiente.

Por cada línea y cada fase, los resultados que se muestran son:

- Factor de acoplamiento medio de la instalación
- Factor de acoplamiento debido a corrientes parásitas de Foucault
- Factor de acoplamiento debido a corrientes inducidas por acoplamiento electromagnético, en cada uno de los sectores

El factor de acoplamiento total es calculado como la relación entre las pérdidas en la pantalla y las pérdidas en el conductor (Wp/Wc). Por otra parte, el último de los factores de acoplamiento es un valor orientativo respecto del denominado en las normas UNE y CEI como λ1'. Esto es, la norma UNE 21144-2-1 define en la sección 2.1, página 17, el factor de pérdidas λ1' como la relación entre las pérdidas que se producen en una pantalla y las que se producen en su conductor correspondiente,

debidas únicamente a corrientes inducidas. Puesto que en la aplicación la relación entre corrientes inducidas en las pantallas y las corrientes por los conductores se ha ampliado a un nivel matricial, el factor de pérdidas  $\lambda_1'$  no se considera como tal. Por este motivo, se incluye en los resultados un factor de pérdidas  $\lambda_1'$  orientativo, calculado como residuo de la relación entre las pérdidas que se producen en una pantalla y las que se producen en su conductor correspondiente, al restarle el factor de acoplamiento debido a corrientes parásitas de Foucault.

Esto es:

$$\lambda' = \frac{W_P}{W_C} - \lambda''$$

En la siguiente tabla se recogen los valores de los factores de acoplamiento cables-pantallas, para la línea:

Tramo	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	$\lambda'$ (Circulación)	$\lambda''$ (Foucault)	Total
2	1x2500 AL + H250	0,00	0,059712	0,059712
8	1x2500 AL + H250	0,000066	0,059712	0,059754
10	1x2500 AL + H250	0,000598	0,0559712	0,059853
12	1x2500 AL + H250	0,000041	0,059712	0,059753

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

- Valores no modificados en el presente documento
- Valores modificados en el presente documento

### 2.1.11 Caída de tensión media en los conductores

Expresa la caída de tensión que se produce en los conductores de las líneas en el punto de funcionamiento crítico, medida en V/km. Se obtiene a partir de las ecuaciones descritas del modelo eléctrico, empleando como entrada de corrientes de conductores la obtenida como solución del algoritmo de cálculo de capacidad.

Para los cables instalados, se tiene:

Tramo	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	LONGITUD (km)	Conexión de puesta a tierra de la pantalla	Caída de tensión	
				(V/Km)	(V)
2	1x2500 AL + H250	1,086	SINGLE POINT	163,2602	177,300
8	1x2500 AL + H250	2,571	SINGLE POOINT EN DOS TRAMO Y CROSS-BONDING	162,9449	418,931
10	1x2500 AL + H250	6,426	SINGLE POINT EN DOS TRAMOS Y CROSS-BONDING	163,2980	1.049,352
12	1x2500 AL + H250	1,657	CROSS-BONDING	162,2751	288,890

- Valores no modificados en el presente documento
- Valores modificados en el presente documento

**2.1.12 Intensidad máxima admisible en conductor y pantalla**

Los resultados calculados hacen referencia a las corrientes máximas admisibles en la instalación en conductores y pantallas, calculadas para las distintas configuraciones tipo.

Por cada fase de cada línea, los resultados calculados son:

- Corriente máxima admisible a través del conductor (A).
- Corriente máxima admisible a través de la pantalla, en cada uno de los sectores (A). Es importante indicar que la corriente que se muestra en este campo es la corriente equivalente resultante de la combinación por un lado de la corriente amperimétrica que circula por la pantalla debida a los acoplamientos electromagnéticos con el resto de elementos de la instalación, y por el otro a la corriente de circulación por defecto Foucault.

Las condiciones normales de instalación se han tomado de la Norma UNE 21144-3-1, y son las siguientes:

- Temperatura del suelo                    25 °C
- Resistividad térmica del suelo        1 K·m/W
- Temperatura del aire ambiente        40 °C

Además de estas condiciones de instalación, se ha considerado una resistividad térmica del hormigón de 0,9 K·m/W.

En instalaciones en galería se considera el caso de un habitáculo al aire o bien ventilado y que la temperatura en el interior de la galería es de 40 °C.

Las configuraciones tipo a tener en cuenta para el cálculo de las corrientes máximas admisibles son bajo tubo hormigonada en simple, triple circuito, perforación horizontal dirigida (PHD).

La profundidad de la PHD se ha calculado para 6 metros. Esta medida deberá ser verificada en el proceso de construcción por la empresa encargada de tal proceso.

Los resultados de intensidad admisible en función de los tipos de canalización empleados siguen siendo los mismos que en anteriores ediciones, siendo la más limitante la Perforación Horizontal Dirigida:

Tipo de Canalización	TENSIÓN	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>max</sub> (A)
BAJO TUBO HORMIGONADA SIMPLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	1.348,4
PHD SIMPLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	1.137,1
BAJO TUBO HORMIGONADA DOBLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	1.170,2
BAJO TUBO HORMIGONADA TRIPLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	1.124,2
PHD TRIPLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	1.084,0(*)

(\*) Limitando la corriente tanto del C1 y C2 a la correspondiente de sus plantas

**2.1.13 Potencia máxima por la línea**

Los resultados obtenidos para la potencia que puede transportar la línea que conforma la instalación, según la disposición indicada se mantiene como en anteriores ediciones:

Tipo de Canalización	TENSIÓN	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	P <sub>max</sub> (MVA)
BAJO TUBO HORMIGONADA SIMPLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	513,8
PHD SIMPLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	433,3
BAJO TUBO HORMIGONADA DOBLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	445,9
BAJO TUBO HORMIGONADA TRIPLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	428,4
PHD TRIPLE CIRCUITO	220 kV	1x2500 AL + H250	413,1

La potencia limitante la da la Perforación Horizontal Dirigida triple con 413,1 MVA siendo dicho valor superior a la máxima potencia a transportar por la línea (392,8 MVA).

**2.1.14 Intensidades admisibles de cortocircuito**

**2.1.14.1 Corriente de cortocircuito admisible en el conductor bajo hipótesis adiabática**

Es la intensidad que no provoca ninguna disminución de las características de aislamiento de los conductores, incluso después de un número elevado de cortocircuitos. Se la calcula admitiendo que el calentamiento de los conductores se realiza en un sistema adiabático y para una temperatura máxima admisible por el aislamiento de 250°C.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calculan de acuerdo con la norma UNE 21192, según la expresión que se muestra a continuación, cuya aplicación se corresponde con cables de aluminio y aislamiento XLPE.

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

Donde:

$I_{cc}$  = Intensidad máxima de cortocircuito (valor eficaz) calculada en una hipótesis adiabática.

$t$  = Duración del cortocircuito en s. El contenido de esta tabla original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$S$  = Sección nominal en mm<sup>2</sup>

$\theta_f$  = 250°C temperatura final.

$\theta_i$  = 90°C temperatura inicial.

Material	K (A. <sup>1/2</sup> / mm <sup>2</sup> )	β (°C)
Aluminio	148	228

En la siguiente tabla, se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) en los cables seleccionados de los tramos objeto del presente documento, para 0,5 segundos de duración del cortocircuito.

Tramo	Sección (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima de cortocircuito trifásica durante 0,5s (kA)
2, 8, 10 y 12	1x2500 AL + H250	334,05

Valores no modificados en el presente documento

**2.1.14.2 Corriente de cortocircuito admisible en la pantalla bajo hipótesis no adiabática**

La corriente de cortocircuito admisible en la pantalla bajo hipótesis no adiabática  $I_{CC AD}$  se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{CC NOAD} = \epsilon p_{NOAD} \cdot I_{CC AD}$$

Es decir, el resultado de multiplicar la corriente de cortocircuito admisible en la pantalla bajo hipótesis adiabática por un factor no adiabático. Por una parte, la corriente de cortocircuito admisible en la pantalla bajo hipótesis adiabática se obtiene de forma análoga a como se obtiene del conductor:

$$I_{CC AD} = K \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{t} \cdot \text{Ln} \left( \frac{\theta_{pf} + \beta p}{\theta_{pi} + \beta p} \right)}$$

Donde:

t = Duración del cortocircuito en s.

Sp = Sección nominal de la pantalla en mm<sup>2</sup>

$\theta_f = 250^\circ\text{C}$  temperatura final. Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en cumplimiento de la normativa vigente

$\theta_i = 90^\circ\text{C}$  temperatura inicial.

Kp = Constante de la pantalla que depende del material

Bp= Inversa del coeficiente de variación de la resistencia del conductor con la temperatura a 0°C.

Por otra parte, el factor no adiabático es obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$\epsilon p = \sqrt{1 + Xp \cdot \sqrt{\frac{t}{Sp}} + Yp \cdot \frac{t}{Sp}}$$

Donde Xp e Yp son coeficientes de calentamiento no adiabático de la pantalla que son dependientes del material de aislamiento del cable. A efectos de cálculo se tomarán los valores de referencia recogidos en la tabla siguiente:

Aislamiento	X $(\frac{mm^2}{s})^{1/2}$	Y $(\frac{mm^2}{s})^{1/2}$
XLPE	0,41	0,12
EPR ≤ 3 Kv	0,38	0,10
>3 kv	0,32	0,07

En la siguiente tabla, se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) en las pantallas seleccionados de los tramos objeto del presente documento, para 0,5 segundos de duración del cortocircuito.

Tramo	Sección (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima de cortocircuito trifásica durante 0,5s (kA)
2, 8, 10 y 12	1x2500 AL + H250	52,035

Valores no modificados en el presente documento

### 2.1.15 Impedancias secuenciales de la línea

El cálculo de todos los parámetros de los esquemas secuenciales, así como de los factores de desequilibrio, son obtenidos a partir de las matrices de impedancias de conductores y pantallas ZCC y su transformación a componentes simétricas mediante la matriz de paso A [11]. Esto es:

$$\vec{Z}_{cc,0,12} = A^{-1} \cdot \vec{Z}_{cc} \cdot A$$

A partir de la matriz ZCC,012 se obtienen:

- Resistencia y reactancia equivalentes de las líneas en secuencia directa (R1 y X1) e inversa (R2 y X2), como las partes real e imaginaria de los elementos diagonales de las submatrices correspondientes directa e inversa de la matriz (los valores obtenidos en secuencia directa coinciden siempre con los obtenidos en secuencia inversa), multiplicadas por la longitud de la línea.
- Resistencia y reactancia equivalentes de las líneas en secuencia homopolar (R0 y X0), como las partes real e imaginaria de los elementos diagonales de la submatriz correspondiente homopolar de la matriz, multiplicadas por la longitud de la línea.

Las impedancias secuenciales de la línea subterránea, y para cada una de las configuraciones definidas en cada tramo de canalización, son las siguientes:

Tramo	Material y sección (mm <sup>2</sup> )	Longitud (km)	R1=R2 (Ω)	X1=X2 (Ω)	R0 (Ω)	X0 (Ω)
2	1x2500 AL + H250	1,086	0,02102	0,16962	0,24086	1,80510
8	1x2500 AL + H250	2,571	0,04974	0,40157	0,71387	4,23505
10	1x2500 AL + H250	6,426	0,12431	1,00352	3,22768	9,72118
12	1x2500 AL + H250	1,657	0,03205	0,25881	0,58062	2,68728



Valores no modificados en el presente documento



Valores modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

2.2 Cálculos eléctricos en régimen de cortocircuito

2.2.1 Cálculos para régimen de cortocircuito

Para el estudio del régimen de cortocircuito se ha desarrollado una formulación específica por componentes simétricas considerando igualmente el calor óhmico del electrodo de puesta a tierra al que se conectan las pantallas de los cables.

Se indica a continuación la formulación básica de partida empleada por el método para las configuraciones Crossbonding y Single-point:

$$\begin{bmatrix} U_{mn} \\ U_{mn} \\ U_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{a\alpha} & Z_{b\alpha} & Z_{c\alpha} \\ Z_{a\beta} & Z_{b\beta} & Z_{c\beta} \\ Z_{a\gamma} & Z_{b\gamma} & Z_{c\gamma} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J_a \\ J_b \\ J_c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{\alpha\alpha} & Z_{\alpha\beta} & Z_{\alpha\gamma} \\ Z_{\beta\alpha} & Z_{\beta\beta} & Z_{\beta\gamma} \\ Z_{\gamma\alpha} & Z_{\gamma\beta} & Z_{\gamma\gamma} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J_\alpha \\ J_\beta \\ J_\gamma \end{bmatrix}$$

ECUACIÓN 1

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

$$U_{mn} = \begin{bmatrix} Z_{a\alpha} & Z_{b\alpha} & Z_{c\alpha} \\ Z_{a\beta} & Z_{b\beta} & Z_{c\beta} \\ Z_{a\gamma} & Z_{b\gamma} & Z_{c\gamma} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J_a \\ J_b \\ J_c \end{bmatrix} + Z_{tt} J_t$$

ECUACIÓN 2

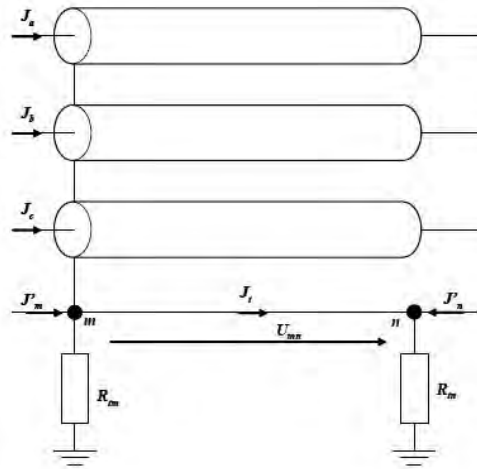
$$\begin{bmatrix} U_{paJ} \\ U_{pbJ} \\ U_{pcJ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{capaJ} & Z_{cbpaJ} & Z_{ccpaJ} \\ Z_{capbJ} & Z_{cbpbJ} & Z_{ccpbJ} \\ Z_{capcJ} & Z_{cbpcJ} & Z_{ccpcJ} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J_a \\ J_b \\ J_c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{pap\alpha J} & Z_{p\beta p\beta J} & Z_{p\gamma p\gamma J} \\ Z_{pap\alpha J} & Z_{p\beta p\beta J} & Z_{p\gamma p\gamma J} \\ Z_{pap\alpha J} & Z_{p\beta p\beta J} & Z_{p\gamma p\gamma J} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J_\alpha \\ J_\beta \\ J_\gamma \end{bmatrix}$$

ECUACIÓN 3

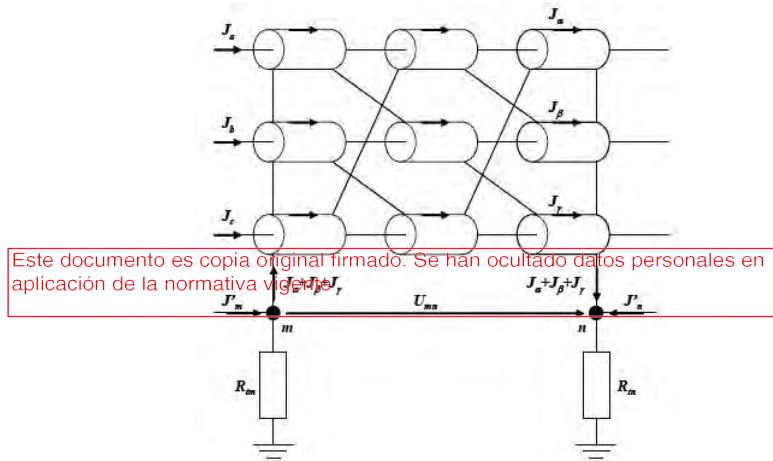
$$\begin{bmatrix} U_{pa} \\ U_{pb} \\ U_{pc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{paca} & Z_{pacb} & Z_{pacc} \\ Z_{pbca} & Z_{pbc b} & Z_{pbcc} \\ Z_{pcca} & Z_{pccb} & Z_{pccc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J_a \\ J_b \\ J_c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{pat} \\ Z_{pbt} \\ Z_{pct} \end{bmatrix} J_t$$

ECUACIÓN 4

Estas ecuaciones corresponden a los siguientes circuitos para el tramo CROSS-BONDING.



ESQUEMA 1: SINGLE-POINT



ESQUEMA 2: CROSSBONDING

Esta formulación permite calcular las sobretensiones temporales en las pantallas de los cables de alta tensión cuando éstas se conectan en both-ends, single-point, crossbonding seccionado y crossbonding continuo, al producirse un cortocircuito externo bien sea simétrico o asimétrico.

**2.2.2 Resultados obtenidos**

Se ha considerado lo siguiente para realizar los cálculos:

- Falta tipo sifón: no existe conexión entre el circuito de pantallas y el punto de falta, ni entre la fuente y el circuito de pantallas.
- Falta Subestación-Subestación: existe conexión entre el circuito de pantallas (ó ecc) y el punto de falta If retorna gran parte por las pantallas o por el ecc.
- Falta Pasante Lejana: No existe conexión entre el circuito de pantallas y el punto de falta. Toda la If retorna desde la falta por el terreno, aunque luego existan varios caminos.
- Intensidad de cortocircuito: 50 kA

Resistencias de puesta a tierra consideradas en la subestación, cámaras de empalme y apoyo PAS en los tramos subterráneos.

Rt 1 Apoyos Línea	Rt 2 Apoyos PAS	Rt 3 (Cámaras empalme)	Rt 4 Subestación
(Ω)	(Ω)	(Ω)	(Ω)
10	7	5	0,5

Los resultados obtenidos para los valores de resistencia de puesta a tierra considerados para los tramos de línea subterráneos 2, 8, 7, 10 y 12 objeto del presente documento son los siguientes:

**2.2.2.1 TRAMO 2: AP.16PAS – AP.19PAS**

- Tensiones Absolutas Máximas (V/kA) Fase- Tierra:

TIPO DE FALTA	SINGLE POINT 1:1	SINGLE POINT 1:2
	(V/kA)	(V/kA)
FALTA PASANTE LEJANA	460,344	410,624
FALTA TIPO SIFÓN	345,548	308,224
FALTA SUBESTACIÓN-SUBESTACIÓN	71,75	64

- Tensiones Locales Máximas (V/kA) Fase – Tierra

TIPO DE FALTA	SINGLE POINT 1:1	SINGLE POINT 1:2
	(V/kA)	(V/kA)
FALTA PASANTE LEJANA	71,75	64
FALTA TIPO SIFÓN	68,306	60,928
FALTA SUBESTACIÓN-SUBESTACIÓN	217,546	194,048

**2.2.2.2 TRAMO 8: AP.76PAS – AP.83PAS**

- Tensiones Absolutas Máximas (V/kA) Fase- Tierra:

TIPO DE FALTA	SINGLE POINT 1	SINGLE POINT 2	CROSS-BONDING 1:1	CROSS-BONDING 1:2
	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)
FALTA PASANTE LEJANA	160,035	155,6	294,792	329,238
FALTA TIPO SIFÓN	86,01	83,63	217,132	217,601
FALTA SUBESTACIÓN-SUBESTACIÓN	55,20	56,44	34,308	34,887

- Tensiones Locales Máximas (V/kA) Fase – Tierra

TIPO DE FALTA	SINGLE POINT 1	SINGLE POINT 1	CROSS-BONDING 1:1	CROSS-BONDING 1:2
	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)
FALTA PASANTE LEJANA	58,04	155,6	268,899	323,390
FALTA TIPO SIFÓN	66,98	65,12	216,411	213,736
FALTA SUBESTACIÓN-SUBESTACIÓN	89,3	86,83	33,698	34,267

**2.2.2.3 TRAMO 10: AP.98’PAS – AP.123PAS**

- Tensiones Absolutas Máximas (V/kA) Fase- Tierra:

TIPO DE FALTA	SP1	SP2	CB1:1	CB1:2	CB2:1	CB2:2	CB3:1	CB3:2	SP3
	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)
FALTA PASANTE LEJANA	705,236	302,496	299,156	298,012	286,572	285,428	296,868	298,584	435,486
FALTA TIPO SIFÓN	101,931	101,016	361,741667	361,05	346,525	345,141667	358,975	361,05	326,886
FALTA SUBESTACIÓN-SUBESTACIÓN	68,7895	68,172	163,386	163,073	156,813	156,187	162,447	163,386	67,875

- Tensiones Locales Máximas (V/kA) Fase – Tierra

TIPO DE FALTA	SP1	SP2	CB1:1	CB1:2	CB2:1	CB2:2	CB3:1	CB3:2	SP3
	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)	(V/kA)
FALTA PASANTE LEJANA	378,7895	68,172	299,156	298,012	286,572	285,428	296,868	298,584	67,875
FALTA TIPO SIFÓN	32,5845	32,292	361,741667	361,05	346,525	345,141667	358,975	361,05	64,617
FALTA SUBESTACIÓN-SUBESTACIÓN	105,83	104,88	163,386	163,073	156,813	156,187	162,447	163,386	205,797

**2.2.2.4 TRAMO 12: AP.128PAS – SET ARGANDA (REE)**

- Tensiones Absolutas Máximas (V/kA) Fase- Tierra:

TIPO DE FALTA	CROSS-BONDING 1:1	CROSS-BONDING 1:2
	(V/kA)	(V/kA)
FALTA PASANTE LEJANA	186,0697172	184,7477298
FALTA TIPO SIFÓN	193,6909543	192,3148197
FALTA SUBESTACIÓN-SUBESTACIÓN	15,24247433	15,13417967

- Tensiones Locales Máximas (V/kA) Fase – Tierra

TIPO DE FALTA	CROSS-BONDING 1:1	CROSS-BONDING 1:2
	(V/kA)	(V/kA)
FALTA PASANTE LEJANA	186,0697172	184,7477298
FALTA TIPO SIFÓN	193,6909543	192,3148197
FALTA SUBESTACIÓN-SUBESTACIÓN	15,24247433	15,13417967

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**2.2.3 Características de aislamiento de los materiales**

**2.2.3.1 Cubiertas**

Las cubiertas de los cables pueden estar conectadas a puntos de conexión a tierra, como soportes o elementos metálicos puestos a tierra. Las tensiones a la que se somete la cubierta no debe superar el máximo que esta es capaz de soportar, ya que puede llegar a perforarla.

A las cubiertas se les exige un ensayo de aislamiento con tensión continua de 10 kV tras su instalación y un ensayo de 15 kV a 50 Hz en ensayo realizado en fábrica, según la norma UNE 60229. Adicionalmente, deben ser capaces de soportar un ensayo dieléctrico de impulsos tipo rayo que servirá para coordinar su aislamiento con las tensiones limitadas por los descargadores de tensiones.

En la tabla siguiente se indican los niveles de aislamiento exigidos tanto para impulsos tipo rayo como frecuencia industrial respectivamente, para una tensión nominal de la línea de 220 kV (Tensión más elevada de la red 245 kV).

Tensión más elevada de la red Us (kV)	Nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo (kV)	Nivel de aislamiento a frecuencia industrial, 50 Hz
245	47,50	15 kV

La tensión soportada de diseño a frecuencia industrial que se considerará para la cubierta en los cálculos de sobretensiones en pantallas en régimen de cortocircuito será empleando un criterio conservador y de acuerdo a la vida útil de cable de 10 kV a 50 Hz. Este nivel de aislamiento puede ser insuficiente para corrientes de cortocircuito muy altas, en cuyo caso podrá aumentarse el citado valor de diseño, previa confirmación con el fabricante del cable empleado en cada proyecto específico para el valor garantizado por el mismo.

Para esta comprobación se tomarán los valores máximos de las corrientes de cortocircuito con red acoplada.

	Icc kA
Icc Diseño (kA)	19,6

Por lo que finalmente queda para cada tramo subterráneo:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en cumplimiento de la Ley Orgánica de Protección de Datos.

**TRAMO 2: AP.16PAS – AP.19PAS**

	Icc kA	Tensión Absoluta Máxima (V/kA)	Tensión Máxima En cubierta (kV)
<b>SP1</b>	19,6	460,344	9.022,74
<b>SP2</b>	19,6	410,624	8.048,23

**TRAMO 8: AP.76PAS – AP.83PAS**

	Icc kA	Tensión Absoluta Máxima (V/kA)	Tensión Máxima En cubierta (kV)
<b>SP1</b>	19,6	160,035	3.136,69
<b>SP2</b>	19,6	155,6	3.049,76
<b>CB1:1</b>	19,6	294,792	5.777,93
<b>CB1:2</b>	19,6	329,238	6.453,07

**TRAMO 10: AP.98’PAS – AP.123PAS**

	Icc kA	Tensión Absoluta Máxima (V/kA)	Tensión Máxima En cubierta (kV)
<b>SP1</b>	19,6	705,236	302,496
<b>SP2</b>	19,6	13.822,63	5.928,92
<b>CB1:1</b>	19,6	361,742	7.090,14
<b>CB1:2</b>	19,6	361,05	7.076,58
<b>CB2:1</b>	19,6	346,525	6.791,89
<b>CB2:2</b>	19,6	345,1416667	6.764,78
<b>CB3:1</b>	19,6	358,975	7.035,91
<b>CB3:2</b>	19,6	361,05	7.076,58
<b>SP3</b>	19,6	435,486	8.535,53

**TRAMO 12: AP.128PAS – SET ARGANA (REE)**

	Icc kA	Tensión Absoluta Máxima (V/kA)	Tensión Máxima En cubierta (kV)
<b>CB1:1</b>	19,6	193,6909543	3,837017805
<b>CB1:2</b>	19,6	192,3148197	3,769370466

**2.2.3.2 Empalmes y seccionamiento de pantallas**

Los niveles de aislamiento longitudinal exigidos dependen de la longitud de los cables de conexión entre el seccionamiento de la pantalla y la caja donde se ubican los descargadores de tensiones, ya que se producen reflexiones de tensión que aumentan el valor de la sobretensión debida al rayo cuyo efecto se amplifica con esta longitud.

El nivel de aislamiento con impulsos tipo rayo en el empalme entre pantalla y tierra se ha calculado considerando que los cables de conexión hasta la caja donde se encuentran los pararrayos tienen una longitud de hasta 10 m.

El nivel de aislamiento longitudinal en el seccionamiento de pantallas (que generalmente se realiza coincidiendo con un empalme) y el aislamiento entre pantalla y tierra se ajustará a lo indicado en la tabla siguiente.

Tensión más elevada de la red Us(kV)	Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV)				
	Aislamiento de los cables de conexión al cross-bonding		Cubierta	Aislamiento del empalme	
	Aislamiento principal			(Aislamiento longitudinal)	(Aislamiento pantalla a tierra)
	Longitud ≤ 3	Longitud 3m-10m			
245	60	95	47,5	95	47,5

La tensión soportada a frecuencia industrial tanto para el aislamiento longitudinal como para el aislamiento pantalla-tierra de los empalmes se especifica en la tabla siguiente:

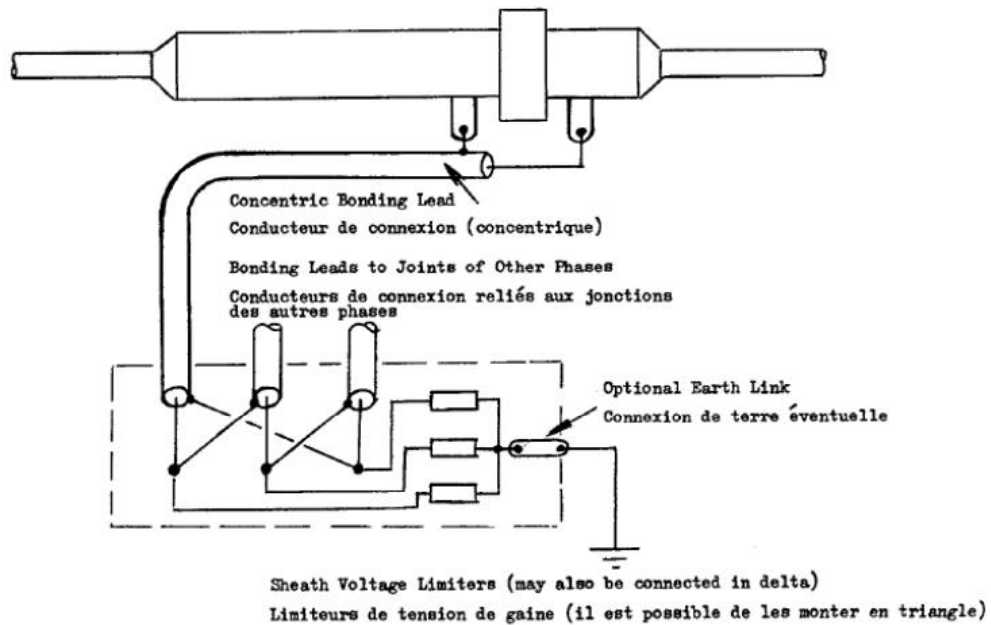
Tensión soportada a frecuencia industrial	
Aislamiento longitudinal Cables de conexión al cross-bonding y empalme	Aislamiento pantalla-tierra
	Empalme
20	10

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

### 2.2.3.3 Cajas de conexión y ubicación de los descargadores de tensiones

El grado de protección de las cajas de conexión será IP 55 (protección contra penetración del polvo y contra chorros de agua a baja presión).

La conexión se realizará mediante descargadores de tensiones conectados en estrella con el neutro conectados rígidamente a tierra. La caja será metálica con una conexión específica para su puesta a tierra.



Disposición 1: Caja de conexión de las pantallas

Los niveles de aislamiento longitudinal exigidos dependen de la longitud de los cables de conexión entre el seccionamiento de la pantalla y la caja donde se ubiquen los descargadores de tension, ya que producen reflexiones de tensión cuyo efecto se amplifica con esta longitud:

- a) Aislamiento entre fase y tierra
  - o Entre el punto de conexión de los cables coaxiales con los descargadores de tensiones y la caja.
  - o Entre la pantalla de un cable coaxial y la caja.
  
- b) Aislamiento entre fases
  - o Entre el conductor interno de cada cable coaxial de conexión al crossbonding y su pantalla.
  - o Entre las pantallas de dos cables coaxiales cualesquiera.
  - o Entre dos puntos de conexión adyacentes de los cables coaxiales con los descargadores de tensiones de fases diferentes

Se indica en las tablas siguientes los niveles de aislamiento exigible a la caja de puesta a tierra.

Tensión más elevada de la red Us(kV)	Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV)		
	Fase-tierra		Fase-fase
	Longitud ≤ 3	Longitud 3m-10m	
245	30	47,5	95

Tensión soportada a frecuencia industrial	
fase-fase	fase-tierra
20	10

**2.2.4 Criterios para la selección de descargadores**

La tensión de servicio continuo soportada por los descargadores de tensiones, así como la tensión soportada por la cubierta serán superiores a la sobretensión temporal entre pantalla y tierra que se produzca en caso de cortocircuito.

Su valor no depende de la tensión más elevada de la red, sino del valor de la intensidad de cortocircuito y el tipo de cortocircuito, de la longitud de las secciones elementales del crossbonding o del single-point, del tipo de falta (falta en subestación, falta pasante lejana, o falta de tipo sifón) y de la tensión inducida por amperio de intensidad de cortocircuito según la separación y distribución de los conductores (en capa, al tresbolillo en contacto o bajo tubo).

Especificando un valor máximo a frecuencia industrial para la tensión de servicio continuo del pararrayos y para el aislamiento de la cubierta se puede comprobar, en función de la magnitud de la intensidad de cortocircuito a tierra, si para una cierta longitud de cada tramo de cable no se sobrepasan las tensiones soportadas especificadas.

Es importante destacar que para las faltas monofásicas a tierra la tensión pantalla-tierra aumenta con la longitud del tramo estudiado, pero no de forma lineal, ya que depende muy fuertemente de los valores de las resistencias de puesta a tierra en los extremos del tramo.

Los descargadores de tensiones a emplear serán de tipo óxido de zinc (ZnO) y actuarán como limitadores de tensión de las pantallas de cables. Las tensiones asignadas normalizadas consideradas son 3, 6 y 9 kV, si bien todos sus valores característicos asignados serán verificados para cada proyecto específico en función del fabricante seleccionado. En la siguiente tabla se muestran valores típicos de mercado.

Un,re (kV)	Up-t 1,2/50(kV)	Descargadores de tensiones			Margen de Protección MP (%)=100(Up/Ures-1)
		Ur	Uc	Ures(kV)	
127/220	47,5	3,3	2,7	10	375
		6	5	20,6	131
		9	8	24,6	93(*)

(\*) En este caso se considera crítico ya que el MP debería ser mayor del 100%, para garantizar la protección contra sobretensiones transitorias, incluso si se duplica la tensión residual debido a un fenómeno de reflexiones.

Los descargadores de tensiones serán de clase 2 según lo establecido en la norma UNE-EN 60099-4, lo que equivale a una energía específica de 2 kJ/kV de Ur, para un valor habitual de tensión residual a onda maniobra del orden de 2 veces la tensión asignada Ur. Con estos valores, se garantiza que los descargadores de tensiones soporten la energía transitoria prevista durante el régimen transitorio del cortocircuito.

Los valores de intensidad de cortocircuito admisible para realizar los cálculos serán los normalizados para la red de 220 kV, salvo indicación en contra en cada proyecto específico por parte de la unidad de Planificación de Red, para cada escenario de falta a considerar (subestación-cable-subestación, sifón y falta pasante lejana).

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en cumplimiento de la normativa vigente

	Icc kA
Icc Diseño (kA)	19,60

Dado que en régimen de servicio se ha limitado la tensión máxima fase- tierra de pantalla a 150 V, la selección de los descargadores de tensiones vendrá determinada por las sobretensiones aparecidas en caso de cortocircuito pasante, tanto en su régimen transitorio como en régimen permanente.

### 2.2.5 Criterio de sobretensiones temporales máximas

Se debe garantizar que la sobretensión temporal máxima no supera la tensión asignada del descargador de tensiones, referida a 10 s de duración según norma UNE-EN 60099-4, dado que los cortocircuitos de alto valor se despejan en tiempos muy breves, inferiores a éste, en cualquier caso. El valor a emplear será la sobretensión temporal local obtenida.

Por otro lado, debe garantizarse el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de la cubierta del cable. El valr a emplear será la sobretensión temporal absoluta obtenida.

Las garantías anteriores determinan los siguientes criterios:

- a) Criterio para cables en Cross-Bonding

$$U_{local-absoluta} \cdot I_{cc} (kA) \cdot L(km) \leq U_r (V)$$

Donde:

u: Tensión unitaria absoluta o local, según proceda, expresada en V/kA·km que debe calcularse para cada proyecto concreto.

I<sub>cc</sub>: Corriente de cortocircuito expresada en kA

U<sub>r</sub>: Tensión asignada del descargador de tensiones (referida a 10 s)

L: Longitud del tramo considerado, en km

Los valores unitarios de las tensiones, u, se deben calcular para cada proyecto en específico teniendo en cuenta la arquitectura de red (concatenación de tramos con diferentes sistemas de puesta a tierra de pantallas), los posibles tipos de falta, la longitud de los tramos estudiados, la disposición de los conductores y su separación, y los valores previstos de las resistencias de puesta a tierra. En caso de no ser aplicables las configuraciones del anexo I, este valor unitario u, se obtendrá mediante programa informático asociado al modelo eléctrico en régimen de cortocircuito desarrollado.

Este documento es copia original impresa. De no haber sido así, deberá aplicarse la aplicación de la normativa vigente

**2.2.6 Criterio del margen de protección**

Los descargadores de tensiones seleccionados para cada nivel de tensión de la red deben garantizar un margen de protección superior o igual al 100% del nivel aislamiento fase tierra soportada por la cubierta de cable a impulsos tipo rayo.

El margen de protección se calculará mediante la fórmula siguiente:

$$MP (\%) = \left( \frac{U_{p-t}}{U_{res}} - 1 \right) \cdot 100$$

Donde:

$U_{p-t}$ : Tensión normalizada a impulso tipo rayo 1,2/50  $\mu$ s

$U_{res}$ : Tensión residual del descargador de tensiones para una  $I_d=10$  kA de tipo 8/20  $\mu$ s

**2.2.7 Resultados obtenidos**

Según los diferentes casos estudiados se obtienen los siguientes resultados:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**2.2.7.1 TRAMO 2: AP.16PAS – AP.19PAS**

<b>Icc (kA)</b>	<b>PAT</b>	<b>Tensión Local Máxima (V/kA)</b>	<b>Tensión Máxima en Cubierta (kV)</b>	<b>DESCARGADOR (kV)</b>
19,60	SP1	217,546	4.263,90	6,00
	SP2	194,048	3.803,34	6,00

Considerando los valores máximos de corriente de cortocircuito para Diseño (19,60 kA) se instalarán en los apoyos de paso aéreo-subterráneo 16PAS y 19PAS descargadores de 6 kV. No obstante, sus valores característicos asignados serán verificados en función del fabricante seleccionado.

**2.2.7.2 TRAMO 8: AP.76PAS – AP.83PAS**

Icc (kA)	PAT	Tensión Local Máxima (V/kA)	Tensión Máxima en Cubierta (kV)	DESCARGADOR (kV)
19,60	SP1	160,03	3.136,69	6,00
	SP2	155,6	3.049,76	6,00
	CB1:1	268,899	5.270,41	6,00
	CB1:2	323,390	6.338,45	9,00

Considerando los valores máximos de corriente de cortocircuito para Diseño (19,60 kA) se instalarán en las cámaras de empalme CE04.1C, CE04.2C y CE05C y AP. 76PAS descargadores de 6 kV y descargadores de 9 Kv en la cámara de empalme CE06C. No obstante, sus valores característicos asignados serán verificados en función del fabricante seleccionado.

**2.2.7.3 TRAMO 10: AP.98’PAS – AP.123PAS**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Icc (kA)	PAT	Tensión Local Máxima (V/kA)	Tensión Máxima en Cubierta (kV)	DESCARGADOR (kV)
19,60	SP1	705,236	13.822,63	9,00
	SP2	302,49	5.928,92	6,00
	CB1:1	361,74	7.090,14	9,00
	CB1:2	361,05	7.076,58	9,00
	CB2:1	346,525	6.791,89	9,00
	CB2:2	345,1416667	6.764,78	9,00
	CB3:1	358,975	7.035,91	9,00
	CB3:2	361,05	7.076,58	9,00
	SP1	205,797	4.033,62	6,00

Considerando los valores máximos de corriente de cortocircuito para Diseño (19,60 kA) se instalarán en los apoyos de paso aéreo-subterráneo 98’PAS y 123PAS descargadores de 6 kV y en las cámaras de empalme CE06.1, CE08, CE09, CE11, CE12, CE14 y CE15’ descargadores de 9 kV. No obstante, sus valores característicos asignados serán verificados en función del fabricante seleccionado.

2.2.7.4 TRAMO 11: AP.128PAS – SET ARGANDA (REE)

Icc (kA)	PAT	Tensión Local Máxima (V/kA)	Tensión Máxima en Cubierta (kV)	DESCARGADOR (kV)
19,60	CROSS-BONDING 1:1	193,6909543	3796,342705	6,00
	CROSS-BONDING 1:2	192,3148197	3769,370465	6,00

Considerando los valores máximos de corriente de cortocircuito para Diseño (19,60 kA) se instalarán en las cámaras de empalme CE17 y CE18 descargadores de 6 kV. No obstante, sus valores característicos asignados serán verificados en función del fabricante seleccionado.

3 Resumen cálculo eléctrico

En la siguiente tabla se resume el resultado del cálculo eléctrico de la línea de evacuación considerando el tramo subterráneo y el tramo aéreo:

	Potencia a transportar (MW)	$\Delta U\%$ (Cosφ=0,95)	$\Delta P\%$ (Cosφ=0,95)	Máxima Potencia de transporte (MVA)
Tramo aéreo	353,60	2,79	1,043	547,95
Tramo subterráneo	353,60	1,04	0,27	413,1
Total línea evacuación	353,60	3,83	1,31	413,1

Valores no modificados en el presente documento

Valores modificados en el presente documento

## 4 Estudio de campos electromagnéticos

El objeto del presente punto es la verificación del cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a las emisiones de campos magnéticos emitidos por las instalaciones del proyecto, de acuerdo con el R.D. 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.

El documento comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la línea pueden alcanzarse en su entorno, y presenta una evaluación comparativa con los límites de la normativa.

### 4.1 Normativa vigente

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el "Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión" (RAT). Este reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo el R.D. 1066/2001.

El R.D. 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 frente a las emisiones radioeléctricas", adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100  $\mu$ T).

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

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.

3. ITC RAT 20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1:

Memoria.

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".
2. 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".
3. 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 instrumentos de medida".
4. Norma IEC 61786 2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electrical fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements".

#### 4.2 Cálculos justificativos

Los circuitos eléctricos objeto de proyecto que generarán valores de campo magnético mayores serán los que circule por ellos una mayor intensidad, siendo éstos los conductores de la línea eléctrica.

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

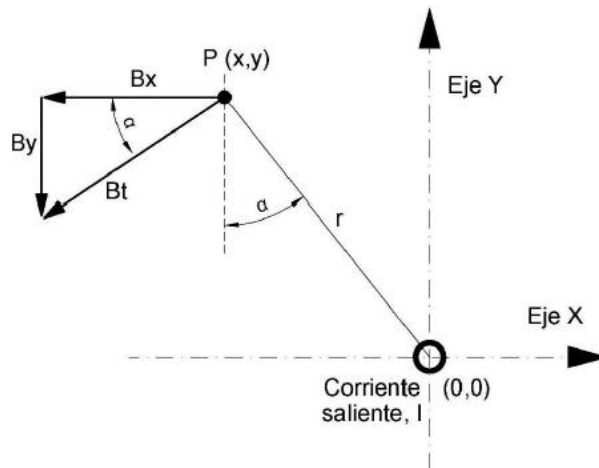
Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en cumplimiento de la normativa vigente.

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

Donde:

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

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



La simulación del campo magnético se realiza con el máximo estado de carga posible. Por tanto, los valores calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de las instalaciones.

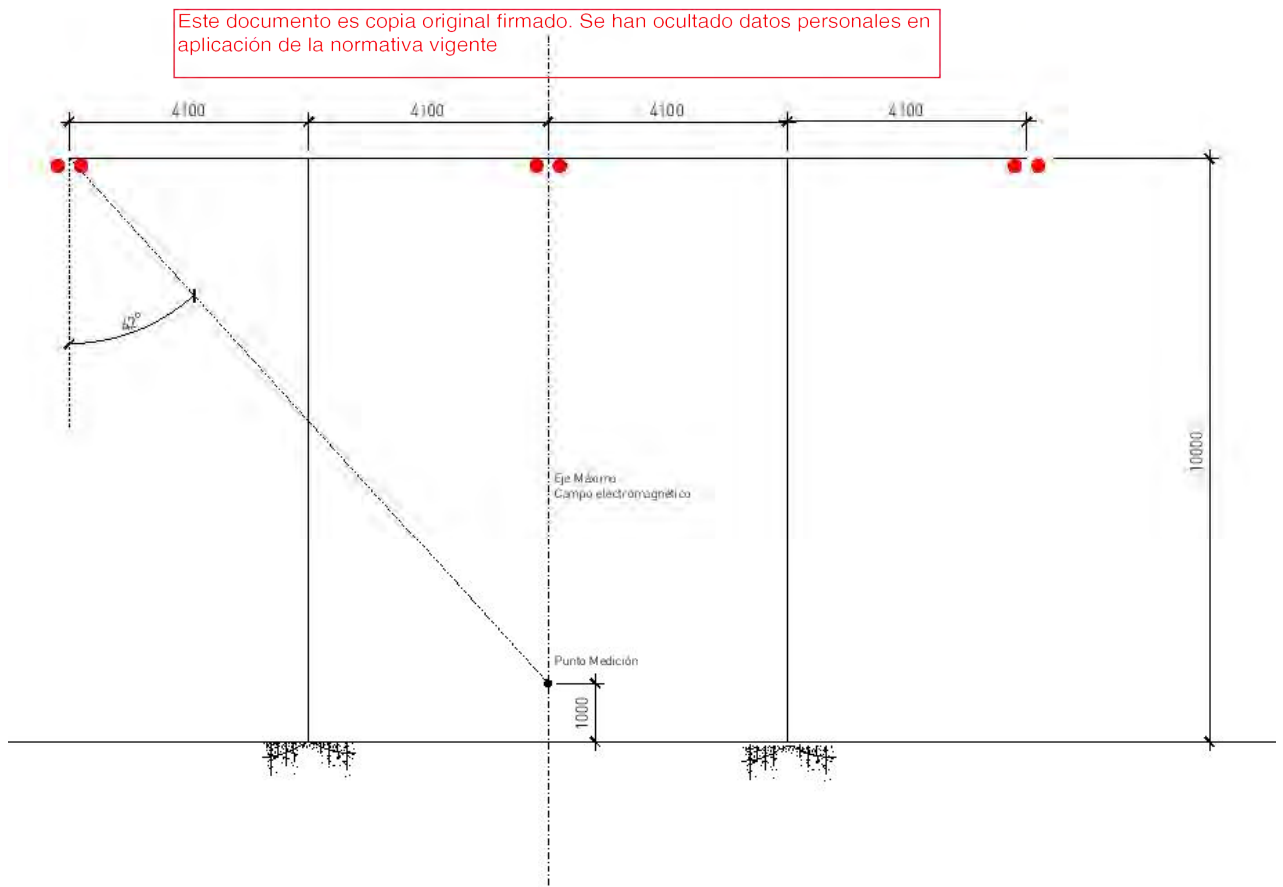
### 4.3 Determinación del campo electromagnético

#### 4.3.1 Línea aérea

Se analiza un punto bajo los conductores de la línea aérea, a 1 metro de altura sobre el nivel del suelo, analizando la influencia conjunta de todos los conductores de fase que generan un campo electromagnético.

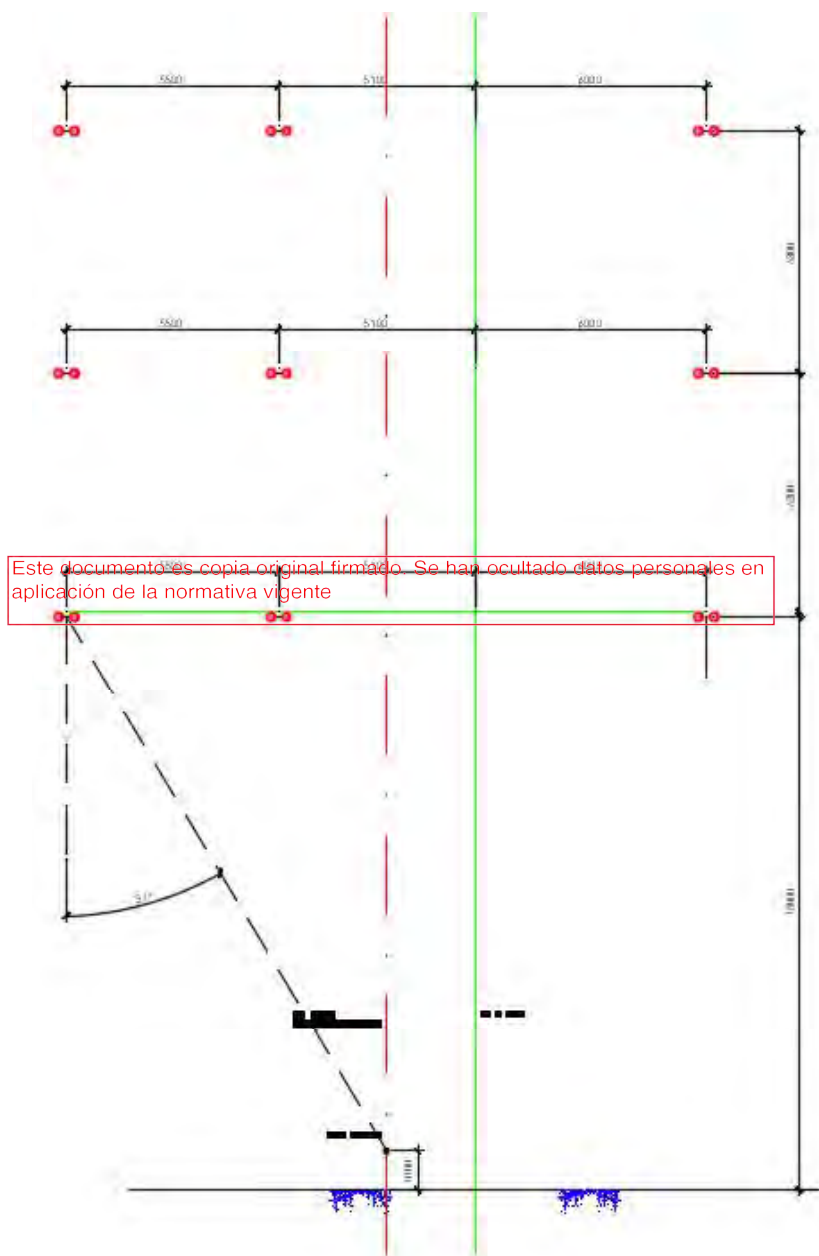
La modelización de los conductores se ha realizado en base al armado de la línea de menor altura al terreno, el cual se corresponde con los apoyos tipo pórtico. La distancia mínima al terreno viene determinada por el Reglamento de Líneas de Alta Tensión (RD 223/2008), que para una tensión de 220 kV le corresponden 7,0 metros.

En el siguiente esquema se muestra la configuración de conductores en el punto más desfavorable de los tramos en simple circuito:



Teniendo en cuenta que la intensidad máxima a transportar en el proyecto es de 1.031 A por fase, se obtiene un campo magnético de **45,28  $\mu$ T**.

En el siguiente esquema se muestra la configuración de conductores en el punto más desfavorable de los tramos en triple circuito:

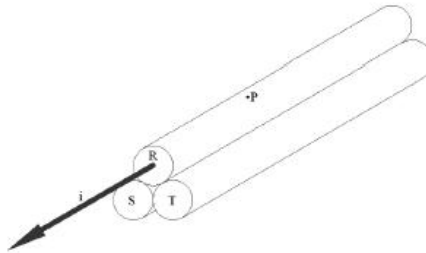


Teniendo en cuenta que la intensidad máxima a transportar en el proyecto es de 1.031 A por fase, se obtiene un campo magnético de **81,88  $\mu$ T**.

4.3.2 Línea subterránea

Para el tramo subterráneo, la configuración resultante:

El campo magnético generado en el Punto P, será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:



$$B_P = \sum B_{P,i} = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$

Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{P,R} = \mu \frac{i_R}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Este documento es copia original firmado. Se han introducido datos personales en aplicación de la normativa vigente

$$B_{P,S} = \mu \frac{i_S}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

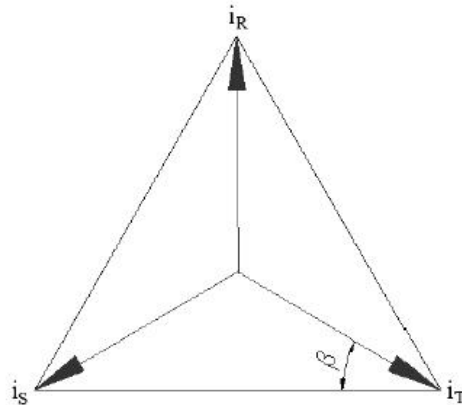
$$B_{P,T} = \mu \frac{i_T}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Donde:

$i_R, i_S, i_T$  = Intensidades circulares por las fases R, S, T.

$\mu$  = Permeabilidad electromagnética del vacío (se aproxima al valor del aire  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ A}^{-2}$ )

$r, d$  = Distancias del conductor al punto de medida.



Teniendo en cuenta datos,

Para el circuito central:

**$\beta=30^\circ$   $i_R, i_S, i_T = 1.031A$   $r=0,998m$   $d=1,285m$**

$$i_S = i_T = -i_R * \sin 30 = -\frac{i_R}{2}$$

Este documento es copia o plagio. Se ha aplicado la normativa vigente.  $B_{p,R} = \mu \frac{i_R}{2 \cdot \pi \cdot r} = 206,61 \mu T$

$$B_{p,S} = \mu \frac{-0,5 \cdot i_R}{2 \cdot \pi \cdot d} = -80,23 \mu T$$

$$B_{p,T} = \mu \frac{-0,5 \cdot i_R}{2 \cdot \pi \cdot d} = -80,23 \mu T$$

Para los circuitos laterales:

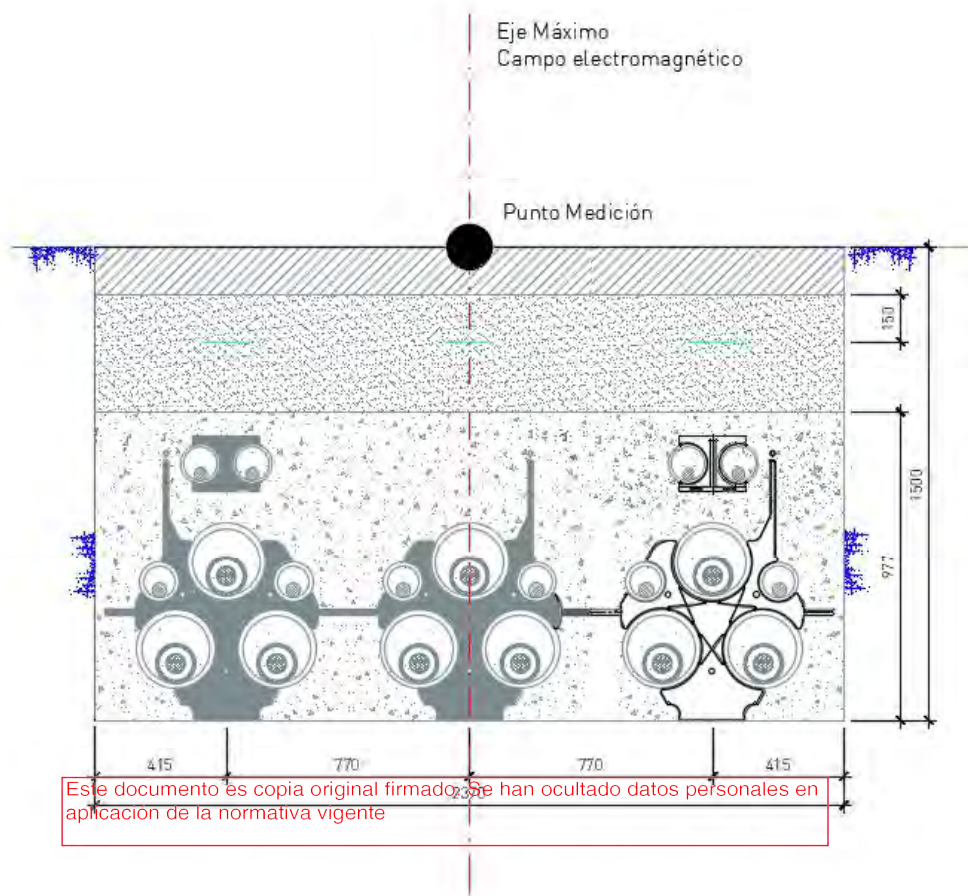
**$\beta=30^\circ$   $i_R, i_S, i_T = 1.031A$   $r=0,998m$   $d1=1,578m$   $d2=1,413m$**

$$i_S = i_T = -i_R * \sin 30 = -\frac{i_R}{2}$$

$$B_{p,R} = \mu \frac{i_R}{2 \cdot \pi \cdot r} = 163,52 \mu T$$

$$B_{p,S} = \mu \frac{-0,5 \cdot i_R}{2 \cdot \pi \cdot d1} = -65,34 \mu T$$

$$B_{p,T} = \mu \frac{-0,5 \cdot i_R}{2 \cdot \pi \cdot d2} = -72,97 \mu T$$



Se obtiene un campo magnético total en el punto de medición de **96,59  $\mu$ T**.

#### 4.4 Evaluación de los resultados

De acuerdo con el resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de mayo del 2001, a partir del informe técnico realizado por un comité pluridisciplinar de Expertos independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que, para los niveles de campo magnético obtenidos en este informe, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que corresponden a niveles por debajo de los 100  $\mu$ T. Al cumplir este límite preventivo se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad.

Lo anteriormente descrito está en concordancia con las conclusiones de la Recomendación del consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300 GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 del 28 de septiembre.

#### **4.5 Conclusiones**

Como conclusión de las simulaciones y cálculos realizados del campo magnético generado por las instalaciones del proyecto, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima), se obtiene que los valores de campo magnético emitidos están por debajo de los valores límite recomendados (100  $\mu$ T) para el campo magnético a la frecuencia de la red de 50 Hz.

Por lo tanto, se puede afirmar que la línea aérea objeto de proyecto cumple la recomendación europea, y que el público no estará expuesto a campos electromagnéticos por encima de los recomendados en sitios donde pueda permanecer mucho tiempo.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 5 Cálculo mecánico de conductores. Tramo Aéreo

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que deben tenderse los conductores y los esfuerzos que estos provocan en los apoyos.

Se han representado los tramos aéreos objeto del presente documento.

### 5.1 Características de la línea

<b>Tensión nominal</b>	220 kV
<b>Tensión más elevada de la red</b>	245 kV
<b>Categoría</b>	Especial
<b>Zona</b>	B
<b>Longitud (km)</b>	25,88
<b>Velocidad del viento (km/h)</b>	140
<b>Longitud cadenas de aisladores tipo suspensión simple (m)</b>	2.854
<b>Longitud cadenas de aisladores tipo suspensión doble (m)</b>	3.239
<b>Longitud cadenas de aisladores tipo amarre (m)</b>	3.678

### 5.2 Características del conductor

Las características mecánicas del conductor son:

<b>Diámetro conductor</b>	25,4 mm
<b>Diámetro alma</b>	8,46 mm
<b>Sección Al</b>	337,3 mm <sup>2</sup>
<b>Sección Ac</b>	43,7 mm <sup>2</sup>
<b>Sección total</b>	381 mm <sup>2</sup>
<b>Equivalencia en cobre</b>	217 mm <sup>2</sup>
<b>Carga mínima de rotura</b>	10.960 daN
<b>Módulo de elasticidad</b>	6.600 daN/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia eléctrica a 20°C</b>	0,0857 Ω/Km
<b>Composición</b>	54+7
<b>Masa lineal</b>	1.274,6 kg/km
<b>Coefficiente de dilatación lineal</b>	19,5 · 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
<b>Densidad de corriente</b>	1,89 A/mm <sup>2</sup>
<b>Intensidad máxima admisible</b>	719 A

### 5.3 Acciones consideradas

#### CARGAS PERMANENTES

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

Peso del conductor (daN/m)

pc = 1,25

**ACCIÓN DEL VIENTO**

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

Acción del viento horizontal (daN/m)  $pv_{140} = 1,729$

**ACCIÓN DEL HIELO Y VIENTO**

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

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

Acción del hielo vertical (daN/m)  $ph = 0,907$

Y a una velocidad de viento de 60 km/h.

Acción del viento horizontal (daN/m)  $pv_{60} = 0,58$

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**5.4 Hipótesis de partida**

**LÍMITE ESTÁTICO**

La tensión máxima de los conductores es la indicada en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	COEF.SEGURIDAD Cs	TENSIÓN MÁXIMA(daN)
LA-380	10.960	3,09	3554

**LÍMITE DINÁMICO**

Los fenómenos vibratorios se tendrán presente en las siguientes hipótesis de carga:

**HIPÓTESIS EDS (EVERY DAY STRESS)**

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

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

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE CHS (daN)	% ROTURA
LA-380	10.960	2.082	19,00

### 5.5 Hipótesis de cálculo

#### TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

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

ZONA B: Hipótesis de viento: Peso propio y sobrecarga de viento a  $-10^{\circ}\text{C}$

$$P_v = \sqrt{p_c^2 + p_v^2} \qquad P_v = 2,13 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

ZONA B: Sobrecarga de hielo a  $-15^{\circ}\text{C}$  y viento a  $50 \text{ km/h}$

$$P_h = \sqrt{(p_c + p_h)^2 + p_v^2} \qquad P_h = 2,23 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -15 \text{ }^{\circ}\text{C daN/m}$$

#### HIPÓTESIS DE FLECHA MÁXIMA

Según el actual Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (Apdo. 3.2.3 ITC-LAT 07), se determinará la flecha máxima de los conductores o cables de fibra óptica en las hipótesis siguientes:

ZONA B: Hipótesis de viento: Acción del peso propio y una sobrecarga de viento a la temperatura de  $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$$p_{2v} = \sqrt{p_c^2 + p_v^2} \qquad p_{2v} = 2,13 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2v} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

ZONA B: Hipótesis de hielo: Acción del peso propio con una sobrecarga de hielo a la temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$

$$P_h = p_c + p_h \qquad P_h = 2,16 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2h} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

ZONA B: Hipótesis de temperatura: Acción del peso propio a la temperatura de  $85 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$$p_{2t} = p_c$$

$$p_{2t} = 1,25 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$$

HIPÓTESIS DE FLECHA MÍNIMA

La hipótesis de flecha mínima es:

ZONA B: Peso propio sin sobrecarga a -15 °C

$$p_{2B} = p_c$$

$$p_{2B} = 1,25 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

**5.6 Vano ideal de regulación**

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

Siendo:

Este documento es copia original firmado. Se han omitido datos personales en aplicación de la normativa vigente

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

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

Donde:

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

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

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

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

Operando de esta forma se obtienen las tablas siguientes:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## VANOS IDEALES DE REGULACION CONDUCTOR LA-380

## (ZONA B)

Cantón N°	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (m)	Vano de Regulación (m)	Tense de flecha máxima (daN)(*)	Tense Flecha mínima (daN)(**)	Parámetro flecha máxima (m)	Parámetro flecha mínima (m)	Hipótesis Fmax
26	57	58	117,63	119,51	906	3157	714	2508	Tª 85°C
27	58	60	544,09	273,98	1445	2434	1145	1938	Tª 85°C
28	60	65	1402,1	291,98	1487	2381	1172	1890	Tª 85°C
29	65	69	1302,01	307,55	1015	2237	1271	1774	Tª 85°C
30	69	73'	1156,33	303,05	1508	2358	1191	1875	Tª 85°C
31	73'	74'	311,15	309,55	1523	2336	1196	1848	Tª 85°C
32	74'	75'	200,33	199,84	1242	2719	983	2166	Tª 85°C
33	75'	76PAS	276,79	272,59	1474	2388	1107	1823	Tª 85°C
35	83PAS	84'	258,99	259,44	1413	2479	1118	1973	Tª 85°C
36	84'	85"	269,05	268,95	1434	2452	1137	1954	Tª 85°C
37	85"	86	271,25	272,87	1444	2434	1141	1936	Tª 85°C
38	86	87	322,27	324,97	1548	2310	1224	1837	Tª 85°C
39	87	89	461,56	265,41	1437	2441	1119	1923	Tª 85°C
40	89	90'	201,28	199,53	1240	2720	982	2167	Tª 85°C
41	90'	92'	446,2	220,99	1337	2563	1007	1961	Tª 85°C
42	92'	94'	642,34	319,79	1552	2300	1196	1791	Tª 85°C
43	94'	95'	208,9	207,95	1271	2678	1002	2128	Tª 85°C

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantón N°	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (m)	Vano de Regulación (m)	Tense de flecha máxima (daN)(*)	Tense Flecha mínima (daN)(**)	Parámetro flecha máxima (m)	Parámetro flecha mínima (m)	Hipótesis Fmax
44	95'	96'	220,43	221,17	1307	2629	1038	2098	Tª 85°C
45	96'	98' PAS	551,59	290,53	1483	2386	1169	1891	Tª 85°C

(\*) Comparar 85°C con 15°+V ó 0°C+H

(\*\*) -15°C sin sobrecarga



Cantones no modificados en el presente documento



Cantones modificados en el presente documento

Este documento es original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**5.7 Comparación de hipótesis**

TENSIÓN MECÁNICA

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

Dicha ecuación es:

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

Siendo:

- T<sub>1</sub> Tensión del cable en condiciones iniciales en daN
- q<sub>1</sub> Temperatura del cable en condiciones iniciales en °C
- p<sub>1</sub> Carga del cable en condiciones iniciales, en daN/m
- T<sub>2</sub>, q<sub>2</sub>, p<sub>2</sub> Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la Ley Orgánica 15/1999. Los mismos conceptos anteriores en condiciones finales
- a Vano de cálculo en m
- A  $\frac{S_a \cdot E}{24}$
- B S · E · α daN · °C<sup>-1</sup>

FLECHA

El cálculo de flechas se obtiene mediante la expresión:

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

Siendo:

- p<sub>a</sub> Peso aparente del cable (daN/m).
- T<sub>0</sub> Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación (daN).

a Longitud del vano (m).

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

**Flecha máxima:** aquella que resulte mayor de la comparación de las condiciones siguientes:

Temperatura  $\theta_2 = 85$  °C sin sobrecarga

Temperatura  $\theta_2 = 15$  °C y sobrecarga de viento

Temperatura  $\theta_2 = 0$  °C y sobrecarga de hielo

**Flecha mínima:**

Temperatura  $\theta_2 = -15$  °C sin sobrecarga

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

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR LA-380**

**(ZONA B)**

Nº Cantón	Vano reg. (m)	-10°C+V <sub>140</sub>		-15°C+H+V <sub>60</sub>		15°C+V <sub>120</sub>		85°C		0°C+H		-15°C		CHS a -5°C		EDS a 15°C		Ten. máxima		H	
		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	%	T	%	T	C.S.	Fmax	Fmin
27	273,98	3352	6	3545	5,95	2608	6,45	1445	8,21	3220	6,33	2434	4,84	2266	21	1995	19	3545	3,09	1145	1938
28	291,98	3351	6,84	3547	6,78	2625	7,3	1487	9,1	3239	7,18	2381	5,64	2234	21	1994	19	3547	3,09	1172	1890
29	367,55	3363	10,83	3545	10,77	2685	11,35	1615	13,31	3290	11,22	2237	9,53	2146	20	1989	19	3545	3,09	1271	1774
30	303,05	3357	7,35	3546	7,29	2637	7,82	1508	9,65	3246	7,7	2358	6,13	2219	21	1992	19	3546	3,09	1191	1875
31	309,55	3347	7,71	3540	7,65	2638	8,19	1523	10,03	3255	8,06	2336	6,48	2207	21	1991	19	3546	3,09	1196	1848
32	199,84	3333	3,21	3545	3,17	2504	3,57	1242	5,08	3130	3,46	2719	2,31	2441	23	1999	19	3545	3,09	983	2166
33	272,59	3278	6,21	3547	6,15	2571	6,66	1474	8,40	3240	6,53	2388	5,10	2235	21	1985	19	3547	3,09	1107	1823
34	304,08	3355	7,4	3545	7,34	2637	7,87	1508	9,7	3246	7,74	2354	6,17	2217	21	1991	19	3545	3,09	1193	1874
35	259,44	3349	5,39	3548	5,33	2590	5,83	1413	7,54	3208	5,7	2479	4,26	2293	22	1995	19	3548	3,09	1118	1973
36	268,95	3352	5,78	3549	5,73	2604	6,22	1434	7,96	3217	6,1	2452	4,63	2278	21	1997	19	3549	3,09	1137	1954
37	272,87	3348	5,97	3545	5,97	2604	6,42	1444	8,16	3219	6,29	2434	4,81	2266	21	1993	19	3545	3,09	1141	1936
38	324,97	3358	8,48	3547	8,42	2655	8,97	1548	10,85	3263	8,84	2310	7,22	2191	21	1991	19	3547	3,09	1224	1837
39	265,41	3332	5,71	3545	5,65	2590	6,15	1437	7,88	3217	6,03	2441	4,58	2268	21	1991	19	3545	3,09	1119	1923
40	199,53	3334	3,2	3545	3,15	2503	3,56	1240	5,07	3130	3,45	2720	2,3	2440	23	2000	19	3545	3,09	982	2167
41	220,99	3263	4,08	3545	4,03	2500	4,49	1337	6,07	3178	4,36	2563	3,11	2338	22	1982	19	3545	3,09	1007	1961
42	319,79	3319	8,36	3545	8,3	2631	8,85	1552	10,7	3268	8,71	2300	7,14	2183	20	1988	19	3545	3,09	1196	1791
43	207,95	3332	3,48	3548	3,43	2517	3,86	1271	5,4	3146	3,74	2678	2,54	2414	23	1998	19	3548	3,09	1002	2128

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Cantón	Vano reg. (m)	-10°C+V <sub>140</sub>		-15°C+H+V <sub>60</sub>		15°C+V <sub>120</sub>		85°C		0°C+H		-15°C		CHS a -5°C		EDS a 15°C		Ten. máxima		H	
		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	%	T	%	T	C.S.	Fmax	Fmin
44	221,17	3345	3,91	3547	3,87	2542	4,3	1307	5,89	3162	4,19	2629	2,91	2384	22	1999	19	3547	3,09	1038	2098
45	290,53	3344	6,78	3546	6,72	2619	7,24	1483	9,04	3237	7,11	2386	5,58	2236	5,96	1992	6,70	3546	3,09	1169	1891

Cantones no modificados en el presente documento

Cantones modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### 5.8 Tabla de regulación

Las tablas de regulación indican las flechas con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T = T_0 ch\left(\frac{x}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- T Tensión del cable (daN).
- T<sub>0</sub> Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x Coordenada en el eje x del cable (m).

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

La dirección de esta tensión en este punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T_m = T_0 ch\left(\frac{x_m}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

Donde:

$$x_m = H \operatorname{ar}g \operatorname{sh} \left[ \frac{\frac{b}{2H}}{\operatorname{sh} \frac{a}{2H}} \right] \quad (\text{m})$$

Siendo:

- T<sub>m</sub> Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).
- T<sub>0</sub> Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).

- xm      Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m).
- a        Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m).
- b        Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m).

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \left[ \operatorname{ch} \left( \frac{a_i}{2 \cdot H} \right) - 1 \right] \quad (m)$$

Donde:

- f:        Flecha (m).
- T<sub>mi</sub>:    Tensión del cable en el punto medio del vano i (daN).
- H:        Parámetro de la catenaria (m).
- p:        Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).
- a<sub>i</sub>:      Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Operando de esta forma, se obtiene el cuadro de valores siguiente:

**CONDUCTOR LA-380 - TABLAS DE REGULACIÓN**

**Cantón Nº: 25 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 56**

**VANO DE REGULACIÓN: 123,79m**

**APOYO FINAL Nº: 57**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380				
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud de vano		
		Desnivel		
		Apoyos del vano		
		125		
		17,49		
		56-57		
-5	2685	0,92		
0	2489	0,99		
5	2306	1,07		
10	2135	1,16		
15	1979	1,25		
20	1834	1,34		
25	1704	1,45		
30	1589	1,55		
35	1485	1,66		
40	1394	1,77		
45	1313	1,88		
50	1240	1,99		
Flecha Máx.	936	2,63		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C			

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 26 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 57**

**VANO DE REGULACIÓN: 119,33m**

**APOYO FINAL Nº: 58**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		119,6			
		7,75			
		57-58			
-5	2717	0,82			
0	2518	0,89			
5	2331	0,96			
10	2154	1,04			
15	1991	1,13			
20	1843	1,22			
25	1707	1,31			
30	1587	1,41			
35	1479	1,52			
40	1384	1,62			
45	1301	1,73			
50	1226	1,83			
Flecha Máx.	906	2,51			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 27 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 58**

**VANO DE REGULACIÓN: 273,94m**

**APOYO FINAL N°: 60**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		255,60	289,20		
		-1,18	2,46		
		58-59	59-60		
-5	2256	4,54	5,8		
0	2180	4,7	6		
5	2110	4,85	6,2		
10	2045	5,01	6,4		
15	1984	5,16	6,6		
20	1926	5,31	6,79		
25	1873	5,47	6,99		
30	1823	5,62	7,18		
35	1776	5,76	7,37		
40	1732	5,91	7,56		
45	1691	6,06	7,74		
50	1652	6,2	7,93		
Flecha Máx.	1445	7,15	9,15		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han omitido datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 28 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 60**

**VANO DE REGULACIÓN: 291,98m**

**APOYO FINAL N°: 65**

		TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380				
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)				
		Longitud de vano				
		Desnivel				
		Apoyos del vano				
		315,60	306,00	296,80	182,70	300,90
7,59	-11,93	-5,85	1,25	-3,15		
		60-61	61-62	62-63	63-64	64-65
-5	2217	7,03	6,62	6,22	2,35	6,39
0	2150	7,25	6,82	6,41	2,43	6,59
5	2088	7,46	7,02	6,6	2,5	6,79
10	2030	7,68	7,23	6,79	2,57	6,98
15	1975	7,89	7,42	6,98	2,64	7,17
20	1924	8,1	7,62	7,17	2,71	7,37
25	1875	8,31	7,82	7,35	2,78	7,56
30	1830	8,52	8,01	7,53	2,85	7,74
35	1787	8,73	8,21	7,72	2,92	7,93
40	1747	8,93	8,4	7,9	2,99	8,11
45	1709	9,13	8,59	8,07	3,06	8,3
50	1673	9,32	8,77	8,25	3,12	8,48
Flecha Máx.	1487	10,64	10,01	9,41	3,56	9,67
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C					

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 29 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 65**

**VANO DE REGULACIÓN: 367,55m**

**APOYO FINAL N°: 69**

<b>TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380</b>						
<b>TEMP (°C)</b>	<b>TENSE (daN)</b>	<b>FLECHA MÁXIMA (m)</b>				
		<b>Longitud de vano</b>				
		<b>Desnivel</b>				
		<b>Apoyos del vano</b>				
		<b>332,70</b>	<b>358,50</b>	<b>165,90</b>	<b>445,80</b>	
		<b>-7,39</b>	<b>-0,36</b>	<b>-1,37</b>	<b>1,04</b>	
		<b>65-66</b>	<b>66-67</b>	<b>67-68</b>	<b>68-69</b>	
-5	2127	8,14	9,45	2,02	14,62	
0	2085	8,31	9,65	2,06	14,92	
5	2044	8,47	9,84	2,11	15,22	
10	2006	8,64	10,03	2,15	15,51	
15	1969	8,8	10,22	2,19	15,81	
20	1934	8,96	10,4	2,23	16,09	
25	1900	9,12	10,59	2,27	16,38	
30	1868	9,27	10,77	2,3	16,66	
35	1838	9,43	10,95	2,34	16,94	
40	1808	9,59	11,13	2,38	17,22	
45	1780	9,74	11,31	2,42	17,49	
50	1753	9,89	11,48	2,46	17,76	
Flecha Máx.	1615	10,90	12,66	2,71	19,59	
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C					

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 30 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 69**

**VANO DE REGULACIÓN: 303,05m**

**APOYO FINAL N°: 73'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		300,90	354,90	210,50	293,40
		-7,22	-1,52	-2,13	-0,19
		69-70	70'-71'	71'-72'	72'-73'
-5	2206	6,42	8,93	3,14	6,1
0	2144	6,61	9,19	3,23	6,28
5	2085	6,8	9,45	3,32	6,46
10	2030	6,98	9,71	3,41	6,63
15	1978	7,17	9,96	3,5	6,81
20	1930	7,35	10,21	3,59	6,98
25	1884	7,52	10,46	3,68	7,15
30	1841	7,7	10,71	3,76	7,32
35	1800	7,88	10,95	3,85	7,49
40	1761	8,05	11,19	3,93	7,65
45	1725	8,22	11,43	4,02	7,81
50	1690	8,39	11,67	4,1	7,97
Flecha Máx.	1508	9,52	13,24	4,65	9,05
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 31 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 73'**

**VANO DE REGULACIÓN: 309,55m**

**APOYO FINAL Nº: 74'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		310,10			
		-19,24			
		73'-74'			
-5	2182	6,91			
0	2123	7,1			
5	2067	7,29			
10	2015	7,48			
15	1966	7,67			
20	1920	7,86			
25	1876	8,04			
30	1835	8,22			
35	1796	8,4			
40	1758	8,58			
45	1723	8,75			
50	1690	8,93			
Flecha Máx.	1523	10,03			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 32 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 74'**

**VANO DE REGULACIÓN: 199,84m**

**APOYO FINAL Nº: 75'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		200,00			
		8,50			
		74'-75'			
-5	2430	2,58			
0	2304	2,72			
5	2191	2,86			
10	2085	3			
15	1988	3,15			
20	1899	3,3			
25	1819	3,44			
30	1745	3,59			
35	1676	3,74			
40	1614	3,88			
45	1557	4,02			
50	1504	4,16			
Flecha Máx.	1242	5,08			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 33 - ZONA B**


**APOYO INICIAL N°: 75'**

**VANO DE REGULACIÓN: 272,59m**

**APOYO FINAL N°: 76PAS**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		279,80			
		-64,97			
		75'-76PAS			
-5	2130	5,88			
0	2062	6,07			
5	2000	6,26			
10	1941	6,45			
15	1886	6,64			
20	1835	6,83			
25	1787	7,01			
30	1742	7,19			
35	1700	7,37			
40	1660	7,55			
45	1622	7,73			
50	1587	7,9			
Flecha Máx.	1474	8,40			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

 Cantones modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 35 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 83PAS**

**VANO DE REGULACIÓN: 259,44 m**

**APOYO FINAL Nº: 84'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		259,5			
		7,39			
		83PAS-84'			
-5	2282	4,62			
0	2199	4,79			
5	2122	4,97			
10	2050	5,14			
15	1983	5,32			
20	1922	5,49			
25	1864	5,66			
30	1811	5,82			
35	1760	5,99			
40	1713	6,16			
45	1669	6,32			
50	1628	6,48			
Flecha Máx.	1413	7,54			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 36 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 84'**

**VANO DE REGULACIÓN: 268,95 m**

**APOYO FINAL Nº: 85''**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		269,0			
		3,46			
		84'-85''			
-5	2269	4,99			
0	2190	5,17			
5	2118	5,34			
10	2050	5,52			
15	1987	5,70			
20	1928	5,87			
25	1873	6,04			
30	1822	6,21			
35	1773	6,38			
40	1728	6,55			
45	1686	6,72			
50	1646	6,88			
Flecha Máx.	1434	7,96			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 37 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 85''**

**VANO DE REGULACIÓN: 272,87 m**

**APOYO FINAL N°: 86**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		273,0			
		8,92			
		85'-86			
-5	2253	5,18			
0	2176	5,36			
5	2106	5,54			
10	2040	5,72			
15	1979	5,90			
20	1922	6,07			
25	1869	6,24			
30	1818	6,42			
35	1772	6,59			
40	1728	6,75			
45	1686	6,92			
50	1648	7,08			
Flecha Máx.	1444	8,16			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 38 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 86**

**VANO DE REGULACIÓN: 325,65 m**

**APOYO FINAL N°: 87**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		325,70			
		5,26			
		<b>86-87</b>			
-5	2178	7,62			
0	2123	7,82			
5	2072	8,01			
10	2024	8,2			
15	1977	8,4			
20	1934	8,58			
25	1893	8,77			
30	1855	8,95			
35	1818	9,14			
40	1782	9,32			
45	1749	9,49			
50	1717	9,67			
Flecha Máx.	1548	10,85			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 39 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 87**

**VANO DE REGULACIÓN: 265,41 m**

**APOYO FINAL N°: 89**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		307,70	152,20		
		28,33	-12,66		
		87-88	88-89		
-5	2233	6,66	1,63		
0	2156	6,9	1,69		
5	2084	7,14	1,75		
10	2017	7,38	1,8		
15	1955	7,61	1,86		
20	1897	7,84	1,92		
25	1842	8,08	1,97		
30	1792	8,3	2,03		
35	1745	8,53	2,08		
40	1701	8,75	2,14		
45	1659	8,97	2,19		
50	1620	9,19	2,25		
Flecha Máx.	1437	10,64	2,60		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han omitido datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 40 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 89**

**VANO DE REGULACIÓN: 199,53 m**

**APOYO FINAL N°: 90'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		199,70			
		7,31			
		89-90'			
-5	2430	2,57			
0	2306	2,71			
5	2191	2,85			
10	2085	2,99			
15	1990	3,14			
20	1901	3,28			
25	1820	3,43			
30	1745	3,58			
35	1676	3,72			
40	1614	3,87			
45	1557	4,01			
50	1504	4,15			
Flecha Máx.	1240	5,07			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 41 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 90'**

**VARO DE REGULACIÓN: 220,96m**

**APOYO FINAL N°: 92'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		206,70	237,80		
		51,44	3,69		
		90'-91'	91'-92'		
-5	2234	3,08	3,96		
0	2136	3,22	4,14		
5	2047	3,36	4,32		
10	1964	3,51	4,5		
15	1888	3,65	4,69		
20	1818	3,79	4,87		
25	1754	3,93	5,05		
30	1695	4,06	5,22		
35	1640	4,2	5,4		
40	1588	4,34	5,57		
45	1541	4,47	5,74		
50	1498	4,6	5,91		
Flecha Máx.	1337	5,46	7,03		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia digital firmada. Se han incluido datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 42 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 92'**

**VANO DE REGULACIÓN: 319,79m**

**APOYO FINAL N°: 94'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		295,40	344,10		
		44,14	24,46		
		92'-93'	93'-94'		
-5	2124	6,5	8,68		
0	2071	6,66	8,9		
5	2021	6,83	9,13		
10	1975	6,99	9,34		
15	1930	7,15	9,56		
20	1888	7,31	9,77		
25	1848	7,47	9,98		
30	1810	7,63	10,19		
35	1775	7,78	10,39		
40	1741	7,93	10,6		
45	1708	8,09	10,8		
50	1677	8,23	11		
Flecha Máx.	1552	9,23	12,34		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han omitido datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 43 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 94'**

**VANO DE REGULACIÓN: 207,95m**

**APOYO FINAL Nº: 95'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		208,40			
		-13,28			
		94'-95'			
-5	2397	2,84			
0	2280	2,98			
5	2172	3,13			
10	2073	3,28			
15	1981	3,43			
20	1898	3,58			
25	1821	3,74			
30	1751	3,89			
35	1686	4,04			
40	1626	4,18			
45	1572	4,33			
50	1521	4,48			
Flecha Máx.	1271	5,40			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 44 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 95'**

**VANO DE REGULACIÓN: 221,17m**

**APOYO FINAL Nº: 96'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		221,20			
		1,33			
95'-96'					
-5	2379	3,22			
0	2271	3,37			
5	2172	3,52			
10	2079	3,68			
15	1993	3,84			
20	1915	3,99			
25	1844	4,15			
30	1777	4,31			
35	1716	4,46			
40	1660	4,61			
45	1607	4,76			
50	1559	4,91			
Flecha Máx.	1307	5,89			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

Cantón N°: 45 - ZONA B


APOYO INICIAL N°: 96'

VANO DE REGULACIÓN: 290,530m

APOYO FINAL N°: 98' PAS

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		329,60	220,2		
2,51	-15,88				
		96'-97'	97'-98'PAS		
-5	2216	7,67	3,43		
0	2149	7,91	3,54		
5	2086	8,15	3,64		
10	2028	8,39	3,75		
15	1972	8,62	3,85		
20	1921	8,85	3,96		
25	1872	9,08	4,06		
30	1827	9,31	4,16		
35	1784	9,53	4,26		
40	1744	9,75	4,36		
45	1706	9,97	4,46		
50	1670	10,19	4,55		
Flecha Máx.	1483	11,98	5,16		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª85°C				

Este documento es copia original firmado. Se han omitido datos personales en aplicación de la normativa vigente

 Cantones modificados en el presente documento

**5.9 Distancias**

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

**Del** Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.

**Dpp** Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Esta distancia previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos

**a<sub>som</sub>** Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra. La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna **a<sub>som</sub>** debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad (**D<sub>add</sub> + Del**) deben ser siempre superiores a 1,1 **a<sub>som</sub>**.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Los valores para la tensión nominal de 220 kV son los siguientes:

Tensión más elevada Us (kV)	Del (m)	Dpp (m)
245	1,70	2,00

**DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES A PARTES PUESTAS A TIERRA**

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión la distancia mínima de los conductores y sus partes puestas en tensión y los apoyos no será inferior a Del, con un mínimo de 0,2 m.

$$Del = 1,70 \text{ m} \quad dmin = 1,70 \text{ m}$$

**DISTANCIA DE SEGURIDAD EN APOYOS DE ALINEACIÓN**

El ángulo de inclinación de las cadenas de suspensión vendrá dado por la expresión:

$$tg\beta = \frac{F_t + \frac{F_{ta}}{2}}{P + \frac{P_a}{2} + P_c}$$

Siendo:

$F_t$  Fuerza debida a una presión de viento mitad actuando sobre los conductores a ambos lados del apoyo, a la que se añade en los apoyos de ángulo la componente horizontal de las fuerzas de tracción transmitida (daN)

$F_{ta}$  Fuerza debida a la presión del viento actuando sobre la cadena de aisladores con presión de viento mitad (daN)

$P$  Componente vertical de las fuerzas transmitidas por el conductor situado en los vanos contiguos al apoyo (daN)

$P_a$  Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN)

$P_c$  Peso de los contrapesos que eventualmente se hayan instalado (daN)

Teniendo en cuenta que puede presentarse el caso de apoyos en donde el gravivano sea inferior al eolovano y despreciando el peso y la fuerza que ejerce el viento sobre la cadena de aisladores, la desviación de la cadena de aisladores será:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{F_t e_o}{P g_r}$$

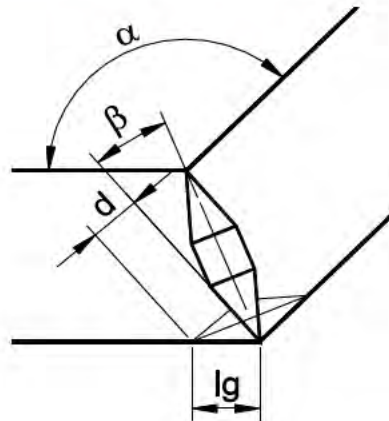
Siendo:

$e_o$ : Eolovano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado

$g_r$ : Gravivano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado

### CÁLCULO DE LA DISTANCIA A MASA EN APOYOS TIPO ÁNGULO

En los apoyos tipo ángulo la distancia entre los conductores en tensión y el apoyo puesto a tierra se puede calcular de la siguiente forma:



$$d = lg \operatorname{sen}\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right)$$

Siendo:

$lg$ : Longitud de la cadena de amarre en metros

$\alpha$ : Ángulo de la línea

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$\beta$ : Semiángulo de la cruceta

Donde:

$$\beta = a \tan\left(\frac{f/2}{br - f/2}\right)$$

Siendo:

$f$ : Fuste del apoyo

$br$ : Brazo más corto de la cruceta


Se ha realizado el cálculo de esta distancia para todos los apoyos tipo ángulo de la línea. En la tabla de distancia a masa se muestra los resultados de este cálculo aplicado a la línea.

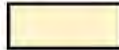
**TABLA DE RESULTADOS**

En la tabla siguiente se puede ver la inclinación de la cadena de cada apoyo de alineación y la distancia de seguridad a masa de todos los apoyos de la línea:

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Inclinación cadena	Distancia mínima conductores (m)	Distancia mínima puente flojo (m)	Distancia a masa (m)	Porcentaje de superación (%)
57	FL	-	5,67	4,45	1,7	61,80
58	AN-AM	-	5,66	4,47	1,7	61,94
59	AL-SU	34,70	2,38	0,00	1,7	28,70
60	AL-AM	-	7,39	6,40	1,7	73,44
61	AL-SU	19,90	2,73	-	1,7	37,66
62	AL-SU	29,10	2,53	-	1,7	32,91
63	AL-SU	31,40	2,48	-	1,7	31,32
64	AL-SU	23,80	2,65	-	1,7	35,93
65	AL-ANC	-	7,39	6,40	1,7	73,44
66	AL-SU	29,50	2,52	-	1,7	32,65
67	AL-SU	24,80	2,63	-	1,7	35,42
68	AL-SU	28,00	2,56	-	1,7	33,61
69	AN-AM	-	7,36	6,30	1,7	73,03
70'	AL-SU	29,60	2,52	-	1,7	32,58
71'	AL-SU	25,10	2,63	-	1,7	35,27
72'	AL-SU	28,20	2,56	-	1,7	33,48
73'	AN-AM	-	4,33	2,91	1,7	41,68
74'	AN-AM	-	3,64	2,42	1,7	29,85
75'	AN-AM	-	5,09	3,64	1,7	53,30
76PAS	FL	-	5,67	4,45	1,7	61,80
83PAS	FL	-	5,67	4,45	1,7	61,80
84'	AN-AM	-	5,71	4,56	1,7	62,70
85''	AN-AM	-	5,68	4,51	1,7	62,31
86	AN-AM	-	5,90	5,13	1,7	66,83
87	AL-AN	-	7,39	6,40	1,7	73,44
88	AL-SU	12,70	2,83	-	1,7	39,91
89	AN-AM	-	5,67	4,45	1,7	61,80
90'	AL-AM	-	7,26	5,95	1,7	71,43
91'	AL-SU	10,30	2,85	-	1,7	40,42
92'	AN-AM	-	5,85	4,90	1,7	65,31
93'	AL-SU	19,50	2,73	-	1,7	37,81

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Inclinación cadena	Distancia mínima conductores (m)	Distancia mínima puente flojo (m)	Distancia a masa (m)	Porcentaje de superación (%)
94'	AN-AM	-	5,67	4,45	1,7	61,80
95'	AN-AM	-	5,67	4,45	1,7	61,80
96'	AN-AM	-	5,85	4,90	1,7	65,31
97'	AL-SU	22,50	2,68	-	1,7	36,55
98'PAS	FL	-	5,67	4,45	1,7	61,80

 Apoyos no modificados en el presente documento

 Apoyos modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DISTANCIA DE SEGURIDAD DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

De acuerdo con lo establecido en el apdo. 5.5 de la ITC 07 del RLEAT, la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima vertical, según las hipótesis de temperatura y de hielo definidas según el apartado 3.2.3 de la ITC 07 del RLEAT, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (m)}, \text{ con un mínimo de 6 metros.}$$

Tensión (kV)	Distancias al terreno (m)
220	7,00

DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ

De acuerdo con lo establecido en el punto 5.4.1 de la ITC 07 del Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

$$D = K \sqrt{f_{\max}} + L + K' D_{pp}$$

Siendo:

- D      Distancia mínima entre conductores en m
- $f_{\max}$       Flecha máxima en m
- $D_{pp}$       Distancia mínima aérea especificada definida anteriormente
- L      Longitud de la cadena en m
- K      Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento
- K'      Coeficiente en función de la categoría de la línea

El ángulo de oscilación de los conductores se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\mu = \arctg \frac{p_v}{p_c}$$

Se ha calculado dicha distancia para la hipótesis de flecha máxima, a temperatura (85°). Para el citado ángulo de oscilación, el Reglamento de Líneas de Alta Tensión da un valor de:

Categoría: Especial       $\mu = 0^\circ$      $K = 0,6$        $K' = 0,85$

Apoyo	k	k'	Flecha máx (85°)		L (m)	Dis min(m)	Dis real (m)	% sup
			v. anterior	v. posterior				
57	0,6	0,85	2,63	2,51	-	2,7	5,50	105,76
58	0,6	0,85	2,51	7,15	-	3,3	5,50	66,45
59	0,6	0,85	7,15	9,15	2,9	3,8	5,25	38,79
60	0,6	0,85	9,15	10,64	-	3,7	5,50	50,39
61	0,6	0,85	10,64	10,01	2,9	3,9	5,25	34,35
62	0,6	0,85	10,01	9,41	2,9	3,9	5,25	36,16
63	0,6	0,85	9,41	3,56	2,9	3,8	5,25	37,97
64	0,6	0,85	3,56	9,67	2,9	3,8	5,25	37,17
65	0,6	0,85	9,67	10,9	-	3,7	5,50	49,42
66	0,6	0,85	10,9	12,66	2,9	4,1	5,25	29,10
67	0,6	0,85	12,66	2,71	2,9	4,1	5,25	29,10
68	0,6	0,85	2,71	19,59	2,9	4,5	5,25	15,50
69	0,6	0,85	19,59	9,52	-	4,4	5,50	26,27
70'	0,6	0,85	9,52	13,24	2,9	4,1	5,25	27,72
71'	0,6	0,85	13,24	4,65	2,9	4,1	5,25	27,72
72'	0,6	0,85	4,65	9,05	2,9	3,8	5,25	39,11
73'	0,6	0,85	9,05	10,03	-	3,6	5,50	52,77
74'	0,6	0,85	10,03	5,08	-	3,6	5,50	52,77
75'	0,6	0,85	5,08	8,38	-	3,4	5,50	60,03
76PAS	0,6	0,85	8,38	0	-	3,5	5,80	68,86
83PAS	0,6	0,85	0	7,54	-	3,3	5,80	73,26
84'	0,6	0,85	7,54	7,96	2,9	3,7	5,50	49,57
85"	0,6	0,85	7,96	8,16	2,9	3,7	5,50	48,83
86	0,6	0,85	8,16	10,85	-	3,7	5,50	49,60
87	0,6	0,85	10,85	10,64	-	3,7	5,50	49,60
88	0,6	0,85	10,64	2,6	2,9	3,9	5,25	34,35
89	0,6	0,85	2,6	5,07	-	3,1	5,50	80,27
90'	0,6	0,85	5,07	5,46	-	3,1	5,50	77,31
91'	0,6	0,85	5,46	7,03	2,9	3,6	5,25	46,21
92'	0,6	0,85	7,03	9,23	2,9	3,8	5,50	45,13
93'	0,6	0,85	9,23	12,34	2,9	4,0	5,25	29,88

Apoyo	k	k'	Flecha máx (85º)		L (m)	Dis min(m)	Dis real (m)	% sup
			v. anterior	v. posterior				
94'	0,6	0,85	12,34	5,4	-	3,8	5,50	44,44
95'	0,6	0,85	5,4	5,89	2,9	3,5	5,50	58,10
96'	0,6	0,85	5,89	11,98	-	3,8	5,50	45,63
97'	0,6	0,85	11,98	5,16	2,9	4,0	5,25	30,78
98'PAS	0,6	0,85	5,16	0	-	3,1	5,80	62,57

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 6 Cálculo del cable de fibra óptica

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que debe tenderse el cable de fibra óptica y los esfuerzos que este provoca en los apoyos.

Se han representado los tramos aéreos objeto del presente documento.

### 6.1 Características de la línea

<b>Tensión nominal</b>	220 kV
<b>Tensión más elevada de la red</b>	245 kV
<b>Categoría</b>	Especial
<b>Zona</b>	B
<b>Longitud (km)</b>	36,793
<b>Velocidad del viento (km/h)</b>	140

### 6.2 Características del cable de fibra óptica

<b>Diámetro</b>	17,1 mm
<b>Sección</b>	159 mm <sup>2</sup>
<b>Peso</b>	0,863 (daN/m)
<b>Carga de rotura</b>	12.240 daN
<b>Módulo de elasticidad</b>	11.340 daN/mm <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de dilatación lineal</b>	14,6 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
<b>Margen de rotura</b>	-30 a 70 °C

### 6.3 Acciones consideradas

#### CARGAS PERMANENTES

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

Peso del conductor (daN/m) pc = 0,863

#### ACCIÓN DEL VIENTO

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

Acción del viento horizontal (daN/m) pv = 1,16

#### ACCIÓN DEL HIELO Y VIENTO

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

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

Acción del hielo vertical (daN/m)

$$p_h = 0,744$$

Y a una velocidad de viento de 60 km/h.

Acción del viento horizontal (daN/m)

$$p_{v60} = 0,49$$

#### 6.4 Hipótesis de partida

##### LÍMITE ESTÁTICO

La tensión máxima de los conductores es la indicada en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	COEF.SEGURIDAD Cs	TENSIÓN MÁXIMA(daN)
OPGW ...48F	12.240	4,00	3058

##### LÍMITE DINÁMICO

Los fenómenos vibratorios se tendrán presente en las siguientes hipótesis de carga:

Se aplicará la normativa vigente

##### HIPÓTESIS EDS (EVERY DAY STRESS)

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

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

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE EDS (daN)	% ROTURA
OPGW ...48F	12.240	1.714	14,00

#### 6.5 Hipótesis de cálculo

##### TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

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

ZONA B: Hipótesis de viento: Peso propio y sobrecarga de viento a -10°C

$$P_v = \sqrt{p_c^2 + p_v^2}$$

$$P_v = 1,449 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -10 \text{ }^\circ\text{C}$$

ZONA B: Sobrecarga de hielo a -15°C y viento a 60 km/h

$$P_h = \sqrt{(p_c + p_h)^2 + p_v^2}$$

$$P_h = 1,680 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -15 \text{ }^\circ\text{C daN/m}$$

**HIPÓTESIS DE FLECHA MÁXIMA**

Según el actual Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (Apdo. 3.2.3 ITC-LAT 07), se determinará la flecha máxima de los conductores o cables de fibra óptica en las hipótesis siguientes:

ZONA B: Hipótesis de viento: Acción del peso propio y una sobrecarga de viento a la temperatura de 15 °C.

$$P_{2v} = \sqrt{p_c^2 + p_v^2}$$

$$P_{2v} = 1,21 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2v} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

ZONA B: Hipótesis de hielo: Acción del peso propio con una sobrecarga de hielo a la temperatura de 0°C

Este documento es copia de un documento original. Si ha resultado de las cargas de aplicación de la normativa vigente.

$$P_h = p_c + p_h$$

$$P_h = 1,607 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2h} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

ZONA B: Hipótesis de temperatura: Acción del peso propio a la temperatura de 85 °C.

$$p_{2t} = p_c$$

$$p_{2t} = 0,863 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$$

**HIPÓTESIS DE FLECHA MÍNIMA**

La hipótesis de flecha mínima es:

ZONA B: Peso propio sin sobrecarga a -15 °C

$$p_{2B} = p_c$$

$$p_{2B} = 0,863 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

**6.6 Vano ideal de regulación**

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

Siendo:

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

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

Donde:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

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

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

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

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

Operando de esta forma se obtienen las tablas siguientes:


## VANOS IDEALES DE REGULACION CABLE OPGW 48F


## (ZONA B)

Cantón N°	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (m)	Vano de Regulación (m)	Tense de flecha máxima (daN)(*)	Tense Flecha mínima (daN)(**)	Parámetro flecha máxima (m)	Parámetro flecha mínima (m)	Hipótesis Fmax
26	57	58	117,63	117,37	1130	2373	1301	2740	Tª 50°C
27	58	60	544,09	273,62	1429	2061	1647	2381	Tª 50°C
28	60	65	1402,1	291,98	1450	2029	1666	2339	Tª 50°C
29	65	69	1302,61	367,46	1518	1935	1744	2230	Tª 50°C
30	69	73	1156,33	302,27	1460	2015	1681	2325	Tª 50°C
31	73'	74'	311,15	310,55	1471	2001	1685	2299	Tª 50°C
32	74'	75'	200,33	200,15	1321	2200	1522	2541	Tª 50°C
33	75'	76PAS	276,79	272,59	1438	2048	1581	2269	Tª 50°C
35	83PAS	84'	258,99	258,81	1411	2085	1624	2406	Tª 50°C
36	84'	85"	269,05	269,02	1423	2068	1642	2391	Tª 50°C
37	85"	86	271,25	271,1	1424	2059	1639	2376	Tª 50°C
38	86	87	322,27	322,23	1480	1988	1705	2296	Tª 50°C
39	87	89	461,56	265,25	1423	2068	1621	2367	Tª 50°C
40	89	90'	201,28	200,93	1323	2198	1521	2535	Tª 50°C
41	90'	92'	446,2	222,05	1371	2141	1514	2382	Tª 50°C
42	92'	94'	642,34	321,89	1486	1978	1675	2241	Tª 50°C
43	94'	95'	208,9	208,48	1337	2180	1536	2512	Tª 50°C

Este documento es una copia original firmada. Se ha ocultado para fines personales.  
 aplicación de la normativa vigente

Cantón N°	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (m)	Vano de Regulación (m)	Tense de flecha máxima (daN)(*)	Tense Flecha mínima (daN)(**)	Parámetro flecha máxima (m)	Parámetro flecha mínima (m)	Hipótesis Fmax
44	95'	96'	220,43	220,43	1354	2159	1565	2499	Tª 50°C
45	96'	98' PAS	551,95	292,01	1452	2028	1662	2329	Tª 50°C

 Cantones no modificados en el presente documento

 Cantones modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

6.7 Comparación de hipótesis

TENSIÓN MECÁNICA

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

Dicha ecuación es:

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

Siendo:

- T<sub>1</sub> Tensión del cable en condiciones iniciales en daN
- q<sub>1</sub> Temperatura del cable en condiciones iniciales en °C
- p<sub>1</sub> Carga del cable en condiciones iniciales, en daN/m
- T<sub>2</sub>, q<sub>2</sub>, p<sub>2</sub> Los mismos conceptos anteriores en condiciones finales
- a Vano de cálculo en m
- A  $\frac{S_a \cdot E}{24}$
- B S · E · α daN · °C<sup>-1</sup>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la Ley de Protección de Datos.

FLECHA

El cálculo de flechas se obtiene mediante la expresión:

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

Siendo:

- p<sub>a</sub> Peso aparente del cable (daN/m).

$T_0$  Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación (daN).

$a$  Longitud del vano (m).

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

**Flecha máxima:** aquella que resulte mayor de la comparación de las condiciones siguientes:

Temperatura  $\theta_2 = 85$  °C sin sobrecarga

Temperatura  $\theta_2 = 15$  °C y sobrecarga de viento

Temperatura  $\theta_2 = 0$  °C y sobrecarga de hielo

**Flecha mínima:**

Temperatura  $\theta_2 = -15$  °C sin sobrecarga

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

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**CÁLCULO MECÁNICO DEL CABLE OPGW 48F  
(ZONA B)**

Nº Cantón	Vano reg. (m)	-10°C+V <sub>140</sub>		-15°C+H+V <sub>60</sub>		15°C+V <sub>120</sub>		50°C		0°C+H		-15°C		CHS a -5°C		EDS a 15°C		Ten. máxima		H	
		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	%	T	%	T	C.S.	Fmax	Fmin
33	268,95	2601	5,16	2963	5,38	2105	5,39	1438	5,72	2731	5,61	2048	3,99	1924	16	1713	14	2963	4,13	1581	2269
34	304,45	2667	6,33	2974	6,59	2160	6,55	1463	6,88	2746	6,82	2013	4,98	1902	16	1713	14	2974	4,12	1686	2325
35	258,81	2627	4,64	2916	4,86	2110	4,86	1411	5,16	2672	5,07	2085	3,48	1949	16	1714	14	2916	4,20	1624	2406
36	269,02	2638	4,99	2929	5,22	2123	5,2	1423	5,51	2688	5,44	2068	3,78	1939	16	1715	14	2929	4,18	1642	2391
37	271,1	2636	5,08	2929	5,31	2121	5,29	1424	5,61	2690	5,53	2059	3,87	1932	16	1712	14	2929	4,18	1639	2376
38	322,23	2680	7,05	2996	7,33	2176	7,29	1480	7,62	2771	7,58	1988	5,66	1888	15	1714	14	2996	4,09	1705	2296
39	265,25	2629	4,9	2932	5,13	2116	5,11	1423	5,43	2694	5,34	2068	3,72	1937	16	1714	14	2932	4,17	1621	2367
40	200,93	2566	2,86	2823	3,03	2031	3,03	1323	3,32	2554	3,2	2198	1,99	2021	17	1714	14	2823	4,34	1521	2535
41	222,05	2560	3,56	2889	3,75	2047	3,76	1371	4,07	2639	3,94	2141	2,59	1984	16	1714	14	2889	4,24	1514	2382
42	321,89	2662	7,16	3011	7,42	2167	7,4	1486	7,74	2790	7,68	1978	5,78	1882	15	1713	14	3011	4,07	1675	2241
43	208,48	2574	3,07	2837	3,25	2041	3,25	1337	3,54	2572	3,43	2180	2,16	2008	16	1713	14	2837	4,31	1536	2512
44	220,43	2590	3,41	2851	3,59	2060	3,59	1354	3,88	2592	3,78	2159	2,43	1996	16	1714	14	2851	4,29	1565	2499
45	292,01	2650	5,87	2964	6,12	2144	6,09	1452	6,42	2731	6,35	2028	4,58	1913	16	1714	14	2964	4,12	1662	2329

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Cantones no modificados en el presente documento

Cantones modificados en el presente documento

### 6.8 Tabla de regulación

Las tablas de regulación indican las flechas con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T = T_0 ch\left(\frac{x}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- T Tensión del cable (daN).
- T<sub>0</sub> Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x Coordenada en el eje x del cable (m).

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

La dirección de esta tensión en este punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T_m = T_0 ch\left(\frac{x_m}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

Donde:

$$x_m = H \operatorname{arg} sh \left[ \frac{\frac{b}{2H}}{sh \frac{a}{2H}} \right] \quad (\text{m})$$

Siendo:

- T<sub>m</sub> Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).
- T<sub>0</sub> Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).

- xm      Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m).
- a        Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m).
- b        Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m).

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \left[ \operatorname{ch} \left( \frac{a_i}{2 \cdot H} \right) - 1 \right] \quad (\text{m})$$

Donde:

- f:        Flecha (m).
- T<sub>mi</sub>:    Tensión del cable en el punto medio del vano i (daN).
- H:        Parámetro de la catenaria (m).
- p:        Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).
- a<sub>i</sub>:      Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Operando de esta forma, se obtiene el cuadro de valores siguiente:

**CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW - TABLAS DE REGULACIÓN**

**Cantón Nº: 26 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 57**

**vano DE REGULACIÓN: 117,37m**

**APOYO FINAL Nº: 58**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CABLE DE F.O. OPGW				
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud de vano		
		Desnivel		
		Apoyos del vano		
		117,60		
		7,75		
		57-58		
-5	2132	0,70		
0	2020	0,74		
5	1910	0,78		
10	1804	0,83		
15	1703	0,88		
20	1604	0,93		
25	1510	0,99		
30	1423	1,05		
35	1339	1,12		
40	1260	1,19		
45	1190	1,26		
50	1123	1,33		
Flecha Máx.	1123	1,33		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C			

Este documento es copia digital firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 27 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 58**

**VANO DE REGULACIÓN: 273,62m**

**APOYO FINAL N°: 60**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CABLE DE F.O. OPGW					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		254,90	289,20		
		-5,78	3,36		
		58-59	59-60		
-5	1927	3,64	4,68		
0	1867	3,76	4,83		
5	1811	3,87	4,98		
10	1759	3,99	5,13		
15	1708	4,11	5,29		
20	1659	4,23	5,44		
25	1615	4,34	5,59		
30	1572	4,46	5,74		
35	1531	4,58	5,9		
40	1492	4,7	6,05		
45	1456	4,82	6,2		
50	1422	4,93	6,35		
Flecha Máx.	1429	5,77	7,38		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

Cantón N°: 28 - ZONA B

APOYO INICIAL N°: 60

VANO DE REGULACIÓN: 291,98m

APOYO FINAL N°: 65

TABLA DE REGULACIÓN DEL CABLE DE F.O. OPGW						
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)				
		Longitud de vano				
		Desnivel				
		Apoyos del vano				
		315,60	306,00	296,80	182,70	300,90
		7,59	-11,93	-5,85	1,25	-3,15
		60-61	61-62	62-63	63-64	64-65
-5	1902	5,65	5,32	5	1,89	5,14
0	1847	5,82	5,48	5,15	1,95	5,29
5	1797	5,98	5,63	5,29	2	5,44
10	1748	6,15	5,79	5,44	2,06	5,59
15	1702	6,32	5,94	5,58	2,12	5,74
20	1658	6,49	6,1	5,74	2,17	5,9
25	1617	6,65	6,26	5,88	2,23	6,05
30	1577	6,82	6,42	6,03	2,28	6,2
35	1540	6,98	6,57	6,18	2,34	6,35
40	1504	7,15	6,73	6,32	2,39	6,5
45	1470	7,31	6,88	6,47	2,45	6,65
50	1438	7,48	7,04	6,62	2,5	6,8
Flecha Máx.	1450	8,59	8,08	7,60	2,88	7,81
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C					

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 29 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 65**

**VANO DE REGULACIÓN: 367,46m**

**APOYO FINAL N°: 69**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CABLE DE F.O. OPGW						
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)				
		Longitud de vano				
		Desnivel				
		Apoyos del vano				
		332,70	358,50	165,90	445,60	
		-7,29	-0,36	-1,37	0,94	
		65-66	66-67	67-68	68-69	
-5	1845	6,48	7,52	1,61	11,62	
0	1807	6,61	7,68	1,64	11,87	
5	1770	6,75	7,84	1,68	12,11	
10	1735	6,89	8	1,71	12,36	
15	1703	7,02	8,15	1,74	12,59	
20	1670	7,15	8,31	1,78	12,84	
25	1640	7,28	8,46	1,81	13,07	
30	1611	7,42	8,61	1,84	13,31	
35	1583	7,55	8,77	1,88	13,55	
40	1556	7,68	8,92	1,91	13,78	
45	1530	7,81	9,07	1,94	14,01	
50	1505	7,94	9,22	1,97	14,25	
Flecha Máx.	1518	8,81	10,23	2,19	15,83	
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C					

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 30 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 69**

**vano DE REGULACIÓN: 302,27m**

**APOYO FINAL N°: 73'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CABLE DE F.O. OPGW					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		300,70	354,90	210,50	290,30
		-7,12	-1,52	-2,13	0,21
		69-70'	70'-71'	71'-72'	72'-73'
-5	1896	5,15	7,17	2,52	4,8
0	1844	5,29	7,37	2,59	4,93
5	1795	5,44	7,57	2,66	5,07
10	1749	5,58	7,77	2,73	5,2
15	1705	5,73	7,97	2,8	5,34
20	1663	5,87	8,17	2,87	5,47
25	1622	6,02	8,38	2,95	5,61
30	1585	6,16	8,58	3,02	5,74
35	1549	6,31	8,78	3,09	5,87
40	1514	6,45	8,98	3,16	6,01
45	1482	6,59	9,17	3,23	6,14
50	1451	6,73	9,37	3,29	6,27
Flecha Máx.	1460	7,70	10,71	3,76	7,28
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 31 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 73'**

**VANO DE REGULACIÓN: 310,55m**

**APOYO FINAL Nº: 74'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CABLE DE F.O. OPGW					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		311,10			
		-19,24			
		73'-74'			
-5	1879	5,57			
0	1830	5,72			
5	1784	5,87			
10	1740	6,02			
15	1697	6,17			
20	1657	6,32			
25	1619	6,46			
30	1583	6,61			
35	1548	6,76			
40	1516	6,91			
45	1484	7,06			
50	1454	7,2			
Flecha Máx.	1454	7,2			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 32 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 74'**

**VARO DE REGULACIÓN: 200,15m**

**APOYO FINAL Nº: 75'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CABLE DE F.O. OPGW					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		200,30			
		8,50			
		74'-75'			
-5	2015	2,15			
0	1932	2,24			
5	1852	2,34			
10	1778	2,44			
15	1705	2,54			
20	1639	2,64			
25	1576	2,75			
30	1516	2,86			
35	1460	2,97			
40	1408	3,08			
45	1359	3,19			
50	1313	3,30			
Flecha Máx.	1313	3,30			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 33 - ZONA B**


**APOYO INICIAL Nº: 75'**

**VANO DE REGULACIÓN: 268,95m**

**APOYO FINAL Nº: 76PAS**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CABLE DE F.O. OPGW					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		276,80			
		-67,27			
		75'-76PAS			
-5	1838	4,63			
0	1783	4,77			
5	1730	4,92			
10	1679	5,07			
15	1632	5,21			
20	1587	5,36			
25	1544	5,51			
30	1505	5,65			
35	1467	5,80			
40	1431	5,95			
45	1397	6,09			
50	1364	6,24			
Flecha Máx.	1364	6,24			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

 Cantones modificados en el presente documento

**Cantón N°: 35 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 83PAS**

**VANO DE REGULACIÓN: 258,81 m**

**APOYO FINAL N°: 84'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		259			
		9,69			
		83PAS-84'			
-5	1940	3,73			
0	1876	3,86			
5	1815	3,99			
10	1759	4,12			
15	1705	4,25			
20	1654	4,38			
25	1606	4,51			
30	1560	4,64			
35	1517	4,78			
40	1476	4,91			
45	1438	5,04			
50	1401	5,17			
Flecha Máx.	1401	5,17			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 36- ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 84'**

**VANO DE REGULACIÓN: 252,09 m**

**APOYO FINAL N°: 85''**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		269			
		3,46			
		84'-85''			
-5	1934	4,04			
0	1873	4,17			
5	1815	4,30			
10	1760	4,44			
15	1709	4,57			
20	1661	4,70			
25	1615	4,84			
30	1570	4,98			
35	1529	5,11			
40	1490	5,24			
45	1452	5,38			
50	1417	5,52			
Flecha Máx.	1417	5,52			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 37 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 85''**

**VANO DE REGULACIÓN: 271,10m**

**APOYO FINAL Nº: 86**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		271,2			
		8,92			
		85''-86			
-5	1923	4,13			
0	1863	4,26			
5	1807	4,40			
10	1753	4,53			
15	1703	4,67			
20	1654	4,80			
25	1609	4,94			
30	1565	5,08			
35	1525	5,21			
40	1486	5,35			
45	1450	5,48			
50	1415	5,62			
Flecha Máx.	1415	5,62			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 38 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 86**

**vano DE REGULACIÓN: 322,23 m**

**APOYO FINAL N°: 87**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380				
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud de vano		
		Desnivel		
		Apoyos del vano		
		322,30		
		4,76		
		86-87		
-5	1880	5,96		
0	1834	6,11		
5	1789	6,27		
10	1746	6,42		
15	1706	6,57		
20	1667	6,73		
25	1630	6,88		
30	1595	7,03		
35	1562	7,18		
40	1531	7,32		
45	1500	7,48		
50	1471	7,62		
Flecha Máx.	1480	7,62		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C			

Este documento es copia digital firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 39 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 87**

**VANO DE REGULACIÓN: 265,26 m**

**APOYO FINAL N°: 89**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		307,70	153,90		
		28,43	-16,76		
		87-88	88-89		
-5	1912	5,37	1,34		
0	1852	5,54	1,39		
5	1794	5,72	1,43		
10	1740	5,9	1,48		
15	1689	6,08	1,52		
20	1640	6,26	1,57		
25	1594	6,44	1,61		
30	1550	6,62	1,66		
35	1509	6,8	1,7		
40	1470	6,98	1,75		
45	1434	7,16	1,79		
50	1399	7,34	1,84		
Flecha Máx.	1423	10,64	2,60		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 40- ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 89**

**VANO DE REGULACIÓN: 200,93 m**

**APOYO FINAL N°: 90'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		201,30			
		11,81			
89-90'					
-5	2011	2,18			
0	1928	2,27			
5	1848	2,37			
10	1774	2,47			
15	1704	2,57			
20	1637	2,68			
25	1573	2,78			
30	1515	2,89			
35	1459	3			
40	1407	3,11			
45	1359	3,22			
50	1313	3,34			
Flecha Máx.	1313	3,34			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 41- ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 90'**

**VARO DE REGULACIÓN: 222,05m**

**APOYO FINAL N°: 92'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		206,70	239,50		
		51,04	3,59		
		90'-91'	91'-92'		
-5	1903	2,5	3,25		
0	1831	2,59	3,38		
5	1764	2,69	3,51		
10	1699	2,79	3,64		
15	1641	2,89	3,77		
20	1583	3	3,91		
25	1530	3,1	4,05		
30	1479	3,21	4,18		
35	1432	3,32	4,32		
40	1388	3,42	4,46		
45	1346	3,53	4,6		
50	1307	3,63	4,74		
Flecha Máx.	1371	5,46	7,03		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmado. Se han modificado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón N°: 42 - ZONA B**

**APOYO INICIAL N°: 92'**

**VANO DE REGULACIÓN: 321,89m**

**APOYO FINAL N°: 94'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		297,10	345,30		
		44,24	24,86		
		92'-93'	93'-94'		
-5	1838	5,24	7,02		
0	1793	5,37	7,19		
5	1750	5,5	7,37		
10	1709	5,63	7,55		
15	1671	5,76	7,72		
20	1633	5,9	7,9		
25	1598	6,03	8,07		
30	1565	6,15	8,24		
35	1533	6,28	8,42		
40	1503	6,41	8,59		
45	1473	6,54	8,76		
50	1445	6,66	8,93		
Flecha Máx.	1486	7,45	9,97		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia digital firmado. Se han omitido datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 43 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 94'**

**VANO DE REGULACIÓN: 208,48m**

**APOYO FINAL Nº: 95'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		208,90			
		-13,28			
		94'-95'			
-5	1997	2,36			
0	1918	2,46			
5	1843	2,56			
10	1770	2,67			
15	1701	2,77			
20	1638	2,88			
25	1576	2,99			
30	1520	3,1			
35	1465	3,22			
40	1416	3,33			
45	1369	3,45			
50	1325	3,56			
Flecha Máx.	1325	3,56			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 44 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 95'**

**VANO DE REGULACIÓN: 220,43m**

**APOYO FINAL Nº: 96'**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		220,40			
		0,83			
		95'-96'			
-5	1994	2,63			
0	1917	2,74			
5	1844	2,84			
10	1775	2,95			
15	1711	3,07			
20	1649	3,18			
25	1591	3,29			
30	1537	3,41			
35	1486	3,53			
40	1437	3,65			
45	1392	3,77			
50	1350	3,88			
Flecha Máx.	1354	3,88			
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones no modificados en el presente documento

**Cantón Nº: 45 - ZONA B**

**APOYO INICIAL Nº: 96'**

**VANO DE REGULACIÓN: 292,01m**

**APOYO FINAL Nº: 98' PAS**

TABLA DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR LA-380					
TEMP (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud de vano			
		Desnivel			
		Apoyos del vano			
		331,7	220,1		
		3,81	-19,48		
		96'-97'	97'-98'PAS		
-5	1895	6,27	2,77		
0	1842	6,45	2,85		
5	1791	6,63	2,93		
10	1742	6,82	3,01		
15	1696	7,00	3,09		
20	1653	7,19	3,18		
25	1611	7,37	3,26		
30	1572	7,56	3,34		
35	1536	7,74	3,42		
40	1500	7,92	3,50		
45	1466	8,10	3,58		
50	1434	8,28	3,66		
Flecha Máx.	1434	8,28	3,66		
Hipótesis Flecha Máx.	Tª50°C				

Este documento es copia original firmado. Se han omitido datos personales en aplicación de la normativa vigente

Cantones modificados en el presente documento

**6.9 Distancias**

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

**Del** Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.

**Dpp** Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Esta distancia previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos

**a<sub>som</sub>** Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra. La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna **a<sub>som</sub>** debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad (**D<sub>add</sub> + Del**) deben ser siempre superiores a 1,1 **a<sub>som</sub>**.

Para los tramos con apoyos compartidos se tendrán en cuenta los valores para la tensión nominal más desfavorable, siendo está de 220 kV con los siguientes valores:

Tensión más elevada Us (kV)	D <sub>el</sub> (m)	D <sub>pp</sub> (m)
245	1,70	2,00

DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ

De acuerdo con lo establecido en el punto 5.4.1 de la ITC 07 del Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

$$D = K \sqrt{f_{\max} + L} + K' D_{pp}$$

Siendo:

- D      Distancia mínima entre conductores en m
- $f_{\max}$       Flecha máxima en m
- $D_{pp}$       Distancia mínima aérea especificada definida anteriormente
- L      Longitud de la cadena en m
- K      Este coeficiente depende de la oscilación de los conductores con el viento  
aplicación de la normativa vigente
- K'      Coeficiente en función de la categoría de la línea

El ángulo de oscilación de los conductores se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\mu = \arctg \frac{p_v}{p_c}$$

Se ha calculado dicha distancia para la hipótesis de flecha máxima, empleando aquella que es mayor entre fibra y conductor, en este caso es la correspondiente al conductor a temperatura (85°). Para el citado ángulo de oscilación, el Reglamento de Líneas de Alta Tensión da un valor de:

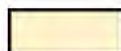
Categoría: Especial       $\mu(\text{OPGW } 48\text{F}) = 0^\circ$        $K = 0,6$        $K' = 0,85$

Apoyo	k	k'	Flecha máx(50º)F.O		Flecha máx(85º)Conductor		L (m)	Dis min(m)	Dis real (m)	% sup
			v. anterior	v. posterior	v. anterior	v. posterior				
57	0,6	0,85	1,62	1,38	2,63	2,51	0,0	2,7	6,20	131,95
58	0,6	0,85	1,38	4,96	2,51	7,15	0,0	3,3	6,20	87,63
59	0,6	0,85	4,96	6,35	7,15	9,15	2,9	3,8	6,81	80,03
60	0,6	0,85	6,35	7,48	9,15	10,64	0,0	3,7	6,87	87,85
61	0,6	0,85	7,48	7,04	10,64	10,01	2,9	3,9	6,81	74,27
62	0,6	0,85	7,04	6,62	10,01	9,41	2,9	3,9	6,81	76,62
63	0,6	0,85	6,62	2,5	9,41	3,56	2,9	3,8	6,81	78,97
64	0,6	0,85	2,5	6,8	3,56	9,67	2,9	3,8	6,81	77,93
65	0,6	0,85	6,8	7,94	9,67	10,9	0,0	3,7	6,87	86,64
66	0,6	0,85	7,94	9,22	10,9	12,66	2,9	4,1	6,81	67,45
67	0,6	0,85	9,22	1,97	12,66	2,71	2,9	4,1	6,81	67,45
68	0,6	0,85	1,97	14,26	2,71	19,59	2,9	4,5	6,81	49,82
69	0,6	0,85	14,26	6,74	19,59	9,52	0,0	4,4	6,87	57,73
70'	0,6	0,85	6,74	9,37	9,52	13,24	2,9	4,1	6,81	65,67
71'	0,6	0,85	9,37	3,29	13,24	4,65	2,9	4,1	6,81	65,67
72'	0,6	0,85	3,29	6,38	4,65	9,05	2,9	3,8	6,81	80,44
73'	0,6	0,85	6,38	7,24	9,05	10,03	0,0	3,6	6,20	72,21
74'	0,6	0,85	7,24	3,31	10,03	5,08	0,0	3,6	6,20	72,21
75'	0,6	0,85	3,31	6,3	5,08	8,38	0,0	3,4	6,20	80,40
76PAS	0,6	0,85	6,3	0	8,38	0	0,0	3,4	4,65	35,30
83PAS	0,6	0,85	-	5,19	0	7,54	0,0	3,3	4,65	38,91
84'	0,6	0,85	5,19	5,52	7,54	7,96	0,0	3,4	6,20	82,74
85"	0,6	0,85	5,52	5,69	7,96	8,16	0,0	3,4	6,30	84,54
86	0,6	0,85	5,69	7,74	8,16	10,85	0,0	3,7	6,20	68,65
87	0,6	0,85	7,74	7,34	10,85	10,64	0,0	3,7	6,87	86,87
88	0,6	0,85	7,34	1,85	10,64	2,6	2,9	3,9	6,81	74,27
89	0,6	0,85	1,85	3,34	2,6	5,07	0,0	3,1	6,30	106,49
90'	0,6	0,85	3,34	3,65	5,07	5,46	0,0	3,1	6,87	121,47
91'	0,6	0,85	3,65	4,8	5,46	7,03	2,9	3,6	6,81	89,66
92'	0,6	0,85	4,8	6,72	7,03	9,23	0,0	3,5	6,30	78,83
93'	0,6	0,85	6,72	9,02	9,23	12,34	2,9	4,0	6,81	68,47
94'	0,6	0,85	9,02	3,58	12,34	5,4	0,0	3,8	6,30	65,45
95'	0,6	0,85	3,58	3,88	5,4	5,89	0,0	3,2	6,30	99,61
96'	0,6	0,85	3,88	8,28	5,89	11,98	0,0	3,8	6,30	66,81

Apoyo	k	k'	Flecha máx(50º)F.O		Flecha máx(85º)Conductor		L (m)	Dis min(m)	Dis real (m)	% sup
			v. anterior	v. posterior	v. anterior	v. posterior				
97'	0,6	0,85	8,28	3,66	11,98	5,16	2,9	4,0	6,81	69,64
98'PAS	0,6	0,85	3,66	0	5,16	0	0,00	3,1	4,65	51,82



Apoyos no modificados en el presente documento



Apoyos modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 7 Cálculo mecánico de apoyos

Los cálculos mecánicos de apoyos se realizan de forma individual y para cada una de las distintas hipótesis de carga que establece la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Estos cálculos incluyen para cada hipótesis los esfuerzos individuales que cada conductor y cable transmiten a la cruceta y a la cúpula de fibra óptica y el esfuerzo equivalente de todos ellos sobre el apoyo.

Los esfuerzos se referencian en un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal a derechas (longitudinal, transversal, vertical).

Las distintas hipótesis de carga a considerar en el cálculo mecánico de apoyos serán las establecidas en las tablas 5 a 8 de la ITC-07 del RLAT siendo las siguientes:

- Hipótesis normales
- Hipótesis anormales

### 7.1 Hipótesis normales

Las hipótesis normales a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas según la zona de aplicación A son las indicadas en la siguiente tabla:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

TIPO APOYO	ZONA B	
	VIENTO 140km/h	HIELO + VIENTO 60km/h
SUSPENSIÓN EN ALINEACIÓN	Cargas permanentes Viento Temperatura -10°C	Cargas permanentes Hielo Viento Temperatura -15°C
SUSPENSIÓN EN ÁNGULO	Cargas permanentes Viento Resultante del ángulo Temperatura -10°C	Cargas permanentes Hielo Viento Resultante del ángulo Temperatura -15°C
AMARRE ALINEACIÓN	Cargas permanentes Viento Temperatura -10°C	Cargas permanentes Hielo Viento Temperatura -15°C
AMARRE ÁNGULO	Cargas permanentes Viento Resultante del ángulo Temperatura -10°C	Cargas permanentes Hielo Viento Resultante del ángulo Temperatura -15°C

TIPO APOYO	ZONA B	
	VIENTO 140km/h	HIELO + VIENTO 60km/h
ANCLAJE ALINEACIÓN	Cargas permanentes Viento Temperatura -10°C	Cargas permanentes Hielo Viento Temperatura -15°C
ANCLAJE ÁNGULO	Cargas permanentes Viento Resultante del ángulo Temperatura -10°C	Cargas permanentes Hielo Viento Resultante del ángulo Temperatura -15°C
FIN DE LÍNEA	Cargas permanentes Viento Des. De tracciones Temperatura -10°C	Cargas permanentes Hielo Des. De tracciones Temperatura -15°C

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,5 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

Estos coeficientes de seguridad se aumentan un 25% en aquellos apoyos que intervienen en cruzamientos según se describe en el artículo 5.3 de la ITC-07 del RLEAT. Esto no aplicaría a líneas de categoría especial.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**ESFUERZOS VERTICALES**

TEORÍA DEL GRAVIVANO

El cálculo de los esfuerzos verticales que conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de fibra óptica se realiza mediante la teoría del gravivano.

Se denomina gravivano a la longitud de vano que hay que considerar para determinar los esfuerzos verticales que debido a los pesos aparentes de conductores y cables se transmiten al apoyo.

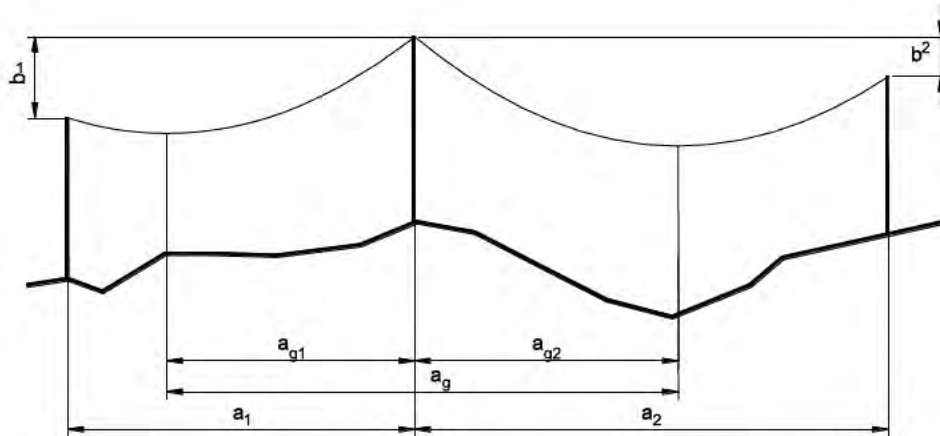
Dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo (ag).

El vértice de la catenaria modifica su situación con respecto a cada apoyo en función del parámetro de la catenaria, que varía con la temperatura y con el coeficiente de sobrecarga de cada hipótesis.

Para cada hipótesis normal y para cada apoyo se determina el valor del gravivano del conductor y cable de fibra óptica.

Adicionalmente también se calcula el gravivano del conductor para la hipótesis de mínima flecha con el objeto de evitar el posible ahorcamiento en las cadenas de suspensión.

En el dibujo se pueden observar los tramos de la catenaria que intervienen en la determinación del gravivano de un apoyo.



En los apoyos de anclaje se tendrá presente la diferencia del parámetro de la catenaria en cada semigravivano.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$$a_g = a_{g1} + a_{g2} \quad (m)$$

$$a_{g1} = a_1 - H_1 \left( \arg \operatorname{th} \frac{\left( \operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} \right) - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_1}{H_1}} - \arg \operatorname{sh} \frac{\frac{b_1}{H_1}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_1}{H_1} - \left( \left( \operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

$$a_{g2} = H_2 \left( \arg \operatorname{th} \frac{\left( \operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} \right) - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_2}{H_2}} - \arg \operatorname{sh} \frac{\frac{b_2}{H_2}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_2}{H_2} - \left( \left( \operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

Siendo el criterio de signos para  $b_1$  y  $b_2$  el siguiente:

$$b_1 > 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} > 0$$

$$b_1 < 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} < 0$$

$$b_2 > 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} > 0$$

$$b_2 < 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} < 0$$

Conocido el gravivano se determinan los esfuerzos verticales que el conductor y el cable transmiten sobre cruceta y cúpula de fibra óptica respectivamente.

$$P = P_A + P_B \quad (\text{daN})$$

$$P = p_a \left( H_1 \operatorname{sh} \frac{a_{g1}}{H_1} + H_2 \operatorname{sh} \frac{a_{g2}}{H_2} \right) \quad (\text{daN})$$

Siendo:

$P$  Esfuerzo vertical que el cable o conductor transmite a la cruceta o cúpula de fibra óptica (daN).

$P_A$  Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano anterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de fibra óptica (daN).

$P_B$  Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano posterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de fibra óptica (daN).

$p_a$  Peso aparente del cable o conductor (daN/m).

$a_g$  Gravivano del cable o conductor (m).

$H_1$  Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano anterior al apoyo (m).

$H_2$  Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano posterior al apoyo (m).

**CARGAS PERMANENTES**

De acuerdo con el apartado 3.1.1 de la ITC-07 del RLEAT se consideran como cargas permanentes las cargas verticales debidas al peso propio de conductores, cables de fibra óptica, aisladores y herrajes, apoyos y cimentaciones.

**FUERZAS DEL VIENTO SOBRE LOS COMPONENTES DE LAS LÍNEAS AÉREAS**

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-07 del RLEAT se considera un viento de 140km/h que se supone horizontal actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

**SOBRECARGAS MOTIVADAS POR EL VIENTO**

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-07 del RLEAT los conductores y cables se consideran sometidos a una sobrecarga horizontal transversal por viento por unidad de longitud, cuyo valor será:

$$pv = q d 10^{-3} \text{ (daN/m)}$$

Siendo:

- d      Diámetro del conductor o cable (mm).
- q      Presión de viento

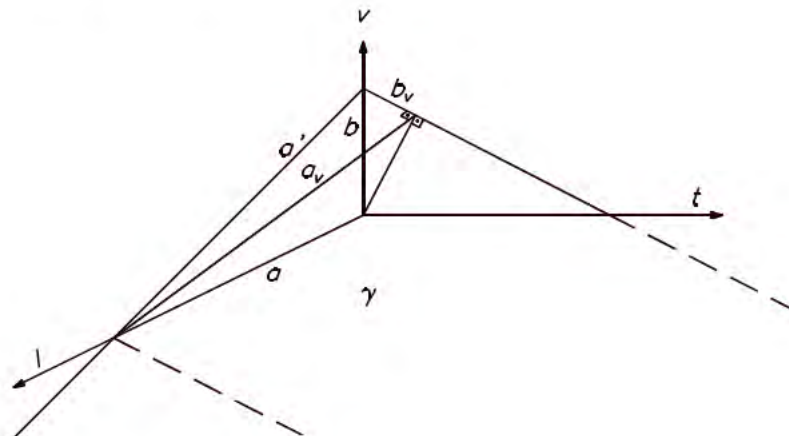
$$q = 60 \left( \frac{v}{120} \right)^2 \text{ para conductores } d < 16\text{mm}$$

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$$q = 50 \left( \frac{v}{120} \right)^2 \text{ para conductores } d > 16\text{mm}$$

Al no ser las fuerzas debidas al viento por unidad de longitud coplanarias con el plano vertical, la catenaria se sitúa en el plano resultante de las fuerzas ( $\gamma$ ).

Para poder aplicar la teoría del gravivano habrá que considerar las proyecciones de a y b sobre el plano que contiene a la catenaria ( $\gamma$ ).



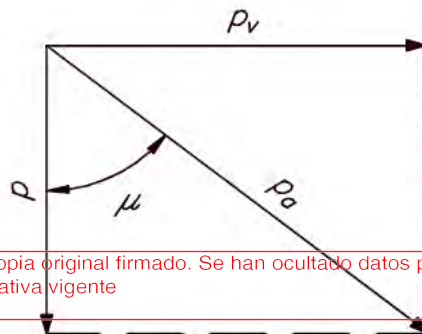
$$b_v = b \cos(\mu) \quad (m)$$

$$a_v = \sqrt{a'^2 - b_v^2} = \sqrt{a^2 + b^2 \sin^2(\mu)} \quad (m)$$

$$\mu = \text{tag}^{-1}\left(\frac{p_v}{p}\right)$$

$$a' = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (m)$$

Siendo:



Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$b_v$  Proyección de  $b$  sobre el plano que contiene la catenaria (m).

$a_v$  Proyección de  $a$  sobre el plano que contiene la catenaria (m).

Una vez aplicada la teoría del gravivano para referenciar el valor del esfuerzo vertical en el sistema de coordenadas principal se proyecta el valor del mismo sobre el plano vertical.

$$P = P' \cos(\mu) \quad (daN)$$

Donde:

$P'$  Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica referido al sistema de coordenadas secundario (plano que contiene la catenaria) (daN).

$P$  Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica referido al sistema de coordenadas principal (plano vertical) (daN).

Las fuerzas por unidad de longitud se indican en la tabla siguiente:

CONDUCTOR	ZONA B						
	Sobrecarga Viento			Sobrecarga Hielo			
	<i>P</i> (daN/m)	<i>P<sub>v140</sub></i> (daN/m)	<i>P<sub>a</sub></i> (daN/m)	<i>P</i> (daN/m)	<i>P<sub>h</sub></i> (daN/m)	<i>P<sub>v60</sub></i> (daN/m)	<i>P<sub>a</sub></i> (daN/m)
337-AL1/ 44-ST1A (LA-380)	1,250	1,729	2,133	1,250	0,907	0,58	2,24
CABLE DE FIBRA OPGW	0,86	1,16	1,45	0,86	0,75	0,49	1,68

**ESFUERZOS HORIZONTALES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES**

**TEORÍA DEL EOLOVANO**

Para el cálculo de los esfuerzos horizontales transversales (Ft) que los conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de fibra óptica se emplea la teoría del eolovano.

Se define el eolovano como la longitud de vano horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento, los conductores y cables transmiten al apoyo. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguos al apoyo.

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (m)$$

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Siendo:

- a<sub>v</sub>* Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).
- a<sub>1</sub>* Longitud del vano anterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).
- a<sub>2</sub>* Longitud del vano posterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

**APOYOS DE ALINEACIÓN Y ANCLAJE, CON CADENA DE SUSPENSIÓN Y AMARRE**

- a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F<sub>l</sub>) y transversales (F<sub>t</sub>) que cada conductor o cable de fibra óptica, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-07 del RLEAT mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v a_v \text{ (daN)}$$

Siendo:

$a_v$  Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).

$p_v$  Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

APOYOS DE ÁNGULO CON CADENA DE SUSPENSIÓN O AMARRE Y ANCLAJE.

b) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) y transversales ( $F_t$ ) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de fibra óptica, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v \frac{a_1 + a_2}{2} \left| \sin \frac{\alpha}{2} \right| + 2 \max [T_{0v1}, T_{0v2}] \left| \cos \frac{\alpha}{2} \right| \text{ (daN)}$$

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Siendo:

$T_{0v1}T_{0v2}$  Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento en los vanos anterior y posterior al apoyo (daN).

$p_v$  Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

$a_1$  Longitud del vano anterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).

$a_2$  Longitud del vano posterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).

$\alpha$  Ángulo en grados sexagesimales que forman las alineaciones, medido en sentido horario desde la alineación anterior a la alineación posterior

APOYOS DE FIN DE LÍNEA.

c) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) y transversales ( $F_t$ ) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de fibra óptica, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = T_{0v} \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v \frac{a_1}{2} \text{ (daN)}$$

Siendo:

$T_{0v}$  Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento (N).

$p_v$  Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

$a_1$  Longitud del vano del apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

ESFUERZO EQUIVALENTE EN EL APOYO

Los distintos esfuerzos que los conductores y cables de fibra óptica transmiten al apoyo en las hipótesis normales pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo ( $x_{equi}$ ,  $y_{equi}$ ) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calculan mediante las siguientes expresiones:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$$F_{lequi} = \frac{\sum_1^n F_{li} y_i}{y_{equi}} \text{ (daN)}$$

$$F_{tequi} = \frac{\sum_1^n F_{ti} y_i + F_{vi} x_i}{y_{equi}} \text{ (daN)}$$

$$F_{vequi} = \sum_1^n F_{vi} \text{ (daN)}$$

Donde:

$F_{lequi}$  Componente longitudinal del esfuerzo equivalente (daN).

$F_{tequi}$  Componente transversal del esfuerzo equivalente (daN).

$F_{vequi}$  Componente vertical del esfuerzo equivalente (daN).

### 7.2 Hipótesis anormales

Las hipótesis anormales a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas son las indicadas en la siguiente tabla:

TIPO APOYO	ZONA B	
	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
SUSPENSIÓN ALINEACIÓN	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Des. de tracciones Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Rot. de conductores Temperatura -15°C
SUSPENSIÓN ÁNGULO	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Des. de tracciones Resultante de ángulo Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Rot. de conductores Resultante de ángulo Temperatura -15°C
AMARRE ALINEACIÓN	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Des. de tracciones Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Rot. de conductores Temperatura -15°C
AMARRE ÁNGULO	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Des. de tracciones Resultante de ángulo Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Rot. de conductores Resultante de ángulo Temperatura -15°C
ANCLAJE ALINEACIÓN	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Des. de tracciones Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Rot. de conductores Temperatura -15°C
ANCLAJE ÁNGULO	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Des. de tracciones Resultante de ángulo Temperatura -15°C	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Rot. de conductores Resultante de ángulo Temperatura -15°C
FIN DE LÍNEA	-	Cargas permanentes Hielo Zona B Viento 60 km/h Rot. de conductores Temperatura -15°C

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,2 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

ESFUERZOS VERTICALES

Los esfuerzos verticales para hipótesis anormales se calculan con el mismo procedimiento indicado en el apartado anterior, teniendo en cuenta que para la hipótesis de rotura de conductor se considerará que el conductor o cable de fibra óptica roto no ejerce esfuerzo vertical. El resto de conductores se calculará con el mismo gravivano que las hipótesis anteriores.

ESFUERZOS HORIZONTALES LONGITUDINALES

APOYOS DE ALINEACIÓN Y ÁNGULO CON CADENAS DE SUSPENSIÓN

a) Desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) que cada conductor o cable de fibra óptica, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.1 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0,15 T_0 \text{ (daN)}$$

Siendo:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$T_0$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en la citada hipótesis (daN).

Este esfuerzo se considera distribuido a lo largo del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de fibra óptica.

b) Rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) que, debidos a la rotura de un conductor o cable de fibra óptica, se transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.1 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0,5 T_0 \text{ (daN)}$$

Siendo:

$T_0$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN).

En apoyos de ángulo con cadena de suspensión se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

APOYOS DE ALINEACIÓN Y ÁNGULO CON CADENAS DE AMARRE

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) que cada conductor o cable de fibra óptica, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.2 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0,25 \max [T_{01}, T_{02}] \text{ (daN)}$$

Siendo :

$T_{01}T_{02}$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Este esfuerzo se considera distribuido a lo largo del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de fibra óptica.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) que, debidos a la rotura de un conductor o cable de fibra óptica, se transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.2 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = \max [T_{01}, T_{02}] \text{ (daN)}$$

Siendo :

$T_{01}T_{02}$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

APOYOS DE ANCLAJE

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (FI) que cada conductor o cable de fibra óptica, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.3 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$FI = 0,5 \max [T01,T02] \text{ (daN)}$$

Siendo :

T01T02 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Este esfuerzo se considera distribuido a lo largo del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de fibra óptica.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (FI) que, debidos a la rotura de un conductor o cable de fibra óptica, se transmiten a la cruceta o cúpula de fibra óptica, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.3 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$Fi = \max [T_{01}, T_{02}] \quad \text{(daN) para } n' = 1 \text{ conductores normales}$$

$$Fi = \max [T_{01}, T_{02}] n' 50\% \quad \text{(daN) para } n' > 1 \text{ conductores en haz}$$

Siendo:

T01T02 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

n' Número de conductores por fase

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

APOYOS DE FIN DE LÍNEA

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

En apoyos fin de línea no se considera la hipótesis

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (FI) que, debidos a la rotura de un conductor, serán los mismos que en el apartado anterior, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda:

$$FI = T0 \cdot n' \text{ (daN)}$$

Siendo:

T0      Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN).

n'      Número de conductores por fase

ESFUERZO EQUIVALENTE EN EL APOYO

DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES

Los distintos esfuerzos que los conductores y cable de fibra óptica transmiten al apoyo en la hipótesis de desequilibrio de tracciones pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo (xequi, yequi) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calcularán según lo establecido en el apartado anterior.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en este documento de la forma que figura.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

ROTURA DE CONDUCTORES

La sollicitación que la rotura de un conductor transmite al apoyo se representa mediante un momento torsor en la dirección del eje vertical y un esfuerzo vertical aplicado en un punto del mismo (xequi, yequi) calculados según las siguientes expresiones:

$$M_{tequi} = F_{li} \cdot x_i \text{ (daN m)}$$

$$F_{vequi} = \sum_1^n F_{vi} \text{ (daN)}$$

El momento torsor se representa mediante un esfuerzo aplicado en un punto del apoyo a una distancia d del eje vertical. El valor de este esfuerzo equivalente se calcula según la siguiente expresión:

$$F_{lequi} = \frac{M_{tequi}}{d} \text{ (daN)}$$

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

### 7.3 Tabla de resultados

Para el cálculo mecánico de los apoyos compartidos se han considerado dichos circuitos C1 de la LAT 220 kV SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) y C2 de la LAT 220 kV SET V SOLAR I – SET Aldehuela.

A continuación, se reflejan los resultados obtenidos para en el cálculo mecánico de apoyos, así como los coeficientes de seguridad de apoyos y crucetas referidos a cada hipótesis de los tramos objeto del presente documento.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS

Nº apoyo	Tipo de apoyo	Angulo apoyo(g)	Cota apoyo (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tense máx.(daN) LA-380	Tense máx.(daN) CABLE OPGW 2...48F
57	FL	200	638,37	126,1	117,6	3559	2723
58	AN-AM	184,97	641,12	117,6	254,9	3543	2663
59	AL-SU	200	640,14	254,9	289,2	3545	2934
60	AL-AM	200	638,7	289,2	315,6	3547	2962
61	AL-SU	200	651,19	315,6	306	3547	2962
62	AL-SU	200	639,26	306	296,8	3547	2962
63	AL-SU	200	633,41	296,8	182,7	3547	2962
64	AL-SU	200	634,65	182,7	300,9	3547	2962
65	AL-ANC	200	626,6	300,9	332,7	3545	2974
66	AL-SU	200	624,12	332,7	358,5	3545	2974
67	AL-SU	200	623,75	358,5	165,9	3545	2974
68	AL-SU	200	622,38	165,9	445,6	3545	2974
69	AN-AM	196,7	618,52	445,6	300,8	3546	2974
70'	AL-SU	200	613,2	300,8	354,9	3546	2971
71'	AL-SU	200	614,68	354,9	210,5	3546	2971

Nº apoyo	Tipo de apoyo	Angulo apoyo(g)	Cota apoyo (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tense máx.(daN) LA-380	Tense máx.(daN) CABLE OPGW 2...48F
72'	AL-SU	200	609,55	210,5	290,3	3546	2971
73'	AN-AM	145,19	610,46	290,3	311,2	3546	2987
74'	AN-AM	125,69	591,22	311,2	200,3	3545	2818
75'	AN-AM	171,73	599,72	200,3	276,8	3546	2962
76PAS	FL	200	537,22	276,8	-	3547	2963
83PAS	FL	200	537,22	-	259	3548	2916
84'	AN-AM	188,14	539,11	259	269,05	3549	2929
85''	AN-AM	213,49	542,57	269,05	271,25	3545	2929
86	AN-AM	147,49	551,49	271,25	322,3	3547	2996
87	AL-AM	200	558,76	322,3	307,7	3545	2932
88	AL-SU	200	585,98	307,7	153,9	3545	2932
89	AN-AM	200	584,92	153,9	201,3	3545	2823
90'	AL-AM	200	589,73	201,3	206,7	3545	2823
91'	AL-SU	200	626,07	206,7	239,5	3545	2889
92'	AN-AM	200	633,86	239,5	297,1	3545	3011
93'	AL-SU	200	676,9	297,1	345,3	3545	3011
94'	AN-AM	200	693,46	345,3	208,9	3548	2837
95'	AN-AM	200	695,18	208,9	220,4	3547	2851

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Nº apoyo	Tipo de apoyo	Angulo apoyo(g)	Cota apoyo (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tense máx.(daN) LA-380	Tense máx.(daN) CABLE OPGW 2...48F
96'	AN-AM	246,02	693,51	220,4	331,74	3546	2964
97'	AL-SU	200	695,99	331,74	220,21	3546	2964
98'PAS	FL	200	688,95	220,21	-	3546	2964

Apoyos no modificados en el presente documento

Apoyos modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## CÁLCULO DE EOLOVANOS Y GRAVIVANOS

Apoyo N°	Eolovano (m)	Gravivano (m)							
		LA-380				OPGW...48F			
		Hipótesis 1ª (VIENTO)	Hipótesis 2ª (HIELO+VIENTO)	Flecha máxima (85°C)	Flecha mínima (-15°C)	Hipótesis 1ª (VIENTO)	Hipótesis 2ª (HIELO+VIENTO)	Flecha máxima (50°C)	Flecha mínima (-15°C)
57	124	317	245	179	307	574	390	337	562
58	187	485	372	279	457	372	294	272	366
59	272	180	216	233	205	259	265	265	265
60	302	271	283	289	280	223	255	259	242
61	311	479	415	386	431	525	439	428	474
62	302	251	271	280	265	243	267	270	257
63	240	169	197	209	190	159	191	196	178
64	242	288	270	263	275	316	287	283	299
65	317	349	337	334	337	313	315	312	316
66	346	290	312	320	308	300	318	320	313
67	262	282	274	272	275	285	276	275	279
68	306	278	289	294	288	288	295	296	293
69	373	445	417	407	423	419	401	399	408
70'	328	276	296	305	291	289	305	307	298
71'	283	299	293	290	294	301	294	293	296
72'	250	227	237	241	234	253	252	252	253
73'	301	465	402	377	416	457	395	387	418
74'	256	-21	85	140	49	-59	68	87	6
75'	242	936	675	543	757	1044	727	678	881

Apoyo N°	Eolovano (m)	Gravivano (m)							
		LA-380				OPGW...48F			
		Hipótesis 1ª (VIENTO)	Hipótesis 2ª (HIELO+VIENTO)	Flecha máxima (85°C)	Flecha mínima (-15°C)	Hipótesis 1ª (VIENTO)	Hipótesis 2ª (HIELO+VIENTO)	Flecha máxima (50°C)	Flecha mínima (-15°C)
76PAS	142	-439	-220	-114	-280	-560	-284	-244	-410
83PAS	130	54	83	98	74	16	62	69	40
84'	264	306	290	282	296	339	309	304	324
85"	271	219	239	249	233	210	234	238	223
86	299	337	323	315	329	338	321	319	331
87	316	119	195	235	170	78	174	188	125
88	232	692	515	428	568	873	615	578	737
89	178	-139	-18	47	-63	-299	-106	-76	-207
90'	207	-319	-124	-9	-202	-408	-167	-123	-307
91'	226	809	591	462	683	920	646	597	810
92'	270	-79	54	105	31	-112	38	56	-9
93'	323	523	447	416	462	573	475	463	510
94'	277	632	495	427	540	656	503	480	577
95'	215	30	101	145	67	-19	77	94	17
96'	276	295	288	282	292	287	282	281	287
97'	275	487	406	369	426	581	458	443	510
98'PAS	111	-81	-7	26	-26	-159	-51	-37	-96

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Apoyos no modificados en el presente documento

Apoyos modificados en el presente documento

## SOLICITACIONES EN CRUCETA (HIPÓTESIS NORMALES) – ZONA B – CONDUCTOR

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 1º (daN)			Hipótesis 2º (daN)		
			Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
57	220-FL III-TC -15	C3 (LA-380)	1131	119	899	898	107	1161
		C1 (**)(LA-455)	4942	62	327	4605	9	716
		C2 (**)(LA-455)	2876	203	967	2672	216	1242
58	220-FL I-TC-20	C3 (LA-380)	2227	77	1387	1902	5	1785
		C1 (**)(LA-455)	2069	351	1511	1659	323	1908
		C2 (**)(LA-455)	2292	397	1522	1899	360	1918
59	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	975	1	509	354	0	990
		C1 (**)(LA-455)	1032	1	583	336	0	1088
		C2 (**)(LA-455)	1071	1	582	377	0	1086
60	220-AN-TC-24	C3 (LA-380)	1077	19	797	386	22	1342
		C1 (**)(LA-455)	1149	10	899	374	7	1470
		C2 (**)(LA-455)	1186	10	899	412	7	1470
61	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	1091	1	1259	386	0	1849
		C1 (**)(LA-455)	1180	2	1413	383	0	2024
		C2 (**)(LA-455)	1197	1	1413	401	0	2024
62	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	1043	2	687	353	0	1227
		C1 (**)(LA-455)	1141	3	784	368	0	1351
		C2 (**)(LA-455)	1141	3	784	368	0	1351
63	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	829	1	484	280	0	909
		C1 (**)(LA-455)	907	1	554	293	0	1001
		C2 (**)(LA-455)	907	1	554	293	0	1001
64	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	852	1	781	299	0	1227
		C1 (**)(LA-455)	917	0	880	298	0	1344
		C2 (**)(LA-455)	936	2	880	317	1	1344

Este documento es Copia no firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 1º (daN)			Hipótesis 2º (daN)		
			Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
65	220-AN-TC-24	C3 (LA-380)	1126	3	992	402	13	1572
		C1 (**) (LA-455)	1204	96	1117	392	90	1723
		C2 (**) (LA-455)	1239	96	1117	428	90	1723
66	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	1210	2	785	419	1	1405
		C1 (**) (LA-455)	1311	1	895	425	0	1545
		C2 (**) (LA-455)	1327	3	895	442	1	1545
67	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	907	0	765	307	0	1244
		C1 (**) (LA-455)	992	0	866	320	0	1366
		C2 (**) (LA-455)	992	0	866	320	0	1366
68	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	1070	1	756	369	0	1309
		C1 (**) (LA-455)	1160	0	859	375	0	1437
		C2 (**) (LA-455)	1172	1	859	388	1	1437
69	220-AN-TC-24	C3 (LA-380)	1664	17	1232	829	26	1921
		C1 (**) (LA-455)	1791	66	1385	849	63	2103
		C2 (**) (LA-455)	1759	66	1384	817	63	2102
70'	220-SUS-TC-25	C3 (LA-380)	1150	2	750	400	1	1339
		C1 (**) (LA-455)	1243	1	856	403	0	1472
		C2 (**) (LA-455)	1261	3	855	422	1	1472
71'	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	978	0	807	331	0	1323
		C1 (**) (LA-455)	1070	0	914	345	0	1453
		C2 (**) (LA-455)	1070	0	914	345	0	1453
72'	220-SUS-TC-25	C3 (LA-380)	872	0	650	295	0	1106
		C1 (**) (LA-455)	955	1	731	317	0	1203
		C2 (**) (LA-455)	956	1	728	321	0	1198
73'	220-FL III-TC-20	C3 (LA-380)	6508	58	1307	6195	45	1881
		C1 (**) (LA-455)	7139	33	1453	6695	16	2044
		C2 (**) (LA-455)	7134	29	1450	6692	11	2040

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 1º (daN)			Hipótesis 2º (daN)		
			Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
74'	220-FL III-TC-20	C3 (LA-380)	8058	119	66	8009	78	488
		C1 (**)(LA-455)	8747	32	103	8548	95	556
		C2 (**)(LA-455)	8738	34	105	8538	98	559
75'	220-FL III-TC-20	C3 (LA-380)	7311	368	2463	7280	272	3033
		C1 (**)(LA-455)	7965	279	2736	7809	154	3307
		C2 (**)(LA-455)	7968	295	2742	7815	170	3313
76PAS	220-FL-PAS-TC-25	C3 (LA-380)	536	6277	-1029	211	6745	-878
		C1 (**)(LA-455)	641	6888	-1184	287	7306	-1018
		C2 (**)(LA-455)	630	6880	-1203	280	7300	-1041
83PAS	220-FL-PAS-TC-20	C3 (LA-380)	453	6642	210	155	7034	436
		C1 (**)(LA-455)	489	7240	237	158	7550	473
		C2 (**)(LA-455)	498	7236	235	170	7547	470
84'	220-FL I-TC-25	C3 (LA-380)	2176	16	899	1647	12	1386
		C1 (**)(LA-455)	2201	0	1004	1579	6	1511
		C2 (**)(LA-455)	2246	9	976	1626	13	1481
85"	220-FL II-TC-25	C3 (LA-380)	2332	17	667	1796	22	1152
		C1 (**)(LA-455)	2561	6	746	1941	8	1251
		C2 (**)(LA-455)	2571	32	743	1953	29	1247
86	220-FL II-TC-25	C3 (LA-380)	7034	3	1097	6733	7	1680
		C1 (**)(LA-455)	7773	22	1218	7344	26	1819
		C2 (**)(LA-455)	7804	16	1214	7382	22	1811
87	220-AN-TC-24	C3 (LA-380)	1129	103	438	405	77	985
		C1 (**)(LA-455)	1207	171	504	402	147	1077
		C2 (**)(LA-455)	1245	164	502	444	144	1072
88	220-SUS-TC-28	C3 (LA-380)	838	0	1856	311	0	2351
		C1 (**)(LA-455)	883	0	2046	288	0	2549
		C2 (**)(LA-455)	903	2	2043	307	1	2547

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 1º (daN)			Hipótesis 2º (daN)		
			Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
89	220-FL-TC-15-ESPECIAL	C3 (LA-380)	3417	45	-376	3197	74	199
		C1 (**)(LA-455)	3728	71	-370	3420	60	253
		C2 (**)(LA-455)	3735	62	-360	3424	54	263
90'	220-AN-TC-15	C3 (LA-380)	740	394	-789	270	299	-534
		C1 (**)(LA-455)	789	313	-846	257	201	-555
		C2 (**)(LA-455)	803	316	-846	271	201	-554
91'	220-SUS-TC-34	C3 (LA-380)	816	130	2112	302	15	2645
		C1 (**)(LA-455)	861	137	2335	279	14	2873
		C2 (**)(LA-455)	887	137	2338	305	14	2877
92'	220-FL II-TC-30	C3 (LA-380)	3745	75	-79	3322	105	352
		C1 (**)(LA-455)	4146	189	-60	3615	239	407
		C2 (**)(LA-455)	4183	190	-53	3651	239	417
93'	220-SUS-TC-31	C3 (LA-380)	1129	38	1388	394	4	2007
		C1 (**)(LA-455)	1236	39	1566	403	4	2214
		C2 (**)(LA-455)	1243	41	1568	407	5	2218
94'	220-FL II-TC-35	C3 (LA-380)	5134	169	1719	4790	160	2277
		C1 (**)(LA-455)	5610	2	1903	5138	38	2478
		C2 (**)(LA-455)	5610	2	1903	5136	40	2479
95'	220-FL II-TC-20	C3 (LA-380)	4061	49	226	3791	36	589
		C1 (**)(LA-455)	4390	54	272	4020	46	658
		C2 (**)(LA-455)	4403	41	273	4034	33	659
96'	220-FL II-TC-25	C3 (LA-380)	5624	96	873	5313	74	1376
		C1 (**)(LA-455)	6096	22	984	5650	62	1514
		C2 (**)(LA-455)	6095	20	988	5646	60	1520
97'	220-SUS-TC-28	C3 (LA-380)	1031	14	1329	405	2	1864
		C1 (**)(LA-455)	1220	25	1491	517	6	2046
		C2 (**)(LA-455)	1234	25	1493	529	7	2050

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 1º (daN)			Hipótesis 2º (daN)		
			Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
98'PAS	220-FL-PAS-TC-20	C3 (LA-380)	436	6629	-178	186	7020	-9
		C1 (**) (LA-455)	582	7272	-189	307	7595	-4
		C2 (**) (LA-455)	591	7274	-189	247	7601	78

(\*\*) Circuitos pertenecientes a la LAT 220 kV DC SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) perteneciente al expediente PFot: 583 AC

Apoyos no modificados en el presente documento

Apoyos modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**SOLICITACIONES EN CRUCETA (HIPÓTESIS ANORMALES) – ZONA B – CONDUCTOR**

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 3º (daN)			Hipótesis 4º (daN)		
			Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
57	220-FL III-TC -15	C3 (LA-380)	892	3431	1530	352	3485	1299
		C1 (**)(LA-455)	3600	3580	716	1422	3556	858
		C2 (**)(LA-455)	1964	3384	1587	354	3603	1381
58	220-FL I-TC-20	C3 (LA-380)	1475	1761	1785	1259	3487	1368
		C1 (**)(LA-455)	1298	2138	1908	1163	3940	1374
		C2 (**)(LA-455)	1474	2164	1918	1273	3958	1378
59	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	32	1058	990	13	1763	795
		C1 (**)(LA-455)	4	1140	1088	2	1899	873
		C2 (**)(LA-455)	42	1140	1086	17	1899	872
60	220-AN-TC-24	C3 (LA-380)	29	1780	1342	1086	3538	1086
		C1 (**)(LA-455)	4	1907	1470	1185	3795	1185
		C2 (**)(LA-455)	37	1907	1470	1185	3795	1185
61	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	16	1055	1849	1423	1758	1423
		C1 (**)(LA-455)	2	1141	2024	1556	1901	1556
		C2 (**)(LA-455)	20	1141	2024	1556	1901	1556
62	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	0	1055	1227	1034	1758	1034
		C1 (**)(LA-455)	0	1141	1351	1135	1901	1135
		C2 (**)(LA-455)	0	1141	1351	1135	1901	1135
63	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	0	1055	909	736	1758	736
		C1 (**)(LA-455)	0	1141	1001	809	1901	809
		C2 (**)(LA-455)	0	1141	1001	809	1901	809
64	220-SUS-TC-22	C3 (LA-380)	16	1055	1227	8	1758	1005
		C1 (**)(LA-455)	3	1141	1344	1	1901	1101
		C2 (**)(LA-455)	21	1141	1344	11	1901	1101
65	220-AN-TC-24	C3 (LA-380)	24	3522	1572	7	3509	936

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 3º (daN)			Hipótesis 4º (daN)		
			Ft (daN)	FI (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	FI (daN)	Fv (daN)
		C1 (**)(LA-455)	4	3892	1723	1	3847	1025
		C2 (**)(LA-455)	30	3892	1723	10	3847	1025
		C3 (LA-380)	15	1053	1405	4	1754	1124
66	220-SUS-TC-22	C1 (**)(LA-455)	2	1154	1545	1	1924	1234
		C2 (**)(LA-455)	20	1154	1545	5	1924	1234
		C3 (LA-380)	0	1053	1244	0	1754	1036
67	220-SUS-TC-22	C1 (**)(LA-455)	0	1154	1366	0	1924	1137
		C2 (**)(LA-455)	0	1154	1366	0	1924	1137
		C3 (LA-380)	11	1053	1309	5	1754	1159
68	220-SUS-TC-22	C1 (**)(LA-455)	2	1154	1437	1	1924	1271
		C2 (**)(LA-455)	15	1154	1437	7	1924	1271
		C3 (LA-380)	343	1778	1921	292	3496	1511
69	220-AN-TC-24	C1 (**)(LA-455)	344	1972	2103	295	3879	1652
		C2 (**)(LA-455)	317	1972	2102	273	3879	1652
		C3 (LA-380)	16	1056	1339	4	1760	1098
70'	220-SUS-TC-25	C1 (**)(LA-455)	2	1145	1472	1	1907	1206
		C2 (**)(LA-455)	21	1144	1472	5	1907	1206
		C3 (LA-380)	0	1056	1323	0	1760	1060
71'	220-SUS-TC-22	C1 (**)(LA-455)	0	1144	1453	0	1907	1163
		C2 (**)(LA-455)	0	1144	1453	0	1907	1163
		C3 (LA-380)	0	1056	1106	0	1760	890
72'	220-SUS-TC-25	C1 (**)(LA-455)	12	1144	1203	6	1907	964
		C2 (**)(LA-455)	18	1144	1198	9	1907	959
		C3 (LA-380)	5140	1630	1881	4404	3160	1542
73'	220-FL III-TC-20	C1 (**)(LA-455)	5570	1740	2044	4764	3454	1677
		C2 (**)(LA-455)	5569	1735	2040	4759	3458	1675
		C3 (LA-380)	6793	1502	488	5826	2961	370
74'	220-FL III-TC-20	C3 (LA-380)	6793	1502	488	5826	2961	370

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 3º (daN)			Hipótesis 4º (daN)		
			Ft (daN)	FI (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	FI (daN)	Fv (daN)
		C1 (**) (LA-455)	7262	1688	556	6236	3243	475
		C2 (**) (LA-455)	7251	1691	559	6226	3247	478
		C3 (LA-380)	6177	1699	3033	5230	2782	2667
75'	220-FL III-TC-20	C1 (**) (LA-455)	6616	1698	3307	5653	3077	2910
		C2 (**) (LA-455)	6621	1711	3313	5662	3062	2915
76PAS(*)	220-FL-PAS-TC-20	C3 (LA-380)	-	-	-	44	6746	-878
		C1 (**) (LA-455)	-	-	-	116	7309	-1018
		C2 (**) (LA-455)	-	-	-	110	7303	-1041
83 PAS(*)	220-FL-PAS-TC-20	C3 (LA-380)	-	-	-	3	7034	409
		C1 (**) (LA-455)	-	-	-	1	7550	444
		C2 (**) (LA-455)	-	-	-	13	7547	441
84'	220-FL I-TC-25	C3 (LA-380)	1169	1767	1386	984	3507	1127
		C1 (**) (LA-455)	1119	1891	1511	906	3759	1225
		C2 (**) (LA-455)	1155	1901	1481	923	3766	1224
		C3 (LA-380)	1297	1772	1152	1114	3523	972
85''	220-FL II-TC-25	C1 (**) (LA-455)	1413	1890	1251	1207	3759	1055
		C2 (**) (LA-455)	1420	1908	1247	1215	3788	1053
		C3 (LA-380)	5604	1578	1680	4803	3124	1341
86	220-FL II-TC-25	C1 (**) (LA-455)	6133	1724	1819	5249	3370	1451
		C2 (**) (LA-455)	6169	1717	1811	5280	3367	1446
		C3 (LA-380)	26	3560	985	9	3522	878
87	220-AN-TC-24	C1 (**) (LA-455)	17	3902	1077	8	3828	950
		C2 (**) (LA-455)	51	3899	1072	21	3827	945
		C3 (LA-380)	37	1045	2351	14	1741	1827
88	220-SUS-TC-28	C1 (**) (LA-455)	4	1126	2549	0	1877	1984
		C2 (**) (LA-455)	21	1126	2547	11	1877	1983
		C3 (LA-380)	37	1045	2351	14	1741	1827

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 3º (daN)			Hipótesis 4º (daN)		
			Ft (daN)	FI (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	FI (daN)	Fv (daN)
89	220-FL-TC-15-ESPECIAL	C3 (LA-380)	2628	1782	199	2259	3484	168
		C1 (**)(LA-455)	2807	1874	253	2402	3614	211
		C2 (**)(LA-455)	2811	1870	263	2402	3619	218
90'	220-AN-TC-15	C3 (LA-380)	23	1988	-534	26	3230	-759
		C1 (**)(LA-455)	4	2015	-555	2	3527	-804
		C2 (**)(LA-455)	15	2015	-554	13	3529	-805
91'	220-SUS-TC-34	C3 (LA-380)	34	1028	2645	15	1686	2408
		C1 (**)(LA-455)	1	1102	2873	0	1810	2606
		C2 (**)(LA-455)	25	1103	2877	9	1811	2609
92'	220-FL II-TC-30	C3 (LA-380)	2643	1764	352	2256	3246	546
		C1 (**)(LA-455)	2889	2018	407	2456	3420	606
		C2 (**)(LA-455)	2918	2019	417	2482	3419	612
93'	220-SUS-TC-31	C3 (LA-380)	16	1037	2007	7	1721	1862
		C1 (**)(LA-455)	9	1125	2218	2	1879	2044
		C2 (**)(LA-455)	6	1133	2218	6	1880	2046
94'	220-FL II-TC-35	C3 (LA-380)	3930	1766	2277	3377	3398	1638
		C1 (**)(LA-455)	4215	1831	2478	3616	3596	1969
		C2 (**)(LA-455)	4213	1833	2479	3615	3598	1971
95'	220-FL II-TC-20	C3 (LA-380)	3105	1741	589	2661	3443	556
		C1 (**)(LA-455)	3298	1852	658	2830	3657	611
		C2 (**)(LA-455)	3313	1840	659	2847	3645	611
96'	220-FL II-TC-25	C3 (LA-380)	4386	1691	1376	3760	3331	1031
		C1 (**)(LA-455)	4671	1843	1514	4008	3599	1178
		C2 (**)(LA-455)	4666	1843	1520	4005	3600	1184
97'	220-SUS-TC-28	C3 (LA-380)	74	1055	1864	19	1755	1427
		C1 (**)(LA-455)	177	1137	2046	88	1899	1561
		C2 (**)(LA-455)	188	1137	2050	75	1900	1564

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Nº APOYO	TIPO APOYO	CIRCUITO	Hipótesis 3º (daN)			Hipótesis 4º (daN)		
			Ft (daN)	FI (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	FI (daN)	Fv (daN)
98'PAS(*)	220-FL-PAS-TC-20	C3 (LA-380)	-	-	-	6	7022	67
		C1 (**) (LA-455)	-	-	-	173	7598	78
		C2 (**) (LA-455)	-	-	-	112	7603	78

(\*) En la 4ª hipótesis, los esfuerzos de estos apoyos, pertenecen a la torsión que se genera en la fase que no rompe.

(\*\*) Circuitos pertenecientes a la LAT 220 kV DC SET CAROLINA SOLAR PV - SE VALLECAS (REE) perteneciente al expediente PFot: 583 AC

Apoyos no modificados en el presente documento

Apoyos modificados en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## SOLICITACIONES EN CÚPULA (HIPÓTESIS NORMALES) – ZONA B – OPGW2...48

Nº APOYO	TIPO APOYO	Hipótesis 1º (daN)			Hipótesis 2º (daN)		
		Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
57	220-FL III-TC -15	1383	2466	658	1342	2718	942
58	220-FL I-TC-20	829	174	432	762	273	595
59	220-SUS-TC-22	328	0	145	147	0	338
60	220-AN-TC-24	363	8	227	161	18	449
61	220-SUS-TC-22	368	0	436	161	0	687
62	220-SUS-TC-22	351	1	210	149	0	429
63	220-SUS-TC-22	279	0	137	118	0	308
64	220-SUS-TC-22	287	0	255	125	0	441
65	220-AN-TC-24	379	51	304	168	83	545
66	220-SUS-TC-22	408	1	242	176	0	493
67	220-SUS-TC-22	305	0	246	129	0	444
68	220-SUS-TC-22	360	0	236	155	0	461
69	220-AN-TC-24	582	38	391	349	67	678
70'	220-SUS-TC-25	387	1	232	168	0	470
71'	220-SUS-TC-22	329	0	260	140	0	472
72'	220-SUS-TC-25	295	0	189	126	0	373
73'	220-FL III-TC-20	2531	13	427	2603	4	671
74'	220-FL III-TC-20	3119	37	-52	3283	109	108
75'	220-FL III-TC-20	2830	77	904	2983	3	1172
76PAS	220-FL-PAS-TC-20	181	2489	-491	89	2817	-468
83PAS	220-FL-PAS-TC-20	154	2611	38	66	2892	127
84'	220-FLI-TC-25	822	19	292	702	23	496
85''	220-FLII-TC-25	872	7	180	754	6	374
86	220-FL III-TC-25	2763	13	335	2861	23	574

Nº APOYO	TIPO APOYO	Hipótesis 1º (daN)			Hipótesis 2º (daN)		
		Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
87	220-AN-TC-24	382	71	73	170	94	287
88	220-SUS-TC-28	278	3	725	123	0	957
89	220-FL-TC-15-ESP	1306	46	-283	1307	83	-198
90'	220-AN-TC-15	247	93	-279	108	44	-184
91'	220-SUS-TC-34	273	48	766	121	7	1006
92'	220-FL II-TC-30	1455	88	-115	1409	158	42
93'	220-SUS-TC-31	383	14	479	165	2	748
94'	220-FL II-TC-35	1974	32	592	1982	103	838
95'	220-FL II-TC-20	1538	21	13	1529	26	156
96'	220- FL II-TC-25	2149	20	249	2172	69	456
97'	220-SUS-TC-28	340	0	501	158	0	740
98'PAS	220-FL-PAS-TC-20	151	2625	-137	80	2930	-82

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Apoyos no modificados en el presente documento

Apoyos modificados en el presente documento

## SOLICITACIONES EN CÚPULA (HIPÓTESIS ANORMALES) – ZONA B – OPGW2...48

Nº	TIPO	Hipótesis 3º (daN)			Hipótesis 4º (daN)			
		APOYO	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
57	220-FL III-TC -15		1459	4038	942	1663	5324	1017
58	220-FL I-TC-20		590	933	595	350	2900	272
59	220-SUS-TC-22		12	438	338	3	1461	199
60	220-AN-TC-24		10	748	449	267	2921	267
61	220-SUS-TC-22		6	441	687	361	1469	361
62	220-SUS-TC-22		0	441	429	297	1469	297
63	220-SUS-TC-22		0	441	308	181	1469	181
64	220-SUS-TC-22		6	441	441	3	1469	274
65	220-AN-TC-24		8	1552	545	5	3021	334
66	220-SUS-TC-22		5	453	493	0	1511	292
67	220-SUS-TC-22		0	453	444	0	1511	286
68	220-SUS-TC-22		4	453	461	2	1511	353
69	220-AN-TC-24		144	806	678	82	3020	366
70'	220-SUS-TC-25		6	443	470	0	1477	298
71'	220-SUS-TC-22		0	443	472	0	1477	273
72'	220-SUS-TC-25		2	443	373	1	1477	233
73'	220-FL III-TC-20		2158	673	671	1237	2683	434
74'	220-FL III-TC-20		2792	709	108	1631	2463	67
75'	220-FL III-TC-20		2522	616	1172	1437	2433	885
76PAS(*)	220-FL-PAS-TC-20		-	-	-	20	2818	-447
83PAS (*)	220-FL-PAS-TC-20		-	-	-	2	2892	127
84'	220- FL I-TC-25		822	19	292	702	23	496
85''	220-FL II-TC-25		872	7	180	754	6	374
86	220-FL III-TC-25		2386	680	574	1342	2628	362

Nº APOYO	TIPO APOYO	Hipótesis 3º (daN)			Hipótesis 4º (daN)		
		Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)	Ft (daN)	Fl (daN)	Fv (daN)
87	220-AN-TC-24	11	1537	287	9	2980	305
88	220-SUS-TC-28	8	433	957	3	1443	516
89	220-FL-TC-15-ESP	1070	765	-198	617	2818	-194
90'	220-AN-TC-15	5	734	-184	4	2760	-511
91'	220-SUS-TC-34	9	421	1006	2	1380	853
92'	220-FL II-TC-30	1124	835	42	649	2859	-199
93'	220-SUS-TC-31	4	442	748	2	1466	680
94'	220-FL II-TC-35	1625	780	838	945	2778	490
95'	220-FL II-TC-20	1250	708	156	710	2754	167
96'	220- FL II-TC-25	1793	745	456	1033	2744	231
97'	220-SUS-TC-28	22	439	740	13	1465	437
98'PAS(*)	220-FL-PAS-TC-20	-	-	-	25	2931	-82

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

(\*) En la 4ª hipótesis, los esfuerzos de estos apoyos, pertenecen a la torsión que se genera en la fase que no rompe.

Apoyos no modificados en el presente documento

Apoyos modificados en el presente documento

## 8 Cálculo mecánico de cimentaciones

Las cimentaciones serán fraccionadas y monobloque.

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, de acuerdo con lo establecido en el apdo. 3.6 de la ITC-07 del Reglamento de líneas eléctricas, el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no será inferior a los siguientes valores:

- Hipótesis normales            1,50
- Hipótesis anormales        1,20

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno de acuerdo con lo establecido en el apdo. 2 del Reglamento de líneas eléctricas, la tangente del ángulo de giro al alcanzar el equilibrio no será superior a 0,01, siendo el coeficiente de seguridad al vuelco, para las distintas hipótesis, no inferior a los siguientes valores:

- Para  $0 < \frac{M_{ch}}{M_{cv}} \leq 1$             1,50

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

- Para  $\frac{M_{ch}}{M_{cv}} > 1$             1,50

Siendo:

$M_{ch}$ :    Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (daN m)

$M_{cv}$ :    Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (daNm)

Estos coeficientes de seguridad se verán aumentados un 25% para las hipótesis normales en aquellos apoyos que intervengan en cruzamientos con otras líneas o con vías de comunicación y paso sobre zonas urbanas.

Las tensiones máximas que la cimentación transmite al terreno no excederán los valores máximos fijados para el mismo.

Las características dimensionales de las cimentaciones se incluyen en la siguiente tabla:

Nº Apoyo	Denominación	Clase de terreno				
		Terreno Normal				
		a(m)	h(m)	c(m)	Ve (m³)	Vh (m³)
57	220-FL III-TC-15	3,5	4	5,3	196	211,68
58	220-FL I-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
59	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
60	220-AN-TC-24	3,5	4	7,32	196	211,68
61	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
62	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
63	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
64	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
65	220-AN-TC-24	3,5	4	7,32	196	211,68
66	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
67	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
68	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
69	220-AN-TC-24	3,5	4	7,32	196	211,68
70'	220-SUS-TC-25	3,5	4	6,89	196	211,68
71'	220-SUS-TC-22	3,5	4	6,34	196	211,68
72'	220-SUS-TC-25	3,5	4	6,89	196	211,68
73'	220-FL III-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
74'	220-FL III-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
75	220-FL III-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
76PAS	220-FL-PAS-TC-25	3,5	4	6,97	196	211,68
83 PAS	220-FL-PAS-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
84'	220-FLI-TC-25	3,5	4	5,3	196	211,68
85''	220-FLII-TC-25	3,5	4	6,97	196	211,68
86	220-FL III-TC-25	3,5	4	6,97	196	211,68
87	220-AN-TC-24	3,5	4	7,32	196	211,68
88	220-SUS-TC-28	3,5	4	7,49	196	211,68
89	220-FL-TC-15-ESP	3,5	4	5,3	196	211,68
90'	220-AN-TC-15	3,5	4	5,48	196	211,68
91'	220-SUS-TC-34	3,5	4	8,64	196	211,68
92'	220-FL II-TC-30	3,5	4	7,8	196	211,68
93'	220-SUS-TC-31	3,5	4	8,04	196	211,68
94'	220-FL II-TC-35	3,5	4	8,64	196	211,68
95'	220-FL II-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68
96'	220-FL II-TC-25	3,5	4	6,97	196	211,68

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Nº Apoyo	Denominación	Clase de terreno				
		Terreno Normal				
		a(m)	h(m)	c(m)	Ve (m³)	Vh (m³)
97'	220-SUS-TC-28	3,5	4	7,49	196	211,68
98'PAS	220-FL-PAS-TC-20	3,5	4	6,14	196	211,68

- Cimentaciones no modificadas en el presente documento
- Cimentaciones modificadas en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### 8.1 Cimentaciones fraccionadas

Las cimentaciones fraccionadas están constituidas por cuatro macizos de hormigón en masa, de sección recta. De este modo no es necesario realizar trabajos peligrosos en el interior de la cimentación.

Dos de los macizos trabajan al arranque y los otros dos a compresión cuando la sollicitación del apoyo es a flexión.

Fuerzas que se oponen a la salida del macizo del terreno:

- Peso del macizo
- ¼ parte del peso del apoyo
- Peso de la tierra comprendida en un tronco de pirámide cuya superficie está limitada por una generatriz que partiendo de la arista inferior del macizo tiene una inclinación hacia el exterior definida por el ángulo de arranque  $\beta$ .

El esfuerzo para equilibrar el arranque  $P_{arr}$  viene dado por la expresión:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$$P_e = \frac{P_a}{4} + P_h + P_\beta$$

Siendo:

$P_e$  Esfuerzo estabilizador (daN)

$P_a$  Peso del apoyo (daN)

$P_h$  Peso del bloque de hormigón (daN)

$P_\beta$  Peso de tierras que serían arrancadas (daN)

Una vez calculado el volumen de la cimentación hay que comprobar la compresión sobre el terreno que viene dado por la expresión:

$$\sigma_c = \frac{C + \frac{P_a}{4} + P_h + P_\beta}{S} \text{ daN/cm}^2$$

Siendo:

- C Compresión máxima por montante (daN)
- S Superficie de la base del macizo (cm<sup>2</sup>)

El valor de  $\sigma_c$  debe resultar inferior o igual al marcado en el reglamento para cada tipo de terreno.

Los valores de  $P_h$ ,  $P_t$  y  $P_\beta$  vienen dados por las expresiones:

$$P_h = \delta_h \cdot [L^2 \cdot H]_{\text{daN}}$$

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$$P_\beta = \delta_T \cdot \left[ \frac{1}{3} \left[ (L + 2H \operatorname{tg} \beta)^2 \left( H + \frac{L}{2 \operatorname{tg} \beta} \right) - L^2 \cdot \frac{L}{2 \operatorname{tg} \beta} \right] - L^2 \cdot H \right]_{\text{daN}}$$

siendo:

- $\delta_h$  Peso específico del hormigón
- $\delta_T$  Peso específico del terreno (daN/m<sup>3</sup>)
- L Lado de la base recta (m)
- $\beta$  Ángulo de arranque del terreno

El coeficiente de seguridad al vuelco viene dado por la expresión:

$$C_s = \frac{P_e}{P_{\text{arr}}}$$

## 8.2 Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones monobloque serán de forma prismática recta de sección cuadrada.

El dimensionamiento de las mismas se realizará por la formulación de Sulzberger.

El momento de vuelco de la cimentación vendrá dado por la siguiente expresión:

$$M_v = F \left( H_t + \frac{2}{3} \cdot h \right) \text{ daN m}$$

Siendo:

M<sub>v</sub>: Momento al vuelco (daN m)

F: Esfuerzo horizontal resultante de la sollicitación combinada (daN)

P: Esfuerzo vertical resultante de la sollicitación combinada en la que se incluye peso propio del apoyo, peso propio del macizo de hormigón y esfuerzos verticales de conductores (daN)

HI: Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente. Altura sobre el terreno del punto de aplicación del esfuerzo resultante (m)

h: Profundidad de la cimentación (m)

El momento estabilizador vendrá dado por la siguiente expresión:

$$M_e = \frac{bh^3}{36} C_h \operatorname{tg} \alpha + Pa \left( 0,5 - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{2a^2 b C_k \operatorname{tg} \alpha}} \right) \text{ (daN m)}$$

$$M_e = M_{eh} + M_{ev}$$

Siendo:

M<sub>e</sub> : Momento estabilizador (daN m).

M<sub>eh</sub> : Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (daN m).

$M_{ev}$  : Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (daN m).

$a$  : Anchura del macizo en la dirección longitudinal del esfuerzo  $F$  (m).

$b$  : Anchura del macizo en la dirección transversal del esfuerzo  $F$  (m).

$h$  : Profundidad del macizo (m).

$C_h$  : Coeficiente de compresibilidad del terreno en las paredes laterales del macizo a  $h$  metros de profundidad (daN/m<sup>3</sup>).

$C_k$  : Coeficiente de compresibilidad del terreno en el fondo del macizo a  $k$  metros de profundidad (daN/m<sup>3</sup>).

$P$  : Esfuerzo vertical resultante en la que se incluye peso propio del apoyo, peso propio del macizo de hormigón y esfuerzos verticales de conductores (daN).

$\alpha$  : Ángulo de rotación admisible (°).

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Las tensiones transmitidas por la cimentación al terreno vendrán dadas por las siguientes expresiones:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot C_k \cdot P \cdot \text{tg}(\alpha)}{b}} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

$$\sigma_3 = \frac{\text{tg}(\alpha) \cdot C_h \cdot h}{3} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_3}{3} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

El coeficiente de seguridad al vuelco vendrá dado por la expresión:

$$C_s = \frac{M_e}{M_v}$$

## 9 Puesta a tierra del tramo aéreo

Los apoyos se conectarán a tierra teniendo presente lo especificado en el apdo. 7 de la ITC-07 del Reglamento de líneas eléctricas de Alta Tensión.

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

El diseño del sistema de puesta a tierra debe satisfacer, en función del tipo de apoyo, los siguientes requisitos:

Tipo de apoyo	Requisitos diseño p.a.t.
Apoyo frecuentado	Actuación correcta de las protecciones Cumplir tensión de contacto admisible Dimensionamiento ante los efectos del rayo
Apoyo no frecuentado	Actuación correcta de las protecciones
Apoyo frecuentado con medidas adicionales de seguridad que impidan el contacto	Actuación correcta de las protecciones Cumplir tensión de paso admisible

### 9.1 Dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica

Los elementos que forman la puesta a tierra de los apoyos son:

- Línea de tierra: formada por doble cable de acero galvanizado de 50 mm<sup>2</sup> de sección (en total son 4 conductores de acero 50 mm<sup>2</sup>). Los apoyos dispondrán de dos líneas de tierra situadas en lados opuestos del apoyo.
- En los apoyos Paso Aéreo-Subterráneo (PAS), el material es cobre y la sección 95 mm<sup>2</sup>.

- Electrodo de puesta a tierra:

Apoyos no frecuentados: 2 picas de difusión vertical de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro.

Apoyos frecuentados: anillo difusor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección y 4 picas de difusión vertical de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro.

Apoyos PAS: anillo difusor de cobre desnudo de 95 mm<sup>2</sup> de sección y 4 picas de difusión vertical de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, complementado con 4 ramificaciones y pica asociada con el fin de mejorar su comportamiento a las señales de alta frecuencia y minimizar el valor de la sobretensión transitoria, así como mejorar la resistencia de puesta con objeto de limitar las sobretensiones temporales.

La línea de tierra une la estructura del apoyo al electrodo anular enterrado, por lo que, en caso de falta, la totalidad de la corriente de defecto circulará por dicho conductor.

Una vez en la malla anular de cobre, la corriente disipada encontrará al menos dos caminos de paso, por lo que el dimensionamiento a efectos térmicos del electrodo difusor de cobre enterrado se realizará considerando la mitad de la corriente de falta.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Según la norma EN 50341-1, la sección mínima del conductor de puesta a tierra o electrodo de tierra se determina según la expresión siguiente:

$$I = A \cdot \frac{K}{\sqrt{\frac{tf}{\ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)}}$$

Donde:

*A*: es la sección en mm<sup>2</sup>

*I*: es la corriente, en A (valor eficaz)

*tf*: es la duración de la corriente de falta, en s.

*K*: es una constante que depende del material del circuito de tierra por el que circula la corriente, en A(s<sup>1/2</sup>)/mm<sup>2</sup> (226 para cobre y 78 para acero)

*β* es la inversa del coeficiente de temperatura de resistencia del componente que conduce la corriente a 0°C (234.5 para cobre y 202 para acero)

$\theta_i$ : es la temperatura inicial en °C

$\theta_f$ : es la temperatura final en °C

Sobre la temperatura final en régimen de cortocircuito, la tabla 6 de la norma EN 60865-1 recomienda las siguientes temperaturas máximas ante un cortocircuito para conductores desnudos, macizos o de hilos trenzados de:

- cobre, aluminio o aleación de aluminio: 200 °C
- acero: 300 °C

El tiempo de duración de la falta que se ha considerado, para los diferentes apoyos que integran la línea, excepto para el PAS, es de 4,2 s, tiempo que corresponde al doble del de actuación de las protecciones en líneas de tercer nivel de red radial, (actúa la protección 67N cuyo tiempo de actuación depende de la corriente de falta y del ajuste del relé).

En el caso de apoyos de Paso Aéreo-Subterráneo (PAS), se considera una duración de la falta de 1 s, correspondiente al doble de tiempo de actuación de las protecciones para despejar faltas monofásicas en líneas subterráneas y coherente con el diseño de las pantallas de los cables aislados.  
aplicación de la normativa vigente

Aplicando la fórmula anterior y con las consideraciones anteriores, las máximas corrientes obtenidas son:

	MATERIAL	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	I (Valor máximo) (kA)
Línea de tierra	Acero	2x(2x50) <sup>(1)</sup>	9,74
	Cobre	2x(2x95) <sup>(2)</sup>	88,83
Anillo difusor	Cobre	1x50 <sup>(1)</sup>	2 x 11,40
		1x95 <sup>(2)</sup>	2 x 44,42

(1) Apoyos de la línea diferentes al PAS

(2) Apoyo PAS

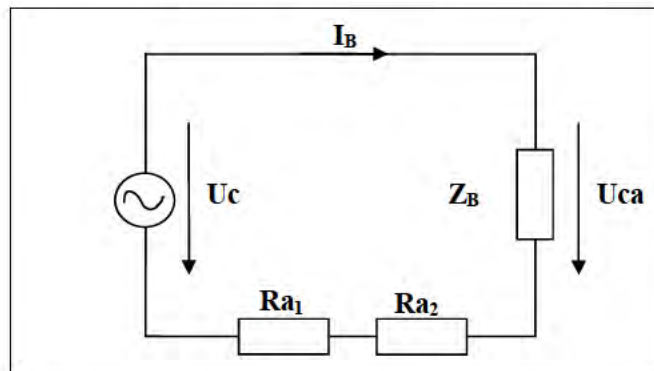
## 9.2 Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas

Desde el punto de vista de las protecciones, se verifica un correcto diseño de puesta a tierra, ya que las protecciones de falta a tierra para líneas aéreas de alta tensión tienen sensibilidad suficiente para una actuación correcta

Para apoyos frecuentados, la instalación de puesta a tierra satisface las condiciones del RLEAT si la tensión de puesta a tierra,  $U_E$ , es menor que dos veces la tensión de contacto admisible en la instalación  $U_c$ :

$$U_E < 2U_C$$

Las máximas tensiones de contacto admisibles en la instalación,  $U_c$ , se determinan considerando todas las resistencias adicionales que intervienen en el circuito tal y como se muestra en la siguiente figura.



Por lo que la expresión a emplear para determinar las máximas tensiones de contacto admisibles en la instalación,  $U_c$ , es la que a continuación se muestra:

$$U_c = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{Z_B} \right] = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + 1,5\rho_s}{1000} \right]$$

Siendo:

$U_{ca}$  Tensión de contacto aplicada admisible (tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies).

$Z_B$  Impedancia del cuerpo humano.

$I_B$  Corriente que fluye a través del cuerpo.

$U_c$  Tensión de contacto máxima admisible en la línea que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

$R_a$  Resistencia adicional ( $R_a = R_{a1} + R_{a2}$ ).

R<sub>a1</sub> Es, por ejemplo, la resistencia de un calzado cuya suela sea aislante (se puede emplear como valor de la resistencia equivalente paralelo del calzado 1000 Ω de ambos pies).

R<sub>a2</sub> Resistencia equivalente paralelo a tierra del punto de contacto con el terreno de ambos pies (R<sub>a2</sub>=1,5ρS, donde ρS es la resistividad superficial aparente del suelo cerca de la superficie).

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc...) se multiplicara el valor de resistividad de la capa de terreno superficial, 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:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

C<sub>s</sub> : Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.

h<sub>s</sub> : Espesor de la capa superficial en metros.

ρ : Resistividad del terreno natural

ρ\* : Resistividad de la capa superficial

Los valores de la tensión de contacto aplicada admisible, U<sub>ca</sub>, a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se da en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, tF (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U <sub>ca</sub> (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

Duración de la corriente de falta, tF (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
5,00	81
10,00	80
> 10,00	50

A partir de los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, Uca, en función de la protección de la línea, y teniendo presente la resistencia del calzado, se pueden determinar las tensiones de contacto admisibles en la instalación, Uc.

Nivel de protección de la línea	ρs (ohmios.metro)	Uc (kV)	
		Sin calzado	Con calzado
Primer/Segundo nivel (100 ms)	100	0,72	1,36
	200	0,82	1,45
	300	0,91	1,55
	400	1,01	1,64
	500	1,10	1,74
Tercer nivel (1190 ms)	100	0,10	0,20
	200	0,12	0,21
	300	0,13	0,23
	400	0,15	0,24
	500	0,16	0,25

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Si la tensión de puesta a tierra, UE, no es menor que dos veces la tensión de contacto admisible en la instalación, Uc, se procederá a comprobar que las tensiones de contacto calculadas, Uc', sean inferiores a las tensiones de contacto admisibles Uc.

Caso que tampoco se cumpla esta última condición, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad que impidan el contacto con la torre metálica a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso.

La tensión de paso admisible aplicada en la instalación es:

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

Para calcular la tensión de paso admisible, Up, es la que a continuación se muestra:

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{4 \cdot R_{a1} + 4 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[ 1 + \frac{4 \cdot R_{a1} + 6 \rho_s}{1000} \right]$$

En función del nivel de protección de la línea, de la resistencia del calzado, aplicando las fórmulas anteriores, las tensiones de paso admisibles en la instalación son:

Nivel de protección de la línea	$\rho_s$ (ohmios.metro)	$U_c$ (kV)	
		Sin calzado	Con calzado
Primer/Segundo nivel (100 ms)	100	10,13	35,45
	200	13,93	39,25
	300	17,72	43,04
	400	21,52	46,84
	500	25,32	50,64
Tercer nivel (1190 ms)	100	1,60	5,60
	200	2,20	6,20
	300	2,80	6,80
	400	3,40	7,40
	500	4,00	8,00

Valores calculados de elevación del potencial de tierra ( $U_E$ ), tensión de contacto de la instalación ( $U_c'$ ) y tensión de paso de la instalación ( $U_p'$ ).

A partir de la corriente a tierra que circula por el apoyo más cercano a la falta ( $I_T$ ) se calculan la elevación del potencial de tierra ( $U_E$ ) y las tensiones de paso y contacto de la instalación ( $U_c'$  y  $U_p'$ ).

Para determinar las máximas intensidades de falta se parte como caso más desfavorable, de corrientes de cortocircuito las de la aparatada de la subestación:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Tensión (kV)	$I_{cc}$ (kA)
220	<50

A continuación, se determina la impedancia equivalente en barras mediante la expresión:

$$PC = 3 \cdot I_0 = \frac{3 \cdot U}{X_{equiv}}$$

Donde:

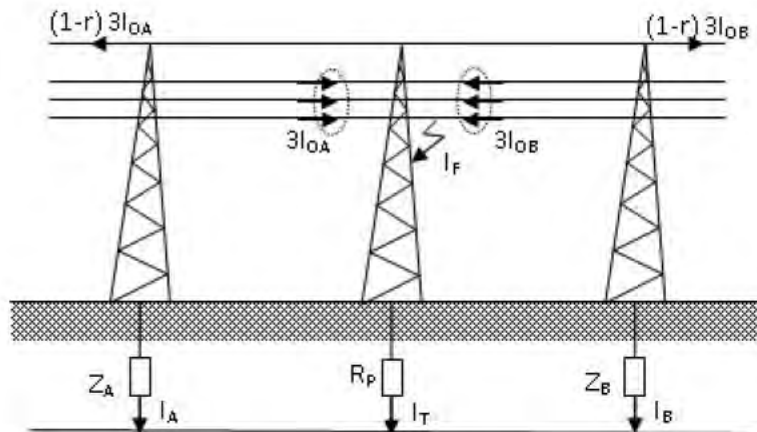
$I_0$ : es la corriente homopolar o de secuencia cero durante la falta, en kA.

$PC$ : es el poder de corte de la aparatada, en kA

$U$ : es la tensión nominal de la instalación, en Kv

$X_{equiv}$ : es la impedancia inductiva equivalente en barras, en ohm.

Una vez conocida la impedancia equivalente en barras, se determina el reparto de la corriente de falta a partir de las impedancias del sistema y de la corriente por efecto inductivo sobre los cables de guarda:

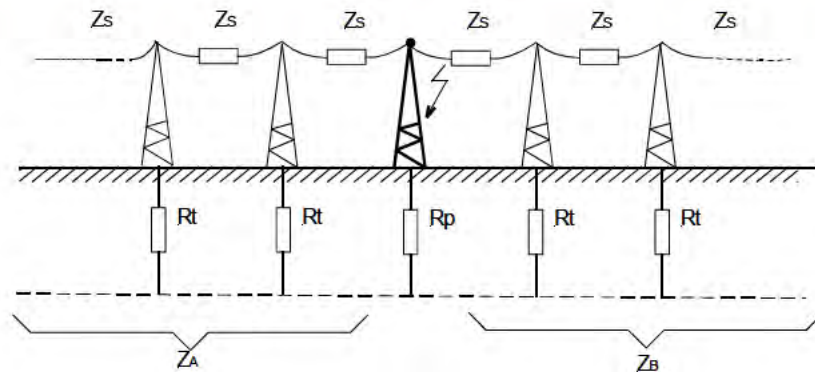


Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$r$  es el factor de reducción por efecto inductivo debido a los cables de tierra. Viene determinado por la relación entre la corriente que contribuye a la elevación del potencial de la instalación de tierra ( $I_E$ ) y la suma de las corrientes de secuencia cero del sistema trifásico hacia la falta ( $3I_0$ ). Para la distribución de corriente equilibrada de una línea aérea, el factor de reducción de un cable de tierra, puede ser calculado sobre la base de la impedancia propia del cable de tierra  $Z_{EW-E}$  y la impedancia mutua entre los conductores de fase y el cable de tierra  $Z_{ML-EW}$ .

$$r = 1 - \frac{Z_{ML-EW}}{Z_{EW-E}}$$

En caso de llevar cable de tierra, el valor de la impedancia de falta se calcula mediante el paralelo de las impedancias  $Z_E$  y  $R_P$ .



Los postes a la izquierda y derecha del poste bajo estudio no representan un único poste, sino el paralelo de varios postes tal y como se muestra en la figura anterior.

El equivalente serie paralelo del conjunto de impedancias  $Z_s$  y  $R_t$  define las llamadas impedancias de cadena  $Z_A$  y  $Z_B$ :

$$Z_A = Z_B = \frac{1}{2} (Z_s + \sqrt{Z_s(4R_t + Z_s)})$$

Siendo:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

$Z_s$  : es la impedancia media de los vanos de cable de tierra.

$R_t$  : es la resistencia media de tierra de los apoyos colindantes.

$R_p$  : es la resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta.

$Z_A$  y  $Z_B$  : son las impedancias de cadena.

$Z_E$  : es la impedancia equivalente del sistema de puesta a tierra de la línea exceptuando la resistencia de puesta a tierra del apoyo que sufre la falta a tierra, y se calcula como el paralelo de las impedancias  $Z_A$  y  $Z_B$ :

$$Z_E = \frac{Z_A \cdot Z_B}{Z_A + Z_B}$$

De esta forma, las fórmulas que determinan las intensidades de falta monofásica fase-tierra en un apoyo son, con y sin cable de tierra, las siguientes:

$$I_{F \text{ sin cable tierra}} = \frac{3 \cdot \frac{U}{\sqrt{3}}}{X_{equiv} + 3 \cdot R_p}$$

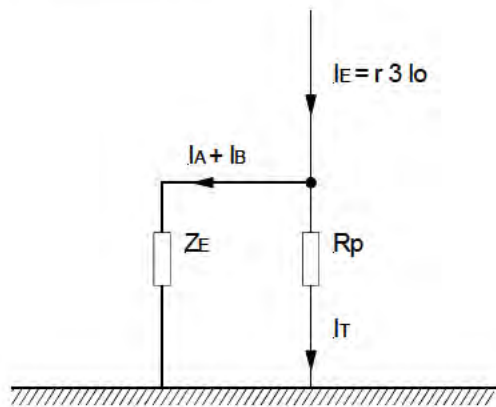
$$I_{F \text{ concable}} = \frac{3 \cdot \frac{U}{\sqrt{3}}}{X_{equiv} + 3 \cdot r \cdot \left( \frac{\left( \frac{Z_A \cdot Z_B}{Z_A + Z_B} \right) \cdot R_p}{\left( \frac{Z_A \cdot Z_B}{Z_A + Z_B} \right) + R_p} \right)} = \frac{3 \cdot \frac{U}{\sqrt{3}}}{X_{equiv} + 3 \cdot r \cdot \left( \frac{Z_E \cdot R_p}{Z_E + R_p} \right)}$$

Una vez conocido el valor de la corriente de falta de la línea ( $I_F$ ), se determina el reparto de la corriente de falta a partir de las impedancias del sistema ( $I_E$ ):

$$I_E = r3I_0 = rI_F$$

En el siguiente croquis se muestra la corriente a tierra que circula por el apoyo más cercano a la falta,  $I_T$ , que determina el aumento del potencial de tierra:

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.



$$I_T = I_E \frac{Z_E}{R_p + Z_E}$$

Así el aumento del potencial de tierra es,

$$U_E = I_T \cdot R_p = I_E \frac{Z_E R_p}{Z_E + R_p}$$

Donde:

$I_E$  : es la corriente a tierra en la línea.

$I_T$  : es la corriente a tierra que circula por el apoyo más cercano a la falta.

$Z_E$  : es la impedancia a tierra de la línea exceptuando la resistencia de puesta a tierra del apoyo que sufre la falta a tierra.

$R_p$  : es la resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta.

Aplicando la metodología anterior, y estudiando diferentes configuraciones de electrodos, se ha concluido que el cumplimiento de las dos primeras condiciones reglamentarios relativas a tensión de contacto ( $U_E < 2U_c$  y  $U'_c < U_c$ ) implican un electrodo muy complejo de realizar y costoso económicamente, por lo que se recurrirá a medidas adicionales de seguridad mediante antiescalo de fábrica de ladrillo o de material plástico aislante, que garanticen a su vez la tensión de paso admisible.

Dimensionamiento con respecto a proteger contra los efectos del rayo

Se define longitud crítica como la dimensión por debajo de la cual el electrodo presenta un comportamiento capacitivo, y en la que puede considerarse que el valor de la impedancia de onda es aproximadamente igual al de la resistencia del electrodo.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en relación a la normativa vigente.

El valor de la longitud crítica de un único electrodo horizontal depende del valor de la resistividad y de la frecuencia de la onda representativa de la descarga (1 MHz), y viene expresada por la fórmula:

$$L_c(m) = \sqrt{\frac{\rho(\Omega m)}{f(MHz)}}$$

En la siguiente tabla se resumen los valores de las longitudes críticas de los electrodos en función de la frecuencia de la onda de descarga y de la resistividad del terreno.

Parámetros entrada ( $\Omega$ , f)		Lc (m)
$\Omega$ (ohm.m)	100	50
f (MHz)	1	
$\Omega$ (ohm.m)	200	100
f (MHz)	1	

En la siguiente tabla se resumen los tipos de apoyos considerados como frecuentados, y que necesitarán antiescalo aislante:

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Frecuentado	Maniobra	Tipo PAT
57	AL-ANC	no	no	Doble Pica
58	AN-AM	no	no	Doble Pica
59	AL-SU	si	no	Anillo Difusor
60	AL-AM	no	no	Doble Pica
61	AL-SU	no	no	Doble Pica
62	AL-SU	no	no	Doble Pica
63	AL-SU	no	no	Doble Pica
64	AL-SU	no	no	Doble Pica
65	AL-ANC	no	no	Doble Pica
66	AL-SU	no	no	Doble Pica
67	AL-SU	no	no	Doble Pica
68	AL-SU	no	no	Doble Pica
69	AN-AM	no	no	Doble Pica
70'	AL-SU	no	no	Doble Pica
71'	AL-SU	no	no	Doble Pica
72'	AL-SU	no	no	Doble Pica
73'	AN-AM	no	no	Doble Pica
74'	AN-AM	no	no	Doble Pica
75'	AN-AM	no	no	Doble Pica
76PAS	FL	si	no	Anillo Difusor
83 PAS	FL	si	no	Anillo Difusor
84'	AN-AM	no	no	Doble Pica
85''	AN-AM	no	no	Doble Pica
86	AN-AM	no	no	Doble Pica
87	AL-AM	no	no	Doble Pica
88	AL-SU	no	no	Doble Pica
89	AN-AM	no	no	Doble Pica
90'	AL-AM	no	no	Doble Pica
91'	AL-SU	no	no	Doble Pica
92'	AN-AM	no	no	Doble Pica
93'	AL-SU	no	no	Doble Pica
94'	AN-AM	no	no	Doble Pica
95'	AN-AM	no	no	Doble Pica
96'	AN-AM	no	no	Doble Pica
97'	AL-SU	no	no	Doble Pica
98'PAS	FL	si	no	Anillo Difusor

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Apoyos no modificados en el presente documento



Apoyos modificados en el presente documento

En A Coruña, agosto de 2024

Por la Empresa Consultora:  
**Novotec Consultores S.A.**

**Colegiado Nº 2.221**  
**Colegio de Ingenieros Industriales de Galicia**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**DOCUMENTO N°3**

**LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

## Índice

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS .....	1
PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEA AÉREA.....	5
1 Objeto y campo de aplicación.....	6
2 Ejecución del trabajo.....	6
2.1 Documentación y medios para el desarrollo del trabajo .....	6
2.2 Transporte y acopio de materiales.....	7
2.3 Cimentaciones.....	9
2.3.1 Cemento.....	10
2.3.2 Agua.....	10
2.3.3 Áridos.....	10
2.3.4 Fabricación.....	10
2.3.5 Armado de apoyos.....	12
2.4 Protección de las superficies metálicas .....	13
2.5 Izado de apoyos.....	13
2.6 Tendido, empalme, tensado y regulación de conductores.....	13
2.6.1 Herramientas.....	13
2.6.2 Método de montaje .....	15
2.7 Reposición del terreno .....	21
2.8 Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico .....	22
2.9 Prescripciones medioambientales .....	22
2.10 Condiciones ambientales .....	22
2.10.1 Condiciones generales .....	22
2.10.2 Atmósfera.....	23
2.10.3 Residuos.....	23
2.10.4 Inertes.....	23
2.10.5 Derrames y vertidos.....	23
2.10.6 Conservación ambiental.....	24
2.10.7 Finalización de obra y restauración ambiental .....	24
2.11 Puesta a tierra.....	24
3 Materiales.....	24
3.1 Apoyos.....	25

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

3.2	Conductores y cables .....	25
3.3	Aisladores.....	25
3.4	Herrajes.....	25
4	Aseguramiento de calidad de materiales de A.T. ....	26
5	Recepción en obra.....	26
5.1	Calidad de cimentaciones .....	26
5.2	Tolerancias de ejecución .....	27
5.2.1	Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.....	27
5.2.2	Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea, en relación a su situación prevista.....	27
5.2.3	Verticalidad de los apoyos.....	27
5.2.4	Estado y colocación de los aisladores y herrajes.....	28
5.2.5	Grapas .....	28
5.2.6	Distancias a masa y longitudes de puente .....	28
5.3	Tolerancias de utilización.....	28
5.4	Documentación de la instalación.....	28
<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p style="font-size: 0.8em; color: red; margin: 0;">Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente</p> </div>		
<b>PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEA SUBTERRÁNEA .....</b>		<b>30</b>
1	Objeto y campo de aplicación.....	31
2	Alcance .....	31
3	Ejecución del trabajo.....	31
3.1	Características generales.....	31
3.2	Replanteo.....	32
3.3	Trazado .....	33
3.4	Apertura de zanjas .....	33
3.5	Canalización.....	35
3.5.1	Canalización de cables bajo tubo hormigonado.....	35
3.5.2	Cables al aire, alojados en galerías.....	38
3.5.3	Paralelismos y cruzamientos .....	41
3.6	Transporte y almacenamiento de bobinas de cables .....	41
3.7	Tendido de cables.....	42
3.8	Tendido de los cables de puesta a tierra .....	47
3.9	Tendido de los cables de telecomunicaciones.....	47
3.10	Paso Aéreo-Subterráneo.....	48

3.11	Hormigonado.....	50
3.11.1	Cemento.....	50
3.11.2	Agua.....	50
3.11.3	Áridos.....	50
3.11.4	Composición .....	51
3.12	Protección mecánica.....	52
3.13	Señalización .....	52
3.14	Identificación.....	52
3.15	Cierre de zanjas .....	53
3.16	Reposición de pavimentos.....	54
3.17	Ejecución de la puesta a tierra .....	54
3.17.1	Ejecución de la cámara de empalme .....	55
3.17.2	Ejecución de la arqueta de puesta a tierra .....	58
4	Materiales.....	59
5	Recepción en obra.....	59
6	Condiciones ambientales.....	59
6.1	Condiciones generales de trabajo .....	60
6.2	Atmósfera.....	60
6.2.1	Residuos.....	60
6.2.2	Inertes .....	61
6.2.3	Derrames y vertidos .....	61
6.3	Conservación ambiental.....	61
6.4	Finalización de obra y restauración ambiental .....	61
7	Condiciones de seguridad.....	61

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

## **PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEA AÉREA**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 1 Objeto y campo de aplicación

El presente Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de la línea eléctrica aérea realizada según el Modificado al Proyecto LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE).

Estas obras contemplan la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de dichas líneas, así como la puesta en servicio de las mismas.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

## 2 Ejecución del trabajo

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte. El director de obra del contratista principal, deberá tener presencia permanente en obra.

En el caso que la línea lleve OPGW, al menos con dos semanas de antelación al comienzo de los trabajos, el contratista adjudicatario se pondrá en contacto con la propiedad para mantener una reunión de lanzamiento y coordinación del proyecto en el que se revisará el plan de trabajo y los detalles más importantes del mismo.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### 2.1 Documentación y medios para el desarrollo del trabajo

El contratista deberá poseer como mínimo la siguiente documentación para el montaje de la línea:

- Plano de situación a escala 1:50.000 o 1:25.000.
- Plano de emplazamiento a escala 1:10.000 o 1:5.000
- Plano de perfil longitudinal y planta de la línea a escalas verticales 1:500 y horizontales 1:2.000, en los que figuren la distribución de apoyos, catenaria de conductores, cables de tierra y cables de fibra óptica para la hipótesis de máxima flecha, límites de parcelas, límites de provincias y términos municipales, servicios que existan en una franja de 50 m de anchura a cada lado del eje de la línea, tales como carreteras, ferrocarriles, cursos de agua, líneas eléctricas o de telecomunicación, etc.
- En dicho perfil se indicarán las longitudes de los vanos, tipo, numeración y cotas de emplazamiento de los apoyos, ángulos del trazado y numeración de las parcelas afectadas.
- Planos de los apoyos y esfuerzos admisibles.
- Planos de puesta a tierra de los apoyos.

- Planos de formación de cadenas en sus composiciones de suspensión y amarre.
- Planos de cimentaciones y comprobación de la adherencia de las mismas.
- Tablas de tendido para el tensado de los conductores, cables de tierra y cables de fibra óptica, de 5 en 5 grados centígrados, para los vanos reguladores y de comprobación que se fijen.
- Relación de bobinas de conductor con indicación de la longitud contenida en cada una de ellas.
- Especificaciones técnicas de materiales facilitadas por la propiedad
- Curvas de utilización de los diferentes apoyos suministradas por el fabricante.
- Estudio de amortiguamiento realizado por el fabricante.
- Requisitos para tendido de cable de fibra óptica tipo OPGW y PKP/TKT en líneas eléctricas facilitados por la propiedad.

Por otra parte, el contratista vendrá obligado a exponer en su oferta, las herramientas que piensa utilizar en la construcción y el método de tendido a seguir, que será aprobado por la propiedad y hará mención de la que crea deba ser facilitada por la propiedad.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en base a la normativa vigente.

## 2.2 Transporte y acopio de materiales

Al ser el contratista quien suministra los materiales, cuidará de su carga y transporte desde su adquisición hasta la descarga en obra. Estos transportes serán por cuenta del contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra.

El contratista cuidará de que la carga, transporte y descarga de los materiales se efectúe sin que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Así se utilizarán eslingas textiles para la bajada de perfiles.

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

En la carga y descarga de los camiones se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento o deformación de los mismos.

En el depósito en obra se colocarán los postes con una separación de estos con el suelo y entre ellos (en el caso de unos encima de otros) con objeto de poder introducir los estrobos. Esto supondrá situar un mínimo de tres puntos de apoyo, los cuales serán tacos de madera y todos ellos de igual tamaño; por ninguna razón se utilizarán piedras para este fin.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se transportarán con vehículos especiales o elementos apropiados desde el almacén, hasta el pie del apoyo.

Se tendrá especial cuidado con los apoyos metálicos, ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los angulares que lo componen, dificultando su armado o haciendo desprenderse la capa de galvanizado.

Los estrobos a utilizar serán los adecuados para no producir daños en los apoyos.

El contratista tomará nota de los materiales recibidos, dando cuenta al director de obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

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

Las bobinas se descargarán con grúa o con muelle de descarga, pero nunca dejándolas caer desde el camión. En caso de rodarse las bobinas se hará siempre en sentido contrario al del arrollamiento del cable.

Las zonas de acopio de materiales se dispondrán ocupando la menor superficie posible y en zonas desprovistas de vegetación natural, además de estar impermeabilizadas correctamente para evitar riesgos de infiltración.

Las zonas de acopio o de tránsito de maquinaria y las instalaciones auxiliares necesarias durante las obras no podrán situarse en áreas ocupadas por espacios protegidos, hábitats de interés comunitario, terrenos de monte, vías pecuarias, márgenes de cauces, zonas encharcadas o de elevada humedad edáfica ni ningún otro elemento que, sin tener consideración de masa de agua, forme parte del dominio público hidráulico.

El acopio de materiales se ubicará de manera que se impida cualquier riesgo de vertido, ya sea directo o indirecto; por escorrentía, erosión, infiltración u otros mecanismos sobre las aguas superficiales o subterráneas. La ubicación de las instalaciones auxiliares deberá evitar la ocupación del dominio público hidráulico, la zona de servidumbre de los cauces y zonas situadas sobre materiales de alta permeabilidad. Se evitará, en la medida de lo posible, la ocupación de la zona de policía de cauce público.

### 2.3 Cimentaciones

Antes de realizar las cimentaciones el contratista realizará el replanteo y estaquillado de los apoyos comprobando que los planos de planta y perfil del proyecto se ajustan a la realidad existente en el momento de realizar la línea indicando cualquier divergencia existente a la dirección de obra.

Antes de realizar las excavaciones, será preciso que el contratista realice un estudio geotécnico por muestreo del terreno que le entregará al director de Obra, siendo este el que autorice un redimensionamiento nuevo de la cimentación a la vista de los resultados, si fuese necesario. Asimismo, se aprovechará el citado estudio para la obtención de la resistividad eléctrica del terreno, con objeto de conocer este parámetro para el dimensionado del electrodo de puesta a tierra del apoyo.

Las cimentaciones se realizarán de acuerdo a los planos de cimentaciones del proyecto, y conforme al Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, empleándose un hormigón HM - 25 / B / 20 /IIa. Esta definición, se corresponde con un hormigón en masa (HM) y estructural, lo que determina una resistencia característica mínima de 25 N/mm<sup>2</sup> según el citado Real Decreto 470/2021. La consistencia será blanda (B) y el tamaño máximo de árido empleado será de 20. Con referencia a la clase general de exposición, se especifica una de tipo IIa, correspondiente a humedades altas.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

El contratista, ~~previa autorización de la propiedad, realizara la ejecución~~ de pistas de acceso considerando los condicionantes precisos para su realización como: señalización para que los vehículos siempre usen esas pistas y no caminos alternativos sino sobre las mismas rodadas, causar mínimos daños. etc.

Por otro lado, respecto a los estudios de acceso necesarios, será el contratista quien los realice, y aprobados por el director de obra.

No se efectuarán movimientos de terreno ni explanaciones, sin previa autorización del director de obra.

La fase de movimiento de tierras y excavaciones se realizará en todo momento según las normas técnicas de prevención, NTP 278: Prevención del desprendimiento de tierras y NTP 126: Maquinas para el movimiento de tierras.

Todas las excavaciones permanecerán siempre acotadas, señalizadas, quedará prohibido el acopio de material y tránsito de vehículos junto al borde de la excavación.

Por la noche las excavaciones se balizarán con cinta y señalización de riesgo de caídas reflectarías.

Cuando se abandone la zona de trabajo esta permanecerá siempre completamente acotada impidiendo el paso a toda persona ajena a la obra.

Los materiales empleados en la elaboración del hormigón en masa serán los siguientes:

### 2.3.1 Cemento

Los cementos utilizados en la elaboración del hormigón deberán ajustarse a lo establecido en el Art.28 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

### 2.3.2 Agua

Se podrá utilizar, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones establecidas en el Art.29 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

### 2.3.3 Áridos

La naturaleza Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación del formato vpp de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arena y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentren sancionados por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En todo caso cumplirán las condiciones del Art.30 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En caso de empleo de escorias de horno alto enfriadas por aire se seguirá lo establecido en el apartado 30.9 incluido en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones (arena y grava).

El tamaño del árido, las condiciones físico-químicas, las condiciones físico-mecánicas, la granulometría y coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el Art. 30 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural".

### 2.3.4 Fabricación

La elaboración y puesta en obra del hormigón se realizará según lo establecido en el Art. 51 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural".

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores del fraguado. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

La dosificación de los materiales que constituyen el hormigón se realizará en peso y de tal modo que la resistencia del hormigón se ajuste a la indicada en los planos de cimentaciones del presente Proyecto Oficial.

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, el amasado se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s.

El fabricante de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por el director de obra.

El control de la resistencia característica del hormigón se realizará según lo establecido en el Art. 57 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En los casos en Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente que el contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y ~~proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón~~ que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

La temperatura de la masa del hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 °C. Se prohibirá verter el hormigón sobre elementos (armaduras, encofrados, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0 °C. En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. En aquellos casos que no puedan cumplirse las prescripciones anteriores, se admitirá el uso de los aditivos necesarios previa consulta y aprobación por parte de la propiedad.

No se hormigonará a temperaturas superiores a 40 °C o con vientos excesivos.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado según lo establecido en el Art. 52º del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Caso que se suspenda el hormigonado por algún motivo y no se haya finalizado el trabajo se permite la introducción de varillas o resina epoxi para la unión posterior de las dos fases de hormigonado.

El contratista garantizará la correcta colocación de los anclajes en apoyos 4 patas con la inclinación correcta. Para ello, empleará la plantilla adecuada durante el montaje, y no realizará el vertido del hormigón directamente sobre los anclajes para evitar desplazarlos una vez colocados.

Para los apoyos metálicos de celosía, los macizos de cimentación, tanto monobloque como fraccionados, quedarán 30 cm sobre el nivel del suelo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, con una pendiente de un 10% como mínimo como vierteaguas.

Se tendrá la precaución de dejar los tubos de polietileno corrugado de diámetro mínimo de 36 milímetros indicados en los planos de puesta a tierra de los apoyos. Estos tubos que deberán salir en la parte superior de la cimentación, junto a las tomas de puesta a tierra previstas en el apoyo, estarán preparados para instalación a la intemperie, siendo resistentes a la degradación por radiación ultravioleta.

### 2.3.5 Armado de apoyos

El armado de los apoyos de celosía se realizará sobre una superficie de terreno lo más horizontal posible, a fin de que quede nivelado sobre los tacos de madera que lo calzan, evitando de ese modo que se deforme. También, añadir que durante el armado del apoyo se tendrá presente en todo momento la concordancia de diagonales y presillas.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

El izado siempre se realizará en todo momento según la norma técnica de prevención NTP 208: Grúa móvil y la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referentes a grúas móviles autopulsadas.

Todas las maniobras de izado se realizarán por personal autorizado con grúas y plumas, que estarán en perfecto estado de mantenimiento. La grúa o pluma se seleccionará en función del peso y dimensiones de la carga, y durante todo el proceso de izado estará con estabilizadores desplegados y nivelados. El izado se realizará lentamente, quedando prohibido arrastrar la carga y permanecer debajo de esta. El estrobo de la carga se hará siempre de tal manera que su reparto sea homogéneo. El gruísta podrá guiarse por el encargado de la maniobra de izado mediante señales que serán conocidas perfectamente por el encargado y el gruísta. Una vez que la carga ha sido colocada y asegurada se procederá a desengancharla.

Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesitan su sustitución o su modificación, el contratista lo notificará al director de obra.

El uso de punteros o escarificadores para modificar taladros está prohibido.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc.

Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del director de obra.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores se apretarán los tornillos dando a las tuercas el par de apriete correcto mediante llave dinamométrica. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse.

## 2.4 Protección de las superficies metálicas

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados en caliente, según norma UNE-EN ISO 1461 contemplada como de obligado cumplimiento en la ITC-LAT 02 del RLEAT.

Todos los tornillos y sus accesorios deberán estar galvanizados en caliente según norma UNE 37 507 considerada de obligado cumplimiento según la ITC-LAT 02 del RLEAT.

## 2.5 Izado de apoyos

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.  
Por tratarse de postes pesados, se recomienda sean izados con pluma o grúa según se indica en el apartado 2.4, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

La nivelación de los apoyos metálicos de celosía se realizará mediante la perfecta colocación de la base del apoyo con plantillas.

## 2.6 Tendido, empalme, tensado y regulación de conductores

### 2.6.1 Herramientas

El contratista deberá aportar todas las herramientas necesarias, que estarán suficientemente dimensionadas en previsión de roturas y accidentes, como son poleas, cables pilotos, máquinas de empalmar, andamios, etc., y demás herramientas utilizadas en este tipo de trabajo, salvo que sean suministradas por la propiedad por mutuo acuerdo.

La propiedad se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento aquellas herramientas que, por no estar en condiciones, no sean adecuadas para efectuar el trabajo a que están destinadas.

### Máquina de frenado del conductor

Dispondrá esta máquina de dos tambores en serie con canaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor.

Dichos tambores serán de aluminio, plástico, neopreno o cualquier otro material que será previamente aprobado por el director de obra.

La relación de diámetros entre tambores y conductor será fijada por el contratista haciéndose responsable de la misma.

La máquina de frenado mantendrá constante la tensión durante el tendido limitando la tensión máxima y la velocidad de salida del cable.

La bobina se frenará con el exclusivo fin de que no siga girando por su propia inercia, por variaciones de velocidad en la máquina de frenado.

Nunca debe rebasar valores que provoquen daños en el cable por el incrustamiento en las capas inferiores.

### **Poleas de tendido del conductor y cable de tierra**

Para tender el conductor de aluminio-acero, las gargantas de las poleas serán de aluminio, plástico o neopreno.

El diámetro de la polea estará comprendido entre 25 y 30 veces el diámetro del conductor.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Las poleas para el cable de acero podrán ser de acero, madera, plástico o neopreno, y siempre de un material de igual o menor dureza que el cable o el conductor.

La superficie de la garganta de las poleas será lisa y exenta de porosidades y rugosidades. No se permitirá el empleo de poleas que por el uso presenten erosiones o canaladuras provocadas por el paso de las cuerdas o cables piloto.

La forma de la garganta tendrá una curvatura en su fondo comprendida entre el diámetro del conductor o cable de tierra como mínimo y el diámetro de los empalmes provisionales y giratorios utilizados en el tendido. Las paredes laterales estarán inclinadas formando un ángulo entre sí comprendido entre 20° y 60° para evitar enganches.

Los bordes deberán de ser biselados con el mismo fin.

No se emplearán jamás poleas que se hayan utilizado para tendidos de conductores de cobre.

Las poleas estarán montadas sobre cojinetes de bolas o rodillos, pero nunca con cojinete de fricción, de tal forma que permitan una fácil rodadura.

Se colgarán directamente de la cadena de aisladores de suspensión.

### **Máquinas de empalmar**

El contratista aportará las máquinas de empalmar requeridas, efectuándose revisiones periódicas de las dimensiones finales del manguito y efectuando ensayos dimensionales de los empalmes realizados para comprobar que las hileras y matrices están dentro de las tolerancias exigidas. Las matrices y las mordazas serán suministradas por el contratista.

### **Mordazas**

Utilizará el contratista mordazas adecuadas para efectuar la tracción del conductor, cable de tierra o cable de fibra óptica que no dañen el aluminio del conductor, el galvanizado del cable de acero, el alumoweld del cable de fibra óptica OPGW o la cubierta del cable de fibra óptica autosoportado cuando se aplique una tracción igual a la que determine la ecuación de cambio de condiciones a 0° C sin manguito de hielo ni viento.

Se utilizará preferentemente mordazas del tipo preformado, en el caso de utilizarse mordazas con par de apriete éste deberá de ser uniforme, y si es de estribos, el par de apriete de los tornillos debe efectuarse de forma que no se produzca un desequilibrio.

### **Máquina de tracción**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Podrá utilizarse como tal el cabestrante o cualquier otro tipo de máquina de tracción que el director de obra estime oportuno, en función del conductor y de la longitud del tramo a tender.

### **Dinamómetros**

Será preciso utilizar dispositivos para medir la tracción del cable durante el tendido en los extremos del tramo, es decir, en la máquina de freno y en la máquina de tracción.

El dinamómetro situado en la máquina de tracción ha de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzca una elevación anormal en la tracción de tendido.

### **Giratorios**

Se colocarán dispositivos de libre giro con cojinete axiales de bolas o rodillos entre conductor y cable piloto para evitar que pase el giro de un cable a otro.

## **2.6.2 Método de montaje**

### **Tendido**

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan transcurrido 28 días desde la finalización de la cimentación de los apoyos, salvo indicación en contra del director de obra.

El tendido del conductor debe realizarse entre amarres salvo situaciones excepcionales, donde caso de no poder ser así, se deberá justificar de manera detallada.

En lo concerniente al cable OPGW, es necesario considerar que cuando el cable pase del apoyo o pórtico desde el tendido aéreo al tendido canalizado para la entrada en la subestación, el/los proveedores seleccionados de entre los homologados para servicios de telecomunicaciones instalarán cable PKP/TKT por lo que el cable OPGW debe dejarse terminado en dicho pórtico con una coca de al menos 15 metros. Será en la reunión inicial de lanzamiento y coordinación del proyecto en la que se fijarán los puntos concretos en que deberán dejarse cocas de cable.

Antes de comenzar el tendido, los apoyos estarán totalmente terminados, así como los tornillos apretados, graneteados y las peanas terminadas.

El contratista se ocupará y someterá a la aprobación del director de obra el estudio del tendido, la elección de los emplazamientos del equipo y orden de entrega de bobinas para conseguir que los empalmes queden situados, una vez tensado el conductor, según se indica en el apdo. 2.1.6 de la ITC-LAT 07 del RLEAT.

Las bobinas han de ser tendidas sin cortar el cable y sin que se produzcan sobrantes.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

~~Si en algún caso una o varias bobinas deben ser cortadas, por exigirlo así las condiciones del tramo tendido, el contratista lo someterá a la consideración del director de obra sin cuya aprobación no podrá hacerlo.~~

El cable se tendrá siempre en bobina y se sacará de éstas mediante el giro de las mismas.

Durante el despliegue es preciso evitar el retorcido del conductor con la consiguiente formación de cocas, que reducen extraordinariamente las características mecánicas de los mismos.

El conductor será revisado cuidadosamente en toda su longitud, con objeto de comprobar que no existe ningún hilo roto en la superficie ni abultamiento anormal que hicieran presumir alguna rotura interna. En el caso de existir algún defecto, el contratista deberá comunicarlo al director de obra quien decidirá lo que procede hacer.

La tracción de tendido de los conductores será, como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el conductor.

La tracción mínima será aquella que permita hacer circular los conductores sin rozar con los obstáculos naturales, tales como tierra, que al contener ésta sales, se depositarían en el conductor, produciendo efectos químicos que pudieran deteriorar el mismo.

El anclaje de las máquinas de tracción y freno deberá realizarse mediante el suficiente número de puntos que aseguren su inmovilidad, aún en el caso de lluvia imprevista, no debiéndose nunca anclar estas máquinas a árboles u otros obstáculos naturales.

La longitud del tramo a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio puede considerarse un máximo de veinte poleas por conductor y por tramo; pero en el caso de existir poleas muy cargadas, ha de disminuir dicho número con el fin de no dañar el conductor.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y de anclaje.

El contratista será responsable de las averías que se produzcan por la no observación de estas prescripciones.

### **Empalmes**

El tendido del conductor se efectuará uniendo los extremos de bobinas con empalmes flexibles, que se sustituirán por definitivos, una vez que el conductor ocupe su posición final en la línea. En ningún caso se autoriza el paso por una sola polea de los empalmes definitivos.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Los empalmes se realizarán en cualquier caso cumpliendo lo indicado en el apdo. 2.1.6 de la ITC-LAT 07 del RLEAT como se redacta a continuación.

Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza composición y sección de los conductores. Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el puente de conexión de las cadenas de amarre, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor.

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

Con carácter general los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

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

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrofíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

El corte del cable se hará utilizando sierra y nunca con tijera o cizalla. La preparación del extremo se efectuará cortando el aluminio con sierra o máquinas de corte circular, pero cuidando de no dañar jamás el galvanizado del alma de acero y evitando que se aflojen los hilos mediante ligaduras de alambre adecuadas.

El método de efectuar el empalme se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichos empalmes.

Una vez tendido el conductor, será necesario mantener su tracción con el fin de que nunca lleguen a tocar tierra.

Durante la sustitución de empalmes provisionales por definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto de conductores tenga la tracción necesaria para que no lleguen a tocar tierra.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Si la línea llevase OPGW, los puntos concretos en los que se ubicarán las cajas de empalme quedaran determinados en la reunión inicial de lanzamiento y coordinación del proyecto mantenida con la propiedad.

### **Tensado**

El anclaje a tierra para efectuar el tensado se hará desde un punto lo más alejado posible y como mínimo a una distancia horizontal del apoyo doble de su altura, equivalente a un ángulo de  $150^\circ$  entre las tangentes de entrada y salida del cable en las poleas.

Se colocarán tensores de cable de acero provisionales, entre la punta de los brazos y el cuerpo del apoyo como refuerzo, en los apoyos desde los que se efectúe el tensado.

Las poleas serán en dicho apoyo de diámetro adecuado, para que el alma del conductor no dañe el aluminio.

Aunque los apoyos de anclaje están calculados para resistir la sollicitación de una fase en el extremo de una cruceta, si las demás sollicitaciones de las restantes fases están compensadas, se colocarán los tirantes previstos para compensar la sollicitación de la fase del lado opuesto de la cruceta en que se efectúa la maniobra de engrapado.

Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán a los cables a sacudidas.

### **Regulación de conductores**

La longitud total de la línea se dividirá en cantones.

En cada cantón el director de obra fijará los vanos en que ha de ser medida la flecha.

Estos vanos pueden ser de "regulación", o sea, aquellos en los que se mide la flecha ajustándola a lo establecido en la tabla de tendido, o de "comprobación" que señalarán los errores motivados por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Según sea la longitud del cantón, el perfil del terreno y la mayor o menor uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

- Un vano de regulación.
- Un vano de regulación y un vano de comprobación.
- Un vano de regulación y dos vanos de comprobación.
- Dos vanos de regulación y tres vanos de comprobación.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Se entregará al contratista una tabla de montaje con las flechas para los vanos de regulación y comprobación de cada serie en la situación de engrapado, deducidas de las características del perfil en función de la temperatura del conductor, que deberá de ser medida con un termómetro cuya sensibilidad será de 1 °C como mínimo, introducido en una muestra de cable del conductor utilizado y expuesto a una altura próxima a los 10 m, durante un periodo mínimo de tres horas.

En aquellos cantones en que, por razón del perfil del terreno, los apoyos se hallen enclavados a niveles muy diferentes (terreno montañoso), el contratista deberá conseguir mantener constante la tensión horizontal del conductor en las grapas de alineación para la temperatura más frecuente del año y, por tanto, la verticalidad en las cadenas de aisladores de suspensión, no admitiéndose que las mencionadas grapas se desplacen en sentido de la línea, un valor superior al 1% de la longitud de la cadena de aisladores de suspensión.

Para la regulación de conductores en líneas dúplex, se dispondrán de tensores de corredera que permitan corregir pequeñas diferencias una vez engrapados en las torres de anclaje.

Los errores admitidos en las flechas vienen indicados en el apdo. 5 del presente Pliego de Condiciones.

Después del tensado y regulación de los conductores, se mantendrán éstos sobre poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable.

En apoyos de amarre, se cuidará que en la maniobra de engrapados no se produzcan esfuerzos superiores a los admitidos por dichos apoyos, y en caso necesario el contratista colocará tensores y vientos para contrarrestar los esfuerzos anormales.

El método de efectuar la colocación de grapas se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichas grapas.

En apoyos de suspensión, la suspensión de los conductores durante la colocación de la grapa en la cadena de aisladores se hará por medio de estrobos de cuerda o de nylon para evitar daños al conductor.

En el caso de que sea preciso correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes: se suspenderá el conductor, se aflojará la grapa y se correrá a mano donde sea necesario.

### **Colocación de separadores, amortiguadores y contrapesos**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Se entregará al contratista una relación con las distancias para colocación de dichas piezas en todos los vanos de la línea tanto en los conductores como en el cable de tierra.

La colocación de estos elementos deberá efectuarse antes de que transcurran quince días después de la regulación de los conductores.

El método de efectuar la colocación de separadores se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichos herrajes. Estos elementos deberán ser aptos para soportar una intensidad de cortocircuito de 50 kA.

La colocación de amortiguadores y el número de los mismos, será el indicado en el correspondiente estudio de amortiguamiento que deberá presentar el fabricante que los suministre.

### **Protección y cruzamientos**

Las protecciones en ferrocarriles, carreteras, caminos, veredas, líneas eléctricas, telefónicas, telegráficas, etc., serán por cuenta del contratista.

En aquellos cruzamientos en los que el proyectista considere que son de especial relevancia y en los que pudiera ser razonable aumentar los coeficientes de seguridad reglamentarios, se instalarán cadenas con doble aislamiento por conductor.

En los cruzamientos con vías públicas o en lugares transitados, se colocarán protecciones adecuadas, y se situará a cada lado del cruzamiento una señal indicadora de peligro.

En los cruzamientos de líneas eléctricas de cualquier tensión, o en los trabajos a efectuar en las proximidades de dispositivos con tensión, se tomarán todas las precauciones conocidas (corte de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el contratista de lo que pueda suceder, aunque se halle presente en la obra alguno de los técnicos o vigilantes de la propiedad.

Los cruzamientos se efectuarán preferentemente sin tensión en la línea cruzada, para lo que deberá solicitar el contratista los descargos correspondientes con veinte días de antelación a la propiedad, que se hará cargo de esta gestión. Si el cruzamiento se hiciese con la línea en tensión este no se realizará hasta la aprobación por parte del director de obra del método a emplear.

Los descargos se realizarán normalmente en días festivos, por lo que el contratista deberá organizar su trabajo de forma que los cruces con líneas coincidan con dichos días. No obstante, la propiedad hará las gestiones necesarias para que dichos descargos sean en las fechas más convenientes para el buen orden del trabajo, sin que el contratista pueda efectuar reclamación alguna si no se puede conseguir.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Las líneas de tensión inferior a 25 kV podrán ser puenteadas por el contratista, siempre que se consiga la debida autorización de la empresa propietaria de la línea.

Estos puentes se harán con cables aislados a su cargo y se introducirán en zanjas para su protección. Asimismo, se colocarán placas indicadoras de peligro de muerte y se señalizará debidamente la zona afectada.

En líneas de tensión superior a la indicada y en todas aquellas en las que no se consiga autorización para puentearlas con cable aislado, tendrán que cruzarse en descargo que será lo más breve posible, haciendo que el final y el principio de los cantones de tendido queden a ambos lados de la línea cruzada.

## 2.7 Reposición del terreno

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza o retiradas a vertedero, en caso contrario, todo lo cual será a cargo del contratista.

Todos los daños serán por cuenta del contratista, salvo aquellos aceptados por el director de obra.

## 2.8 Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la indicada por el director de obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

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

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

Se señalará la instalación con el lema corporativo de la propiedad en los cruces con vías de comunicación.

## 2.9 Prescripciones medioambientales

Caso que aplique a la línea la colocación de salvapájaros, y que estos vayan ubicados en el cable de fibra óptica autosoportado, se tendrá sumo cuidado en la colocación de los citados elementos, evitando que el cable soporte elevados pesos y esfuerzos mecánicos que puedan dañarlo. Por ello, se recurrirá a su colocación mediante alguna metodología que evite que sea un operario en un carro que circula sobre el cable quien los sitúe en el mismo, y caso de emplear algún método similar al citado, se consultará previamente al fabricante sobre su viabilidad. Una opción, sería colocar los salvapájaros con una pluma desde el suelo siempre que fuese es posible.

La instalación de salvapájaros y balizas se acometerá después del izado y tensado de los cables de tierra en un plazo máximo de cinco días y se incluirá su mantenimiento en las operaciones generales de conservación de la línea. Las balizas serán repuestas cuando, por deterioro, no cumplan su función.

## 2.10 Condiciones ambientales

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los requisitos ambientales expuestos a continuación.

### 2.10.1 Condiciones generales

Se cumplirá con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones de la propiedad en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental, Planes de Vigilancia Ambiental, o resoluciones emitidas por la Administración Ambiental.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del contratista se deben aplicar las medidas correctoras necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Las emisiones sonoras debidas al transporte de materiales, movimiento de maquinaria y presencia de personal, se realizará asegurando que no se superan los límites máximos permitidos establecidos por las normas de aplicación.

### 2.10.2 Atmósfera

Para minimizar la dispersión de material por el viento, se adoptarán las siguientes medidas:

- Acopio y almacenamiento de materiales en lugares protegidos.
- Reducción del área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Priorizar el acondicionamiento de suelo desnudo.
- La carga y transporte de materiales se realizará cubriendo las cajas de los vehículos y adaptando la velocidad del transporte al tipo de vía.

### 2.10.3 Residuos

Como primera medida se aplicará una política de NO GENERACION DE RESIDUOS y su manejo incluirá los siguientes pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en esta medida se aplicará una política de NO GENERACION DE RESIDUOS

Conservar las zonas de obras limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras, y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin.

La gestión y el transporte de los residuos se realizarán de acuerdo con la normativa específica para cada uno de ellos, según su tipología.

### 2.10.4 Inertes

Se establecerán zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta (>12%); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán construir barreras provisionales que impidan su dispersión.

### 2.10.5 Derrames y vertidos

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia.

Se prohíbe el lavado de cubas de hormigón en obra.

En caso de derrame accidental por avería, incidente o mala ejecución, se tendrá en cuenta lo dispuesto en el apartado 2.1 – Condiciones Ambientales Generales, y en el 2.3 – Residuos, en lo referente al transporte y gestión.

#### 2.10.6 Conservación ambiental

Se acotarán las operaciones de desbroce y retirada de la cubierta vegetal a las necesidades de la obra.

Se acopiará y reservará la cubierta vegetal para su reposición una vez finalizada la obra.

Se utilizarán los accesos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se emplee durante la ejecución de la obra.

#### 2.10.7 Finalización de obra y restauración ambiental

Retirada de los materiales sobrantes, estructuras temporales y equipos empleados durante la ejecución de la obra, restaurando las zonas que hayan sido compactadas o alteradas.

#### 2.11 Puesta a tierra

Los apoyos de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con lo establecido en el Documento n.º 1 Memoria y los planos de puesta a tierra del Documento n.º 5 Planos.

Una vez finalizadas las instalaciones de puesta a tierra el contratista procederá a la medición de la tensión de contacto aplicada mediante un método por inyección de corriente en los apoyos donde la determinación de ese valor sea exigida (apoyos frecuentados), según se indica en el apdo. 7.3.4.6 de la ITC-LAT 07 del RLEAT.

Cuando no sea posible cumplir las tensiones de contacto, se instalarán medidas adicionales de seguridad y se medirán las tensiones de paso.

En los apoyos no frecuentados, en el supuesto de que el valor de la resistencia de puesta a tierra sea superior a  $20 \Omega$  se realizará una mejora de la puesta a tierra hasta alcanzar en lo posible dicho valor.

La medición de la resistencia de puesta a tierra del apoyo se determinará eliminando el efecto de los cables de tierra.

### 3 Materiales

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que exige el siguiente Pliego de Condiciones. El director de obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no ofrezcan suficientes garantías.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el pliego de condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra.

No se aceptará en ningún caso el uso de Policloruro de Vinilo (PVC).

### 3.1 Apoyos

Los apoyos utilizados en el presente Proyecto se ajustarán a las especificaciones técnicas de materiales de la propiedad.

En caso de ser necesario emplear antiescalo de material aislante con objeto de conseguir el cumplimiento reglamentario de la tensión de contacto, los taladros necesarios en el apoyo serán realizados en fábrica previo galvanizado en caliente, y se considerará en el cálculo estructural del apoyo. Asimismo, estos apoyos destinados a montarse con antiescalo, incorporarán escalera de pates a partir de los 3 metros para permitir el acceso a crucetas y cúpula de tierra.

### 3.2 Conductores y cables

Los conductores Al-Ac y cables de acero para la puesta a tierra utilizados en el presente Anteproyecto se ajustarán a las especificaciones técnicas de materiales de la propiedad.

En lo referente a los cables de tierra empleados en el Proyecto Oficial, se ajustarán a lo indicado en el documento de requisitos de tendido cable OPGW y PKP en líneas eléctricas de la propiedad.

### 3.3 Aisladores

Los aisladores y las crucetas aislantes utilizados en el presente proyecto se ajustarán a las especificaciones técnicas de materiales de la propiedad.

### 3.4 Herrajes

Los herrajes utilizados en el presente Anteproyecto se ajustarán a las especificaciones técnicas de materiales de la propiedad.

En lo concerniente a los herrajes para el cable OPGW, indicar que deberán colocarse de forma que no dañen ni deformen el cable, empleando los elementos necesarios para evitar tracciones en el cable, efectos del viento que permita que el cable golpee la torre y pueda dañarse, radios de curvatura del cable superiores o inferiores al recomendado por el fabricante, así como cualquier otra situación que impida disponer de un correcto tendido.

## 4 Aseguramiento de calidad de materiales de A.T.

El proceso de aseguramiento de la calidad estará formado por los siguientes aspectos:

- Verificación que los materiales de A.T. cumplen especificación de la propiedad y son suministrados por proveedores homologados por ella.
- Ensayos de recepción en fábrica.
- Con carácter general, los ensayos de recepción en fábrica serán los recomendados por la normativa vigente.
- Para todos los materiales de A.T., la propiedad recibirá los protocolos de los ensayos de recepción en fábrica realizados sobre los mismos, y deberán ser aprobados explícitamente por la propiedad.
- Ensayos de recepción en campo.
- Con carácter general, los ensayos de recepción en campo serán realizados conforme a lo establecido en el Procedimiento de Pruebas y Puesta en Servicio de Líneas de la propiedad y con su presencia, la normativa vigente

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en su presencia.

Además de los ensayos establecidos en las Normas de Obligado cumplimiento relacionadas en la ITC-LAT-MIE RLEAT 02, la propiedad se reserva el derecho de establecer cuantos ensayos considere necesarios para el aseguramiento de la calidad de los materiales que se instalen en obra.

## 5 Recepción en obra

Durante la obra y una vez finalizada la misma, el director de obra verificará que los trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este pliego de condiciones general y de más pliegos de condiciones particulares.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

El director de obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

### 5.1 Calidad de cimentaciones

De acuerdo con el apartado 2.3, el director de obra verificará que las dimensiones de las cimentaciones y las características mecánicas del terreno según el estudio geotécnico realizado.

Asimismo, podrá encargar la ejecución de los ensayos de resistencia característica del hormigón utilizado en la cimentación tal y como lo establecen el Art. 57º del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. El contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

**5.2 Tolerancias de ejecución**

**5.2.1 Desplazamiento de apoyos sobre su alineación**

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a  $(D/100) + 10$ , expresada en centímetros.

**5.2.2 Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea, en relación a su situación prevista**

No debe suponer aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Proyecto Específico.

**5.2.3 Verticalidad de los apoyos**

En los apoyos de alineación se admitirá una tolerancia en la verticalidad del 0,2 % sobre la altura del mismo.

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Dimensión de flechas

Los errores máximos admitidos en las flechas, cualquiera que sea la disposición de los conductores y el número de circuitos sobre el apoyo, en la regulación de conductores, serán de:

+/-3%	En el conductor que se regula.
+/-3%	Entre dos conductores situados en un plano vertical.
+/-6%	Entre dos conductores situados en un plano horizontal

La medición de flechas se realizará según norma UNE 21 101.

Cuando se utilice conductor en haz dúplex se comprobará también que la diferencia entre las flechas de un haz de los dos subconductores no excederá del diámetro del conductor.

#### 5.2.4 Estado y colocación de los aisladores y herrajes

Se comprobará que el montaje de cadenas de aisladores, crucetas aislantes y herrajes, son correctos y conforme a los planos de montaje.

No se admitirá una desviación horizontal de las cadenas de aisladores de suspensión superior al 1% de la longitud de la cadena ni un giro superior a 2º en las crucetas aislantes giratorias.

#### 5.2.5 Grapas

Se comprobará que las grapas y demás accesorios han sido instalados de forma correcta.

#### 5.2.6 Distancias a masa y longitudes de puente

Se comprobará que las distancias fase-tierra son mayores que las mínimas establecidas en el apdo. 5.4.2 de la ITC-LAT 07 del RLEAT.

### 5.3 Tolerancias de utilización

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:

- En el Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente caso de aisladores no suministrados por el contratista, la tolerancia admitida de elementos estropeados es del 1,5%.
- La cantidad de conductor se obtiene multiplicando el peso del metro de conductor por la suma de las distancias reales medidas entre los ejes de los pies de apoyos, aumentadas en un 5%, cualquiera que sea la naturaleza del conductor, con objeto de tener así en cuenta las flechas, puentes, etc.

### 5.4 Documentación de la instalación

Una vez finalizada y puesta en servicio la línea eléctrica el director de obra entregará a la propiedad la siguiente documentación:

- Proyecto actualizado con todas las modificaciones realizadas.
- Permisos y autorizaciones administrativas.
- Certificado de final de obra.
- Certificado de puesta en servicio.
- Ensayos de medición de tierras.

- Medida de la tensión de contacto o paso, en los apoyos frecuentados.
- Ensayos de resistencia característica del hormigón de las cimentaciones.
- Ensayo de recepción de los materiales utilizados.
- Accesos realizados para el montaje y mantenimiento de la línea.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## **PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEA SUBTERRÁNEA**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 1 Objeto y campo de aplicación

El presente Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de la línea eléctrica subterránea realizada según el Proyecto LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE).

Estas obras contemplan la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de dichas líneas, así como la puesta en servicio de las mismas.

Los Pliegos de Condiciones Particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

## 2 Alcance

Los trabajos a realizar se dividen en trabajos de obra civil y trabajos de tendido.

Serán trabajos de tendido aquellos relativos al tendido de cables de potencia, conexión eléctrica de los mismos, de sus accesorios y cualquier otro trabajo que complete las conexiones eléctricas de la instalación.

Los trabajos correspondientes a obra civil comprenderán todas las acciones restantes, como apertura, excavación, relleno, compactado y reposición de zanjas.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

## 3 Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

### 3.1 Características generales

Toda obra a realizar estará sometida a la obtención previa de las licencias correspondientes y demás autorizaciones municipales o, en su caso, a la autorización para reparación de avería y posterior obtención de licencia, así como al pago de las correspondientes exacciones fiscales, según la normativa aplicable en cada supuesto.

En todo el trazado y durante la ejecución de los trabajos prevalecerá el orden y limpieza. Al finalizar la jornada de trabajo se retirarán todas las herramientas, materiales y maquinaria.

En pasos de vehículos o de personas se dispondrán planchas de chapa de hierro debidamente señalizadas. El espesor de estas chapas no será inferior a 20 mm y se dispondrán barandillas y los elementos de seguridad oportunos.

Si los trabajos propios de las obras significaran la obstrucción de desagües, se construirán unos provisionales, manteniéndose limpios en todo momento.

En caso de encontrarse bocas de riego, hidrantes o similares se respetará un radio de 3 m alrededor de estos elementos.

Todos los servicios descubiertos permanecerán identificados. Si durante los trabajos se produjeran averías en canalizaciones o servicios ajenos se repararán con carácter urgente, para luego proceder a su reparación definitiva.

El acopio de materiales se realizará de forma segura en un lugar adecuado a su almacenaje.

Las zonas de acopio de materiales se dispondrán ocupando la menor superficie posible y en zonas desprovistas de vegetación natural, además de estar impermeabilizadas correctamente para evitar riesgos de infiltración.

Las zonas de acopio o de tránsito de maquinaria y las instalaciones auxiliares necesarias durante las obras no podrán situarse en áreas ocupadas por espacios protegidos, hábitats de interés comunitario, terrenos de monte, vías pecuarias, márgenes de cauces, zonas encharcadas o de elevada humedad edáfica ni ningún otro elemento que, sin tener consideración de masa de agua, forme parte del dominio público hidráulico.

El acopio de materiales se ubicará de manera que se impida cualquier riesgo de vertido, ya sea directo o indirecto; por ~~escorrentía, erosión, infiltración u otros mecanismos sobre las~~ aguas superficiales o subterráneas. La ubicación de las instalaciones auxiliares deberá evitar la ocupación del dominio público hidráulico, la zona de servidumbre de los cauces y zonas situadas sobre materiales de alta permeabilidad. Se evitará, en la medida de lo posible, la ocupación de la zona de policía de cauce público.

El contratista aportará toda la herramienta y útiles necesarios para la ejecución de los trabajos. Las herramientas y útiles estarán suficientemente dimensionados para el trabajo que se vaya a desarrollar y cumplirán con la legislación vigente oportuna en materia de seguridad.

### 3.2 Replanteo

Todos los trabajos realizarán en conformidad a los planos y coordenadas entregados previamente a su ejecución.

Se comprobarán siempre los servicios y elementos afectados, tanto si están previstos inicialmente como si surgen a posteriori. Para ello se realizarán los estudios y calas sean oportunas.

### 3.3 Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc.

Se procurará causar los mínimos daños posibles en la propiedad, ajustándose a los compromisos adquiridos con el propietario antes de la ejecución de las obras.

El propietario es responsable de cualquier daño personal en aplicación de la normativa vigente

En entornos rurales se mantendrán cerradas las propiedades atravesadas, en caso de posibilidad de presencia de ganado.

En instalaciones enterradas, al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor, siendo este radio mínimo  $10 \cdot (D+d)$  donde D es el diámetro exterior y d el diámetro del conductor.

En instalaciones entubadas se respetarán los radios de curvatura mínimos precisos dependiendo del diámetro exterior del tubo, de tal forma que en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 160 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 8 m, en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 200 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 10 m y en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 250 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 12,5 m.

### 3.4 Apertura de zanjas

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Compañía.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 500 mm entre la zanja y las tierras extraídas o cualquier otro objeto, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Las tierras extraídas se apilarán de forma adecuada para su posterior uso, en caso de que las autoridades lo permitan, o para su posterior evacuación a vertedero autorizado. Se prestará especial atención para no mezclarla con agentes contaminantes que pudieran dañar el medio ambiente o impedir su posible reutilización.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios comercios y garajes. Se respetarán siempre anchos de vías de circulación de al menos 3 m si es de sentido único y de 6 m si es de doble sentido. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará de una autorización especial.

En canalizaciones que discurran por calzada se dejará un mínimo de 30 centímetros de separación desde el bordillo hasta la arista más próxima de la zanja.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en

Para reducir el coste de reposición del pavimento en lo posible, la zanja se puede excavar con intervalos de 2 a 3 m alternados, y entre cada dos intervalos de zanja se practicará una mina o galería por la que se pase el cable.

Las dimensiones de las zanjas para una o dos ternas, se harán según las tablas indicadas en los planos del Proyecto en función de la sección de los cables y el tipo de instalación: directamente enterrada, bajo tubo y bajo tubo hormigonada.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

No se emplearán, en ningún caso, maquinaria y herramientas que causen una contaminación acústica que sobrepase los niveles especificados por la legislación vigente.

En caso de ser necesaria la retirada de pavimento asfáltico, se realizarán los cortes por medio de cortadora de disco.

A la hora de atravesar jardines o parques, se intentará preservar la vegetación existente en la medida de lo posible.

Ante presencia de agua se realizarán y mantendrán los achiques necesarios para una correcta ejecución de los trabajos, disponiéndose de sistemas de drenaje especial cuando en caso necesario.

Se evitará el deterioro de todos los elementos afectados por la excavación, para lo que se tomarán las medidas pertinentes. En caso de deterioro, el contratista será responsable de su reparación y tendrá la obligación de avisar inmediatamente a los propietarios.

### **3.5 Canalización**

#### **3.5.1 Canalización de cables bajo tubo hormigonado**

El empleo de este tipo de canalización será prioritario en los casos siguientes:

- Cruces o tendidos a lo largo de vías públicas, privadas o paso de carruajes (tubos hormigonados en todo el recorrido).
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.
- Sectores urbanos, donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.
- Cuando sea necesario dejar prevista la canalización para realizar el tendido del cable en el futuro.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán bajo las siguientes condiciones:

- a) Se colocará en posición horizontal y recta, y estarán hormigonados en toda su longitud.
- b) No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra que actúe como amortiguador.
- c) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.

- d) El fondo de la zanja en la que se alojen, deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.
- e) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. Deberán proyectarse con todo detalle.

En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo de tubo de 2 m.

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo. Los tubos serán independientes entre sí, siendo sus principales características:

- Tubo de polietileno de alta densidad o polipropileno, de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.
- Diámetro exterior 250 mm.
- Tramos de 6 m de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 m (dos por tramo de tubo).

Los separadores serán de tipo plástico, compuestos a partir material libre de halógenos y proporcionarán suficiente rigidez mecánica para soportar los esfuerzos electrodinámicos tanto en el momento de instalación como en servicio. La forma del separador obligará al formado del tresbolillo de los tubos, introduciendo una separación entre los tubos de 70 mm para tubos de diámetros exteriores de 250 mm.

En caso de separadores de tubos de 250 mm de diámetro exterior, dispondrán en el mismo cuerpo de habitáculos para los tubos de cables equipotenciales y testigo de hormigonado para el encofrado. En caso de separador de tubos de menor diámetro no serán obligatorios estos dos requisitos, pero dispondrán de piezas conectoras para la correcta fijación de los tubos para el conductor equipotencial.

Excepcionalmente se admitirá la disposición en capa de los tubos, cuando las condiciones específicas de un proyecto así lo aconsejen.

Para el tendido de los cables de telecomunicaciones, se instalarán 2 tubos de plástico de doble pared (corrugada la externa y lisa la interna) de 125 mm de diámetro exterior, según la disposición indicada en los planos de zanjas tipo. Para la ubicación de estos tubos se dispondrá de un separador específico cada 3 m de tendido.

Tanto en tubos de potencia como tubos de telecomunicaciones se respetarán las siguientes indicaciones:

- a) No se empleará ningún tubo deteriorado previamente a su instalación. Se desecharán los tubos perforados, abollados o con fisuras.
- b) Los tubos se ensamblarán unidos entre sí mediante los manguitos de unión suministrados a tal efecto, comprobando que no se queda ningún elemento extraño en su interior. No obstante, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro del cable, para evitar enganches contra dichos bordes.
- c) Al construir la canalización, se dejará en los tubos de potencia una cuerda de nylon de 10 mm de diámetro en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para tendido. La cuerda de nylon será de 8 mm de diámetro para los tubos de telecomunicaciones.
- d) Al concluir la jornada de trabajo se taparán los extremos del tubo abiertos.
- e) Las juntas de entradas y salidas de los tubos a las cámaras de empalme se sellarán mediante sikaflex o mortero sin retracción.
- f) El interior de los tubos de entradas y salidas a las cámaras de empalme, se sellará con espuma de poliuretano de expansión, salvo que el tubo sea de desagüe.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Se respetará un radio de 100 mm alrededor de los tubos, sin que se ubique ningún otro elemento, para lo que se realizarán las etapas necesarias en las fases de hormigonado respetando las canalizaciones descritas en el documento Planos.

El encofrado de hormigón ocupará toda la anchura de la canalización. La altura del encofrado será de 783 mm para tubos de diámetros exterior de 160 mm, 858 mm para tubos de diámetro exterior 200 mm y 977 mm para tubos de diámetro exterior 250 mm.

Para el encofrado de hormigón se utilizará en todo caso hormigón en masa HM-20/B/20 (ver apartado 3.11) según el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. Las clases general y específica de exposición se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

A continuación, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por, a una profundidad aproximada de 150 mm bajo el pavimento a reponer y situada sobre el eje vertical de cada terna.

### 3.5.2 Cables al aire, alojados en galerías

Este tipo de canalización se evitará en lo posible, utilizándose únicamente en el caso en que el número de conducciones sea tal que justifique la realización de galerías; o en los casos especiales en que no se puedan utilizar las canalizaciones anteriores.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas del tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable. Dispondrán de un punto de puesta a tierra accesible que conecte con el electrodo enterrado de puesta a tierra.

Las galerías visitables se usarán preferentemente solo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento en que evacua.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 metros de anchura mínima y 2 metros de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales. En los puntos singulares, entronques, pasos especiales, accesos de personal, etc., se estudiarán tanto el correcto paso de las canalizaciones, como la seguridad de circulación del personal.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse de accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

Las empresas utilizadoras tomarán las medidas oportunas para evitar la presencia de roedores en las galerías.

Las galerías de longitud superior a 400 metros, además de las disposiciones anteriores dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 metros como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF 120) con puertas cortafuegos (RF 90) cada 1.000 metros como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T en uno de los laterales, reservando el otro para B.T, control, señalización, etc.).

Los cables se disponrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Las entradas y salidas de los cables en las galerías se harán de forma que no dificulten ni el mantenimiento de los cables existentes ni la instalación de nuevos cables.

Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

Los cables se colocarán al aire, fijados sobre soportes metálicos mediante abrazaderas plásticas, de manera que no se desplacen por efectos electrodinámicos.

Las abrazaderas plásticas fabricadas en poliamida reforzada con fibra de vidrio, resistentes al incendio. Asimismo, serán resistentes al agua, rayos UVA, ozono, aceites, combustibles acetona, alcoholes y benceno.

Serán totalmente inertes, no conteniendo halógenos ni ningún metal que desprenda gases tóxicos en caso de incendio. No contendrán ningún tipo de colorante ni pintura, y serán de color negro. El diseño tendrá las dimensiones adecuadas para proporcionar una presión firme y uniforme sin dañar los cables, ni en funcionamiento normal ni en condiciones de cortocircuito.

El montaje de las abrazaderas se realizará de forma rápida y sencilla, sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

Se instalarán preferentemente abrazaderas con soporte incorporado fabricado del mismo material, admitiéndose donde no sea posible la instalación de la abrazadera sobre soportes metálicos.

El resto de características principales se reflejan en la siguiente tabla.

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Resistencia a la flexión (N/mm <sup>2</sup> )	220
Resistencia mecánica mínima (N)	2.500
Resistencia a la tracción (N/mm <sup>2</sup> )	135
Coefficiente de dilatación (% por cada 10°C)	0,01
Límites de temperatura (°C)	-40 / +135*
Resistencia al fuego (s)	60

\* Temperaturas pasajeras de hasta 210 °C son admisibles

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

En galerías o zanjas registrables se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Solo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga el agua no afecte a los demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua y tubos hormigonados para cables de comunicación; y en el otro cuerpo, estanco respecto al anterior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de A.T, de B.T, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.

Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

### 3.5.3 Paralelismos y cruzamientos

Cuando en el trazado de la línea aparezca algún tipo de paralelismo o cruzamiento con cualquier otro elemento de los contemplados en el Documento Memoria, se respetará en todo momento lo indicado en la citada Memoria.

Caso de plantearse distintas alternativas para resolver estos paralelismos o cruzamientos, será el Director de Obra quien decida que alternativa adoptar, en base a razones técnicas, económicas y de seguridad.

### 3.6 Transporte y almacenamiento de bobinas de cables

Previamente al traslado, será estudiado el emplazamiento de destino. El transporte de las bobinas se realizará siempre sobre vehículo, manipulándose mediante grúa.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Si la bobina se transporta con duelas, se deben proteger convenientemente para que un deterioro de las mismas no afecte al cable.

El transporte con duelas debe protegerse convenientemente para aplicación de la normativa vigente

Cuando se coloquen las bobinas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una con otra, y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y resistentes, con un largo total que cubra completamente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa, y se clavarán por ambos lados al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tabloncillos de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. Además, deberá evitarse que la bobina ruede sobre un suelo accidentado.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

El almacenamiento de bobinas se realizará sobre firme adecuado, en un lugar donde no pueda acumularse agua. En lugares húmedos se aconseja la separación de las bobinas. No se permitirá el apilamiento de bobinas.

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### 3.7 Tendido de cables

En instalaciones directamente enterradas o en galería se verificará antes del tendido que no hay elementos susceptibles de dañar la cubierta. En instalaciones directamente enterradas se revisará la rasante, que será lisa y en instalaciones en galería se revisarán los puntos de apoyo del cable, como bandejas o voladizos.

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin se procederá a mandrilar los tubos de la instalación según los diámetros interiores de los mismos.

Una vez finalizada la zanja se procederá al mandrado de todos los tubos en los dos sentidos. El mandril será suministrado por el contratista.

Esta operación se deberá realizar obligatoriamente en presencia del director de obra.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad.

El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que sirva para el tendido del futuro piloto de tendido del cable. La cuerda guía de nylon será de 10 mm de diámetro.

En el caso de encontrarse con algún cuerpo extraño, se procederá a su retirada por un medio aprobado por el técnico responsable de la propiedad. Si el tubo está obstruido (el mandril no pasa), se procederá a la nueva ejecución del tramo afectado.

Después del mandrilado se procederá a tapar el tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños y se levantará acta de esta actividad.

Se estudiará el emplazamiento óptimo para la bobina antes del tendido. La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido. En el caso de trazados con pendiente, es preferible el tendido en sentido descendente. Se procurará la alineación de las bobinas con la traza para su tendido. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no superará los 10°.

En caso de que uno de los extremos de la canalización presente puntos de difícil acceso o curvas pronunciadas, es preferible situar la bobina en el extremo opuesto.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable. Las duelas se retirarán con la bobina suspendida unos 10 ó 20 cm, haciendo posible el giro alrededor de su eje. El eje se apoyará sobre pies dimensionados acorde al trabajo a desarrollar, asegurando la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y un radio de curvatura una vez instalado de 10 (D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y del diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja, estarán comunicados y en disposición de detener el proceso de tendido en cualquier momento. A medida que vaya extrayendo el cable de la bobina, se hará inspección visual de cualquier deterioro del cable.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo.

Los cabrestantes se accionarán por medio de motores autónomos para tirar de los cables de potencia a través de pilotos guía. En la placa de características figurará su fuerza de tracción, permitiéndose el uso de rebobinadora para los cables piloto. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

Antes del inicio de los trabajos se realizará un estudio de las tracciones necesarias, a fin de no sobrepasar los esfuerzos máximos permitidos. El despliegue del cable se hará lentamente a velocidad constante. Esta velocidad será del orden de entre 2,5 y 5 m/min.

Se prestará especial atención cuando la bobina se desenrolle completamente, teniendo previsto que el cable no se destense en ningún momento mediante algún tipo de medio mecánico.

El cabrestante y el freno deben ser fijados de forma rígida para un correcto funcionamiento en el peor caso de carga. La máquina de frenado y sus accesorios estarán dimensionados en función de la bobina de tendido. El dispositivo de frenado será reversible y podrá actuar como cabrestante en caso de necesidad.

Para el guiado del cable se emplearán cables piloto de tipo flexible, serán antigiratorios y sus elementos de conexión serán giratorios para compensar la torsión producida.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

~~La unión del cable y del cable piloto se realizará por medio de cabezal de tiro y manguito giratorio.~~

Se podrá recubrir el cable con grasa lubricante con el fin de favorecer el deslizamiento del mismo en el interior de los tubos y así reducir el esfuerzo de tracción. En ningún caso se utilizará grasa que pueda dañar la cubierta del cable.

El tendido se hará obligatoriamente a través de rodillos que puedan girar libremente, y contruidos de forma que no dañen el cable. La superficie de los rodillos será lisa, libre de rebabas o cualquier deformación que pudiera dañar el cable.

Los rodillos se montarán sobre rodamientos convenientemente lubricados, para lo que se dispondrán los equipos de engrase convenientes.

El diámetro del rodillo será, como mínimo, de 2/3 partes el diámetro del conductor.

En algunos casos es aconsejable el uso de arquetas intermedias que permitan situar rodillos a la entrada y salida de los tubos. Con esto se disminuye el rozamiento y, por consiguiente, el esfuerzo de tiro del cable.

Los rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

El diseño de los rodillos evitará en todo momento el rozamiento de las armaduras o cualquier otro elemento con el cable, impidiendo el deterioro de la cubierta del mismo. El descarrilamiento se impedirá por medio de protecciones dispuestas a tal efecto.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. La cifra mínima recomendada es de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en conformidad de la normativa vigente

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable produce en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollando cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable. El frenado del cable estará sincronizado con el tiro del mismo. Si se deja de tirar del cable sin frenar, la inercia de giro de la bobina alrededor de su eje permitirá que se siga desenrollando el cable, lo que puede producir malformaciones ante un esfuerzo de flexión.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o exponiéndolos a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas

han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

Por sus características constructivas, los cables no se someterán a esfuerzos de flexión. Estos esfuerzos podrían mermar las propiedades mecánicas o eléctricas del cable e incluso inutilizarlo por completo.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 100 mm de arena fina y la placa de protección de polietileno normalizada.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Se asegurará la estanqueidad en los extremos de la zanja, zonas de empalme y terminales, así como del extremo de cable que haya quedado en la bobina. Con el cable tendido, se sellarán las bocas de los tubos para impedir la entrada de gases, agua o roedores con espuma de poliuretano sin que ésta entre en contacto con la cubierta del cable.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Quando dos extremos de cable tendidos vayan a ser empalmados, la cubierta puede desplazarse con respecto al resto del cable debido a los esfuerzos de tracción. Por este motivo, cuando dos cables se vayan a empalmar, se solaparán al menos 2,5 m salvo longitud específica dada por el fabricante.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización, asegurándola con hormigón en el tramo afectado.

Nunca se pasará más de un cable por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

En instalaciones bajo tubo, se tendrá especial cuidado en la boca del tubo para no producir ralladuras en la cubierta del cable. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo o, en su defecto, se utilizarán boquillas protectoras.

### 3.8 Tendido de los cables de puesta a tierra

Se tenderán dos cables de puesta a tierra en cada tramo con conexión de pantallas Single-Point, que unirán equipotencialmente los electrodos de puesta a tierra de ambos extremos.

La disposición de los cables de tierra será la especificada en las correspondientes zanjas tipo.

La sección de cada cable de tierra no será en ningún caso inferior a la sección de la pantalla y, en cualquier caso, soportará una intensidad de cortocircuito admisible en régimen no adiabático superior a la soportada por la pantalla.

Para el mandril Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente lado del tubo utilizado para el tendido de los conductores equipotenciales, se emplearán medios mecánicos y no manuales, como máquina de tiro con limitador de esfuerzo. El mandril será suministrado por el contratista.

### 3.9 Tendido de los cables de telecomunicaciones

La distancia entre arquetas depende del trazado de la canalización. Como regla general, la distancia aproximada puede ser de 150 m a 200 m. Si son tramos rectos pueden construirse cada 200 m. Con el margen de 50 m se podrán mover las arquetas para que el número total de las mismas se ajuste a los metros totales del recorrido de la canalización.

En el núcleo urbano, la distancia de 150 m a 200 m entre arquetas, se puede dar en muy pocas ocasiones debido a las propias características de la zona urbanizada, ya que los trazados de las canalizaciones generalmente realizan cambios de dirección a menos de 200 m, por lo que, en función de los mismos, se debe ajustar el número de arquetas.

Para poder realizar el tendido del cable y que éste y las fibras no sufran daños, deben existir registros o arquetas de forma que la canalización no sea mayor de 200 metros, entre arquetas o registros.

Debido a las limitaciones del radio de curvatura del cable, se construirán arquetas en todos los cambios de dirección del recorrido de la canalización que sean mayor o igual a 45°, evitándose que se doblen o se corten las fibras.

No se permitirá tender el cable haciendo tracción por medio de palancas, vehículos y otros útiles; deberá hacerse siempre a mano, con los operarios distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la canalización. El cable que se suministra tiene una resistencia a la tracción de 3000 N.

En ningún caso, aunque sea de forma transitoria para continuar con el trabajo más tarde, se dejarán los extremos del cable en zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los de los subconductos así como haber sellado la punta del cable para evitar la entrada de agua en los subconductos y humedad en el cable.

Las cocas de cable serán normalmente de 10 metros, se dejarán en las arquetas donde están definidos los empalmes, se enrollarán, respetando el radio mínimo de curvatura del cable y se sellarán las puntas del cable de fibra óptica.

### 3.10 Paso Aéreo-Subterráneo

En el paso de aéreo a subterráneo se instalarán los terminales de cable aislado y los pararrayos-autoválvulas de cada una de las fases. Asimismo, y en aquellos circuitos en los que las comunicaciones se realicen por onda portadora, se instalará el conjunto formado por bobina de bloqueo y condensador de acoplamiento.

La conexión Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente. entre terminal y autoválvula siempre será lo más corta posible, y en ningún caso superará los 3 metros, situándose preferentemente la autoválvula entre la línea aérea y el terminal del cable.

En el tendido de los cables a lo largo del apoyo, éstos irán grapados al apoyo, con una separación entre los puntos de fijación tal que garantice la ausencia de desplazamientos de los cables por efectos electromagnéticos, o por esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Las cajas de conexión de las pantallas se instalarán sobre el fuste a una determinada altura del suelo, nunca inferior a 4 metros, con el fin de proteger las mismas del robo o manipulación por personal ajeno.

Si existen contadores de descargas, se instalarán sobre el alzado lateral de apoyo, a 3 metros mínimo de altura sobre el terreno, con el fin de proteger los mismos del robo o manipulación.

Si existe bobina de bloqueo, se instalarán las cajas con los equipos de comunicaciones sobre el alzado posterior de un apoyo, a un mínimo de 1,5 metros de altura sobre el terreno.

Las características de la puesta a tierra de este tipo de redes se describen a continuación:

La unión entre la pantalla del conductor aislado de potencia y la puesta a tierra de la autoválvula se realizará en el fuste del apoyo, después de la correspondiente caja de seccionamiento de la pantalla

del cable (con o sin descargadores). Para ello, se bajarán ambas puestas a tierra a la puesta a tierra del apoyo mediante conductor común.

La longitud máxima de cable entre tornillo de puesta a tierra de la autoválvula y el punto de conexión con el cable de puesta a tierra de las pantallas de los cables de potencia será la indicada en la siguiente tabla.

Tensión Nominal Red (kV)	Longitud máxima (m)
220	100

Todos los conductores de puesta a tierra de las pantallas y de las autoválvulas, así como su conductor común de conexión, serán de cobre aislado del tipo RZ1 0.6/1 kV de secciones indicadas en la tabla a continuación expuesta.

Tensión Nominal Red (kV)	Sección cable (mm <sup>2</sup> )
220	Cu 1x300

Si existe contador de descargas, la conexión entre el transmisor instalado en la autoválvula y el contador de descargas instalado en la base del apoyo se realizará con cable de cobre aislado del tipo RZ1 0.6/1 kV Cu 2x1,5 mm<sup>2</sup>.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en los cables aislados.

Los terminales de los cables aislados de cada fase se mantendrán siempre aislados del apoyo si hay contador de descargas. En el caso de terminales de tipo termorretráctil, ese aislamiento se consigue por su propia naturaleza (terminales termorretráctiles). Cuando no se dispongan terminales de tipo termorretráctil, el aislamiento se conseguirá mediante el uso de bases aislantes.

Las autoválvulas se instalarán siempre sobre las bases aislantes. Las bases aislantes que se instalen tendrán, en todos los casos, una tensión de aislamiento mínima de 10 kV a frecuencia industrial.

Los cables de potencia y la puesta a tierra conjunta de los terminales y las autoválvulas deberán estar protegidos desde el suelo hasta una altura de 2,10 metros sobre el suelo, mediante una protección envolvente de fábrica de ladrillo enfoscado en la cara exterior. Además, se instalará una bandeja metálica de chapa galvanizada, desde el final de la protección de ladrillo hasta una altura de 2,40 metros.

La puesta a tierra de la salida de los contadores se realizará de forma independiente a la puesta a tierra de los terminales y las autoválvulas, y deberá estar protegida por un tubo metálico de material amagnético del diámetro adecuado.

La puesta a tierra de los equipos de comunicaciones se realizará de forma independiente a la puesta a tierra de los terminales y las autoválvulas, de la puesta a tierra de la salida de los contadores, y deberá estar protegida por un tubo protector aislante.

En el caso de que existan comunicaciones en la línea, el cable de comunicaciones (portadora o fibra óptica) se bajará lo más alejado posible de la puesta a tierra de las autoválvulas.

### 3.11 Hormigonado

El hormigonado se realizará de acuerdo a los planos de canalizaciones del proyecto y conforme al Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. Esta definición, se corresponde con un hormigón en masa (HM) no estructural, lo que determina una resistencia característica mínima de 20 N/mm<sup>2</sup> según la EHE-08. La consistencia será blanda B) y el tamaño máximo de árido empleado será de 20. Con referencia a las clases general y específica de exposición, se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

Antes de realizar las cimentaciones el contratista realizará el replanteo y estaquillado de los apoyos comprobando que los planos de planta y perfil del proyecto se ajustan a la realidad existente en el momento de realizar la línea indicando cualquier divergencia existente a la dirección de obra.

Los materiales empleados en la elaboración del hormigón en masa serán los siguientes:

#### 3.11.1 Cemento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

La resistencia del cemento no será inferior a 200 kp/cm<sup>2</sup> y se ajustará a lo establecido en el Art.28 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

#### 3.11.2 Agua

Se podrá utilizar, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones en el establecidas en el Art.29 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

#### 3.11.3 Áridos

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arena y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentren sancionados por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de

estudios realizados en laboratorio. En todo caso cumplirán las condiciones del Art.30 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En caso de empleo de escorias de horno alto enfriadas por aire se seguirá lo establecido en el apartado 30.9 incluido en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones (arena y grava).

El tamaño del árido, las condiciones físico-químicas, las condiciones físico-mecánicas, la granulometría y coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el Art. 30 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

#### 3.11.4 Composición

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que estime oportunos el contratista respetando siempre:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 150 kg/m<sup>3</sup>.
- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg/m<sup>3</sup>.

Para establecer la dosificación, el contratista deberá recurrir, en general, a ensayos previos en laboratorios tal y como especifica el anejo 13 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, con el objeto de que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que le exige el artículo 33 de dicho Real Decreto.

La fabricación del hormigón se ajustará a lo establecido en el artículo 51 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La temperatura de la masa del hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 °C. Se prohibirá verter el hormigón sobre elementos (armaduras, encofrados, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0 °C. Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. En aquellos casos que no puedan cumplirse las prescripciones anteriores, se admitirá el uso de los aditivos necesarios previa consulta y aprobación por parte de la propiedad.

No se hormigonará a temperaturas superiores a 40 °C.

El hormigón a emplear, tendrá una resistencia característica Fck mínima de 200 kg/cm<sup>2</sup>.

La dosificación de los materiales que constituyen el hormigón se realizará en peso y de tal modo que la resistencia del hormigón se ajuste a la indicada en los planos del presente Proyecto.

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, el amasado se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s.

El fabricante de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por el director de obra.

El control de la resistencia característica del hormigón se realizará según lo establecido en el artículo 57 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En los casos en que el contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado según lo establecido en el Art. 52 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

### 3.12 Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas.

En instalaciones enterradas bajo tubo, el tubo actuará como protección mecánica. Para ello se colocará una placa de polietileno de alta densidad o polipropileno.

Los elementos de protección tendrán una adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y un impacto de energía de 40 J.

### 3.13 Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, colocada a una distancia mínima de 100 mm del suelo y a una distancia mínima de 300 mm de la parte superior del cable. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

### 3.14 Identificación

Los cables deberán llevar grabado de forma indeleble y fácilmente legible, como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre del fabricante.

- Referencia de fabricación del cable.
- Designación completa del cable.
- Dos últimas cifras del año de fabricación.
- Orden o lote de fabricación

La separación máxima entre dos marcas consecutivas será de un metro.

En el marcado del cable deberán indicarse convenientemente las propiedades de comportamiento al fuego y obturación del conductor cuando proceda.

### 3.15 Cierre de zanjas

Para efectuar el cierre de zanjas, se rellenarán estas con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario.

Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, empleando un rodillo vibratorio compactador manual hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Este compactación podrá ser firmada al 95% del Proctor Modificado por aplicación de la normativa vigente

En el caso de canalización bajo tubo sin hormigonar, las dos primeras tongadas se pasarán con el rodillo sin vibrar, vibrándose el resto.

Se procurará que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección (tubos o placas de polietileno) estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma, debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

A fin de lograr una buena compactación, no se realizará el cierre de la zanja en las 24 horas posteriores al hormigonado de las mismas ni se emplearán tierras excesivamente húmedas.

### 3.16 Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos o el organismo afectado.

La reposición de capas asfálticas tendrá un espesor mínimo de 70 mm, salvo indicación expresa del organismo afectado.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc. Como norma general, el desnivel entre el viejo y nuevo pavimento no será superior a 10 mm.

### 3.17 Ejecución de la puesta a tierra

Las pantallas de los cables deben ser puestas a tierra según el esquema de conexión que se vaya a utilizar.

En los esquemas de conexión Single-point, el extremo de la pantalla puesto a tierra a través de descargadores, estará protegido y aislado con una cubierta no metálica para evitar contactos accidentales con los puntos en tensión.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Las cajas de puesta a tierra se ubicarán en una arqueta de puesta a tierra de hormigón fabricada a tal efecto.

La caja se fijará por medio de tornillos a la base de la arqueta, sellando la parte superior perfectamente.

Los electrodos de puesta a tierra están constituidos, bien por picas de acero-cobre, bien por conductores de cobre desnudo enterrados horizontalmente, o bien por combinación de ambos.

En las terminaciones de las subestaciones, se empleará el electrodo de puesta a tierra propio de la subestación.

En los entronques aéreos-subterráneos, el electrodo de puesta a tierra se realizará según se indica en el proyecto.

En el interior de las cámaras de empalme se dispondrá de un anillo superficial al que se unirán todos los elementos a conectar a tierra. Se empleará para este anillo cable de cobre desnudo de 185 mm<sup>2</sup> de sección. Todas las uniones a realizar a este anillo incorporarán herrajes apropiados que garanticen la continuidad eléctrica de los conductores.

El anillo superficial se unirá al electrodo de puesta a tierra enterrado por medio de un cable de cobre desnudo de cobre de 185 mm<sup>2</sup> de sección. A fin de no perforar las paredes de la cámara de empalme, se aprovecharán los sumideros de drenaje para realizar 2 conexiones.

Al anillo superficial de la cámara de empalme se conectarán los elementos susceptibles de puesta a tierra de la arqueta de puesta a tierra, mediante un cable de conductor desnudo de cobre de 185 mm<sup>2</sup> de sección para puesta a tierra de protección y un cable unipolar con aislamiento 0,6/1 kV para la conexión de puesta a tierra de servicio, de secciones 185 mm<sup>2</sup> para 45, 66 y 132 kV y 300 mm<sup>2</sup> para 220 kV.

Para la formación del electrodo enterrado de puesta a tierra se instalará un anillo difusor de 11x4 m con 4 picas en sus extremos de 2 m de longitud y 4 antenas horizontales de 5 m de longitud, en cuyos extremos se ubicarán 4 picas de 2 m de longitud. El anillo se dispondrá simétricamente alrededor de la cámara de empalme con las 4 picas situadas en sus extremos.

Las antenas tomarán la dirección longitudinal de la línea y estarán unidas al anillo difusor en sus extremos.

Se empleará conductor de cobre desnudo de 185 mm<sup>2</sup> de sección en todos los elementos horizontales del electrodo.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Todas las picas estarán formadas por varilla de acero-cobre con un diámetro mínimo de 14 mm. Las uniones de todos los elementos enterrados se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

### 3.17.1 Ejecución de la cámara de empalme

La cámara estará compuesta por los siguientes elementos:

- Un marco de cierre con boca de hombre.
- Una losa de cierre.
- Un marco con ventanas laterales.
- Dos marcos normales para la línea de 220 kV
- Un marco de cierre

Las características de cada una de estas piezas son las siguientes:

- El marco de cierre con boca de hombre, llevará la pared frontal cerrada. En esa pared se sitúa una ventana de 300x450 que recibirá los cables que se tiendan desde la acera. Además, lleva tres pasamuros circulares de 300 mm para 220 kV por los que acometen los tubos de cada

una de las fases y dos pasamuros de 140 mm para los conductores equipotenciales de puesta a tierra en configuración Single-Point.

En el suelo se ubicarán dos arquetas de drenaje de 400x400 mm y cuatro huecos circulares de diámetro 60 mm para las picas de tomas de tierra del anillo superficial de la cámara. La arqueta será cubierta por una rejilla de tramex de adecuada resistencia mecánica, con alivio de hidrantes 2 arquetas de drenaje rellenas con grava de 40 de dimensiones 1000x1000x1000 mm.

La boca de acceso estará situada en el dintel de la pieza y tiene una cota de paso libre de 800x1550 mm. Para facilitar el acceso se dispondrá de una escalera extensible fija a la pared.

La cámara de empalme podrá estar formada por las siguientes piezas:

- La losa de cierre tapará la boca de acceso y sus dimensiones serán de 1200x1950x230 mm
- Marco con ventanas laterales: Es una pieza que lleva una ventana de 750x150 mm centrada en la parte más alta de los hastiales salvando las cartelas. Por esta ventana se conectarán 5 tubos a la arqueta de puesta a tierra, de tal forma que 3 se empleen para realizar las conexiones de las pantallas del conductor, un tubo para las puestas a tierra de servicio y de protección de la arqueta de puesta a tierra y otro para desagüe de la arqueta de puesta a tierra, a realizar solo en caso de ausencia de drenaje de ésta. Las ventanas estarán dispuestas en los dos laterales permitir disponer de ambas según la ubicación de la obra.
- El marco normal será una pieza de hormigón armado de 2000x2250x2000 mm
- El marco de cierre será similar al inicial sin la boca de acceso.

Las piezas que compondrán los distintos modelos de cámara serán las siguientes:

- En 220 kV: 2 piezas de cierre, 1 pieza con ventanas laterales y 2 piezas normales.

La cámara de empalme tendrá suficiente resistencia mecánica para soportar una carga de relleno entre 400 y 1500 mm incluyendo nivel freático y cargas de tráfico carretero según IAP 98.

Se dispondrá de una tapa de cala de tiro para cubrir la boca exterior de los tubos de tendido.

Esta tapa será catalogada de la serie D-400 y admitirá cargas de tráfico carretero según IAP 98.

Los módulos que forman la cámara deberán ir colocados sobre terreno suficientemente nivelado para permitir buen acople y asegurar el correcto sellado de sus juntas.

La excavación del terreno será suficiente para la ubicación de la cámara de empalme y la arqueta de puesta a tierra.

Se nivelará la superficie del terreno convenientemente, de tal forma que se proporcione a la cámara una pendiente del 2% para el desalojo de hidrantes en el sentido de la traza de la línea.

Se preparará una base de apoyo para los módulos prefabricados de hormigón en masa tipo HM-20/B/20 de 100 mm de espesor, sobresaliendo 400 mm por cada lado de la cámara.

Sobre esta base se dispondrá de una capa fina de regulación de arena o mortero de 3 a 5 cm a fin de realizar un correcto asentamiento de los módulos prefabricados.

Los módulos se colocarán con la ayuda de una grúa adecuada, que se situará en un lugar que permita comodidad y seguridad en la colocación.

La unión machihembrada entre módulos prefabricados será elástica, con fondo de junta y masilla bituminosa con presencia eventual de agua y junta hidroexpansiva en presencia permanente.

La impermeabilización de la cámara de empalme será exterior mediante la aplicación de pintura bituminosa impermeable y para las juntas, banda asfáltica fijada con resina.

Las juntas de todos los tubos se sellarán con sikaflex o mortero sin retracción.

Se sellará el interior de todos los tubos con espuma de poliuretano de expansión, salvo el tubo de desagüe que proviene de la arqueta de puesta a tierra en caso de cumplir efectivamente esta función.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en cumplimiento de la normativa vigente.

El relleno se realizará tan pronto como sea posible tras la instalación de las piezas, siempre y cuando éstas hayan alcanzado la edad suficiente para garantizar su resistencia.

El relleno irá directamente sobre las piezas, por lo que se deben utilizar medios de compactación manuales o mecánicos ligeros, teniendo en cuenta en este último caso que el relleno tendrá como mínimo 30 cm.

El espesor máximo de la tongada de compactación será la adecuada a los medios de compactación, recomendándose que en ningún caso sea superior de 40 cm.

No son aceptables como relleno las arcillas muy plásticas, los suelos orgánicos, materiales helados, ni cualquier otro material que pueda ser perjudicial (física o químicamente) para las piezas.

Cuando las tierras extraídas difieran significativamente del tipo de material de relleno especificado en el proyecto, será necesario retirarlas, sustituyéndolas en el relleno por el material proyectado.

Las operaciones de relleno se deben realizar simultáneamente en ambos laterales.

Para un mejor funcionamiento mecánico de los módulos, los laterales se deben compactar al 95 % PN, utilizando los medios necesarios en función del ancho disponible en los laterales. Si no fuera así,

deberá comunicarse al fabricante para que en el cálculo mecánico se consideren los coeficientes de empuje correspondientes.

### 3.17.2 Ejecución de la arqueta de puesta a tierra

Las arquetas de puesta a tierra estarán formadas por un módulo prefabricado de 1840x1240x850 mm, dispondrán de suficientes taladros para realizar el conexionado de los tubos correspondientes y se taparán con una tapa normalizada de fundición dúctil que admita el tráfico rodado (D400), articulada y de apertura por medios manuales y con cerradura normalizada.

El bloque prefabricado dispondrá 4 taladros en cada una de sus caras verticales. Además, dispondrá de 1 taladro más en la cara frontal o posterior y 1 taladro de desagüe en una de las caras laterales. En todo caso, los taladros no serán pasantes, a fin de abrirse únicamente los que se necesiten y sean más convenientes según el emplazamiento de la cámara y la arqueta.

Se procurará, en la medida de lo posible, utilizar los pasamuros de una de las caras para pasar los 3 cables coaxiales de conexionado de pantallas.

Se dispondrá de 2 tubos a conectar desde la arqueta de puesta a tierra a la arqueta del propietario más próxima con objeto de realizar la interconexión de fibra óptica y alimentación de la caja de monitorización de descargas parciales cuando aplique.

En el suelo se ubicará una arqueta de drenaje de 200 x 200 mm. La arqueta será cubierta por una rejilla de tramex de adecuada resistencia mecánica, con alivio de hidrantes a través de una arqueta de drenaje rellena con grava de 40 de dimensiones 500x500x500 mm.

Se nivelará la superficie del terreno convenientemente, de tal forma que se proporcione a la arqueta de puesta a tierra pendiente del 2% para el desalojo de hidrantes. Se procurará, en la medida de lo posible, que la pendiente no sea descendiente en la dirección de la cámara de empalme.

Si por circunstancias del terreno no se pudiera realizar arqueta de drenaje de la arqueta de puesta a tierra, se dispondrá de un tubo de desagüe, a través de los taladros ubicados a tal efecto, a conectar a la cámara de empalme.

Una vez acondicionado el terreno convenientemente, se dispondrá de una capa de zahorra de 100 mm que servirá como asiento, con una holgura de al menos 100 mm por cada lado.

El bloque de la arqueta se colocará con la ayuda de una grúa adecuada, que se situará en un lugar que permita comodidad y seguridad en la colocación.

Las juntas de todos los tubos se sellarán con sikaflex o mortero sin retracción.

Se sellará el interior de todos los tubos con espuma de poliuretano de expansión, salvo el tubo de desagüe que proviene de la arqueta de puesta a tierra.

Todos los tubos de las entradas y salidas de la arqueta serán corrugados de diámetro exterior 125 mm.

El relleno se realizará tan pronto como sea posible y tras ubicar todas las piezas, siendo de aplicación los criterios descritos para las cámaras de empalme.

#### 4 Materiales

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que exige el presente Proyecto. El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no ofrezcan suficientes garantías.

Los materiales empleados en la instalación serán suministrados por el contratista, siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra.

Se realizarán Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en cuanto a ensayos y análisis. **cuantos ensayos y análisis** indique el director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

#### 5 Recepción en obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones Técnicas y de los Pliegos de condiciones particulares. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes. Así, una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

#### 6 Condiciones ambientales

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los siguientes requisitos medioambientales.

## 6.1 Condiciones generales de trabajo

Se cumplirá con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones de la propiedad en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental, Planes de Vigilancia Ambiental, o resoluciones emitidas por la Administración Ambiental.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del contratista se deben aplicar las medidas correctoras necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Las emisiones sonoras debidas al transporte de materiales, movimiento de maquinaria y presencia de personal, se realizará asegurando que no se superan los límites máximos permitidos establecidos por las normas de aplicación.

La maquinaria de construcción y las diferentes instalaciones se ubicarán en zonas donde las aguas superficiales no vayan a verse afectadas, por lo que se controlará la escorrentía superficial mediante la construcción de un drenaje alrededor del terreno ocupado. La superficie sobre la que se limpiará la maquinaria estará hormigonada y será lo suficientemente ancha como para que pueda acceder un camión y presentará la inclinación adecuada (2 %) para que el agua sea evacuada.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

## 6.2 Atmósfera

Para minimizar la dispersión de material por el viento, se adoptarán las siguientes medidas:

- Acopio y almacenamiento de materiales en lugares protegidos.
- Reducción del área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Priorizar el acondicionamiento de suelo desnudo.
- La carga y transporte de materiales se realizará cubriendo las cajas de los vehículos y adaptando la velocidad del transporte al tipo de vía.

### 6.2.1 Residuos

Como primera medida se aplicará una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y su manejo incluirá los siguientes pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

Conservar las zonas de obras limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras, y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin.



El Contratista estará obligado a elaborar y hacer cumplir el Plan de Seguridad de la ejecución de la obra acorde con la normativa vigente según RD 1627/97 y todas las actualizaciones que le afectan.

Se adoptarán las medidas de protección necesarias para las personas que trabajen o transiten por la zona de obras.

Todas las grúas que se utilicen dispondrán de limitadores de carga.

Como primera medida a tomar, se procurará ejecutar las obras con orden y limpieza, y se mantendrán en buen estado los accesos.

En A Coruña, agosto de 2024

Por la Empresa Consultora  
Novotec Consultores S.A.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Colegiado Nº 2.221  
Colegio de Ingenieros Industriales de Galicia

**DOCUMENTO N°4**

**LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**PRESUPUESTO**

## Índice

PRESUPUESTO .....	1
1 Mediciones .....	4
1.1 Equipamiento eléctrico y montaje .....	5
1.1.1 Tramo aéreo .....	5
1.1.2 Tramo subterráneo .....	13
1.2 Ejecución material de la obra .....	17
1.2.1 Tramo aéreo .....	17
1.2.2 Tramo subterráneo .....	18
2 Presupuestos Parciales .....	19
2.1 Término Municipal de Ontígola .....	19
2.1.1 Equipamiento eléctrico .....	19
2.1.2 Montaje de equipamiento eléctrico .....	22
2.1.3 Ejecución material de la obra .....	25
2.1.4 Presupuesto general Término Municipal Ontígola .....	25
2.2 Término Municipal de Colmenar de Oreja .....	26
2.2.1 Equipamiento eléctrico .....	26
2.2.2 Montaje de equipamiento eléctrico .....	27
2.2.3 Ejecución material de la obra .....	29
2.2.4 Presupuesto general Término Municipal Colmenar de Oreja .....	29
2.3 Término Municipal de Villaconejos .....	30
2.3.1 Equipamiento eléctrico .....	30
2.3.2 Montaje de equipamiento eléctrico .....	33
2.3.3 Ejecución material de la obra .....	36
2.3.4 Presupuesto general Término Municipal Villaconejos .....	37
2.4 Término Municipal de Chinchón .....	38
2.4.1 Equipamiento eléctrico .....	38
2.4.2 Montaje de equipamiento eléctrico .....	42
2.4.3 Ejecución material de la obra .....	46
2.4.4 Presupuesto general Término Municipal Chinchón .....	47
2.5 Término Municipal de Morata .....	48
2.5.1 Equipamiento eléctrico .....	48

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

2.5.2	Montaje de equipamiento eléctrico.....	52
2.5.3	Ejecución material de la obra .....	56
2.5.4	Presupuesto general Término Municipal Morata .....	56
2.6	Término Municipal de Arganda del Rey.....	57
2.6.1	Equipamiento eléctrico.....	57
2.6.2	Montaje de equipamiento eléctrico.....	60
2.6.3	Ejecución material de la obra .....	63
2.6.4	Equipos de Medida .....	63
2.6.5	Presupuesto general Término Municipal Arganda del Rey .....	64
2.7	Presupuesto de ejecución material .....	65
2.7.1	Presupuesto de ejecución material por tramos.....	65
2.7.2	Presupuesto de ejecución material total .....	66
3	Aplicación de Estudio de seguridad y salud.....	66
4	Aplicación el Estudio de Gestión de Residuos .....	66
5	Presupuesto de Medidas Ambientales .....	66
6	Presupuesto General Total .....	67

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en conformidad con la normativa vigente.

## 1 Mediciones

A continuación, se indican las mediciones objeto del Tercer Modificado del Proyecto de la LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE).

Cabe destacar que en los tramos aéreos de Doble y Triple Circuito se han contabilizado la totalidad de los apoyos, incluyendo la obra civil de estos y su puesta a tierra. Sin embargo, para este presupuesto únicamente se contabilizará el conductor y accesorios del circuito correspondiente de la LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE).

Respecto a los tramos subterráneos, únicamente se han contabilizado tanto para la obra civil como para el resto de materiales (conductores, terminales, empalmes, accesorios y PAT) lo correspondiente al circuito de la LAT 220 KV TAGUS-ARGANDA (REE).

Resaltar que las modificaciones objeto del presente documento afectan a los Términos municipales de Colmenar de Oreja, Chinchón, Morata de Tajuña y Arganda del Rey, Estudio de Gestión de Residuos y en consecuencia el presupuesto general total. Cabe destacar que en el término municipal de Colmenar de Oreja y Arganda del Rey solo se ve afectado el tramo subterráneo, mientras que el resto de los 2 municipios se ven afectados tanto en el tramo aéreo como subterráneo. Se han resalta con color las partidas que sufren modificaciones.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Los términos municipales de Ontígola y Villacanejos no se ven afectados por el presente documento.

**1.1 Equipamiento eléctrico y montaje**

**1.1.1 Tramo aéreo**

**1.1.1.1 Resumen de apoyos**

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-BANDERA</b> 1 APOYO MET. TIPO ICARO 55000-15-BANDERA SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-S1113 PAS</b> 1 APOYO MET. PAS TIPO ICARO 55000-15-S1113 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	3,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-20-S1113 PAS</b> 1 APOYO MET. PAS TIPO ICARO 55000-20-S1113 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO PÓRTICO 220 KV</b> 1 APOYO MET. TIPO PÓRTICO 220 KV SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	4,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR 3000-21-S1785</b> 1 APOYO MET. TIPO ICARO 3000-21-S1785 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-5000-21-S1785</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-5000-21-S1785 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	3,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-5000-24-S1785</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-5000-24-S1785 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	12,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-5000-30-S1785</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-5000-30-S1785 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-7000-21-S1785</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-7000-21-S1785 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-7000-30-S1785</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-7000-30-S1785 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	3,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-9000-18-S1785</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-9000-18-S1785 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-9000-21-S1786</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-9000-21-S1786 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-27000-18-S1786</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-27000-18-S1786 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-27000-24-S1786</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-27000-24-S1786 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	2,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-15-S1223</b> 1 APOYO MET. TIPO GRAN CONDOR-40000-15-S1223 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	2,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-20-S1223</b> 1 APOYO MET. TIPO GRAN CONDOR-40000-20-S1223 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	3,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-25-S1223</b> 1 APOYO MET. TIPO GRAN CONDOR-40000-25-S1223 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	2,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-22</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-SUS-TC-22 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	9,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-25</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-SUS-TC-25 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	2,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-28</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-SUS-TC-28 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	2,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-31</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-SUS-TC-31 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-34</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-SUS-TC-34 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-AN-TC-15</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-AN-TC-15 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-AN-TC-24</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-AN-TC-24 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	4,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLI-TC-15 (Especial)</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLI-TC-15 (ESPECIAL) SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLI-TC-20</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLI-TC-20 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLI-TC-25</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLI-TC-25 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-20</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLII-TC-20 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-25</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLII-TC-25 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	2,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-30</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLII-TC-30 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-35</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLII-TC-35 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLIII-TC-15</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLIII-TC-15 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLIII-TC-20</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLIII-TC-20 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	3,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLIII-TC-25</b> 1 APOYO MET. TIPO TIPO 220-FLII-TC-25 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-PAS-3C-20</b> 1 APOYO MET. TIPO 220-PAS-3C-20 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	2,00

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en el apartado de datos personales de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-PAS-3C-25</b> 1 APOYO MET. TIPO 220-PAS-3C-25 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-12000-27-N3385</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-12000-27-N3385 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-12000-21-N3385</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-12000-21-N3385 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	4,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-18000-24-N3667</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-18000-24-N3667 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-18000-18-N3667</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-18000-18-N3667 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-27000-21-N3667</b> 1 APOYO MET. TIPO CONDOR-27000-21-N3667 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-25-N1224</b> 1 APOYO MET. TIPO GRAN CONDOR-40000-25-N1224 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-15-N1224</b> 1 APOYO MET. TIPO GRAN CONDOR-40000-15-N1224 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	3,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1113</b> 1 APOYO MET. PAS TIPO ICARO 55000-15-N1113 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1443</b> 1 APOYO MET. PAS TIPO ICARO 55000-15-N1443 SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	1,00
<b>APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1223 PAS</b> 1 APOYO MET. PAS TIPO CARO 55000-15-N1223 PAS SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE, IZADO DE APOYOS Y MARCADO DE NUMERACIÓN	2,00
<b>INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA</b> INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA 1 ROTULO LINEA AEREA 500X500MM(A-01) SUMINISTRO, ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE CONJUNTO	94,00

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<b>SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA</b> SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA 1 SEÑAL TRIANG.RIESGO ELEC.GT-21 SUMINISTRO, ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE CONJUNTO	94,00

- Partidas modificadas en el presente documento
- Partidas no modificadas en el presente documento
- Partidas nuevas en el presente documento

**1.1.1.2 Conductores y cables**

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<b>M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)</b> 0,05 SEPARADOR CABLE GULL 400MM 6,18 CABLE AL-AC.LA-380 (GULL)  ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE 1 METRO DE TENDIDO, TENSADO Y RETENCIONADO MONTAJE CONJUNTO	24170,09
<b>M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F</b> 1,05 CABLE FO TP OPGW 48 FIBRAS  ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE 1 METRO DE TENDIDO, TENSADO Y RETENCIONADO	48340,18

- Partidas modificadas en el presente documento
- Partidas no modificadas en el presente documento

1.1.1.3 Aisladores, herrajes y accesorios

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<p><b>CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)</b></p> <p>CADENA DE AMARRE 220 KV DUPLEX LA-380 AISL.                      2GRAPA AMA.COMPR.LA-380                      4GRILLETE NORMAL RECTO GN-20                      2GRILLETE NORMAL RECTO GN-33                      2ROTULA HORQUILLA RH-20                      1YUGO SEPARADOR 400/33000                      2TENSOR DE CORREDERA 16500 DAN                      1ESLABON CAD.AISL.E-33                      1YUGO TRIANG.AMA.32000 DAN/400MM                      2AISLADOR COMPTO.SUSP.SC220-160-III                      ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO</p>	<p>282,00</p>
<p><b>CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)</b></p> <p>CADENA DE SUSPENSION 220 KV DUPLEX LA-380 AISL.                      1GRILLETE NORMAL RECTO GN-20                      1ROTULA HORQUILLA RH-20                      2GRAPA SUSP.ARMADA CABLE LA-380                      2HORQUILLA REVIRADA HR-16                      1YUGO TRIANG.SUSP.YTS-16000/400                      1AISLADOR COMPTO.SUSP.SC220-120-III                      ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO</p>	<p>135,00</p>
<p><b>CADENA DE SUSPENSION DOBLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)</b></p> <p>CADENAS DE SUSPENSION 220 KV LA-380 AISL.                      1GRILLETE NORMAL RECTO GN-20                      1ROTULA HORQUILLA RH-20                      2GRAPA SUSP.ARMADA CABLE LA-380                      2HORQUILLA REVIRADA HR-16                      1YUGO TRIANG.SUSP.YTS-16000/400                      2AISLADOR COMPTO.SUSP.SC120-220-III                      4GRILLETE NORMAL RECTO GN-20 UNESA                      1YUGO SEPARADOR YS-32000/400                      1GRILLETE NORMAL RECTO GN-32                      1ESLABÓN E-32                      ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO</p>	<p>18,00</p>
<p><b>AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380</b></p> <p>1 AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380 GULL</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE DEL AMORTIGUADOR</p>	<p>1020,00</p>
<p><b>CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F</b></p> <p>1 GRAPA SUSP.ARMADA CABLE OPGW 14,0/18,0MM                      1 ESLABON REVIRADO ER-16                      1 GRAPA CONEX.UNIVERSAL PARALERA CABLE AL                      1 GRAPA CONEX.SENCILLA P/CABLES DE AL                      1 CONDUCTOR AL-AC.LA-56 440340 E                      1 GRILLETE NORMAL RECTO GN-16</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE DEL CONJUNTO Y CONEXIONADO</p>	<p>82,00</p>

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<p><b>CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F</b></p> <p>HORQUILLA GUARDAC.HG-16                      1 RETENCION PREF.AMA.OPGW 14,0/18,0MM                      1 TENSOR DE CORREDERA TC-16                      1 ESLABON REVIRADO ER-16                      1 GRAPA CONEX.UNIVERSAL PARALERA CABLE AL                      1 GRAPA CONEX.SENCILLA P/CABLES DE AL                      1 CONDUCTOR AL-AC.LA-56                      1 GRILLETE NORMAL RECTO GN-16 UNESA</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE DEL CONJUNTO Y CONEXIONADO</p>	188,00
<p><b>AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW</b></p> <p>1 AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW</p> <p>SUMINISTRO, ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE DEL AMORTIGUADOR</p>	358,00
<p><b>SALVAPÁJAROS EN X</b></p> <p>1 SALVAPÁJAROS EN X CON TIRAS DE NEOPRENO</p> <p>SUMINISTRO, ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES.                      MONTAJE DEL CONJUNTO.</p>	2652,00
<p><b>MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA DE B.T. O COMUNIC.</b></p> <p>MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA DE B.T. O COMUNIC.                      ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES DESMONTAJE DEL MATERIAL SIN DAÑARLO                      MONTAJE CONJUNTO                      SUMINISTRO DE MATERIALES NECESARIOS                      TRANSPORTE A ALMACEN</p>	8,00
<p><b>MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA A.T..</b></p> <p>MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA A.T..                      ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      DESMONTAJE DEL MATERIAL SIN DAÑARLO                      MONTAJE CONJUNTO                      SUMINISTRO DE MATERIALES NECESARIOS                      TRANSPORTE A ALMACEN</p>	14,00
<p><b>MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON CARRETERA</b></p> <p>MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON CARRETERA                      ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      DESMONTAJE DEL MATERIAL SIN DAÑARLO                      MONTAJE CONJUNTO                      SUMINISTRO DE MATERIALES NECESARIOS                      TRANSPORTE A ALMACEN</p>	8,00

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

**1.1.1.4 Puesta a tierra**

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<p><b>PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA MONOBLOQUE</b></p> <p>4 CARGA CONEX.ALUMINOTER.CABLE-PICA TIERRA                      8 CABLE AC.GALV.50MM2                      2 GRAPA CONEX.PARALERO CABLE AC.GALV.                      2 TUBO PVC CORRUGADO D.36MM P/PAT                      2 CARGA CONEX.ALUMINOTER.PARAL.AC-50/CU-50                      14 CABLE CU DESNUDO C-50 UNESA                      4 PICA PAT AC.CU 2000X14,6 D LISA</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE DEL CONJUNTO Y CONEXIONADO</p>	<p>2,00</p>
<p><b>PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA MONOBLOQUE</b></p> <p>32 CABLE AC.GALV.50MM2                      2 CONEXION PICA C/ESTRIBO P/CABLES PARAL.                      4 GRAPA CONEX.PARALERO CABLE AC.GALV.                      2 TUBO PVC CORRUGADO D.36MM P/PAT                      2 PICA PAT AC.CU 2000X14,6 D LISA</p> <p>SUMINISTRO, ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE DEL CONJUNTO Y CONEXIONADO</p>	<p>6,00</p>
<p><b>PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS</b></p> <p>4 CARGA CONEX.ALUMINOTER.CABLE-PICA TIERRA                      8 CABLE AC.GALV.50MM2                      2 GRAPA CONEX.PARALERO CABLE AC.GALV.                      2 PLETINA AC.GALV.P/PAT APOYO C/PLACA BASE                      2 TUBO PVC CORRUGADO D.36MM P/PAT                      2 CARGA CONEX.ALUMINOTER.PARAL.AC-50/CU-50                      14 CABLE CU DESNUDO C-50 UNESA                      4 PICA PAT AC.CU 2000X14,6 D LISA</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE DEL CONJUNTO Y CONEXIONADO</p>	<p>13,00</p>
<p><b>PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS</b></p> <p>32 CABLE AC.GALV.50MM2                      2 CONEXION PICA C/ESTRIBO P/CABLES PARAL.                      4 GRAPA CONEX.PARALERO CABLE AC.GALV.                      2 TUBO PVC CORRUGADO D.36MM P/PAT                      2 PICA PAT AC.CU 2000X14,6 D LISA</p> <p>SUMINISTRO, ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE DEL CONJUNTO Y CONEXIONADO</p>	<p>77,00</p>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

1.1.2 Tramo subterráneo

1.1.2.1 Conductores y cables

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<p><b>M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250</b></p> <p>3,09 CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250</p> <p>ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE 1 METRO DE TENDIDO, TENSADO Y RETENCIONADO MONTAJE CONJUNTO</p>	13214,7
<p><b>M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250</b></p> <p>3,09 CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250</p> <p>ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE FIJADO DE CABLES MEDIANTE ABRAZADERAS TENDIDO VERTICAL EN APOYO SEÑALIZACION DE FASES CON CINTA DE COLOR SUMINISTRO Y MONTAJE DE ABRAZADERAS, BRIDAS Y SOPORTES</p>	226,00
<p><b>M. TENDIDO EN TUBO DENTRO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA</b></p> <p>3,09 CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1X2500AL+H250</p> <p>SUMINISTRO, ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE LIMPIEZA, CANALIZACIÓN Y TENDIDO DE CABLES SEÑALIZACION DE FASES CON CINTA DE COLOR MANDRILADO DE TUBOS</p>	499,45
<p><b>M. TENDIDO EN GALERIA LINEA CABLE 220 KV RHZ1-2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250</b></p> <p>3,09 CABLE RHZ1-2OL(S) 127/220kV 2500 Al+H250</p> <p>ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE LIMPIEZA, CANALIZACION Y TENDIDO DE CABLES SEÑALIZACION DE FASES CON CINTA DE COLOR MANDRILADO DE TUBOS</p>	5,00
<p><b>M. TENDIDO EN PHD CABLE DE F.O. 48F</b></p> <p>1,03 CABLE F.O. 48F</p> <p>SUMINISTRO, ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE LIMPIEZA, CANALIZACION Y TENDIDO DE CABLES MANDRILADO DE TUBOS</p>	998,89
<p><b>M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F</b></p> <p>1,03 CABLE F.O. 48F</p> <p>SUMINISTRO, ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE LIMPIEZA, CANALIZACION Y TENDIDO DE CABLES MANDRILADO DE TUBOS</p>	26429,37
<p><b>M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F</b></p> <p>1,03 CABLE F.O. 48F</p> <p>SUMINISTRO, ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE LIMPIEZA, CANALIZACION Y TENDIDO DE CABLES MANDRILADO DE TUBOS</p>	452,00



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

**1.1.2.2 Terminales Empalmes y accesorios**

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<b>CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250</b> 3 TERMINACION EXT.POLIM.220kV 1x2500 Al + H250  ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE CONJUNTO	9,00
<b>CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV</b> 3,0 PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 127/220kV MONTAJE CONJUNTO SUMINISTRO, ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES	9,00
<b>CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.</b> MONTAJE CONJUNTO SUMINISTRO, ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES	9,00
<b>CONJUNTO TERMINACION ENCHUFABLE CONEX. CELDA SF6 127/220 kV</b> E 3 TERMINACION ENC.CELD.220kV 1X2500AL+H250 ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE CONJUNTO	1,00
<b>CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250</b> 3 EMPALME PREMOL.CRUCE 220KV 1X2500 Al+H250  ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE CONJUNTO	21,00

De MATERIALES es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

1.1.2.3 Puesta a tierra

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<p><b>ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV</b></p> <p>0,293 ZAHORRA P/RELLENO                      1 TAPA RECTA FUNDICION D400 PASO 1300X800                      1 ARQUETA PREFAB.HORM.PAT 1750X1250X1150</p> <p>ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE                      MONTAJE CONJUNTO SELLADO E IMPERMEABILIZACION                      SUMINISTRO Y RELLENO CON GRAVA DE 40                      SUMINISTRO Y MONTAJE TRAMEX 400X400MM                      SUMINISTRO Y REPOSICION DE PAVIMENTO                      SUMINISTRO Y MONTAJE DE TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS                      TRANSPORTE DE SOBRAINTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS                      SUMINISTRO VERTIDO Y COMPACTADO DE ARENA</p>	21,00
<p><b>ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV</b></p> <p>3 CARGA CONEX.ALUMINOTER.CABLE-PICA TIERRA                      2 PICA PAT AC.CU 2000X14,6 D LISA                      4 CABLE CU DESNUDO C-95 UNESA</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO</p>	21,00
<p><b>CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV</b></p> <p>1 CAJA UNIP.INTEMP.PAT. DESC. 6KV 220KV</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO</p>	18,00
<p><b>CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT DIRECTA PANTALLAS CABLES 220kV</b></p> <p>1 CAJA UNIP.INTEMP.PAT.DIRECTA 220</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO</p>	9,00
<p><b>CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 9kV 220kV</b></p> <p>1 CAJA TRIP.ENT.PAT.DESC.9kV 132/220</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO Y CONEXIONADO</p>	8,00
<p><b>CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 6kV 220kV</b></p> <p>1 CAJA TRIP.ENT.PAT.DESC.6kV 132/220</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO Y CONEXIONADO</p>	6,00
<p><b>CAJA TRIPOLAR NO ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS 220KV</b></p> <p>1 CAJA TRIP.NO ENT.PAT.DIRECTA</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO</p>	1,00
<p><b>CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS 220KV</b></p> <p>1 CAJA TRIP.ENT.PAT.DIRECTA</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      MONTAJE CONJUNTO</p>	9,00

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<p><b>M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU</b>                      1 CABLE CONCENTR.ROZ1(S) 0,6/1KV 2X300 CU                      ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE                      MONTAJE CONJUNTO</p>	<p>735,00</p>
<p><b>M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 KV 1X300 MM2 CU</b>                      1 CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1KV 1X300CU                      ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE                      MONTAJE CONJUNTO</p>	<p>385,00</p>
<p><b>M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 KV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO</b>                      1 CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1KV 1X185 CU                      ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE                      MONTAJE CONJUNTO</p>	<p>8021,86</p>



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

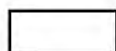
**1.2 Ejecución material de la obra**

**1.2.1 Tramo aéreo**

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<b>M3 EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN APOYO EN TERRENO MEDIO</b> EXCAVACIÓN EN TERRENO MEDIO RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDERO	9422,32
<b>M3 DE HORMIGONADO H-200 CIMENTACIÓN APOYO</b> ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES SUMINISTRO Y VERTIDO DE HORMIGÓN	10152,61
<b>ANTIESCALO AISLANTE PARA APOYO DE CELOSÍA 4 PATAS</b> FORRADO AISLANTE ANTIESCALADA DE APOYO METÁLICO DE 4 PATAS HASTA UNA ALTURA DE 2,5M SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE CONJUNTO	14,00
<b>ANTIESCALO AISLANTE PARA APOYO DE CELOSÍA MONOBLOQUE</b> FORRADO AISLANTE ANTIESCALADA DE APOYO METÁLICO MONOBLOQUE HASTA UNA ALTURA DE 2,5M SUMINISTRO ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES MONTAJE CONJUNTO	2,00



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**1.2.2 Tramo subterráneo**

DENOMINACIÓN	MEDICIÓN
<p><b>M. ZANJA (0,8X1,5) EN TIERRA</b></p> <p>EN TIPO DE TERRENO Y DIMENSIONES INDICADOS                      APERTURA, TAPADO, Y COMPACTADO DE ZANJA                      C/MAT.APORTAC.ADECUADO PARA CONSEGUIR PROCTOR MODIFICADO MIN.95%                      TRANSPORTE DE SOBRAINTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</p>	13214,69
<p><b>M. CANALIZ. 1 TERNA 220kV B/TUBO 250 MM. C/HORMIG.</b></p> <p>0,5 TUBO PLAST.DOB. PARED 250MM D.EXT/BARRA.6M                      0,333 TUBO PLAST.ROJO 125MM D.EXT.6M C/MANG.                      1 CINTA SEÑALIZ.SUB.DE CABLES                      0,33 SEPARADOR TUBOS CORRUGADOS 250 MM DIAMETRO                      0,666 SOPORTE TUBO HILO EQUIPOTENCIAL</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      COLOCACION DE CINTA SEÑALIZACION                      COLOCACION Y ENSAMBLAJE DE TUBO                      SUMINISTRO Y VERTIDO DE HORMIGON                      INCLUYENO SOPORTES Y ENHEBRADO DE CUERDAS DE NYLON</p>	13214,69
<p><b>M. TENDIDO 2 TUBO 125 MM. SOBRE CANALIZACION A.T.</b></p> <p>0,334 TUBO PLAST.VERDE 125MM D.EXT.6M C/MANG.                      0,333 SEPARADOR TUBO CORRUGADO 125 MM DIAMETRO</p> <p>ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES                      COLOCACION Y ENSAMBLAJE DE TUBO DEJANDO                      GUIA DE NYLON EN SU INTERIOR</p>	13214,69
<p><b>M. PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA PARA SIMPLE CIRCUITO</b></p>	499,45
<p><b>UD. CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA 220 kV</b></p> <p>2,800 HORMIGÓN EN MASA R.C. 200 KG/CM2                      1,000 TUBO PLAS. DOB. PARED 250MM D. EXT/BARRA 6M                      4,000 PICA PAT AC. CU 2000X14,6 D LISA                      2,000 TAPA RECTA FUNDICIÓN D400 CALA TIRO                      1,000 CAMARA EMPALME PREFABRICADA 220KV                      20,000 CABLE DESNUDO 185MM2</p> <p>ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCIÓN DEL SOBRIANTE                      MONTAJE CONJUNTO                      SELLADO E IMPERMEABILIZACION                      SUMINISTRO Y RELLENO CON GRAVA DE 40                      SUMINISTRO Y MONTAJE ESCALERA ACCESO                      SUMINISTRO Y MONTAJE TRAMES 400X400MM                      SUMINISTRO Y MONTAJE DE ABRAZADERAS, BRIDAS Y SOPORTES                      SUMINISTRO Y MONTAJE DE TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS                      SUMINISTRO, VERTIDO Y COMPACTADO DE ARENA                      SUMINISTRO Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO                      TRANSPORTE DE SOBRAINTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDO TASAS</p>	21,00

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Partidas modificadas en el presente documento

## 2 Presupuestos Parciales

Los términos municipales de Ontígola y Villacanejos no se ven afectados por el presente documento.

### 2.1 Término Municipal de Ontígola

#### 2.1.1 Equipamiento eléctrico

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-BANDERA	1,00	25.030,60	25.030,60 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-3000-21-S1785	1,00	6.536,00	6.536,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-5000-21-S1785	2,00	6.940,70	13.881,40 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-5000-24-S1785	3,00	7.795,70	23.387,10 €
Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-7000-21-S1785	1,00	7.550,60	7.550,60 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-7000-30-S1785	2,00	10.592,50	21.185,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-9000-18-S1785	1,00	8.759,00	8.759,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-15-S1223	2,00	8.711,50	17.423,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-20-S1223	1,00	21.067,20	21.067,20 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-25-S1223	1,00	24.614,50	24.614,50 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-S1113 PAS	1,00	25.030,60	25.030,60 €
INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA	16,00	22,00	352,00 €
	16,00	1,87	29,92 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	4.397,57	32,06	140.986,09 €
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 FO	8.795,14	6,06	53.298,55 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	42,00	731,15	30.708,30 €
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	27,00	396,99	10.718,73 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	192,00	31,00	5.952,00 €
CONJUNTO DE SUSPENSION CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	18,00	69,34	1.248,12 €
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	28,00	115,98	3.247,44 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	54,00	17,12	924,48 €
SALVAPÁJAROS EN X	673,00	3,31	2.227,63 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	1,00	884,55	884,55 €
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	15,00	103,48	1.552,20 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>446.595,01€</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	352,32	216,00	76.101,01 €
	31,50	323,00	10.174,50 €

Este documento es copia original firmada. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250			
M. TENDIDO EN TUBO DENTRO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	40,59	216,00	8.767,57 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	704,64	1,85	1.303,58 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	63,00	1,85	116,55 €
M. TENDIDO EN PHD CABLE DE F.O. 48F	81,18	1,85	150,19 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	1,00	91.440,15	91.440,15 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	1,00	18.500,00	18.500,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	1,00	1.289,00	1.289,00 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3	3.250,00	9.750,00 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU	30	36,14	1.084,20 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 kV 1X300 MM2 CU	30	30,30	909,00 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 kV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	848,8202	16,79	14.251,69 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>233.837,44€</b>
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>680.432,45€</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicacion de la normativa vigente

Partidas no modificadas en el presente documento

**2.1.2 Montaje de equipamiento eléctrico**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-BANDERA	1,00	14.491,40	14.491,40 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-3000-21-S1785	1,00	3.784,00	3.784,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-5000-21-S1785	2,00	4.018,30	8.036,60 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-5000-24-S1785	3,00	4.513,30	13.539,90 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-7000-21-S1785	1,00	4.371,40	4.371,40 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-7000-30-S1785	2,00	6.132,50	12.265,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-9000-18-S1785	1,00	5.071,00	5.071,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-15-S1223	2,00	5.043,50	10.087,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-20-S1223	1,00	12.196,80	12.196,80 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-25-S1223	1,00	14.250,50	14.250,50 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-S1113 PAS	1,00	14.491,40	14.491,40 €
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA	16,00	9,27	148,32 €
SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA	16,00	7,38	118,08 €
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	4.397,57	25,27	111.126,59 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 FO	8.795,14	2,18	19.173,41 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	42,00	319,34	13.412,43 €
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	27,00	130,14	3.513,78 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	192,00	4,34	833,28 €
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	18,00	55,13	992,34 €
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	28,00	44,04	1.233,12 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	54,00	4,34	234,36 €
SALVAPÁJAROS EN X	673,00	13,04	8.775,92 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA A.T..	1,00	1.073,59	1.073,59 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	1,00	427,31	427,31 €
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	15,00	140,93	2.113,95 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>275.761,48 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	352,32	26,70	9.405,84 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	31,50	189,34	5.964,21 €
	40,59	26,70	1.083,64 €

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
M. TENDIDO EN TUBO DENTRO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA			
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	704,64	3,15	2.219,61 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	63,00	2,39	150,57 €
M. TENDIDO EN PHD CABLE DE F.O. 48F	81,18	3,15	255,72 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	1,00	19.908,64	19.908,64 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	1,00	2.300,00	2.300,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	1,00	513,66	513,66 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	73,76	221,28 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 KV 2X300 MM2 CU	30,00	1,38	41,40 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 KV 1X300 MM2 CU	30,00	1,22	36,60 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 KV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	848,82	1,52	1.290,21 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>43.391,38 €</b>
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>319.152,86 €</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Partidas no modificadas en el presente documento

2.1.3 Ejecución material de la obra

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
M3 EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN APOYO EN TERRENO MEDIO	549,90	121,86	67.010,81 €
M3 DE HORMIGONADO H-200 CIMENTACIÓN APOYO	587,43	223,54	131.314,10 €
ANTIESCALO AISLANTE PARA APOYO DE CELOSÍA 4 PATAS	1,00	8.060,16	8.060,16 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA AÉREO</b>			<b>206.385,08 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
M. ZANJA (0,8X1,5) EN TIERRA	352,32	75,73	26.679,75 €
M. CANALIZ. 1 TERNA 220kV B/TUBO 250 MM. C/HORMIG.	352,32	79,91	28.152,09 €
<small>Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente</small>			
M. TENDIDO 2 TUBO 125 MM. SOBRE CANALIZACION A.T.	352,32	7,54	2.656,49 €
M. PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA PARA SIMPLE CIRCUITO	40,59	1.000,00	40.590,60 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA SUBTERRÁNEO</b>			<b>98.078,93 €</b>
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA</b>			<b>304.464,00 €</b>

Partidas no modificadas en el presente documento

2.1.4 Presupuesto general Término Municipal Ontígola

RESUMEN DE CAPÍTULOS	TOTAL (€)
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	680.432,45 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	319.152,86 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	304.464,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.304.049,32 €</b>

Partidas no modificadas en el presente documento

**2.2 Término Municipal de Colmenar de Oreja**

**2.2.1 Equipamiento eléctrico**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	385,52	216,00	83.272,47 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	31,50	323,00	10.174,50 €
M. TENDIDO EN TUBO DENTRO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	244,24	216,00	52.756,90 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	771,04	1,85	1.426,43 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	63,00	1,85	116,55 €
M. TENDIDO EN PHD CABLE DE F.O. 48F	488,49	1,85	903,71 €
<b>TERMINALES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	1,00	91.440,15	91.440,15 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	1,00	18.500,00	18.500,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	1,00	1.289,00	1.289,00 €
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250	1,00	77.615,96	77.615,96 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV	1,00	1.784,81	1.784,81 €
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV	1,00	63,91	63,91 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA DIRECTA PANTALLAS 220KV	1,00	3.250,00	3.250,00 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	3.250,00	9.750,00 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU	60,00	36,14	2.168,40 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 kV 1X300 MM2 CU	35,00	30,30	1.060,50 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 kV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.323,04	16,79	22.213,84 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>377.787,12€</b>
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>851.888,12€</b>

- Partidas modificadas en el presente documento
- Partidas no modificadas en el presente documento
- Partidas nuevas en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**2.2.2 Montaje de equipamiento eléctrico**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	385,52	26,70	10.292,21 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	31,50	189,34	5.964,21 €
M. TENDIDO EN TUBO DENTRO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	244,24	26,70	6.520,58 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	771,04	3,15	2.428,78 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	63,00	2,39	150,57 €
M. TENDIDO EN PHD CABLE DE F.O. 48F	488,49	3,15	1.538,74 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TERMINALES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	1,00	19.908,64	19.908,64 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	1,00	2.300,00	2.300,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	1,00	513,66	513,66 €
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250	1,00	22.032,23	22.032,23 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV	1,00	927,25	927,25 €
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 KV	1,00	26,05	26,05 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA DIRECTA PANTALLAS 220KV	1,00	94,83	94,83 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	73,76	221,28 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU	60,00	1,38	82,80 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 KV 1X300 MM2 CU	35,00	1,22	42,70 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 KV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.323,04	1,52	2.011,02 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEA</b>			<b>75.055,55 €</b>
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>367.368,11€</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

2.2.3 Ejecución material de la obra

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
M. ZANJA (0,8X1,5) EN TIERRA	385,52	75,73	29.193,94 €
M. CANALIZ. 1 TERNA 220kV B/TUBO 250 MM. C/HORMIG.	385,52	79,91	30.805,03 €
M. TENDIDO 2 TUBO 125 MM. SOBRE CANALIZACION A.T.	385,52	7,54	2.906,83 €
M. PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA PARA SIMPLE CIRCUITO	244,24	1.000,00	244.244,90 €
UD. CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA 220 kV	1,00	20.445,72	20.445,72 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA SUBTERRÁNEO</b>			<b>327.596,42€</b>
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA</b>			<b>540.100,69€</b>

Este documento es confidencial. Se han omitido datos personales en aplicación de la normativa vigente



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

2.2.4 Presupuesto general Término Municipal Colmenar de Oreja

RESUMEN DE CAPÍTULOS	TOTAL (€)
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	851.888,12 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	367.368,11 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	540.100,69 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.759.356,92 €</b>



Partidas modificadas en el presente documento

2.3 Término Municipal de Villaconejos

2.3.1 Equipamiento eléctrico

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-12000-21-N3385	3,00	12.350,00	37.050,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-12000-27-N3385	1,00	14.983,40	14.983,40 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-18000-18-N3667	1,00	14.160,70	14.160,70 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-18000-24-N3667	1,00	15.808,00	15.808,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-15-N1224	2,00	20.176,10	40.352,20 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1113	1,00	31.429,80	31.429,80 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1443	1,00	28.553,20	28.553,20 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1223 PAS	1,00	29.047,20	29.047,20 €
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	2.729,15	32,06	87.496,55 €
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	5.458,30	6,06	33.077,30 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
	39,00	731,15	28.514,85 €

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)			
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	6,00	396,99	2.381,94 €
CADENA DE SUSPENSION DOBLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	6,00	793,98	4.763,88 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	120,00	31,00	3.720,00 €
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	8,00	69,34	554,72 €
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	26,00	115,98	3.015,48 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	30,00	17,12	513,60 €
SALVAPÁJAROS EN APLICACIÓN DE LA NORMATIVA VIGENTE	273,00	3,31	903,63 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	1,00	884,55	884,55 €
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	10,00	103,48	1.034,80 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>378.508,37 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	2.025,51	216,00	437.509,66 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	31,50	323,00	10.174,50 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	4.051,02	1,85	7.494,38 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	63,00	1,85	116,55 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	1,00	91.440,15	91.440,15 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	1,00	18.500,00	18.500,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	1,00	1.289,00	1.289,00 €
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250	3,00	77.615,96	232.847,88 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV	3,00	1.784,81	5.354,43 €
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV	3,00	63,91	191,73 €
CAJA UNIPOLAR ENTERRADA PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	3.250,00	9.750,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 6kV 220kV	2,00	6.900,00	13.800,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS 220kV	1,00	3.250,00	3.250,00 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 KV 2X300 MM2 CU	120,00	36,14	4.336,80 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 KV 1X300 MM2 CU	45,00	30,30	1.363,50 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 KV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.036,00	16,79	17.394,44 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>854.813,02 €</b>
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>1.233.321,39€</b>

El presente es un ejemplo de presupuesto. No se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Partidas no modificadas en el presente documento

2.3.2 Montaje de equipamiento eléctrico

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-12000-21-N3385	3,00	7.150,00	21.450,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-12000-27-N3385	1,00	8.674,60	8.674,60 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-18000-18-N3667	1,00	8.198,30	8.198,30 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-18000-24-N3667	1,00	9.152,00	9.152,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-15-N1224	2,00	11.680,90	23.361,80 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1113	1,00	18.196,20	18.196,20 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1443	1,00	16.530,80	16.530,80 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1223 PAS	1,00	16.816,80	16.816,80 €
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	2.729,15	25,27	68.965,62 €
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	5.458,30	2,18	11.899,09 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	39,00	319,34	12.454,40 €

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	6,00	130,14	780,84 €
CADENA DE SUSPENSION DOBLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	6,00	260,28	1.561,68 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	120,00	4,34	520,80 €
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	8,00	55,13	441,04 €
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	26,00	44,04	1.145,04 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	30,00	4,34	130,20 €
SALVAPÁJAROS EN X	273,00	13,04	3.559,92 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON CARRETERA	2,00	1.073,59	2.147,18 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA DE B.T. O COMUNIC.	2,00	493,14	986,29 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA A.T.	1,00	1.073,59	1.073,59 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	1,00	427,31	427,31 €
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	10,00	140,93	1.409,30 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>230.065,95 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	2.025,51	26,70	54.074,78 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	31,50	189,34	5.964,21 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	4.051,02	3,15	12.760,70 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	63,00	2,39	150,57 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	1,00	19.908,64	19.908,64 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	1,00	2.300,00	2.300,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	1,00	513,66	513,66 €
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250	3,00	22.032,23	66.096,69 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV	3,00	927,25	2.781,75 €
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV	3,00	26,05	78,15 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	73,76	221,28 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 6kV 220kV	2,00	194,93	389,86 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS 220kV	1,00	94,83	94,83 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU	120,00	1,38	165,60 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 KV 1X300 MM2 CU	45,00	1,22	54,90 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 KV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.036,00	1,52	1.574,72 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>167.130,34 €</b>
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>397.196,29 €</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Partidas no modificadas en el presente documento

**2.3.3 Ejecución material de la obra**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
M3 EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN APOYO EN TERRENO MEDIO	570,08	121,86	69.469,95 €
M3 DE HORMIGONADO H-200 CIMENTACIÓN APOYO	610,92	223,54	136.565,95 €
ANTI ESCALO AISLANTE PARA APOYO DE CELOSÍA 4 PATAS	1,00	8.060,16	8.060,16 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA AÉREO</b>			<b>214.096,06 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
M. ZANJA (0,8X1,5) EN TIERRA	2.025,51	75,726	153.383,60 €
M. CANALIZ. 1 TERNA 220kV B/TUBO 250 MM. C/HORMIG.	2.025,51	79,905	161.848,19 €
M. TENDIDO 2 TUBO 125 MM. SOBRE CANALIZACION A.T.	2.025,51	7,54	15.272,33 €
UD. CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA 220 kV	3,00	20.445,72	61.337,16 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA SUBTERRÁNEO</b>			<b>391.841,28 €</b>
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA</b>			<b>605.937,34 €</b>

Este documento es copia original firmada. Se han omitido datos personales en aplicación de la normativa vigente

Partidas no modificadas en el presente documento

2.3.4 Presupuesto general Término Municipal Villaconejos

RESUMEN DE CAPÍTULOS	TOTAL (€)
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	1.233.321,39 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	397.196,29 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	605.937,34 €
<b>TOTAL</b>	<b>2.236.455,01 €</b>

Partidas no modificadas en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**2.4 Término Municipal de Chinchón**

**2.4.1 Equipamiento eléctrico**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1223 PAS	1,00	29.047,20	29.047,20 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO PÓRTICO 220 KV	4,00	11.780,00	47.120,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-22	9,00	21.838,98	196.550,82 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-25	2,00	23.818,97	47.637,94 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-AN-TC-24	3,00	29.585,09	88.755,27 €
Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLI-TC-20	1,00	35.043,60	35.043,60 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLIII-TC-15	1,00	41.840,66	41.840,66 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLIII-TC-20	3,00	50.064,05	150.192,15 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-PAS-3C-20	1,00	55.414,45	55.414,45 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-PAS-3C-25	1,00	69.268,07	69.268,07 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-15-N1224	1,00	20.176,10	20.176,10 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-25-N1224	1,00	26.985,70	26.985,70 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR- 27000-21-N3667	1,00	18.428,10	18.428,10 €
	1,00	12.350,00	12.350,00 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR- 12000-21-N3385			
INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA	30,00	22,00	660,00 €
SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA	30,00	1,87	56,10 €
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	6.923,82	32,06	221.977,78 €
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	13.847,65	6,06	83.916,74 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	87,00	731,15	63.610,05 €
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	36,00	396,99	14.291,64 €
CADENA DE SUSPENSION DOBLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	6,00	793,98	4.763,88 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	294,00	31,00	9.114,00 €
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	24,00	69,34	1.664,16 €
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	58,00	115,98	6.726,84 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	120,00	17,12	2.054,40 €
SALVAPÁJAROS EN X	693,00	3,31	2.293,83 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA MONOBLOQUE	2,00	146,86	293,72 €
	6,00	69,19	415,14 €

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA MONOBLOQUE			
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	4,00	884,55	3.538,20 €
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	22,00	103,48	2.276,56 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>1.256.463,10€</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	2.522,94	216,00	544.954,33 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	60,00	323,00	19.380,00 €
M. TENDIDO EN TUBO DENTRO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	138,97	216,00	30.017,52 €
M. TENDIDO EN PHD CABLE DE F.O. 48F	277,94	1,85	514,19 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	5.045,87	1,85	9.334,87 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	120,00	1,85	222,00 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	3,00	91.440,15	274.320,45 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	3,00	18.500,00	55.500,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	3,00	1.289,00	3.867,00 €
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250	4,00	77.615,96	310.463,84 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
	4,00	1.784,81	7.139,24 €

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV			
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV	4,00	63,91	255,64 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT DIRECTA PANTALLAS CABLES 220kV	6,00	1.820,00	10.920,00 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	3.250,00	9.750,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS CABLE 220kV	2,00	3.250,00	6.500,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 9kV 220kV	1,00	6.900,00	6.900,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 6kV 220kV	2,00	6.900,00	13.800,00 €
M. CABLE CONCENTRICO RZ1(S) 0,6/1 KV 2X300 MM2 CU	60,00	36,14	2.168,40 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 KV 1X300 MM2 CU	110,00	30,30	3.333,00 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 KV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.854,00	16,79	31.128,66 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>1.340.469,13€</b>
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>2.596.932,23€</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

- Partidas modificadas en el presente documento
- Partidas no modificadas en el presente documento
- Partidas nuevas en el presente documento

**2.4.2 Montaje de equipamiento eléctrico**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-N1223 PAS	1,00	16.816,80	16.816,80 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO PÓRTICO 220 KV	4,00	6.820,00	27.280,00 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-22	9,00	12.643,62	113.792,58 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-25	2,00	13.789,93	27.579,86 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-AN-TC-24	3,00	17.128,21	51.384,63 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLI-TC-20	1,00	20.288,40	20.288,40 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLIII-TC-15	1,00	24.223,54	24.223,54 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLIII-TC-20	3,00	28.984,45	86.953,35 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-PAS-3C-20	1,00	32.082,05	32.082,05 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-PAS-3C-25	1,00	40.102,57	40.102,57 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-15-N1224	1,00	11.680,90	11.680,90 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-25-N1224	1,00	15.623,30	15.623,30 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR- 27000-21-N3667	1,00	10.668,90	10.668,90 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR- 12000-21-N3385	1,00	7.150,00	7.150,00 €

De este modo se ha aplicado el tipo de material tipo 20. Se han ocultado los datos por aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA	30,00	9,27	278,10 €
SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA	30,00	7,38	221,40 €
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	6.923,82	25,27	174.965,02 €
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	13.847,65	2,18	30.187,87 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	87,00	319,34	27.782,90 €
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	36,00	130,14	4.685,04 €
CADENA DE SUSPENSION DOBLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	6,00	260,28	1.561,68 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	294,00	4,34	1.275,96 €
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	24,00	55,13	1.323,12 €
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	58,00	44,04	2.554,32 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	120,00	4,34	520,80 €
SALVAPÁJAROS EN X	693,00	13,04	9.036,72 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON CARRETERA	2,00	1.073,59	2.147,18 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA A.T..	2,00	1.073,59	2.147,18 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA DE B.T. O COMUNIC.	2,00	493,14	986,29 €

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA MONOBLOQUE	2,00	317,91	635,82 €
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA MONOBLOQUE	6,00	125,05	750,30 €
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	4,00	427,31	1.709,24 €
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	22,00	140,93	3.100,46 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>751.496,26 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	2.522,94	26,70	67.354,59 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	60,00	189,34	11.360,40 €
M. TENDIDO EN TUBO DENTRO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	138,97	26,70	3.710,07 €
M. TENDIDO EN PHD CABLE DE F.O. 48F	277,94	3,15	875,51 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	5.045,87	3,15	15.894,50 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	120,00	2,39	286,80 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	3,00	19.908,64	59.725,92 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	3,00	2.300,00	6.900,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	3,00	513,66	1.540,98 €
	4,00	22.032,23	88.128,92 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250			
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV	4,00	927,25	3.709,00 €
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV	4,00	26,05	104,20 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT DIRECTA PANTALLAS CABLES 220kV	6,00	10,54	63,24 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	73,76	221,28 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS CABLE 220kV	2,00	94,83	189,66 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 9kV 220kV	1,00	194,94	194,94 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 6kV 220kV	2,00	194,94	389,88 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU	60,00	1,38	82,80 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 KV 1X300 MM2 CU	110,00	1,22	134,20 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 KV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.854,00	1,52	2.818,08 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>263.684,97 €</b>
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>1.015.181,23€</b>

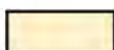
Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

- Partidas modificadas en el presente documento
- Partidas no modificadas en el presente documento
- Partidas nuevas en el presente documento

2.4.3 Ejecución material de la obra

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
M3 EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN APOYO EN TERRENO MEDIO	4588,42	121,86	559.144,86 €
M3 DE HORMIGONADO H-200 CIMENTACIÓN APOYO	4953,1	223,54	1.107.215,97 €
ANTIESCALO AISLANTE PARA APOYO DE CELOSÍA MONOBLOQUE	2,00	2.723,67	5.447,34 €
ANTIESCALO AISLANTE PARA APOYO DE CELOSÍA 4 PATAS	4,00	8.060,16	32.240,64 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA AÉREO</b>			<b>1.704.048,82€</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
M. ZANJA (0,8X1,5) EN TIERRA	2.522,94	75,73	191.051,90 €
M. CANALIZ. 1 TERNA 220kV B/TUBO 250 MM. C/HORMIG.	2.522,94	79,91	201.595,26 €
M. TENDIDO 2 TUBO 125 MM. SOBRE CANALIZACION A.T.	2.522,94	7,54	19.022,94 €
M. PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA PARA SIMPLE CIRCUITO	138,97	1.000,00	138.970,00 €
UD. CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA 220 kV	4,00	20.445,72	81.782,88 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA SUBTERRÁNEO</b>			<b>632.422,98 €</b>
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA</b>			<b>2.336.471,80€</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente




Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

2.4.4 Presupuesto general Término Municipal Chinchón

RESUMEN DE CAPÍTULOS	TOTAL (€)
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	2.596.932,23 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	1.015.181,23 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	2.336.471,80 €
<b>TOTAL</b>	<b>5.948.585,26 €</b>

 Partidas modificadas en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**2.5 Término Municipal de Morata**

**2.5.1 Equipamiento eléctrico**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-28	2,00	25.890,16	51.780,32 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-31	1,00	27.404,46	27.404,46 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-34	1,00	29.186,09	29.186,09 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-AN-TC-15	1,00	24.798,88	24.798,88 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-AN-TC-24	1,00	29.585,09	29.585,09 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLI-TC-15 (Especial)	1,00	31.884,09	31.884,09 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLI-TC-25	1,00	40.875,84	40.875,84 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-20	1,00	42.339,70	42.339,70 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-25	2,00	48.346,66	96.693,32 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-30	1,00	54.609,95	54.609,95 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-35	1,00	61.077,44	61.077,44 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLIII-TC-25	1,00	58.591,82	58.591,82 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-PAS-3C-20	1,00	55.414,45	55.414,45 €
	<b>15,00</b>	<b>22,00</b>	<b>330,00 €</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA			
SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA	15,00	1,87	28,05 €
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	3.780,74	32,06	121.210,37 €
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	7.561,47	6,06	45.822,51 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	63,00	731,15	46.062,45 €
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	33,00	396,99	13.100,67 €
CADENA DE SUSPENSION DOBLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	3,00	793,98	2.381,94 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	168,00	31,00	5.208,00 €
CONJUNTO DE SUSPENSION CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	8,00	69,34	554,72 €
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	42,00	115,98	4.871,16 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	60,00	17,12	1.027,20 €
SALVAPÁJAROS EN X	379,00	3,31	1.254,49 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	15,00	103,48	1.552,20 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>847.645,20 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
	2.950,79	216,00	637.371,68 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250			
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	20,00	323,00	6.460,00 €
M. TENDIDO EN TUBO DENTRO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	75,64	216,00	16.338,24 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	5.901,59	1,85	10.917,94 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	40,00	1,85	74,00 €
M. TENDIDO EN PHD CABLE DE F.O. 48F	151,28	1,85	279,87 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	1,00	91.440,15	91.440,15 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	1,00	18.500,00	18.500,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	1,00	1.289,00	1.289,00 €
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250	5,00	77.615,96	388.079,80 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV	5,00	1.784,81	8.924,05 €
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV	5,00	63,91	319,55 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	3.250,00	9.750,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS CABLE 220kV	3,00	3.250,00	9.750,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 9kV 220kV	3,00	6.900,00	20.700,00 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU	180,00	36,14	6.505,20 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 KV 1X300 MM2 CU	55,00	30,30	1.666,50 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 KV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.854,00	16,79	31.128,66 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>1.259.494,64€</b>
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>2.107.139,83€</b>

- Partidas modificadas en el presente documento
- Partidas no modificadas en el presente documento
- Partidas nuevas en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**2.5.2 Montaje de equipamiento eléctrico**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-28	2,00	14.989,04	29.978,08 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-31	1,00	15.865,74	15.865,74 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-SUS-TC-34	1,00	16.897,21	16.897,21 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-AN-TC-15	1,00	14.357,24	14.357,24 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-AN-TC-24	1,00	17.128,21	17.128,21 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLI-TC-15 (Especial)	1,00	18.459,21	18.459,21 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLI-TC-25	1,00	23.664,96	23.664,96 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-20	1,00	24.512,46	24.512,46 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-25	2,00	27.990,17	55.980,34 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-30	1,00	31.616,29	31.616,29 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLII-TC-35	1,00	35.360,63	35.360,63 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-FLIII-TC-25	1,00	33.921,58	33.921,58 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO 220-PAS-3C-20	1,00	32.082,05	32.082,05 €
INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA	15,00	9,27	139,05 €

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales por aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA	15,00	7,38	110,70 €
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	3.780,74	25,27	95.539,18 €
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	7.561,47	2,18	16.484,01 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	63,00	319,34	20.118,65 €
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	33,00	130,14	4.294,62 €
CADENA DE SUSPENSION DOBLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	3,00	260,28	780,84 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	168,00	4,34	729,12 €
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	8,00	55,13	441,04 €
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	42,00	44,04	1.849,68 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	60,00	4,34	260,40 €
SALVAPÁJAROS EN X	379,00	13,04	4.942,16 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON CARRETERA	3,00	1.073,59	3.220,77 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA A.T..	8,00	1.073,59	8.588,72 €
MONTAJE PROVIS. PARA CRUZAMIENTO CON LINEA DE B.T. O COMUNIC.	4,00	493,14	1.972,57 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	15,00	140,93	2.113,95 €

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>511.409,44 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	2.950,79	26,70	78.777,07 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	20,00	189,34	3.786,80 €
M. TENDIDO EN TUBO DENTRO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	75,64	26,70	2.019,35 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	5.901,59	3,15	18.590,01 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	40,00	2,39	95,60 €
M. TENDIDO EN PHD CABLE DE F.O. 48F	151,28	3,15	476,53 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	1,00	19.908,64	19.908,64 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	1,00	2.300,00	2.300,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	1,00	513,66	513,66 €
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250	5,00	22.032,23	110.161,15 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV	5,00	927,25	4.636,25 €
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV	5,00	26,05	130,25 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	73,76	221,28 €

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS CABLE 220kV	3,00	94,83	284,49 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 9kV 220kV	3,00	194,94	584,82 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU	180,00	1,38	248,40 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 kV 1X300 MM2 CU	55,00	1,22	67,10 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 kV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.854,00	1,52	2.818,08 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>245.619,49 €</b>
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>757.028,93 €</b>



Partidas modificadas en el presente documento

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Partidas no modificadas en el presente documento



Partidas nuevas en el presente documento

2.5.3 Ejecución material de la obra

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
M3 EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN APOYO EN TERRENO MEDIO	2.940,00	121,86	358.268,40 €
M3 DE HORMIGONADO H-200 CIMENTACIÓN APOYO	3.175,20	223,54	709.784,21 €
ANTIESCALO AISLANTE PARA APOYO DE CELOSÍA 4 PATAS	1,00	8.060,16	8.060,16 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA AÉREO</b>			<b>1.076.112,77€</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
M. ZANJA (0,8X1,5) EN TIERRA	2.950,79	75,73	223.451,89 €
M. CANALIZ. 1 TERNA 220kV B/TUBO 250 MM. C/HORMIG.	2.950,79	79,91	235.783,26 €
M. TENDIDO 2 TUBO 125 MM. SOBRE CANALIZACION A.T.	2.950,79	7,54	22.248,99 €
M. PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA PARA SIMPLE CIRCUITO	75,64	1.000,00	75.640,00 €
UD. CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA 220 kV	5,00	20.445,72	102.228,60 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA AÉREO</b>			<b>659.352,74 €</b>
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA</b>			<b>1.735.465,51€</b>



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

2.5.4 Presupuesto general Término Municipal Morata

RESUMEN DE CAPÍTULOS	TOTAL (€)
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	2.107.139,83 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	757.028,93 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	1.735.465,51 €
<b>TOTAL</b>	<b>4.599.634,27 €</b>

Partidas modificadas en el presente documento

**2.6 Término Municipal de Arganda del Rey**

**2.6.1 Equipamiento eléctrico**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-S1113 PAS	1,00	25.030,60	25.030,60 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-20-S1113 PAS	1,00	25.030,60	25.030,60 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-5000-24-S1785	3,00	7.795,70	23.387,10 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-20-S1223	1,00	21.067,20	21.067,20 €
<small>Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente</small>			
INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA	6,00	22,00	132,00 €
SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA	6,00	1,87	11,22 €
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	1.619,25	32,06	51.913,16 €
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	3.238,50	6,06	19.625,31 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	12,00	731,15	8.773,80 €
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	9,00	396,99	3.572,91 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	60,00	31,00	1.860,00 €
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	6,00	69,34	416,04 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	8,00	115,98	927,84 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	28,00	17,12	479,36 €
SALVAPÁJAROS EN X	162,00	3,31	536,22 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	2,00	884,55	1.769,10 €
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	4,00	103,48	413,92 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>184.946,38 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	4.977,61	216,00	1.075.163,24 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	51,50	323,00	16.634,50 €
M. TENDIDO EN GALERIA LINEA CABLE 220 KV RHZ1-2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	5,00	298,22	1.491,10 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	9.955,22	1,85	18.417,15 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	103,00	1,85	190,55 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	2,00	91.440,15	182.880,30 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	2,00	18.500,00	37.000,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	2,00	1.289,00	2.578,00 €
CONJUNTO TERMINACION ENCHUFABLE CONEX. CELDA SF6 127/220 kV	1,00	74.187,99	74.187,99 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 AI+H250	8,00	77.615,96	620.927,68 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV	8,00	1.784,81	14.278,48 €
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV	8,00	63,91	511,28 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	3.250,00	9.750,00 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT DIRECTA PANTALLAS CABLES 220kV	3,00	1.820,00	5.460,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 9kV 220kV	4,00	6.900,00	27.600,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 6kV 220kV	2,00	6.900,00	13.800,00 €
CAJA TRIPOLAR NO ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS 220KV	1,00	2.340,00	2.340,00 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS 220KV	2,00	3.250,00	6.500,00 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU	285,00	36,14	10.299,90 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 KV 1X300 MM2 CU	110,00	30,3	3.333,00 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 KV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.106,00	16,79	18.569,74 €
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>2.141.912,91€</b>
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>2.326.859,28€</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado todos los persignos de aplicación de la normativa vigente



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

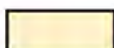
**2.6.2 Montaje de equipamiento eléctrico**

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
<b>APOYOS</b>			
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-15-S1113 PAS	1,00	14.491,40	14.491,40 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO ICARO 55000-20-S1113 PAS	1,00	14.491,40	14.491,40 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO CONDOR-5000-24-S1785	3,00	4.513,30	13.539,90 €
APOYO METÁLICO DE CELOSÍA TIPO GRAN CONDOR-40000-20-S1223	1,00	12.196,80	12.196,80 €
INSTALACION PLACA IDENTIDAD CORPORATIVA APO. CELOSIA	6,00	9,27	55,62 €
SEÑAL TRIANGULAR RIESGO ELECTRICO GT-21 EN APOYO CELOSIA	6,00	7,38	44,28 €
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO LINEA TRIFASICA A.T. DÚPLEX LA-380 (GULL)	1.619,25	25,27	40.918,45 €
M.TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	3.238,50	2,18	7.059,93 €
<b>AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS</b>			
CADENA DE AMARRE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	12,00	319,34	3.832,12 €
CADENA DE SUSPENSION SIMPLE 220 KV DÚPLEX LA-380 AISL.COMPUUESTO (NIVEL III)	9,00	130,14	1.171,26 €
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE LA-380	60,00	4,34	260,40 €
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	6,00	55,13	330,78 €
CONJUNTO DE AMARRE CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 F	8,00	44,04	352,32 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE PARA OPGW	28,00	4,34	121,52 €
SALVAPÁJAROS EN X	162,00	13,04	2.112,48 €
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
PUESTA A TIERRA EN ANILLO PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	2,00	427,31	854,62 €
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	4,00	140,93	563,72 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AÉREO</b>			<b>112.397,00 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
<b>CONDUCTORES Y CABLES</b>			
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	4.977,61	26,70	132.886,69 €
M. TENDIDO EN APOYO LINEA CABLE RHZ1-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	51,50	189,34	9.751,01 €
M. TENDIDO EN GALERIA LINEA CABLE 220 KV RHZ1-2OL 127/220 kV 1x2500 Al + H250	5,00	154,34	771,70 €
M. TENDIDO BAJO TUBO CABLE DE F.O. 48F	9.955,22	3,15	31.358,93 €
M. TENDIDO EN APOYO CABLE DE F.O. 48F	103,00	2,39	246,17 €
<b>TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS</b>			
CONJUNTO TERMINACION EXTERIOR COMPOSITE 127/220 kV 1x2500 Al + H250	2,00	19.908,64	39.817,28 €
CONJUNTO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 220 kV	2,00	2.300,00	4.600,00 €
CONJUNTO DE SOPORTES, ACCESORIOS Y PIEZAS DE CONEXIÓN PARA APOYO P.A.S.	2,00	513,66	1.027,32 €
CONJUNTO TERMINACION ENCHUFABLE CONEX. CELDA SF6 127/220 kV	1,00	924,00	924,00 €
CONJUNTO EMPALME PREMOLD. CRUCE 127/220 KV 1X2500 Al+H250	8,00	22.032,23	176.257,84 €

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>PUESTA A TIERRA</b>			
ARQUETA DE PUESTA A TIERRA 1750X1250X1150 PARA 220kV	8,00	927,25	7.418,00 €
ELECTRODO PUESTA A TIERRA DE EMPALMES CABLE 220 kV	8,00	26,05	208,40 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT CON DESCARGADOR 6 KV 220KV	3,00	73,76	221,28 €
CAJA UNIPOLAR INTEMPERIE PAT DIRECTA PANTALLAS CABLES 220kV	3,00	10,54	31,62 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 9kV 220kV	4,00	194,94	779,76 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DESCARGADOR 6kV 220kV	2,00	194,93	389,86 €
CAJA TRIPOLAR NO ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS 220KV	1,00	21,07	21,07 €
CAJA TRIPOLAR ENTERRADA PAT DIRECTA PANTALLAS 220KV	2,00	94,83	189,66 €
M. CABLE CONCENTRICO ROZ1(S) 0,6/1 kV 2X300 MM2 CU	285,00	1,38	393,30 €
M. CABLE UNIPOLAR RZ1(S) 0,6/1 kV 1X300 MM2 CU	110,00	1,22	134,20 €
M. TENDIDO CONEX. EQUIPOTENC. RZ1(S) 0,6/1 kV 1X185 MM2 CU BAJO TUBO	1.106,00	1,52	1.681,12 €
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO</b>			<b>409.109,21 €</b>
<b>TOTAL MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>			<b>521.506,21 €</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

2.6.3 Ejecución material de la obra

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>			
M3 EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN APOYO EN TERRENO MEDIO	295,88	121,86	36.055,94 €
M3 DE HORMIGONADO H-200 CIMENTACIÓN APOYO	316,21	223,54	70.685,58 €
ANTIESCALO AISLANTE PARA APOYO DE CELOSÍA 4 PATAS	2,00	8.060,16	16.120,32 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA AÉREO</b>			<b>122.861,84 €</b>
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>			
M. ZANJA (0,8X1,5) EN TIERRA	4.977,61	75,726	376.934,31 €
M. CANALIZ. 1 TERNA 220kV B/TUBO 250 MM. C/HORMIG.	4.977,61	79,905	397.735,74 €
M. TENDIDO 2 TUBO 125 MM. SOBRE CANALIZACION A.T.	4.977,61	7,54	37.531,16 €
UD. CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA 220 kV	8,00	20.445,72	163.565,76 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA SUBTERRÁNEO</b>			<b>975.766,97 €</b>
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA</b>			<b>1.098.628,81€</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Partidas modificadas en el presente documento

Partidas no modificadas en el presente documento

2.6.4 Equipos de Medida

DENOMINACIÓN	UDS.	UNITARIO (€/ud)	TOTAL (€)
SISTEMA DE MEDIDA 220 kV (INCLUYENDO TI's TOROIDALES, CONTADORES, CABLEADOS, MODEM, ARMARIO,...)	1,00	20.125,00	20.125,00 €
<b>TOTAL CENTRO DE MEDIDA</b>			<b>20.125,00€</b>

Partidas no modificadas en el presente documento

**2.6.5 Presupuesto general Término Municipal Arganda del Rey**

<b>RESUMEN DE CAPÍTULOS</b>	<b>TOTAL (€)</b>
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	2.326.859,28 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	521.506,21 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	1.098.628,81 €
CAPÍTULO IV: EQUIPOS DE MEDIDA	20.125,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>3.967.119,31 €</b>



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

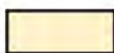
Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

2.7 Presupuesto de ejecución material

2.7.1 Presupuesto de ejecución material por tramos

RESUMEN DE CAPÍTULOS MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL	TOTAL (€)
<b>TRAMO AÉREO</b>	
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	3.588.259,05 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	2.173.442,69 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	3.536.008,83 €
<b>TOTAL TRAMO AÉREO</b>	<b>9.297.710,57 €</b>
RESUMEN DE CAPÍTULOS	TOTAL (€)
<b>TRAMO SUBTERRÁNEO</b>	
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	6.208.314,26 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	1.203.990,92 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	3.085.059,31 €
<b>TOTAL TRAMO SUBTERRÁNEO</b>	<b>10.497.364,49 €</b>
RESUMEN DE CAPÍTULOS	TOTAL (€)
<b>EQUIPOS DE MEDIDA</b>	
CAPÍTULO IV: EQUIPOS DE MEDIDA	20.125,00 €
<b>TOTAL EQUIPOS DE MEDIDA</b>	<b>20.125,00 €</b>

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

**2.7.2 Presupuesto de ejecución material total**

RESUMEN DE CAPÍTULOS	TOTAL (€)
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	9.796.573,31 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	3.377.433,61 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	6.621.068,14 €
CAPÍTULO IV: CENTRO DE MEDIDA	20.125,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>19.815.200,06 €</b>



Partidas modificadas en el presente documento



Partidas no modificadas en el presente documento

Asciende el presupuesto de Ejecución por contrata a **DIECINUEVE MILLONES OCHOCIENTOS QUINCE MIL DOSCIENTOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS DE EURO (19.815.200,06€)**.

**3 Aplicación de Estudio de seguridad y salud**

El presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud no se ve afectado por el presente documento.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**4 Aplicación ~~el Estudio de Gestión de Residuos~~**

El presupuesto del Estudio de Gestión de Residuos, incluido como Anexo III a la presente adenda, asciende a **CIENTO VEINTICINCO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA EUROS (125.840,00 €)**.

**5 Presupuesto de Medidas Ambientales**

El Presupuesto de Medidas Ambientales no se ven afectado por el presente documento.

**6 Presupuesto General Total**

RESUMEN DE CAPÍTULOS MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL	Tercer Modificado
	TOTAL (€)
CAPÍTULO I: EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	9.796.573,31 €
CAPÍTULO II: MONTAJE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	3.377.433,61 €
CAPÍTULO III: EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	6.621.068,14 €
CAPÍTULO IV: EQUIPOS DE MEDIDA	20.125,00 €
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	79.507,40 €
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	125.840,00 €
MEDIDAS AMBIENTALES	96.611,26 €
GASTOS GENERALES (13%)	2.602.671,17 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	1.201.232,85 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>23.921.062,74€</b>

El presente presupuesto importa la referida cantidad de **VEINTITRES MILLONES NOVECIENTOS VEINTIÚN MIL SESENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO (23.921.062,74 €)**.

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

En A Coruña, agosto de 2024

Por la Empresa Consultora:

**Novotec Consultores S.A.**

**Colegiado Nº 2.221**

**Colegio de Ingenieros Industriales de Galicia**

**DOCUMENTO N°5**

**LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)**

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**PLANOS**

## Índice

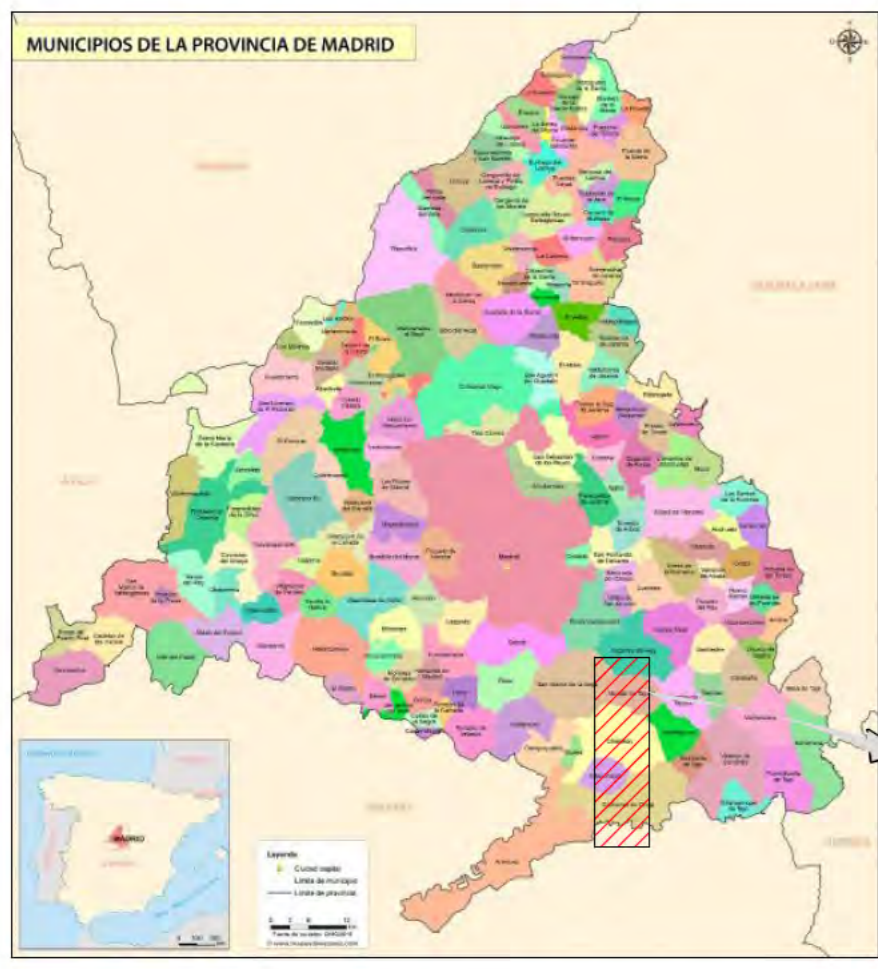
PLANOS .....	1
1 Índice de planos .....	3

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

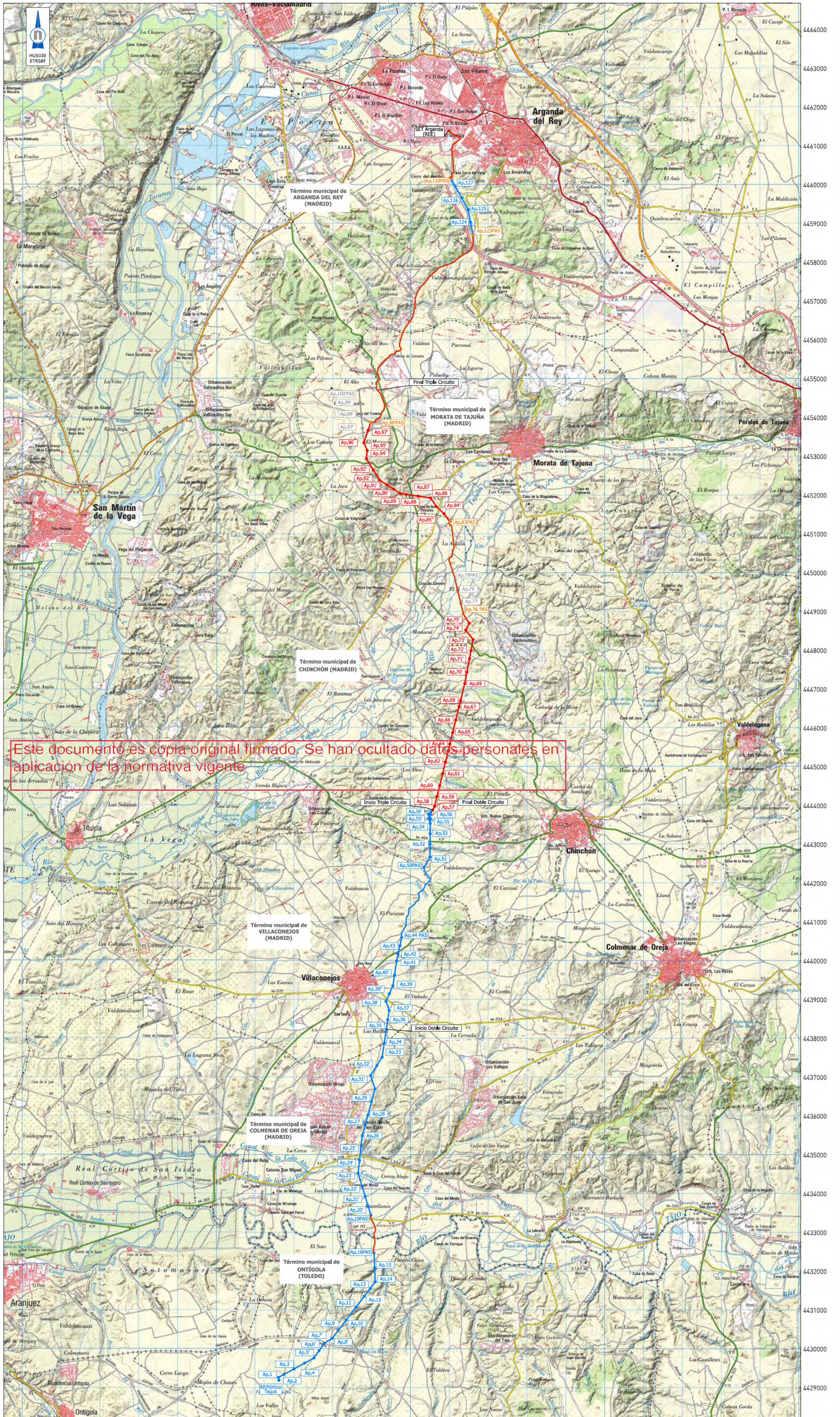
## 1 Índice de planos

Nº Plano	Ed.	Nº Hojas	Título
REN-20-021-001	4	1	SITUACIÓN
REN-20-021-002	4	9	EMPLAZAMIENTO
REN-20-021-003	5	24	PLANTA GENERALSUBTERRÁNEO
REN-20-021-004	5	10	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL AÉREO
REN-20-021-005	4	9	CATASTRAL
REN-20-021-007	4	8	APOYOS
REN-20-021-008	2	3	CIMENTACIONES
REN-20-021-009	2	2	PUESTA A TIERRA
REN-20-021-010	2	1	ANTI ESCALO
REN-20-021-011	2	2	CADENAS SUSPENSIÓN
REN-20-021-012	2	1	CADENAS DE AMARRE
REN-20-021-013	2	1	SUSPENSIÓN FO
REN-20-021-014	2	1	AMARRE FO
REN-20-021-015	2	2	AMORTIGUADORES
REN-20-021-016	2	2	SALVAPÁJAROS
REN-20-021-017	4	3	CANALIZACIONES
REN-20-021-018	2	4	CONEXIÓN PAT PANTALLAS
REN-20-021-025	1	1	CAMARAS DE EMPALME
REN-20-021-026	1	1	PAT CAMARA DE EMPALME
REN-20-021-027	1	1	ARQUETA
REN-20-021-028	1	4	CAJAS DE PAT
REN-20-021-030	1	1	DETALLE PHD
REN-20-021-031	2	1	PUNTO DE MEDIDA
REN-20-021-032	2	1	PUNTO DE MEDIDA.ESQUEMA

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente



Nº Apoyo	X	Y
1	456.602,81	4.429.255,00
2	456.743,46	4.429.331,66
3	457.005,29	4.429.474,36
4	457.277,12	4.429.622,51
5	457.518,07	4.429.753,82
6	457.649,16	4.429.944,44
7	457.779,99	4.430.134,66
8	457.991,26	4.430.264,35
9	458.141,88	4.430.462,13
10	458.350,92	4.430.736,62
11	458.603,13	4.431.067,81
12	458.817,45	4.431.349,23
13	458.967,56	4.431.546,34
14	459.096,00	4.431.715,00
15	459.081,30	4.432.080,16
16 PAS	459.066,00	4.432.460,00
19 PAS	458.984,33	4.433.434,89
20	458.918,50	4.433.650,56
21	458.834,51	4.433.925,71
22	458.759,03	4.434.172,96
23	458.653,35	4.434.519,17
24	458.690,30	4.434.851,02
25	458.732,65	4.435.231,38
26	458.760,29	4.435.479,60
27	458.836,17	4.435.757,87
28	458.907,38	4.436.019,05
29	459.000,53	4.436.360,69
30	459.090,70	4.436.691,38
31	458.975,80	4.437.033,43
32	459.136,87	4.437.289,98
33	459.274,05	4.437.508,46
34	459.327,06	4.437.861,08
35	459.381,70	4.438.224,51
36	459.418,08	4.438.466,47
37	459.455,13	4.438.712,93
38	459.372,08	4.438.943,33
38	459.461,02	4.439.144,15
39	459.550,26	4.439.345,64
40	459.591,55	4.439.620,27
41	459.646,96	4.439.988,87
42	459.685,60	4.440.165,01
43	459.732,52	4.440.378,91
44 PAS	459.779,26	4.440.591,98
50 PAS	460.349,28	4.442.392,12
51	460.506,81	4.442.663,31
52	460.509,27	4.442.994,81
53	460.511,28	4.443.266,55
54	460.513,21	4.443.526,85
55	460.514,16	4.443.654,93
56	460.514,97	4.443.762,95
55	460.473,51	4.443.655,93
56	460.480,49	4.443.771,68
57	460.572,84	4.443.874,99
58	460.626,83	4.443.979,50
59	460.687,61	4.444.227,05
60	460.756,57	4.444.507,89
61	460.831,83	4.444.814,38
62	460.904,81	4.445.111,59
63	460.975,59	4.445.399,86
64	461.019,15	4.445.577,28
65	461.090,92	4.445.869,54
66	461.170,24	4.446.192,61
67	461.255,73	4.446.540,76
68	461.295,28	4.446.701,86
69	461.401,53	4.447.134,57
70	461.458,02	4.447.429,96
71	461.524,68	4.447.778,49
72	461.564,21	4.447.985,20
73	461.618,74	4.448.270,32
74	461.425,03	4.448.513,81
75	461.520,22	4.448.690,07
76 PAS	461.369,23	4.448.922,03
83 PAS	461.021,66	4.451.302,29
84	460.869,15	4.451.511,61
85	460.673,20	4.451.695,97
86	460.519,17	4.451.919,25
87	460.200,15	4.451.964,87
88	459.895,54	4.452.008,43
89	459.743,24	4.452.030,21
90	459.574,36	4.452.139,71
91	459.400,91	4.452.252,18
92	459.199,98	4.452.382,47
93	459.045,67	4.452.636,31
94	458.866,31	4.452.931,35
95	458.889,11	4.453.139,00
96	458.803,47	4.453.342,12
97	458.909,01	4.453.656,69
98 PAS	458.979,19	4.453.865,85
123 PAS	461.614,35	4.458.689,73
124	461.551,66	4.459.023,40
125	461.490,81	4.459.347,30
126	461.325,00	4.459.646,38
127	461.158,97	4.459.945,86
128 PAS	461.030,10	4.460.178,31



**RIC ENERGY**

PROYECTO: LAT 220 (V) TAGUS - ARGANDA (REE)

SITUACIÓN: COMARCAS: AI

ESCALA: 1/50.000

NOVOTEC

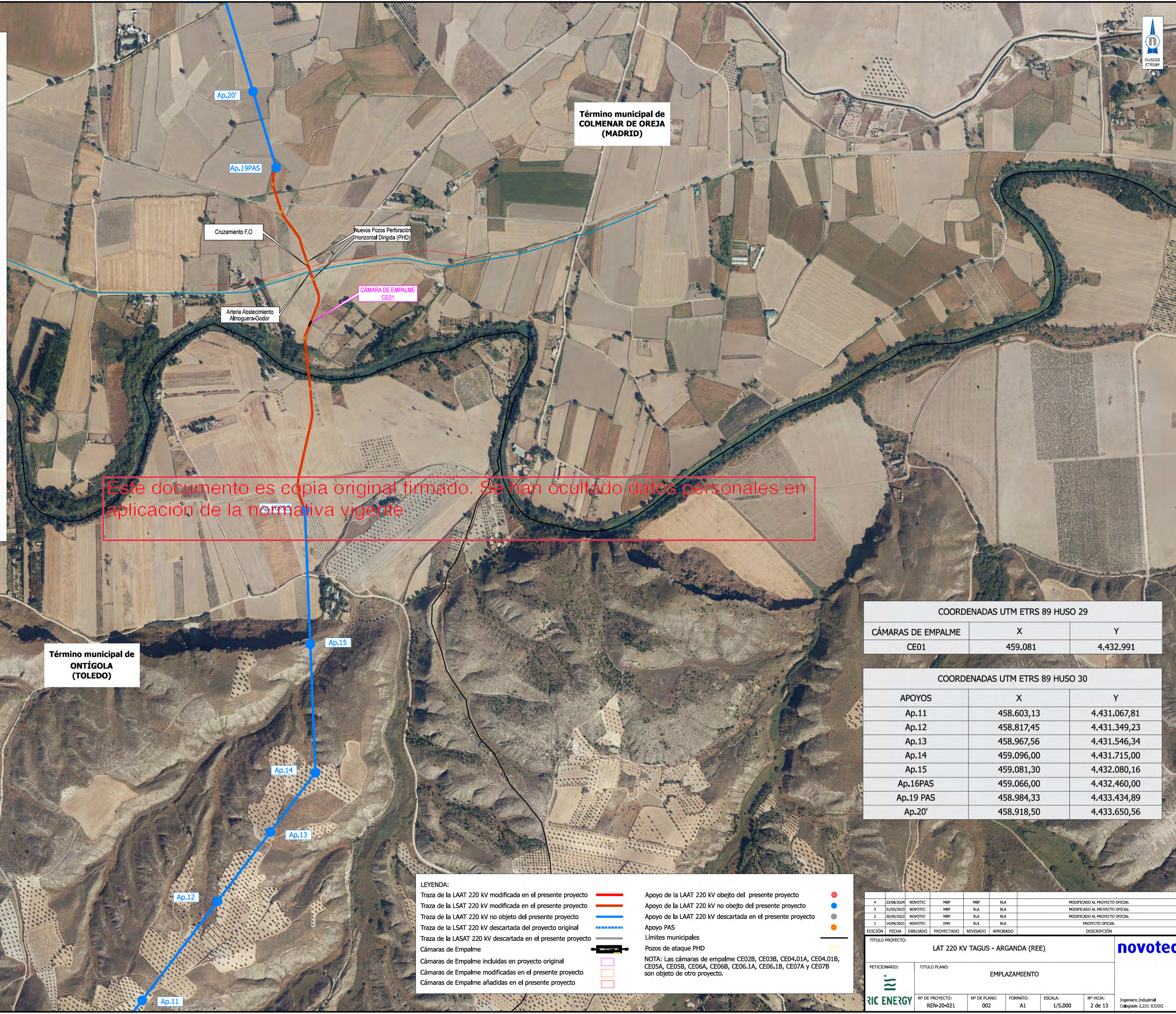
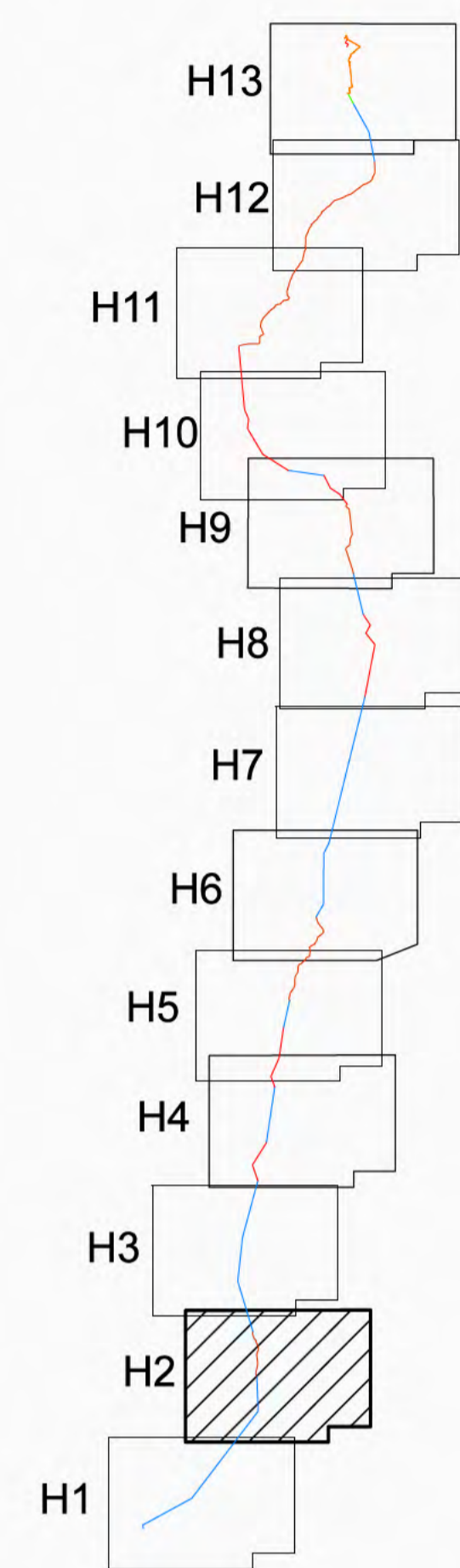
TIPO DE TRAMO	DISPOSICIÓN	INICIO TRAMO	FIN TRAMO	Longitud Tramo (m)
T2 Subterráneo	SC	Ap.16 PAS	Ap.19 PAS	1022,68
T7 Aéreo	TC	Ap. 57	Ap. 76 PAS	5111,03
T8 Subterráneo	TC	Ap.76 PAS	Ap. 83 PAS	2520,09
T9 Aéreo	TC	Ap.83 PAS	Ap. 98PAS	3854,16
T10 Subterráneo	SC	Ap.98PAS	Ap.123 PAS	6366,19
T12 Subterráneo	SC	Ap.128 PAS	SET ARGANDA (REE)	1637,82

**LEYENDA:**

- Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto

- Apoyo de la LAAT 220 kV objeto del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV descartado en el presente proyecto
- Apoyo PAS
- Límites municipales

ESQUEMA GENERAL  
DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

**Término municipal de ONTÍGOLA (TOLEDO)**

**Término municipal de COLMENAR DE OREJA (MADRID)**

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
CÁMARAS DE EMPALME	X	Y
CE01	459.081	4.432.991

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 30		
APOYOS	X	Y
Ap.11	458.603,13	4.431.067,81
Ap.12	458.817,45	4.431.349,23
Ap.13	458.967,56	4.431.546,34
Ap.14	459.096,00	4.431.715,00
Ap.15	459.081,30	4.432.080,16
Ap.16PAS	459.066,00	4.432.460,00
Ap.19 PAS	458.984,33	4.433.434,89
Ap.20'	458.918,50	4.433.650,56

**LEYENDA:**

Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto	<span style="color: red;">—</span>	Apoyo de la LAAT 220 kV objeto del presente proyecto	<span style="color: red;">●</span>
Traza de la LSAT 220 kV modificada en el presente proyecto	<span style="color: blue;">—</span>	Apoyo de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto	<span style="color: blue;">●</span>
Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto	<span style="color: orange;">—</span>	Apoyo de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto	<span style="color: orange;">●</span>
Traza de la LSAT 220 kV descartada del proyecto original	<span style="color: blue;">- - - - -</span>	Apoyo PAS	<span style="color: orange;">●</span>
Traza de la LSAT 220 kV descartada en el presente proyecto	<span style="color: blue;">- - - - -</span>	Límites municipales	<span style="border-bottom: 1px solid black;">—</span>
Cámaras de Empalme	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Pozos de ataque PHD	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>
Cámaras de Empalme incluidas en proyecto original	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	NOTA: Las cámaras de empalme CE02B, CE03B, CE04.01A, CE04.01B, CE05A, CE05B, CE06A, CE06B, CE06.1A, CE06.1B, CE07A y CE07B son objeto de otro proyecto.	
Cámaras de Empalme modificadas en el presente proyecto	<span style="border: 1px solid orange; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>		
Cámaras de Empalme añadidas en el presente proyecto	<span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>		

EDICIÓN	FECHA	DIBUJADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
4	23/06/2024	NOVOTEC	MIP	MIP	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
3	31/03/2023	NOVOTEC	MIP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
2	20/05/2023	NOVOTEC	MIP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
1	14/04/2023	NOVOTEC	EMV	RLA	RLA	PROYECTO OFICIAL

TÍTULO PROYECTO: **LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)**

RIC ENERGY

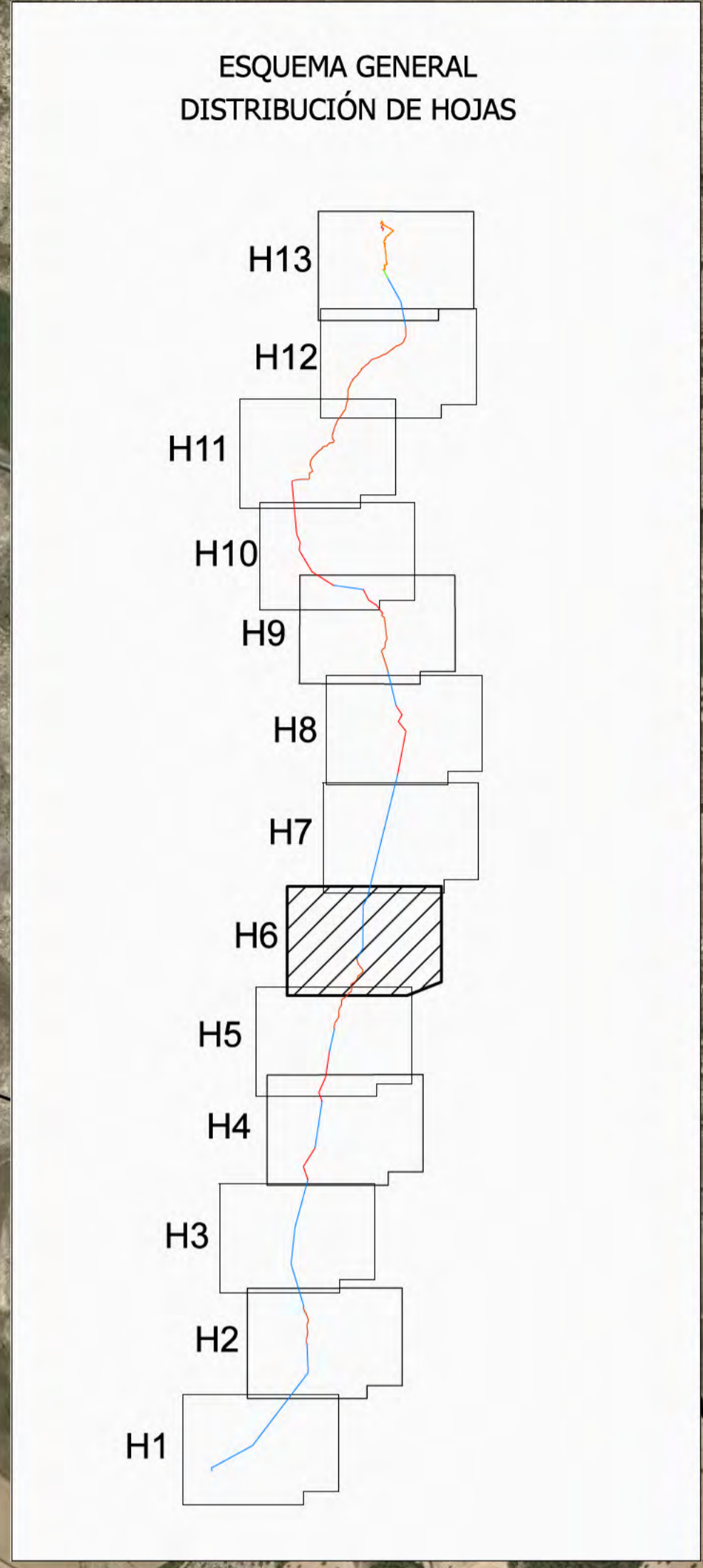
EMPLAZAMIENTO

ESCALA: 1/5.000

Nº DE HOJA: 2 de 13

Término municipal de CHINCHÓN (MADRID)

Término municipal de VILLACONEJOS (MADRID)



Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29

CÁMARAS DE EMPALME	X	Y
CE03B	460.126	4.441.492
CE03C	460.139	4.441.504
CE04B	460.372	4.441.928
CE04C	460.384	4.441.943

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29

APOYOS	X	Y
Ap.50 PAS	460.349,28	4.442.392,12
Ap.51	460.506,81	4.442.663,31
Ap.52	460.509,27	4.442.994,81
Ap.53	460.511,28	4.443.266,55
Ap.54	460.513,21	4.443.526,85
Ap.55	460.514,16	4.443.654,93
Ap.56	460.514,97	4.443.762,95
Ap.55'	460.473,51	4.443.655,93
Ap.56'	460.480,49	4.443.771,68
Ap.57	460.572,84	4.443.874,99
Ap.58	460.626,83	4.443.979,50
Ap.59	460.687,61	4.444.227,05

LEYENDA:

- Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV descartada del proyecto original
- Traza de la LASAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme
- Cámaras de Empalme incluidas en proyecto original
- Cámaras de Empalme modificadas en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme añadidas en el presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV ojeo del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Apoyo PAS
- Límites municipales
- Pozos de ataque PHD
- NOTA: Las cámaras de empalme CE02B, CE03B, CE04.01A, CE04.01B, CE05A, CE05B, CE06A, CE06B, CE06.1A, CE06.1B, CE07A y CE07B son objeto de otro proyecto.

LEYENDA DE DISTANCIAS A CARRETERAS

- CARRETERA
- ARISTA EXTERIOR DE EXPLANACIÓN
- DOMINIO PÚBLICO (3 m)
- ZONA DE SERVIDUMBRE (8 m)
- LIMITE EDIFICACIÓN (25 m)

EDICIÓN	FECHA	DIBUJADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
4	23/06/2024	NOVOTEC	MIP	MIP	RIA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
3	31/03/2023	NOVOTEC	MIP	RIA	RIA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
2	20/05/2022	NOVOTEC	MIP	RIA	RIA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
1	14/04/2021	NOVOTEC	EMV	RIA	RIA	PROYECTO OFICIAL

TÍTULO PROYECTO: LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)

EMPLAZAMIENTO

RIC ENERGY

NOVOTEC

Nº DE PROYECTO: REN-20-021

Nº DE PLANO: 002

FORMATO: A1

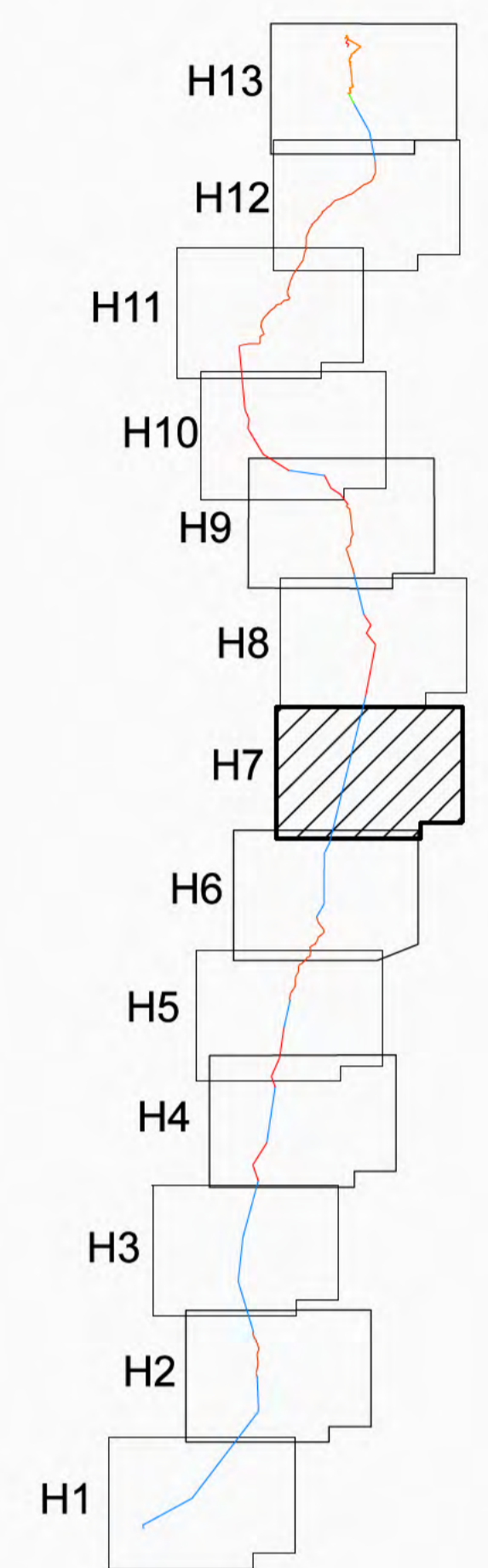
ESCALA: 1/5,000

Nº HOJA: 6 de 13

Ingeniero Industrial Colegiado 2.221.100316

Término municipal de CHINCHÓN (MADRID)

ESQUEMA GENERAL DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29

APOYOS	X	Y
Ap.59	460.687,61	4.444.227,05
Ap.60	460.756,57	4.444.507,89
Ap.61	460.831,83	4.444.814,38
Ap.62	460.904,81	4.445.111,59
Ap.63	460.975,59	4.445.399,86
Ap.64	461.019,15	4.445.577,28
Ap.65	461.090,92	4.445.869,54
Ap.66	461.170,24	4.446.192,61
Ap.67	461.255,73	4.446.540,76
Ap.68	461.295,28	4.446.701,86

LEYENDA:

Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto		Apoyo de la LAAT 220 kV objeto del presente proyecto	
Traza de la LSAT 220 kV modificada en el presente proyecto		Apoyo de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto	
Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto		Apoyo de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto	
Traza de la LSAT 220 kV descartada del proyecto original		Apoyo PAS	
Traza de la LSAT 220 kV descartada en el presente proyecto		Límites municipales	
Cámaras de Empalme		Pozos de ataque PHD	
Cámaras de Empalme incluidas en proyecto original		NOTA: Las cámaras de empalme CE02B, CE03B, CE04.01A, CE04.01B, CE05A, CE05B, CE06A, CE06B, CE06.1A, CE06.1B, CE07A y CE07B son objeto de otro proyecto.	
Cámaras de Empalme modificadas en el presente proyecto			
Cámaras de Empalme añadidas en el presente proyecto			

EDICIÓN	FECHA	DIBUJADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
4	23/08/2024	NOVOTEC	MJP	MJP	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
3	31/03/2023	NOVOTEC	MJP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
2	20/05/2022	NOVOTEC	MJP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
1	14/04/2021	NOVOTEC	EMV	RLA	RLA	PROYECTO OFICIAL

TÍTULO PROYECTO: LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)

RIC ENERGY

EMPLAZAMIENTO

Nº DE PROYECTO: REN-20-021    Nº DE PLANO: 002    FORMATO: A1    ESCALA: 1/5,000    Nº HOJA: 7 de 13    Ingeniero Industrial Colegiado 2.221.100316

Término municipal de  
**CHINCHÓN (MADRID)**

ESQUEMA GENERAL  
DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
CÁMARAS DE EMPALME	X	Y
CE04.1A	461.259	4.449.353
CE04.1B	461.261	4.449.367
CE04.1C	461.269	4.449.355

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
APOYOS	X	Y
Ap.69	461.401,53	4.447.134,57
Ap.70'	461.458,02	4.447.429,96
Ap.71'	461.524,68	4.447.778,49
Ap.72'	461.564,21	4.447.985,20
Ap.73'	461.618,74	4.448.270,32
Ap.74'	461.425,03	4.448.513,81
Ap.75'	461.520,22	4.448.690,07
Ap.76 PAS	461.369,23	4.448.922,03

**LEYENDA:**

Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto		Apoyo de la LAAT 220 kV ojeo del presente proyecto	
Traza de la LSAT 220 kV modificada en el presente proyecto		Apoyo de la LAAT 220 kV no ojeo del presente proyecto	
Traza de la LAAT 220 kV no ojeo del presente proyecto		Apoyo de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto	
Traza de la LSAT 220 kV descartada del proyecto original		Apoyo PAS	
Traza de la LASAT 220 kV descartada en el presente proyecto		Límites municipales	
Cámaras de Empalme		Pozos de ataque PHD	
Cámaras de Empalme incluidas en proyecto original		NOTA: Las cámaras de empalme CE02B, CE03B, CE04.01A, CE04.01B, CE05A, CE05B, CE06A, CE06B, CE06.1A, CE06.1B, CE07A y CE07B son ojeo de otro proyecto.	
Cámaras de Empalme modificadas en el presente proyecto			
Cámaras de Empalme añadidas en el presente proyecto			

**LEYENDA DE DISTANCIAS A CARRETERAS**

	CARRETERA
	ARISTA EXTERIOR DE EXPLANACIÓN
	DOMINIO PÚBLICO (3 m)
	ZONA DE SERVIDUMBRE (8 m)
	LÍMITE EDIFICACIÓN (25 m)

EDICIÓN	FECHA	DIBUJADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
4	23/06/2024	NOVOTEC	MIP	MIP	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
3	31/03/2023	NOVOTEC	MIP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
2	20/05/2022	NOVOTEC	MIP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
1	14/04/2021	NOVOTEC	EMV	RLA	RLA	PROYECTO OFICIAL

TÍTULO PROYECTO: **LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)**

RIC ENERGY

novotec

EMPLAZAMIENTO

Nº DE PROYECTO: REN-20-021    Nº DE PLANO: 002    FORMATO: A1    ESCALA: 1/5,000    Nº HOJA: 8 de 13

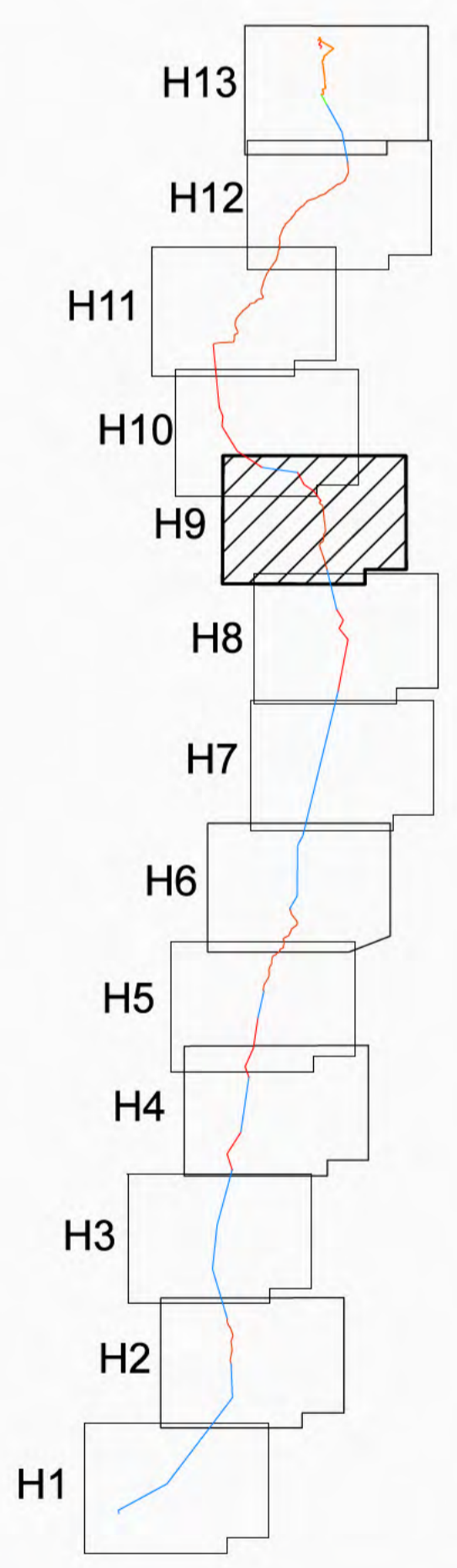
Ingeniero Industrial Colegiado 2.221.100316

Término municipal de MORATA DE TAJUÑA (MADRID)

Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

Término municipal de CHINCHÓN (MADRID)

ESQUEMA GENERAL DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
CÁMARAS DE EMPALME	X	Y
CE04.2A	461.160	4.449.783
CE04.2B	461.152	4.449.795
CE04.2C	461.162	4.449.797
CE05A	460.998	4.450.319
CE05B	461.005	4.450.332
CE05C	461.009	4.450.318
CE06A	461.104	4.450.815
CE06B	461.107	4.450.829
CE06C	461.114	4.450.816

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
APOYOS	X	Y
Ap.83 PAS	461.021,66	4.451.302,29
Ap.84'	460.869,15	4.451.511,61
Ap.85''	460.673,20	4.451.695,97
Ap.86	460.519,17	4.451.919,25
Ap.87	460.200,15	4.451.964,87
Ap.88	459.895,54	4.452.008,43
Ap.89	459.743,24	4.452.030,21
Ap. 90'	459.574,36	4.452.139,71
Ap. 91'	459.400,91	4.452.252,18

**LEYENDA:**

- Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV descartada del proyecto original
- Traza de la LASAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme
- Cámaras de Empalme incluidas en proyecto original
- Cámaras de Empalme modificadas en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme añadidas en el presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV ojeo del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV no ojeo del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Apoyo PAS
- Límites municipales
- Pozos de ataque PHD
- NOTA: Las cámaras de empalme CE02B, CE03B, CE04.01A, CE04.01B, CE05A, CE05B, CE06A, CE06B, CE06.1A, CE06.1B, CE07A y CE07B son objeto de otro proyecto.

**LEYENDA DE DISTANCIAS A CARRETERAS**

- CARRETERA
- ARISTA EXTERIOR DE EXPLANACION
- DOMINIO PÚBLICO (3 m)
- ZONA DE SERVIDUMBRE (8 m)
- LIMITE EDIFICACION (25 m)

EDICIÓN	FECHA	DIBUJADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
4	23/06/2024	NOVOTEC	MJP	MJP	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
3	31/03/2023	NOVOTEC	MJP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
2	20/05/2022	NOVOTEC	MJP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
1	14/04/2021	NOVOTEC	EMV	RLA	RLA	PROYECTO OFICIAL

TÍTULO PROYECTO: LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)

PETICIONARIO: RIC ENERGY

TÍTULO PLANO: EMPLAZAMIENTO

Nº DE PROYECTO: REN-20-021

Nº DE PLANO: 002

FORMATO: A1

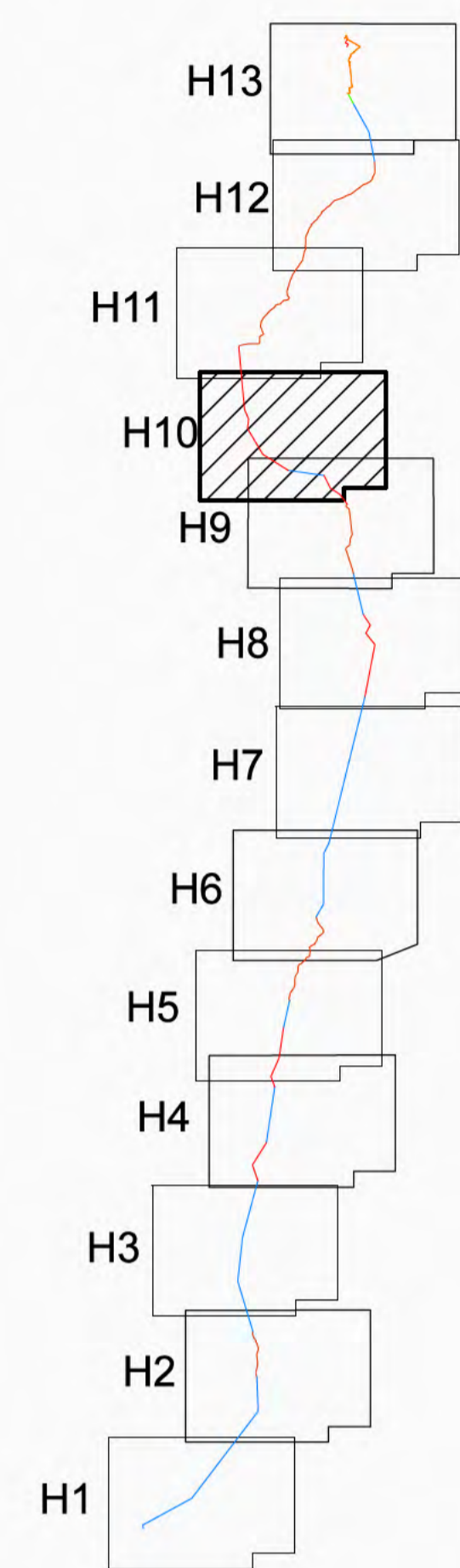
ESCALA: 1/5,000

Nº HOJA: 9 de 13

Ingeniero Industrial Colegiado 2.221.100316

Término municipal de MORATA DE TAJUÑA (MADRID)

ESQUEMA GENERAL DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
CÁMARAS DE EMPALME	X	Y
CE06.1A	459.315	4.454.196
CE06.1B	459.325	4.454.206
CE06.1C	459.325	4.454.191

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
APOYOS	X	Y
Ap.85"	460.673,20	4.451.695,97
Ap.86	460.519,17	4.451.919,25
Ap.87	460.200,15	4.451.964,87
Ap.88	459.895,54	4.452.008,43
Ap.89	459.743,24	4.452.030,21
Ap. 90'	459.574,36	4.452.139,71
Ap. 91'	459.400,91	4.452.252,18
Ap.92'	459.199,98	4.452.382,47
Ap.93'	459.045,67	4.452.636,31
Ap.94'	458.866,31	4.452.931,35
Ap.95'	458.889,11	4.453.139,00
Ap.96'	458.803,47	4.453.342,12
Ap.97'	458.909,01	4.453.656,69
Ap.98' PAS	458.979,19	4.453.865,85

LEYENDA DE DISTANCIAS A CARRETERAS	
	CARRETERA
	ARISTA EXTERIOR DE EXPLANACIÓN
	DOMINIO PÚBLICO (3 m)
	ZONA DE SERVIDUMBRE (8 m)
	LÍMITE EDIFICIACIÓN (25 m)

LEYENDA:	
Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto	
Traza de la LSAT 220 kV modificada en el presente proyecto	
Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto	
Traza de la LSAT 220 kV descartada del proyecto original	
Traza de la LASAT 220 kV descartada en el presente proyecto	
Cámaras de Empalme	
Cámaras de Empalme incluidas en proyecto original	
Cámaras de Empalme modificadas en el presente proyecto	
Cámaras de Empalme añadidas en el presente proyecto	
Apoyo de la LAAT 220 kV objeto del presente proyecto	
Apoyo de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto	
Apoyo de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto	
Apoyo PAS	
Límites municipales	
Pozos de ataque PHD	

NOTA: Las cámaras de empalme CE02B, CE03B, CE04.01A, CE04.01B, CE05A, CE05B, CE06A, CE06B, CE06.1A, CE06.1B, CE07A y CE07B son objeto de otro proyecto.

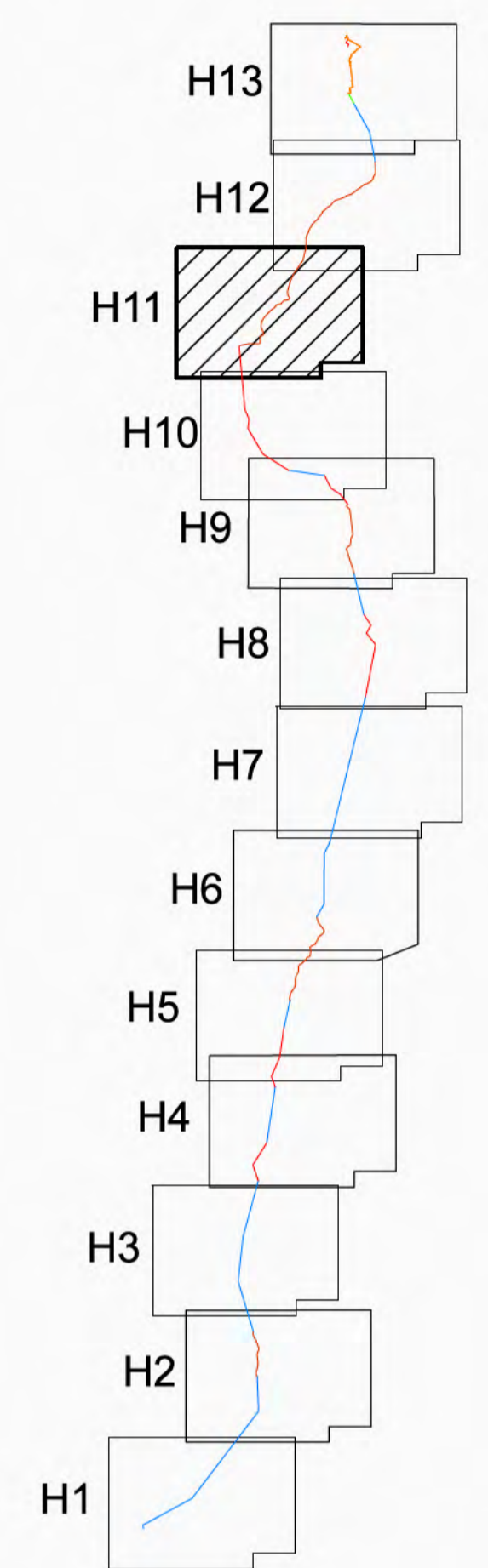
EDICIÓN	FECHA	DIBUJADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
4	23/06/2024	NOVOTEC	MJP	MJP	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
3	31/03/2023	NOVOTEC	MJP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
2	20/05/2022	NOVOTEC	MJP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
1	14/04/2021	NOVOTEC	EMV	RLA	RLA	PROYECTO OFICIAL

TÍTULO PROYECTO:	LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)	
PETICIONARIO:	TÍTULO PLANO:	EMPLAZAMIENTO
RIC ENERGY	Nº DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
	REN-20-021	002
	FORMATO:	ESCALA:
	A1	1/5.000
	Nº HOJA:	10 de 13
	Ingeniero Industrial	Colegiado 2.221.100316

Término municipal de ARGANDA DEL REY (MADRID)

Término municipal de MORATA DE TAJUÑA (MADRID)

ESQUEMA GENERAL DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
CÁMARAS DE EMPALME	X	Y
CE07A	459.146	4.454.686
CE07B	459.159	4.454.680
CE07C	459.154	4.454.693
CE08	459.147	4.455.181
CE09	459.488	4.455.610
CE10	459.740	4.455.962
CE11	459.960	4.456.431

**LEYENDA:**

- Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV descartada del proyecto original
- Traza de la LASAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme
- Cámaras de Empalme incluidas en proyecto original
- Cámaras de Empalme modificadas en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme añadidas en el presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV objeto del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Apoyo PAS
- Límites municipales
- Pozos de ataque PHD
- NOTA: Las cámaras de empalme CE02B, CE03B, CE04.01A, CE04.01B, CE05A, CE05B, CE06A, CE06B, CE06.1A, CE06.1B, CE07A y CE07B son objeto de otro proyecto.

EDICIÓN	FECHA	DIBUJADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
4	23/08/2024	NOVOTEC	MBP	MBP	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
3	31/03/2023	NOVOTEC	MBP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
2	20/05/2022	NOVOTEC	MBP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
1	14/04/2021	NOVOTEC	EMV	RLA	RLA	PROYECTO OFICIAL

TÍTULO PROYECTO: LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)

EMPLAZAMIENTO

RIC ENERGY

REN-24-005

002

A1

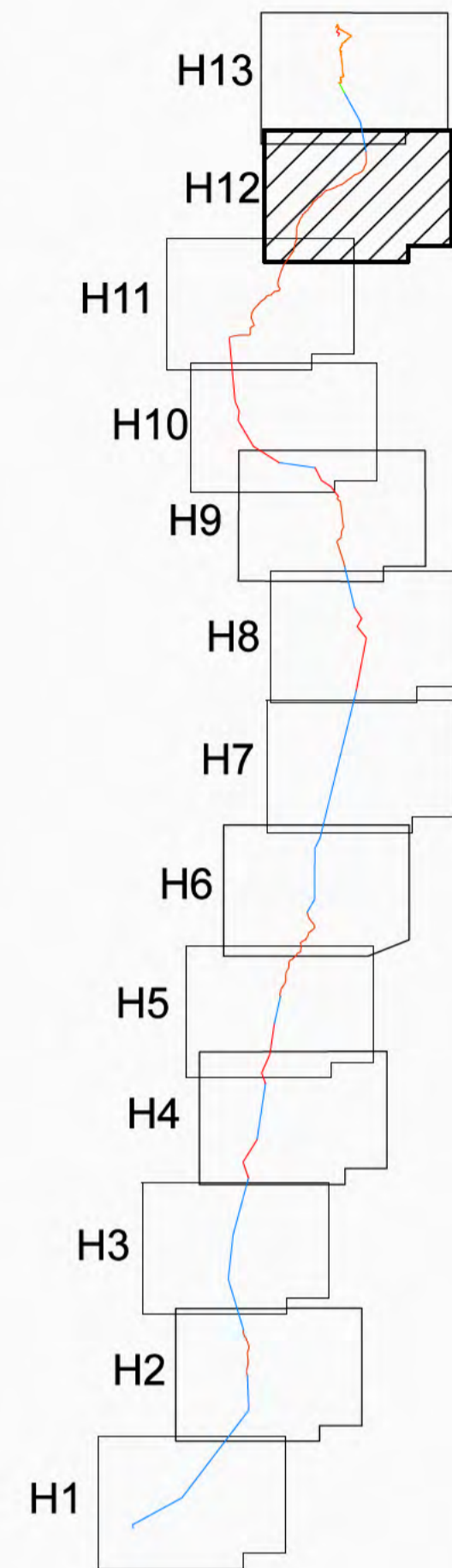
1/5,000

11 de 13

Ingeniero Industrial Colegiado 2.221.100316

Término municipal de ARGANDA DEL REY (MADRID)

ESQUEMA GENERAL DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
CÁMARA DE EMPALME	X	Y
CE11	459.960	4.456.431
CE12	460.114	4.456.876
CE13	460.250	4.457.342
CE14	460.591	4.457.722
CE15'	461.040	4.457.956
CE16'	461.465	4.458.237

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29		
APOYOS	X	Y
Ap.123 PAS	461.614,35	4.458.689,73
Ap.124	461.551,66	4.459.023,40

**LEYENDA:**

- Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV descartada del proyecto original
- Traza de la LSAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme
- Cámaras de Empalme incluidas en proyecto original
- Cámaras de Empalme modificadas en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme añadidas en el presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV objeto del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Apoyo PAS
- Límites municipales
- Pozos de ataque PHD

NOTA: Las cámaras de empalme CE02B, CE03B, CE04.01A, CE04.01B, CE05A, CE05B, CE06A, CE06B, CE06.1A, CE06.1B, CE07A y CE07B son objeto de otro proyecto.

EDICIÓN	FECHA	DIBUJADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
4	23/06/2024	NOVOTEC	MIP	MIP	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
3	31/03/2023	NOVOTEC	MIP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
2	20/05/2022	NOVOTEC	MIP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
1	14/04/2021	NOVOTEC	EMV	RLA	RLA	PROYECTO OFICIAL

TÍTULO PROYECTO: LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)

EMPLAZAMIENTO

RIC ENERGY

Nº DE PROYECTO: REN-24-005

Nº DE PLANO: 002

FORMATO: A1

ESCALA: 1/5.000

Nº HOJA: 12 de 13

Ingeniero Industrial Colegiado 2.221.103163

Término municipal de ARGANDA DEL REY (MADRID)

SET Arganda (REE)

CÁMARA DE EMPALME CE18

CÁMARA DE EMPALME CE17

Ap.128PAS

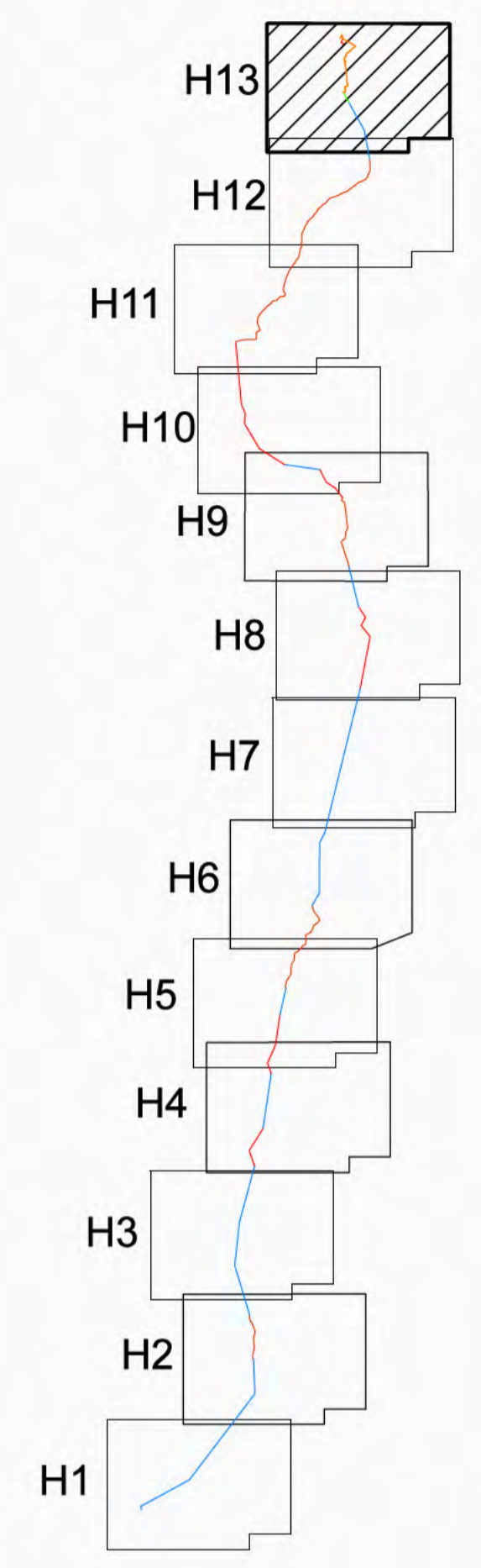
Ap.127

Ap.126

Ap.125

Ap.124

ESQUEMA GENERAL DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



Este documento es copia original firmado. Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29

CÁMARAS DE EMPALME	X	Y
CE17	461.095	4.460.627
CE18'	461.208	4.461.111

COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 29

APOYOS	X	Y
Ap.124	461.551,66	4.459.023,40
Ap.125	461.490,81	4.459.347,30
Ap.126	461.325,00	4.459.646,38
Ap.127	461.158,97	4.459.945,86
Ap.128 PAS	461.030,10	4.460.178,31

**LEYENDA:**

- Traza de la LAAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV modificada en el presente proyecto
- Traza de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Traza de la LSAT 220 kV descartada del proyecto original
- Traza de la LSAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme
- Cámaras de Empalme incluidas en proyecto original
- Cámaras de Empalme modificadas en el presente proyecto
- Cámaras de Empalme añadidas en el presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV objeto del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV no objeto del presente proyecto
- Apoyo de la LAAT 220 kV descartada en el presente proyecto
- Apoyo PAS
- Límites municipales
- Pozos de ataque PHD
- NOTA: Las cámaras de empalme CE02B, CE03B, CE04.01A, CE04.01B, CE05A, CE05B, CE06A, CE06B, CE06.1A, CE06.1B, CE07A y CE07B son objeto de otro proyecto.

EDICIÓN	FECHA	DIBUJADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
4	23/06/2024	NOVOTEC	MJP	MJP	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
3	31/03/2023	NOVOTEC	MJP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
2	20/05/2022	NOVOTEC	MJP	RLA	RLA	MODIFICADO AL PROYECTO OFICIAL
1	14/04/2021	NOVOTEC	EMV	RLA	RLA	PROYECTO OFICIAL

TÍTULO PROYECTO: LAT 220 KV TAGUS - ARGANDA (REE)

RIC ENERGY

novotec

EMPLAZAMIENTO

Nº DE PROYECTO: REN-24-005

Nº DE PLANO: 002

FORMATO: A1

ESCALA: 1/5,000

Nº HOJA: 13 de 13

Ingeniero Industrial Colegiado 2.221.100316