

# PLAN ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURAS

## PLANTA FOTOVOLTAICA “GUADARRAMA” E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PROYECTO DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS “BUENAVISTA”

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

BLOQUE III. DOCUMENTACIÓN NORMATIVA - ANEXOS II

SERRANILLOS DEL VALLE - GRIÑÓN - MORALEJA DEL ENMEDIO  
MÓSTOLES - FUENLABRADA - LEGANÉS - GETAFE



Marzo 2025

PLAN ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURAS  
PLANTA FOTOVOLTAICA “GUADARRAMA” E  
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PROYECTO DE  
PLANTAS FOTOVOLTAICAS “BUENAVISTA”

III VOLUMEN 4.- ANEXOS

- Anexo I. Anteproyectos de las Infraestructuras



# PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

## L/220 kV GUADARRAMA III – BUENAVISTA REE (SC-SEGUNDO TRAMO)

Moraleja de Enmedio, Móstoles, Fuenlabrada, Leganés y Getafe

(Provincia de Madrid)



VISADO

VISADO: 0344/22 - Fecha: 28/7/2022  
Documento sellado con firma electrónica



osprel

**DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

**ANEXO Nº1: CÁLCULOS**

**DOCUMENTO Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES**

**DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO**

**DOCUMENTO Nº4: PLANOS**

**DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**DOCUMENTO Nº6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS**

**DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

**DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO**

**DOCUMENTO Nº9: ESTACIÓN DE MEDIDA FISCAL**

**DOCUMENTO Nº1: MEMORIA****ÍNDICE**

<b>1.</b>	<b>Antecedentes y Finalidad .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Objeto .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Normativa Aplicable .....</b>	<b>4</b>
3.1.	Normativa del Sector Eléctrico.....	4
3.2.	Normativa Ambiental .....	5
<b>4.</b>	<b>Titular de la Instalación .....</b>	<b>6</b>
<b>5.</b>	<b>Descripción del Trazado .....</b>	<b>6</b>
5.1.	Descripción del Trazado Aéreo de la Línea .....	6
5.2.	Descripción del Trazado Subterráneo de la Línea.....	9
<b>6.</b>	<b>Características de la Línea .....</b>	<b>11</b>
6.1.	Características Generales de la Línea Aérea .....	11
6.2.	Características de los Materiales del Tramo Aéreo .....	13
6.3.	Características Generales de la Línea Subterránea.....	20
6.4.	Características de los Materiales del Tramo Subterráneo .....	21
<b>7.</b>	<b>Cronograma de ejecución.....</b>	<b>31</b>
<b>8.</b>	<b>Cruzamientos.....</b>	<b>33</b>
8.1.	Normas Aplicables.....	33
8.2.	Normas Aplicables a líneas subterráneas .....	37
8.3.	Resumen de Distancias .....	43
8.4.	Relación de Cruzamientos, Paralelismos y Organismos Afectados .....	45
<b>9.</b>	<b>Organismos Afectados .....</b>	<b>47</b>
<b>10.</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>48</b>

## 1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD

La empresa MITRA BETA S.L.U., se dedica principalmente al desarrollo de proyectos e instalaciones de aprovechamiento energético de recursos renovables en todo el territorio nacional, seleccionando los emplazamientos que se consideraron con mayor potencial de recurso solar y menor impacto ambiental, teniendo en cuenta los criterios de tipo técnico-económicos y sociales de integración en el territorio.

Al mismo tiempo MITRA BETA S.L.U., en relación con los emplazamientos seleccionados para este proyecto, fue realizando consultas a los distintos organismos tales como, Consejerías y Delegaciones de Medio Ambiente y de Industria, así como a la Compañía Eléctrica Distribuidora de la zona y/o al Gestor de la Red de Transporte y Operador del Sistema, sobre la viabilidad real de cada uno de estos emplazamientos. Asimismo, se toma contacto con los ayuntamientos afectados y se gestiona la cesión de terrenos para aprovechamiento solar con la propiedad de estos.

Con estos antecedentes y en aplicación de esta forma de trabajo, MITRA BETA S.L.U. está interesada en desarrollar y construir tres Instalaciones Fotovoltaicas (en adelante FV), que son:

- FV “Guadarrama”: de 104 MWp de potencia pico instalada y 95 MW de potencia nominal, situada en el término municipal de Moraleja de Enmedio, en la Comunidad Autónoma de Madrid
- FV “Guadarrama II”: de 150 MWp de potencia pico instalada y 143 MW de potencia nominal, situada en el término municipal de El Viso de San Juan, en la provincia de Toledo, de la Comunidad de Castilla – La Mancha
- FV “Guadarrama III”: de 200 MWp de potencia pico instalada y 181,16 MW de potencia nominal, situada en el término municipal de El Viso de San Juan, en la provincia de Toledo, de la Comunidad de Castilla – La Mancha

Se pretende la explotación comercial de estas Instalaciones Fotovoltaicas, como sistema productor de energía eléctrica, consiguiendo el aprovechamiento de la energía solar, ahorrando así otras fuentes energéticas y fomentándose a la vez la incorporación de tecnologías energéticas avanzadas.

## 2. OBJETO

El objeto del Proyecto Oficial de Ejecución es la instalación de la Línea Aérea y Subterránea de Alta Tensión a 220kV, con origen en SET Guadarrama III y final en el Buenavista REE, para la evacuación de la energía eléctrica que se generará en las Plantas Solares Fotovoltaicas siguientes:

NUDO DE TRANSPORTE (Propiedad de REE)	NOMBRE DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	SOCIEDAD PROMOTORA	CIF
SET Buenavista 220 kV	GUADARRAMA	MITRA BETA S.L.U.	B88423280
SET Buenavista 220 kV	GUADARRAMA II	MITRA BETA S.L.U.	B88423280
SET Buenavista 220 kV	GUADARRAMA III	MITRA BETA S.L.U.	B88423280

Este proyecto corresponde al primer tramo de simple circuito, que da servicio a las plantas FV Guadarrama II y FV Guadarrama III, desde la SET Guadarrama III hasta el apoyo 17 de entronque donde la línea pasa a doble circuito.

A su vez, el objeto del proyecto es también el de cumplir con lo establecido en la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, así como en el RD 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, en sus artículos 123 y 130, con objeto de que sea concedida la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción.

Así mismo se solicita la Declaración, en concreto, de Utilidad Pública, según el artículo 143 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, de la línea objeto del presente proyecto.

Los cálculos justificativos del presente proyecto constan en este documento de "MEMORIA", en el Anexo 1 "CÁLCULOS".

### 3. NORMATIVA APLICABLE

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

#### 3.1. NORMATIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO

- Ley 24/2013, que tiene por objeto establecer la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica, y de adecuarlo a las necesidades de los consumidores en términos de seguridad, calidad, eficiencia, objetividad, transparencia y al mínimo coste.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

### 3.2. NORMATIVA AMBIENTAL

La legislación española establece la obligatoriedad de someterse a evaluación de impacto ambiental simplificada al presente Proyecto.

Concretamente, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, en el anexo II (Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2.ª) dentro del Grupo 4 (Industria Energética), apartado b, cita lo siguiente:

“Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.”

Independientemente de ello, al encontrarse la planta solar fotovoltaica dentro de la obligatoriedad de someterse a tramitación de evaluación de impacto ambiental ordinaria, la línea eléctrica objeto del presente proyecto se tramitará por esta misma vía sometiéndose de igual forma al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria.

#### 4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

La sociedad señalada en el objeto del presente proyecto podrá resultar titular de la instalación, una vez obtenga de la Administración competente las correspondientes autorizaciones.

A efectos de notificaciones, el interlocutor será:

**MITRA BETA S.L.U.**

**C.I.F.:** B88423280

**Dirección:** Torre Cepsa, Paseo de la Castellana 259, Madrid, España

#### 5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

La línea objeto del presente proyecto consta de una longitud de **tramo aéreo de 6,52 km** y de **tramo subterráneo de 6,118 km**, lo que hace **una longitud total de 12,638 km** dividida en 8 tramos diferenciados:

- Tramo 1: tramo aéreo de simple circuito de 0,27 km de longitud
- Tramo 2: tramo aéreo de doble circuito de 0,16 km de longitud
- Tramo 3: tramo aéreo de simple circuito de 2,35 km de longitud
- Tramo 4: tramo subterráneo de simple circuito de 1,26 km de longitud
- Tramo 5: tramo aéreo de simple circuito de 1,95 km de longitud
- Tramo 6: tramo subterráneo de simple circuito de 4,78 km de longitud
- Tramo 7: tramo aéreo de simple circuito de 1,79 km de longitud
- Tramo 8: Tramo subterráneo de simple circuito de 78 metros de longitud.

Se realiza una entrada y salida en la subestación de Guadarrama I situada en Moraleja de Enmedio (Madrid) desde el apoyo Entronque 53, situado en la localidad de Móstoles (Madrid), a través de dos vanos, conectados mediante el apoyo fin de línea numerado como 101, también situado en la localidad de Moraleja de Enmedio (Madrid).

Todos los tramos discurren por los términos municipales de Moraleja de Enmedio, Móstoles, Fuenlabrada, Leganés y Getafe (Madrid).

##### 5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO AÉREO DE LA LÍNEA

La línea aérea y subterránea de tensión de 220 kV de este proyecto tiene su origen en el apoyo 52 Entronque, situado en el término municipal de Moraleja de Enmedio, realizando una entrada y salida en la subestación de Guadarrama I, situada en el término municipal de Moraleja de Enmedio (Madrid) y discurre

hacia el Noreste a través de 12 alineaciones y 25 apoyos, hasta la subestación Buenavista REE, en el término municipal de Getafe (Madrid).

La línea tiene cinco tramos aéreos. El primer tramo aéreo discurre en simple circuito desde el apoyo Entronque 52 hasta el Apoyo Entronque 53, con una longitud de 0,27 km.

El segundo tramo aéreo discurre en doble circuito desde la subestación Guadarrama I hasta el Apoyo 53 Entronque, con una longitud de 0,16 km

El tercer tramo aéreo discurre en simple circuito desde el apoyo 53Entronque hasta el apoyo 60PAS con una longitud de 2,35 km.

El cuarto tramo aéreo discurre en simple circuito desde el apoyo 61PAS hasta el apoyo 68PAS con una longitud de 1,95 km.

El quinto tramo aéreo discurre desde el apoyo 69PAS hasta el apoyo 75PAS EMF con una longitud de 1,79 km. El apoyo 75PAS EMF llevará instalados los equipos de medida, para realizar la medida previa la conversión aéreo subterráneo, antes de entrar a la subestación de Buenavista REE.

Además, el Apoyo 52 Entronque se comparte con la línea denominada como **L220 kV Guadarrama III – Buenavista REE (DC-Tramo Compartido)** por lo que no será objeto del presupuesto de este proyecto.

La línea aérea en su totalidad tiene una longitud de 6,52 km, y discurre por los términos municipales Moraleja de Enmedio, Móstoles, Fuenlabrada y Leganés, situados en la provincia de Madrid.

### 5.1.1. ALINEACIONES Y TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

**Provincia:** Madrid

Término municipal	Moraleja de Enmedio	Móstoles	Fuenlabrada	Leganés
Apoyos	P Guadarrama - 52	53 - 60 PAS	61PAS - 68PAS	69PAS - 75PAS EMF

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

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

Nº Alineación	Apoyo inicio	Apoyo final	Ángulo con la siguiente alineación (º)	Longitud (m)
1	52 ENTRONQUE	53	-93,64	268,97
2	53	Pórtico SET Guadarrama	84,39	160
3	53	58	-	1985,69
4	58	60 PAS	35,17	361,62

Tramo 1 Subterráneo				
5	61PAS	63	0	569,09
6	63	64	-10,33	306,62
7	64	65	47,8	367,98
8	65	66	-23,33	280,04
9	66	68PAS	46,99	417,28
Tramo 2 Subterráneo				
10	69PAS	73	-63,46	1340,49
11	73	74	12,38	412,37
12	74	75PAS EMF	-15,63	36,15
Tramo 3 Subterráneo				

### 5.1.2. COORDENADAS DE LOS APOYOS

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

Nº Apoyo	Denominación	Ángulo (º)	Vano posterior (m)	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Z <sub>UTM</sub>
52 ENTRONQUE	IC-55000-35-N1333-ANC-4cruz.str	-93,64	268,97	427080	4459972	655,43
53 ENTRONQUE	IC-70000-25-N1333-ANC	84,39	352,41	426851,42	4460113,76	648,07
54	CO-9000-36-S1775-SUS	0	402,14	427007,01	4460429,97	654,28
55	CO-9000-30-S1775-SUS	0	405,59	427184,54	4460790,8	646,76
56	CO-9000-33-S1775-SUS	0	419,01	427363,6	4461154,72	643,68
57	CO-18000-33-S1666-AM	0	406,54	427548,59	4461530,69	636,56
58	CO-33000-33-S1886-ANC	35,17	272,09	427728,07	4461895,47	643,84
59	CO-18000-18-S1666-ANC	0	89,53	427966,89	4462025,84	644,37
60PAS	CO-18000-15-PAS-SC	0	0	428045,47	4462068,74	643,76
61PAS	GCO-40000-15-PAS	0	261,74	429184,96	4462437,79	666,06
62	CO-18000-18-S1666-AM	0	307,35	429397,05	4462591,17	667,07
63	CO-33000-27-S1886-ANC	-10,33	306,62	429646,11	4462771,27	676,39
64	GCO-40000-30-S1113	47,8	367,98	429858,33	4462992,57	679,32
65	GCO-40000-30-S1113	-23,75	288,04	430226,18	4462982,81	679,34
66	GCO-40000-20-S1113	46,99	219,54	430492,8	4463091,81	682,29
67	CO-18000-15-S1666-ANC	0	197,74	430691,34	4462998,1	684,02
68PAS	GCO-40000-15-PAS	-3,41	0	430870,16	4462913,7	687,21
69PAS	GCO-40000-15-PAS	-63,46	295,18	434740,53	4461360,86	676,82
70	CO-27000-21-S1666-AM	0	395,42	434961,26	4461556,85	683,52
71	CO-9000-30-S1775-SUS	0	304,46	435256,94	4461819,39	686,65
72	CO-9000-24-S1775-SUS	0	345,43	435484,62	4462021,54	688,4
73	CO-33000-24-S1886-ANC	12,38	412,37	435742,92	4462250,89	667,76
74	CO-33000-27-S1886-ANC	-15,63	36,15	436102,81	4462452,21	658,82
75PAS EMF	IME-PAS-EMF	-8	0	436128,44	4462477,71	658,72
101	IC-55000-15-N1333-FL-Gua1	0	39,39	426784,38	4460008,26	650,32
Pórtico SET Guadarrama	Pórtico_Guadarrama1	0	0	426763,25	4459975,02	651,58

## 5.2. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA

La línea subterránea tiene una longitud de 6,118 km, en planta. El trazado subterráneo tiene tres tramos:

El primer tramo discurre desde el apoyo 60PAS hasta el apoyo 61 PAS, con una longitud de 1,26 km, discurrendo en los términos municipales de Móstoles y Fuenlabrada.

El segundo tramo discurre desde el apoyo 68PAS hasta el apoyo 69PAS, con una longitud de 4,78 km, discurrendo en los términos municipales de Fuenlabrada y Leganés.

El tercer tramo discurre desde el apoyo 75PAS EMF hasta la subestación de Buenavista REE (Getafe), con una longitud de 78 metros.

La línea subterránea tiene una longitud de 6118 metros en planta. No se incluye por tanto lo siguiente:

- 15 metros de bajada de cable desde el soporte del terminal de transición aéreo subterráneo en el apoyo PAS 60, PAS 61, PAS 68, PAS 69 Y 75PAS EMF

El trazado de la línea subterránea tendrá cinco (5) perforaciones dirigidas, con las siguientes longitudes:

- En el TRAMO 1 SUBTERRÁNEO:
  - Primera perforación dirigida, PD-1 a PD-2: 85,26 metros, para el cruce con la carretera M-506.
- En el TRAMO 2 SUBTERRÁNEO:
  - Segunda perforación dirigida, PD-3 a PD-4: 68,72 metros, para el cruce con la carretera M-506.
  - Tercera perforación dirigida, PD-5 a PD-6: 34,7 metros, para el cruce con vías del tren.
  - Cuarta perforación dirigida, PD-7 a PD-8: 64,76 metros, para el cruce con la carretera M-409.
  - Quinta perforación dirigida, PD-9 a PD-10: 125,54 metros, para el cruce con la carretera M-50.

Los tramos de subida y bajada del cable aislado a los apoyos de transición aérea a subterránea se consideran dentro del alcance del tramo aéreo. Los metros de cable aislado se han tenido en cuenta de cara al presupuesto.

A continuación, se muestra una tabla donde se indican las coordenadas UTM en huso 30 N de los puntos del tramo subterráneo donde se localizan tanto vértices como inicios o finales de perforaciones dirigidas

**TRAMO 1**

Vértice	ETRS 89 UTM 30		
	Coord X	Coord Y	Perforación Dirigida
1	428045,93	4462068,99	
2	428111,64	4462007,06	
3	428121,6	4462002,79	
4	428317,87	4462079,22	
5	428495,53	4462128,22	
6	428684,49	4462162,47	
7	428757,72	4462183,96	
8	428825,38	4462214,5	
9	428902,32	4462259,03	
10	429048,76	4462359,59	PD1
11	429184,55	4462437,49	PD2

**TRAMO 2**

Vértice	ETRS 89 UTM 30		
	Coord X	Coord Y	Perforación Dirigida
1	430870,16	4462913,7	
2	430890,83	4462926,42	
3	431236,6	4462796,74	
4	431752,42	4462670,7	
5	431798,01	4462662,42	
6	431838,04	4462634,5	
7	431834,26	4462546,04	
8	431844,77	4462543,45	PD 3
9	431891,68	4462476,23	PD 4
10	431903,94	4462451,97	
11	431985,79	4462423,38	
12	432006,06	4462434,23	
13	432006,03	4462440,54	
14	432041,43	4462532,89	
15	432066,25	4462547,51	
16	432091,01	4462545,48	
17	432145,72	4462527,06	
18	432170,26	4462545,55	
19	432196,1	4462553,27	

Vértice	ETRS 89 UTM 30		
	Coord X	Coord Y	Perforación Dirigida
20	432424,87	4462456,07	PD 5
21	433180,6	4462072,46	PD 6
22	433278,63	4461945,5	
23	433302,87	4461815,83	PD 7
24	433417,47	4461756,14	PD 8
25	433500,75	4461835,97	
26	433558,31	4461853,44	
27	433598,63	4461842,03	
28	433635,29	4461844,4	
29	433687,75	4461827,87	
30	433737,9	4461804,04	
31	433761,09	4461805,71	
32	433907,08	4461722,28	
33	433923,07	4461698,18	
34	433956,98	4461691,07	
35	434196,63	4461536,08	
36	434600,57	4461210,55	PD 9
37	434749,12	4461370,09	PD 10

### TRAMO 3

Vértice	ETRS 89 UTM 30	
	Coord X	Coord Y
1	436131,16	4462481,31
2	436137,02	4462482,96
3	436150,85	4462484,47
4	436158,61	4462493,89
5	436163,59	4462500,56
6	436164,72	4462502,82
7	436199,05	4462493,55

## 6. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

### 6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AÉREA

La línea aérea objeto del presente Proyecto tiene como principales características las siguientes, que corresponde a los tramos 1,2,3,4,5

Sistema ..... Corriente Alterna Trifásica  
 Frecuencia (Hz) ..... 50  
 Tensión nominal (kV) ..... 220



Tensión más elevada de la red (kV) .....	245
Categoría.....	Especial
Nº de circuitos (TRAMO 2).....	2
Nº de circuitos (TRAMO 1, 3,4 y 5) .....	1
Número de cables de fibra óptica.....	2
Tipo de cable de fibra óptica .....	OPGW 64k78 (7540)
Número de apoyos.....	25
Longitud (km).....	6,52
Provincias afectadas .....	Madrid
Zona de aplicación .....	ZONA B
Zona de contaminación .....	IV
Tipo de aislamiento.....	Vidrio
Apoyos .....	Torres Metálicas de Celosía
Cimentaciones .....	Tetrabloque, Cilíndricas con cueva
Puesta a tierra no frecuentado.....	Grapa de conexión, cable de cobre y pica de puesta a tierra
Puesta a tierra no frecuentado.....	Anillo cerrado de acero descarburado

**Tramo 1. Apoyo 52 Entronque hasta Apoyo 53 Entronque**

Nº de circuitos .....	1
Nº de conductores aéreos por fase .....	2
Tipo de conductor aéreo.....	LA-380
Potencia máxima de diseño circuito 1 (MWn) .....	324
Longitud (m).....	270
Origen .....	52 Entronque
Final.....	53 Entronque

**Tramo 2. Pórtico SET Guadarrama I hasta Apoyo 53 Entronque**

Nº de circuitos .....	2
Nº de conductores aéreos por fase .....	2
Tipo de conductor aéreo.....	LA-380
Potencia máxima de diseño circuito 1 (MWn) .....	324
Potencia máxima de diseño circuito 2 (MWn) .....	429
Longitud (m).....	160
Origen .....	Pórtico SET Guadarrama I
Final.....	53 Entronque



**Tramo 3. Apoyo 53 Entronque hasta Apoyo 60 PAS**

Nº de circuitos .....	1
Nº de conductores aéreos por fase .....	2
Tipo de conductor aéreo.....	LA-380
Potencia máxima de diseño circuito (MWn) .....	429
Longitud (m).....	2350
Origen .....	53 Entronque
Final.....	60 PAS

**Tramo 4. Apoyo 61PAS hasta Apoyo 68 PAS**

Nº de circuitos .....	1
Nº de conductores aéreos por fase .....	2
Tipo de conductor aéreo.....	LA-380
Potencia máxima de diseño circuito (MWn) .....	429
Longitud (m).....	1950
Origen .....	61PAS
Final.....	68 PAS

**Tramo 5. Apoyo 69PAS hasta Apoyo 75PAS EMF**

Nº de circuitos .....	1
Nº de conductores aéreos por fase .....	2
Tipo de conductor aéreo.....	LA-380
Potencia máxima de diseño circuito (MWn) .....	429
Longitud (m).....	1790
Origen .....	69PAS
Final.....	75 PAS EMF

**6.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL TRAMO AÉREO**

**6.2.1. CONDUCTORES**

El conductor que se empleará en la construcción de la línea será de aluminio y acero recubierto de aluminio. A continuación, se definen sus principales características, que corresponden a los tramos aéreos de la línea:

Tipo .....	DX-GULL-ACSR-AW
Material .....	Aluminio – Acero recubierto
Diámetro (mm) .....	25,38



Sección total (mm <sup>2</sup> ) .....	381
Peso (daN/m) .....	1,254
Carga de rotura (daN) .....	10.900
Módulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> ) .....	4.910
Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> ) .....	23·10 <sup>-6</sup>
Resistencia eléctrica con cc a 20°C (Ω/Km) .....	0,0857
Composición .....	54 + 7

### 6.2.2. CABLE DE FIBRA ÓPTICA

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

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

### 6.2.3. AISLADORES

Se utilizarán cadenas de aislamiento de vidrio compuestas por aisladores tipo U160BSP,

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

### 6.2.4. HERRAJES

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



#### 6.2.4.1. HERRAJES DEL CONDUCTOR

##### 6.2.4.1.1. CADENAS DE AMARRE

Para el circuito con el conductor DX Gull:

La cadena de amarre tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Anilla bola de protección
- Descargador superior
- Rótula horquilla
- Raqueta inferior
- Yugo sencillo dúplex
- Horquilla pastilla revirada
- Grapa amarre a compresión
- Alargadera regulable
- Aislador de cadena

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

##### 6.2.4.1.2. CADENAS DE SUSPENSIÓN

Para el circuito con el conductor DX Gull:

La cadena de suspensión tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Anilla de bola de protección
- Descargador superior
- Rótula horquilla
- Raqueta inferior
- Yugo sencillo dúplex
- Horquilla pastilla revirada
- Grapa de suspensión armada
- Aislador de cadena

La carga de rotura mínima de la cadena de suspensión es 16.000 daN,

#### 6.2.4.2. HERRAJES DEL CABLE DE OPGW

Los herrajes del cable de cable de fibra óptica pueden ser de suspensión o de amarre. En el caso de amarre pueden ser de amarre bajante o de amarre pasante.

#### 6.2.4.2.1. CADENAS DE SUSPENSIÓN

Las cadenas de suspensión están compuestas por los siguientes elementos:

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

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

#### 6.2.4.2.2. CADENAS DE AMARRE BAJANTE

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

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

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

#### 6.2.4.2.3. CADENAS DE AMARRE PASANTE

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

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

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

#### **6.2.4.3. EMPALMES**

La unión de conductores y cables de tierra se efectuará por medio de empalmes comprimidos, con resistencia mecánica, al menos, igual al 95% de la carga de rotura del cable y resistencia eléctrica, igual o menor a la de un cable de la misma longitud.

Los empalmes del cable de tierra serán de acero inoxidable.

#### **6.2.5. SEPARADORES**

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

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

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

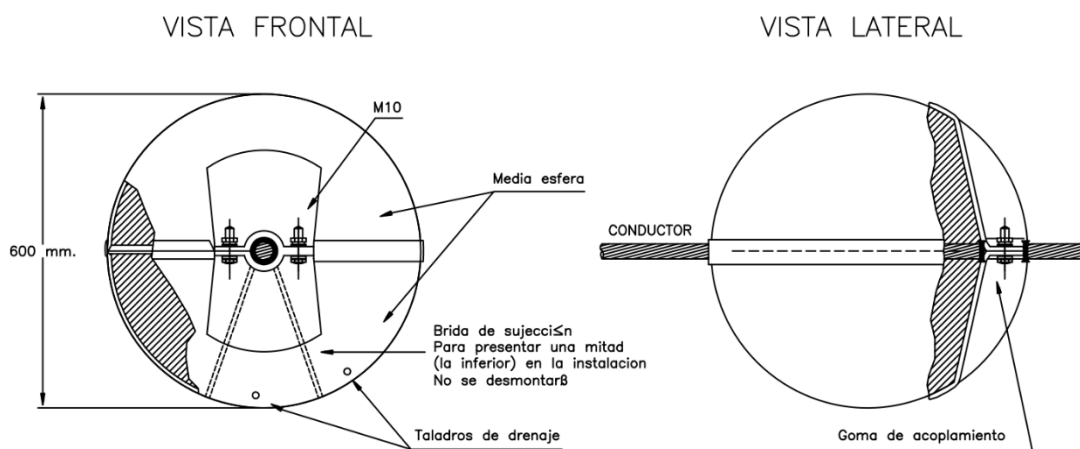
Se instalarán separadores amortiguadores para una distancia fija entre conductores de 400 mm. Se trata de un separador lineal de cuerpo compuesto de material ligero resistente a la corrosión al igual que el componente elástico del mismo. Los tornillos de fijación de las grapas serán de acero galvanizado.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

Los separadores serán de aleación de aluminio.

#### **6.2.6. BALIZAS**

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

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



### 6.2.7. PUESTA A TIERRA

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

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

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

Los apoyos de la línea cumplen las condiciones de No Frecuentados, **a excepción del 60PAS, 61PAS, 68PAS, 69PAS y PAS 75EMF.**

Por tanto, los apoyos no frecuentados con cimentación tetrabloque tendrán una puesta a tierra en cada pata mediante grapa de conexión, conductor de cobre y pica de puesta a tierra. Los apoyos tipo PAS, también con cimentaciones tetrabloque, tendrán una puesta a tierra con anillo cerrado de acero descarburado.

#### 6.2.8. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

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

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

#### 6.2.9. AMORTIGUADORES

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

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

#### 6.2.10. DISPOSITIVOS SALVAPÁJAROS

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

Se estima la utilización de balizas salvapájaros del tipo:

- Tipo BAGTR: para las zonas con presencia de aves crepusculares o identificadas como alto riesgo de colisión.
  - Instalación manual o semiautomática mediante máquina sobre el cable de tierra.
  - Cadencia: cada 5 metros en un cable de tierra único y cada 10 metros alternos cuando la línea disponga de dos cables de tierra.

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

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

### 6.2.11. APOYOS Y CIMENTACIONES

Los apoyos que se van a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía, con la geometría que se señala en los planos y los esfuerzos resistentes de los mismos serán calculados en el proyecto de ejecución. La configuración de los apoyos para la línea aérea del presente Proyecto será en tresbolillo para facilitar el respeto de distancias eléctricas.

El tipo de apoyo seleccionado está construido con perfiles angulares totalmente atornillados, con el cuerpo formado por tramos tronco-piramidales de sección cuadrada con extensiones de 5 m de altura hasta conseguir la altura útil deseada.

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

El apoyo PAS 75 que lleva instalada la estación de medida fiscal, vendrá descrito en su correspondiente anexo y plano.

Las cimentaciones serán de patas separadas, tetrabloque y tipo circular con cueva para todos los apoyos de la línea. Las características dimensionales de las cimentaciones para cada tipo de apoyo pueden consultarse en el documento Anexo 1. Cálculos.

### 6.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Estas son las características generales de la línea subterránea:

Tramo 1: Apoyo 60PAS – 61PAS

Tensión nominal (kV) .....	220
Potencia máxima a transportar (MVA): .....	429
Longitud de la línea (m) .....	1262,09
Número de circuitos .....	n = 1
Número de cables por fase .....	n' = 1
Frecuencia (Hz) .....	f = 50

Tramo 2: Apoyo 68PAS – 69PAS:

Tensión nominal (kV) .....	220
----------------------------	-----

Potencia máxima a transportar (MVA): .....	429
Longitud de la línea (m) .....	4775,17
Número de circuitos .....	n = 1
Número de cables por fase .....	n' = 1
Frecuencia (Hz) .....	f = 50

Tramo 3: Apoyo 75PAS EMF – SET BUENAVISTA REE:

Tensión nominal (kV) .....	220
Potencia máxima a transportar (MVA): .....	429
Longitud de la línea (m) .....	78
Número de circuitos .....	n = 1
Número de cables por fase .....	n' = 1
Frecuencia (Hz) .....	f = 50

#### 6.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

##### 6.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE

El cable propuesto es un cable de 220 kV con denominación RHZ1+2OL 127/220(245) kV 1x2500 KAI + H250.

Es un cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x2500 mm<sup>2</sup> de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial y pantalla compuesta por hilos de cobre con sección total de 250 mm<sup>2</sup> y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo ST 7 y sin propiedades especiales ante la reacción al fuego. A continuación, se definen las principales características del cable:

Denominación.....	RHZ1+2OL 127/220(245) kV 1x2500 KAI + H250
Tensión nominal del cable (kV) .....	127/220
Tensión más elevada en el cable (kV) .....	1050
Temperatura máxima del conductor (en servicio normal) .....	90°C
Temperatura máxima del conductor (en cortocircuito) .....	250°C
Diámetro del conductor (mm) .....	59
Sección del conductor.....	2500 mm <sup>2</sup> Aluminio
Resistencia del conductor cc a 20°C (Ω/km).....	0,0119
Aislamiento .....	XLPE
Pantalla .....	Hilos de cobre en hélice



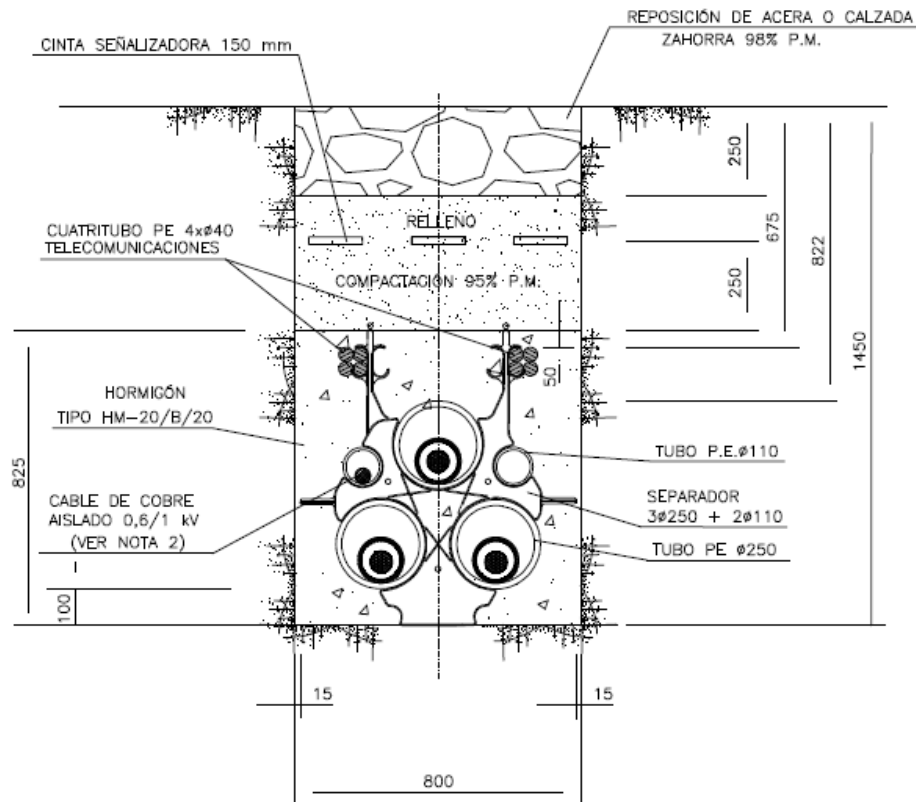
Sección de la pantalla (mm <sup>2</sup> ) .....	250
Resistencia de la pantalla cc a 20°C (Ω/km) .....	0,0693
Diámetro nominal exterior (mm).....	126
Peso aproximado del cable (kg/km) .....	16,81
Esfuerzo máximo de tiro (daN) .....	8750
Radio de curvatura mínimo durante la instalación (m) .....	3,8
Radio de curvatura mínimo permanente (m) .....	3,2

#### 6.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

La canalización de la línea se realizará en configuración de tresbolillo. bajo tubo hormigonado (hormigón 150) de 250 mm de diámetro. Se incluyen unas canalizaciones de tubo de plástico de 110 mm de diámetro para la configuración de puesta a tierra “Mid Point Bonded” para el primer tramo, “Cross-Bonding” para el segundo tramo, y “Single- Point” para el tercer tramo.

Se enterrarán una distancia tal que el exterior del tubo superior se encuentre a una distancia de la superficie de 0,822 metros y el exterior del tubo inferior se encuentre a 1,45 metros de profundidad. La disposición relativa de los tubos se especifica en la figura.

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



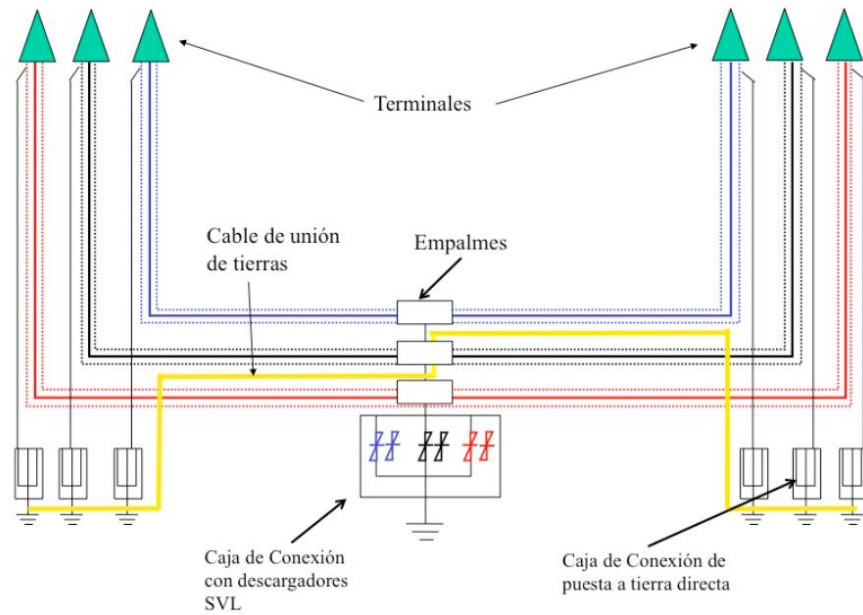
### 6.4.3. TIPO DE CONEXIÓN PARA PUESTA A TIERRA

El primer tramo de la línea dispondrá de un sistema de puesta a tierra de tipo “Mid Point-Bonded”.

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

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

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



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

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

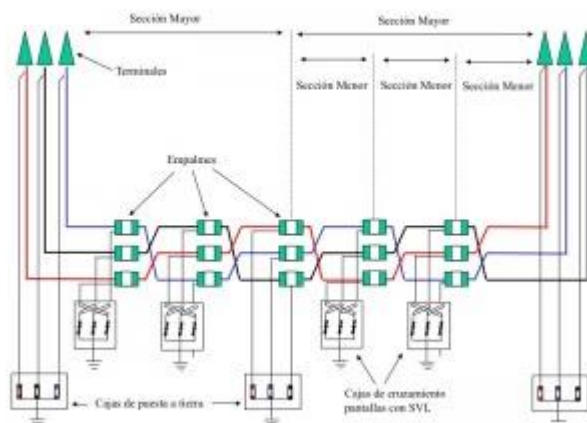
En el caso del segundo tramo se ha optado por el sistema Cross-Bonding, ya que se trata de un tramo subterráneo de más de un kilómetro de longitud.

Este método consiste esencialmente en la distribución de las pantallas de cable en secciones elementales llamadas secciones menores, y cruzando las pantallas de tal manera que se neutralice la totalidad del voltaje inducido en 3 secciones consecutivas.

Tres secciones menores juntas conforman una sección mayor. En un sistema de cruzamiento de pantallas, la ruta se divide en grupos de 3 longitudes iguales (así el sistema quedará eléctricamente equilibrado), con las pantallas puestas a tierra en los dos extremos de cada sección mayor pero no en todos los otros puntos.

De esta manera se induce una tensión entre la pantalla y tierra, pero se eliminan las corrientes inducidas.





Las 3 pantallas conectadas en serie están asociadas a conductores de diferentes fases y cuando los cables están dispuestos al tresbolillo, sus intensidades, y por lo tanto las tensiones inducidas en las pantallas, tienen la misma magnitud, pero con un desplazamiento de 120°. El resultado global es que la corriente inducida resultante en las tres pantallas son cero.

Este tipo de conexión no requiere un cable de continuidad de tierra.

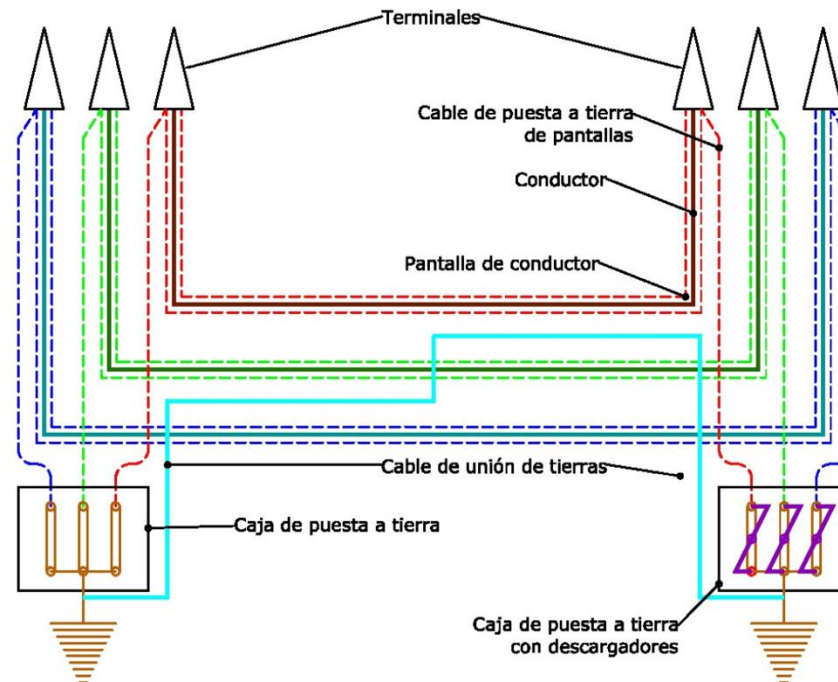
Con esta conexión de pantallas se puede incrementar considerablemente la intensidad admisible del circuito, particularmente para conductores de sección muy grande. Este sistema se puede aplicar a longitudes grandes. No obstante, en los puntos donde se conecten las pantallas y esta conexión sea accesible, las tensiones inducidas no podrán superar los 65 voltios

En el caso del tercer tramo, se ha optado por el sistema Single-Point, ya que se trata de un tramo subterráneo de poca longitud.

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

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

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



#### 6.4.4. CAJAS DE CONEXIÓN TRIPOLARES DE PUESTA A TIERRA

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

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

#### 6.4.5. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR DE FIBRA ÓPTICA SUBTERRÁNEO

Los cables de fibra óptica serán de tipo OPSYCOM PKP de 48 fibras y estarán constituidos por un núcleo de fibra de vidrio, en donde se soportarán los cables de fibra óptica.

Contarán con cubierta de polietileno de baja densidad de mínimo 0,8 mm de espesor. Los cables están reforzados con hilos de poliamida y con una cubierta de polietileno de baja densidad mínimo de 1,5 mm de espesor.

#### 6.4.6. CÁMARAS DE EMPALME

Puesto que la longitud de la línea es superior a la longitud máxima de cable a transportar en una bobina para el caso del AL-2500, es necesario realizar empalmes, de los que ya se ha hablado con anterioridad, y dichos empalmes son instalados en cámaras diseñadas para tal fin.



Las cámaras de empalme se realizan con muros de hormigón armado.

Las cámaras de empalme pueden ser prefabricadas o pueden ejecutarse in-situ.

#### **6.4.7. EMPALMES**

Se instalarán empalmes prefabricados o premoldeados. Las unidades prefabricadas que conforman el empalme se ensayarán en fábrica.

El empalme se realizará con el enfrentamiento de ambos cables, por lo que serán precisos dos conos deflectores opuestos de control del campo y un recubrimiento para la reducción de dicho campo. Finalmente será necesario un revestimiento conductivo de la superficie del empalme.

Para proteger el empalme contra la humedad y contra posibles daños mecánicos, se recubrirá mediante un alojamiento metálico protegido contra la corrosión y que pueda depositarse directamente enterrado.

El empalme debe poseer buenas características eléctricas y térmicas, siendo capaz de soportar los ciclos de calentamiento y las contracciones/expansiones de los cables. Por ello, se recomiendan los materiales de goma de silicona o EPR.

Por encima del a semiconductor externa debe instalarse un dispositivo para evitar cualquier propagación del agua en el empalme.

La cubierta exterior del empalme debe asegurar la protección mecánica del cuerpo del empalme, constituir una barrera radial de estanqueidad que facilite la reconstrucción del aislamiento y proporcionar un aislamiento eléctrico equivalente al de la cubierta del cable.