

**PROYECTO**



**Infraestructuras de evacuación de la planta solar  
fotovoltaica**

**Serena Solar 2 de 46,709 MW**

**Barásoain, municipio de la Comunidad Foral de  
Navarra (España)**

**TITULO**

**MODIFICADO ANTEPROYECTO LÍNEA DE EVACUACIÓN**

**Nº DE DOCUMENTO**

**SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001**

<b>Nº REVISION</b>	02	<b>DOCUMENTO</b>	SOLICITAR AUTORIZACIÓN
<b>FECHA EMISIÓN</b>	20/04/2023	<b>EMITIDO PARA:</b>	ADMINISTRATIVA PREVIA

OCT	JBE	JBE
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento contiene información del propietario y no puede ser duplicado, modificado o revelado a terceras partes para otro uso que no sea el relativo a este proyecto y el propósito para el cual ha sido destinado sin el consentimiento escrito de Solaria Energía y Medio Ambiente S.A.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	2	de	39

## OBJETO DEL PROYECTO

Se redacta el presente Anteproyecto de las infraestructuras de evacuación, en concreto de la línea de evacuación, de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2, con objeto de incorporar los cambios referentes a su implantación, derivados de los condicionados emitidos por la Sección de Ordenación del Territorio de la Dirección General de Ordenación del Territorio del Gobierno de Navarra, a fin de **solicitar la correspondiente Autorización Administrativa Previa**.

Según el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, en particular el Capítulo II, de Autorizaciones para la construcción, modificación, ampliación y explotación de instalaciones, en su Artículo 115 se manifiesta la necesidad de una Autorización Administrativa Previa.

En el Artículo 123 del mismo Real Decreto, se define que a la solicitud de la autorización administrativa previa **se le acompañará de un Anteproyecto de la instalación** que deberá contener lo siguiente:

A) **Memoria** en la que se consignen las especificaciones siguientes:

- ✓ Ubicación de la instalación o, cuando se trate de líneas de transporte o distribución de energía eléctrica, origen, recorrido y fin de esta.
- ✓ Objeto de la instalación.
- ✓ Características principales de la misma.

B) **Planos** de la instalación a escala mínima 1:50.000.

C) **Presupuesto** estimado de la misma.

D) **Separata** para las Administraciones públicas, organismos y, en su caso, empresas de servicio público o de servicios de interés general con bienes o servicios a su cargo afectadas por la instalación.

E) Los demás datos

Las infraestructuras comunes con otros Promotores serán objeto de un anteproyecto independiente que contendrá lo que se requiere en el Artículo 123.



**Infraestructuras de evacuación  
de la planta solar fotovoltaica  
Serena Solar 2 de 46,709 MW**

**SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001**

**Modificado Anteproyecto Línea  
de Evacuación**

Rev.: 02 Pág. 3 de 39

---

# MEMORIA

---

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	4	de	39

## ÍNDICE

1	JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE LA INSTALACIÓN .....	6
2	OBJETO DE LA INSTALACION .....	7
3	TITULAR DE LA INSTALACION .....	8
4	NORMATIVA QUE APLICAR .....	9
5	LÍNEA DE EVACUACIÓN SE LA MAJADA – SE MURUARTE PROMOTORES .....	14
5.1	TRAZADO .....	14
5.2	CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA .....	14
5.2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA .....	14
5.2.2	CONDUCTORES.....	15
5.2.3	FIBRA ÓPTICA SUBTERRÁNEAS.....	16
5.2.4	PUESTA A TIERRA DE LA MALLA DEL CONDUCTOR.....	16
5.2.5	TERMINALES .....	17
5.2.6	PARARRAYOS .....	20
5.2.7	EMPALMES .....	20
5.2.8	OBRA CIVIL/ZANJAS.....	20
5.3	RELACIÓN DE ALINEACIONES Y CRUZAMIENTOS .....	28
5.3.1	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO .....	28
5.3.2	RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS.....	28
5.3.3	CRUZAMIENTOS .....	30
6	LÍNEA SE MURUARTE PROMOTORES – SE MURUARTE 400/200 kV (REE) .....	32
6.1	TRAZADO .....	32
6.2	CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA .....	32

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>				
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>					

6.2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA .....	32
6.2.2	CONDUCTORES.....	32
6.2.3	CABLE DE GUARDA .....	33
6.3	RELACIÓN DE VÉRTICES Y CRUZAMIENTOS .....	34
6.3.1	VÉRTICES.....	34
6.3.2	CRUZAMIENTOS .....	34
6.4	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	35
6.5	RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS .....	35
7	PRESUPUESTO .....	37
8	PLANOS.....	39

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	6	de	39

## 1 JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE LA INSTALACIÓN

Las plantas de generación renovable se caracterizan por funcionar con fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas y, como tales, ser teóricamente inagotables si se utilizan de forma sostenible. Esta característica permite en mayor grado la coexistencia de la producción de electricidad con el respeto al medio ambiente.

El propósito final de la instalación es la producción de energía eléctrica a partir de la radiación solar incidente sobre la zona **presentando las siguientes ventajas** respecto a otras instalaciones energéticas:

- **Disminución de la dependencia exterior** de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético renovable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.
- Utilización de **recursos renovables** a nivel global.
- **No emisión de CO<sub>2</sub>** y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- **Baja tasa de producción de residuos y vertidos** contaminantes en su fase de operación.

Sería por tanto compatible con los intereses del Estado, que busca una planificación energética que contenga, entre otros, los siguientes aspectos (extracto artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible): “Optimizar la participación de las energías renovables en la cesta de generación energética y, en particular, en la eléctrica”.

A lo largo de los últimos años, ha quedado evidenciado que el grado de autoabastecimiento en el debate energético es uno de los temas centrales del panorama estratégico de los diferentes países tanto a corto como a largo plazo.

Esta situación hace que **los proyectos de energías renovables sean tomados muy en consideración a la hora de realizar la planificación energética** en los diferentes países y regiones.

Los diferentes convenios internacionales a los que está ligada España buscan, principalmente, una reducción en la tasa de emisiones de gases de efecto invernadero, y la necesidad de desarrollar proyectos con fuentes autóctonas para garantizar el suministro energético y disminuir la dependencia exterior. Razones entre otras por las que se desarrolla la planta fotovoltaica objeto del presente documento.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	7	de	39

## 2 OBJETO DE LA INSTALACION

**GRUPO SOLARIA, ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE** es una empresa multinacional española dedicada, junto con sus subsidiarias, al sector de la energía renovable cuyo modelo operativo está centrado en la explotación del negocio de generación eléctrica basada en la energía solar fotovoltaica.

Solaria está en proceso de tramitación administrativa de un proyecto fotovoltaico, situado en el término municipal de Barásoain (Comunidad Foral de Navarra), que se pretende conectar con el Nudo de la Red de Transporte Muruarte 400kV de Red Eléctrica de España, ubicada en el término municipal de Tiebas-Muruarte de Reta.

El objeto de este anteproyecto es la presentación de las **infraestructuras de evacuación** correspondientes a la planta solar fotovoltaica **Serena Solar 2**, ubicada en el término municipal de Barásoain, con una potencia total instalada de 49,996 MWp y una potencia nominal a 25°C de 46,709 MWac a la salida de los inversores.

Dicha planta solar evacuará la energía generada a través de una subestación de nueva construcción situada en la poligonal de la misma, denominada Subestación La Majada 66/30 kV, donde se elevará la tensión de 30 kV a 66 kV. A continuación, mediante una línea soterrada a 66 kV, se llevará la energía producida hasta la Subestación Muruarte Promotores 400/220/66 kV.

En esta subestación, ubicada junto a la Subestación Muruarte 400 kV de Red Eléctrica de España, se elevará la tensión a 400 kV, y, finalmente, a esta tensión se conectará con el Nudo de la Red de Transporte de Muruarte 400 kV, como punto final de interconexión. Dicha subestación de infraestructuras comunes es objeto de otro proyecto independiente.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	8	de	39

### 3 TITULAR DE LA INSTALACION

A continuación, se resumen los datos principales del titular y a la vez promotor del Proyecto:

- Sociedad: SOLARIA PROMOCION Y DESARROLLO FOTOVOLTAICO, S.L.U
- CIF: B-87878518
- Domicilio social: C/ Princesa 2, 4ª planta, 28008 Madrid

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	9	de	39

#### 4 NORMATIVA QUE APLICAR

Tanto en la redacción del presente proyecto como durante la ejecución de las obras descritas se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones y reglamentaciones:

##### NORMATIVA TÉCNICA:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 310, de 27 de diciembre, de 2013).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE» núm. 139, de 9 de junio de 2014).
- Orden de 5 de septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 KVA y centrales de autogeneración eléctrica (BOE nº 219, de 12 septiembre de 1985).
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, de 21 de abril de 1999).
- 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 (BOE 68, de 19 de marzo de 2008).

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	10	de	39

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- IEC 60364:2011: Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- ITC RAT: Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de alta Tensión.
- ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.

#### **NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL:**

- Ley Foral 4/2022, de 22 de marzo, de Cambio Climático y Transición Energética.
- Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.
- Ley Foral 17/2020, de 16 de diciembre, reguladora de las actividades con incidencia ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

#### **NORMATIVA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:**

- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Orden de 9 de marzo de 1.971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Ley General de la Seguridad Social.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	11	de	39

- R. D. 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R. D. 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- 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.

#### **NORMATIVA URBANÍSTICA:**

- Ordenanzas Municipales del Excmo. Ayuntamiento de Barásoain.
- Decreto-Ley Foral 4/2021, de 14 de abril, por el que se aprueban medidas urgentes para la gestión y ejecución de las actuaciones financiadas con fondos europeos provenientes del Instrumento Europeo de Recuperación.
- Decreto Foral Legislativo 1/2017, de 26 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Foral de Ordenación del Territorio y Urbanismo.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Decreto Foral 45/2011, de 16 de mayo, por el que se aprueba el plan de ordenación territorial del Área Central.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	12	de	39

- Decreto Foral 46/2011, de 16 de mayo, por el que se aprueba el plan de ordenación territorial de las Zonas Medias.
- Orden Foral 64/2006, de 24 de febrero, del Consejero de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda, por la que se regulan los criterios y las condiciones ambientales y urbanísticas para la implantación de instalaciones para aprovechar la energía solar en suelo no urbanizable.
- Ley Foral 35/2002, de 20 de diciembre, de Ordenación del Territorio y Urbanismo.
- Real Decreto 1093/1997, de 4 de julio, por el que se aprueban las normas complementarias al Reglamento para la ejecución de la Ley Hipotecaria sobre inscripción en el Registro de la Propiedad de actos de naturaleza urbanística.
- Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para desarrollo de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Real Decreto 3288/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística.

#### **NORMATIVA GESTIÓN DE RESIDUOS:**

##### *Normativa Europea:*

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- DIRECTIVA (1UE) 2018/851 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.

##### *Normativa España:*

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Ley Foral 14/2018, de 18 de junio, de residuos y su fiscalidad.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>				
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>					

- 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 aquéllas en las que se generaron.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Plan Nacional de residuos de la construcción y demolición (PNRCD) 2008-2011.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>				
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>					
		Rev.:	02	Pág.	14	de 39

## 5 LÍNEA DE EVACUACIÓN SE LA MAJADA – SE MURUARTE PROMOTORES

### 5.1 TRAZADO

El trazado de la línea de evacuación será de 9,05 km y está formada por una línea subterránea de simple circuito trifásica con conductor aislado de 66 kV, enterrada bajo tubo en zanja. Su origen es la subestación La Majada 66/30 kV en el término municipal de Barásoain, finalizando en la subestación Muruarte Promotores 400/220/66 kV, en el término municipal de Tiebas-Muruarte de Reta.

Términos municipales afectados:

- Barásoain
- Biurrun-Olcoz
- Tiebas-Muruarte de Reta

### 5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

#### 5.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

Las características principales de la nueva línea son las siguientes:

- Sistema ..... Corriente alterna trifásica
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión Nominal ..... 66 kV
- Tensión más elevada de la red ..... 72,5 kV
- Temperatura de diseño ..... 90 °C
- Nº de circuitos ..... 1
- Nº de conductores por fase ..... 1
- Tipo de conductor ..... XLPE 36/66kV 1x630MM2+H95 Cu
- Nº de cables compuesto tierra-óptico ..... 2
- Tipo de cables compuesto tierra-óptico ... OPSYCOM PKP (48 Fibras) Endesa EDE NNJ003
- Tipo de aislamiento ..... XLPE
- Puestas a tierra ..... Cross Bonding con Picas Acero-Cobre
- Longitud total .....9,05 km

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	15	de	39

5.2.2 CONDUCTORES

La línea está constituida por un circuito trifásicos con un conductor por fase, de tipo XLPE 36/66kV 1x240MM2+H95 Cu.

Las características del conductor son las siguientes:

- Denominación ..... XLPE 36/66kV 1x1600M+H95 Cu
- Sección total ..... 1600 mm<sup>2</sup>
- Sección pantalla ..... 95 mm<sup>2</sup>
- Diámetro ..... 89,6 mm
- Peso ..... 19,1 kg/m
- Resistencia unitaria a 20 °C ..... 0,0163 Ω/km
- Capacidad ..... 0,47 µF/km





Infraestructuras de evacuación  
de la planta solar fotovoltaica  
Serena Solar 2 de 46,709 MW

SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001

Modificado Anteproyecto Línea  
de Evacuación

Rev.: 02 Pág. 16 de 39

### 5.2.3 FIBRA ÓPTICA SUBTERRÁNEAS

Cable de tierra OPSYCOM PKP (48 Fibras) Endesa EDE NNJ003:

- Denominación ..... OPSYCOM PKP (48 Fibras) Endesa EDE NNJ003
- Diámetro ..... <18 mm
- Peso..... <0,300 kg/m
- Resistencia a la Tracción..... >1.000 daN
- Nº Fibras..... 48
- Radio de Curvatura..... <360 mm

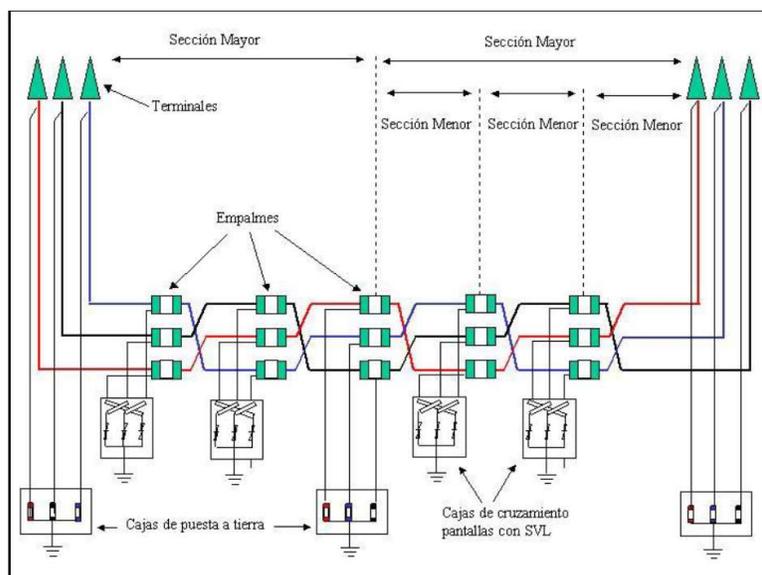
En todas las condiciones, las tracciones máximas de los conductores y cables de tierra no superarán los valores máximos exigidos en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

### 5.2.4 PUESTA A TIERRA DE LA MALLA DEL CONDUCTOR

La malla del conductor se pondrá a tierra mediante un sistema de Conexión Cruzada con Cajas de Conexión.

Dicha conexión a tierra se hará al inicio y final de las líneas, así como en cada cámara de empalme, situadas en tramos equidistantes.

El esquema de conexión será el siguiente:



	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	17	de	39

## CAJAS DE PUESTA A TIERRA

Son cajas de conexión con envoltura estanca en tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas bien sea directamente o en el interior de tubos. Esta envolvente proporciona un grado de protección IP68 s/ EN 60529. Dispone en uno de sus laterales de cinco prensaestopas; tres para entrada de los cables concéntricos conectados a las pantallas de los cables en los empalmes o en los terminales; el cuarto para el cable conectado a la toma de tierra del sistema, y el quinto para el cable de tierra del propio cuerpo de la caja.

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

En los apoyos de paso aéreo-subterráneo se realizará el conexionado de puesta a tierra de los terminales y de los pararrayos según se indica en el plano LSTI003.

En subestaciones tipo intemperie se instalará en cada soporte metálico de los terminales tipo exterior una caja unipolar de puesta a tierra directa o a través de descargador.

Las cajas de puesta a tierra de los empalmes se instalarán en el interior de las cámaras de empalme. Por este motivo deberán estar diseñadas para soportar las siguientes sollicitaciones con objeto de asegurar, cuando se produce un defecto interno o externo, que las cajas de puesta a tierra no se rompen en trozos de material en forma de proyectiles que puedan dañar el resto de elementos instalados en la propia cámara (cable, otros empalmes, etc.):

- Defecto de arco interno: 40 kA 0,1 s.
- Corriente de cortocircuito monofásica: Icc kA 0,5 s.

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

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

### 5.2.5 TERMINALES

La conexión del cable subterráneo con el conductor desnudo tanto en el recinto de medida fiscal como con la subestación tipo intemperie se realizará mediante un terminal exterior por fase. Éstos se instalarán en soportes metálicos.

Las características técnicas de los terminales exteriores serán compatibles con los cables que unen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>				
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>					

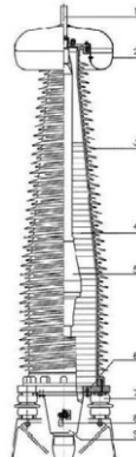
**Características eléctricas**

- Corriente ..... Alterna trifásica
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión asignada..... 66 kV
- Tensión más elevada para el material..... 72,5 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 325 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min) ..... 280 kV
- Intensidad mínima admisible en cortocircuito:
  - Conductor ≥ 404,7 kA
  - Pantalla ≥ 50 kA
    - Duración cortocircuito 0,5 s
    - Temperatura inicial 90 °C
    - Temperatura final 250 °C

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

**Composición**

1. Vástago de conexión aérea.
2. Deflector de tensión (aluminio).
3. Aislador exterior.
4. Fluido aislante de relleno.
5. Dispositivo de control de campo.
6. Base soporte (aluminio).
7. Aisladores soporte cerámicos.
8. Conexión toma de tierra.
9. Boca de entrada de cable.



**Características mecánicas**

- Vástago de conexión aérea:
  - Vástago de conexión ..... Varilla cilíndrica
  - Deflector de tensión ..... Aluminio
  - Anillo antiefluvios ..... Aluminio

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	19	de	39

El diámetro y material del vástago deberá ser suficiente para soportar la corriente de cortocircuito del conductor, así como los esfuerzos termodinámicos tanto para el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito.

- Aislador exterior:
  - Material ..... Porcelana
  - Línea de fuga mínima referida a la tensión más elevada fase-fase:
    - Nivel IV (muy fuerte) según UNE-EN 60071-2 ..... 35 mm/kV
  - Peso total máximo .....  $\leq 800 / 350$  kg
  - Longitud máxima .....  $\leq 3$  m
  - Diámetro máximo .....  $\leq 700$  mm

Las bridas superior e inferior estarán debidamente selladas al aislador exterior impidiendo pérdidas del fluido aislante. Además, proporcionará una adecuada protección contra la corrosión de todos los elementos expuestos en intemperie.

- Fluido aislante de relleno:
  - Material ..... Aceite / SF6
  - Presión ..... Atmosférica

No se requerirán dispositivos de control de presión.

- Dispositivo de control de campo:
  - Tipo ..... Cono deflector
  - Material ..... Goma premoldeada
  - Temperatura máxima de operación .....  $\geq 90$  °C

El dispositivo deberá estar ensayado completamente en fábrica.

- Base soporte:
  - Placa de conexión ..... Aluminio
  - Pernos de fijación ..... Acero inoxidable
  - Aisladores de soporte ..... Cerámicos

La conexión con el cable estará diseñada para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos producidos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas. Además, la base soporte estará preparada para la correcta conexión con el soporte del terminal exterior.

- Conexión del conductor:
  - Tipo ..... Electrodo compresión

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	20	de	39

Deberá soportar los esfuerzos termodinámicos tanto para el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito.

- Boca de entrada de cable:

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

Estará provista de la correspondiente conexión de toma de tierra.

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

#### 5.2.6 PARARRAYOS

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

La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo.

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

El aislador de la autoválvula será polimérico.

#### 5.2.7 EMPALMES

Se realizarán cámaras de empalmes para la unión de los tramos de conductor según la longitud de las bobinas.

Los empalmes serán están y cumplirán las mismas características eléctricas que los terminales.

#### 5.2.8 OBRA CIVIL/ZANJAS

##### **INSTALACIÓN TUBULAR HORMIGONADA**

La zanja tipo tendrá unas dimensiones de 1000 mm de anchura y 1600 mm de profundidad para un simple circuito.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>				
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>					

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 250 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán rígidos corrugados de doble pared, fabricados en polietileno de alta densidad.

Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical, de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocarán dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición de conexión de pantallas. Estos tubos son para la instalación de los cables de cobre aislado 0,6/1 kV necesarios en el tipo de conexión de las pantallas.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar los tubos de telecomunicaciones, de tal forma que se colocará un cuatritubo de polietileno de 4x40 mm de diámetro exterior en el soporte brida de cada terna de tubos.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 12,5 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

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

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	22	de	39

A continuación, se procederá a colocar los tubos de telecomunicaciones en los soportes de los separadores. Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 5 mm.

Una vez colocados los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según los planos.

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

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o zahorra normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según la norma UNE 48103.

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación. Las reposiciones de pavimentos se realizarán según las normas de los organismos afectados, con reposición a nuevo del mismo existente antes de realizar el trabajo. Con carácter general, la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que el organismo afectado indique un espesor superior.

En el caso de superficies no pavimentadas, la reposición será a las condiciones iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos anteriores a realizar la obra. Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer serán de las mismas características que las existentes.

### **MANDRILADO**

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos.

Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo, según los planos.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que servirá para el tendido del piloto que se empleará

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	23	de	39

posteriormente en el tendido de los cables. La cuerda guía deberá ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm para los tubos de los cables de potencia y de diámetro no inferior a 5 mm para los tubos de telecomunicaciones.

Una vez hayan sido mandrilados todos los tubos, sus extremos deberán ser sellados con espuma de poliuretano o tapones normalizados para evitar el riesgo de que se introduzca cualquier elemento (agua, barro, roedores, etc.) hasta el momento en que vaya a ser realizado el tendido de los cables.

### SEÑALIZACIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

En los tramos de líneas subterráneas que discurren por entornos rurales o periurbanos se instalarán hitos de señalización.

La ubicación definitiva de los hitos se realizará en la fase de construcción de la línea siguiendo los criterios indicados. Esta ubicación podrá ser acordada con el propietario de los terrenos por los que discurre la línea subterránea. En los planos de planta y perfil "As-built" de la línea se deberá indicar el punto exacto de ubicación del hito; acotándose las distancias mostradas en la placa de señalización posicionada en campo.

El hito de señalización estará compuesto por:

- Hito de hormigón polímero de color rojo con forma de prisma rectangular.
- Anclaje galvanizado en caliente con alambres expansores.

Adicionalmente, en una de las caras del hito se colocará una placa de identificación con el teléfono de emergencia y el logotipo del promotor.

En la placa de identificación de cada hito de señalización se grabará la siguiente información:

- Nivel de tensión, en kV.
- Distancia en horizontal desde el hito hasta el eje de la canalización, en metros con un decimal.
- Profundidad de la arista superior del prisma de hormigón respecto al nivel del terreno, en metros con un decimal.

En la cara del hito opuesta a la ocupada por la placa de identificación se colocará una etiqueta autoadhesiva de fácil colocación y/o sustitución, y resistentes a las condiciones de intemperie, para la identificación de los circuitos mediante la siguiente nomenclatura: VVVAAA-BBB.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	24	de	39

Siendo:

V= Nivel de tensión (kV) 66.

A=Nemónico subestación extremo A.

B=Nemónico subestación extremo B.

Los hitos de señalización se instalarán a lo largo de la traza de la línea, considerando una distancia máxima relativa de 50 metros entre hitos; siendo indispensable que desde cualquiera de ellos se vea al menos el anterior y el posterior. Se señalizarán también los cambios de sentido del trazado, marcándose el inicio y final de la curva, y el punto medio.

#### **TENDIDO**

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización.

Antes de empezar el tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin, antes de iniciar el tendido de los cables, se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación utilizando los mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

Igualmente, antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo y asimismo poder asignar el extremo de la instalación desde donde se debe realizar el esfuerzo de tiro. En el caso de trazado con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 10°.

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

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

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	25	de	39

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

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

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

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

El cabrestante se utilizará para tirar de los cables por medio de cables piloto auxiliares y estará accionado por un motor autónomo. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de un dinamómetro con objeto de controlar el esfuerzo de tiro en cada momento y de un mecanismo que interrumpa la tracción automáticamente cuando ésta sobrepase el esfuerzo programado. Antes del inicio de los trabajos de tendido, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizará en función de las tracciones a realizar.

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado, debiendo elevar la bobina del orden de 0,10 a 0,15 m respecto del suelo para hacer posible el giro de la misma. Los pies de soporte del eje deberán estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. El dispositivo de frenado deberá ser reversible, poder actuar de cabrestante en caso de necesidad y disponer de dinamómetro. El cable al salir de la bobina se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades.

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

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	26	de	39

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radioteléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radioteléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina.

La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma, alrededor de su eje.

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

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

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

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

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

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

La tracción de tendido de los cables será como máximo del 60% de la máxima especificada por el fabricante y como mínimo la necesaria para que, venciendo la resistencia en la máquina de frenado, puedan desplegarse los cables, debiendo mantenerse constante durante el tendido de éstos.

La velocidad de tendido será del orden de 2,5 a 5 m/min y será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de la bobina.

La unión del cable con el piloto se realizará por medio de un cabezal de tiro y manguito giratorio de modo que el esfuerzo de tiro se aplique directamente al conductor del cable.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	27	de	39

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

Con objeto de disminuir el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, se podrá utilizar grasa neutra en la cubierta exterior del cable antes de introducirlo en el tubo.

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

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

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

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

En ningún caso se dejarán en la canalización y zona de elaboración de las botellas terminales los extremos del cable sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termorretráctiles.

En el extremo del cable en el que se vaya a confeccionar una botella terminal se eliminará una longitud de 2,5 m, ya que al haber sido sometidos los extremos del cable a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

En el tendido de los cables a lo largo del apoyo de transición aéreo/subterráneo, estos irán sujetos mediante las abrazaderas correspondientes al apoyo, con una separación entre los puntos de fijación tal que garantice la ausencia de desplazamientos de los cables por efectos electromagnéticos. Los cables irán protegidos hasta una altura mínima de 3 m sobre el suelo mediante una protección de chapa que cubra perfectamente todos los cables.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	28	de	39

### 5.3 RELACIÓN DE ALINEACIONES Y CRUZAMIENTOS

#### 5.3.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

El trazado de la línea de evacuación de la planta fotovoltaica Serena Solar 2 será de 9,05 km de longitud, de los cuales todo el recorrido será subterráneo. Su origen es la subestación La Majada 66/30 kV dentro del vallado de la planta fotovoltaica de Serena Solar 2, ubicada en el Término Municipal de Barásoain, finalizando en la subestación eléctrica Muruarte Promotores 400/220/66 kV, en el Término Municipal de Tiebas Muruarte de Reta (Comunidad Foral de Navarra). A lo largo del recorrido se afectan a los siguientes términos municipales:

Término municipal	Longitud subterránea (m)
Barásoain	2.573
Biurrun-Olcoz	3.953
Tiebas-Muruarte de Reta	2.527
<b>LONG. TOTAL (m)</b>	<b>9.053</b>

Los puntos de interés que definen el trazado de la línea son los siguientes:

Punto	X U.T.M. ETRS89 HUSO 30	Y U.T.M. ETRS89 HUSO 30	Término municipal
Origen	609923.36	4719133.57	Barásoain
Final	610547.29	4724978.55	Tiebas-Muruarte de Reta

#### 5.3.2 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS

La relación de parcelas afectadas por la línea de evacuación, considerando una franja de 10 m a cada lado del eje de la misma, es la siguiente:

Término municipal	Polígono	Parcela	Referencia catastral
Barásoain	3	41	310000000001466589UP
Barásoain	2	153	310000000001070761EH
Barásoain	2	152	310000000001070760WG
Barásoain	2	140	310000000002255853FQ
Barásoain	2	156	310000000001070764YL
Barásoain	2	158	310000000002255856JR
Barásoain	2	139	310000000001070747KI



**Infraestructuras de evacuación  
de la planta solar fotovoltaica  
Serena Solar 2 de 46,709 MW**

**SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001**

**Modificado Anteproyecto Línea  
de Evacuación**

Rev.: 02 Pág. 29 de 39

<b>Término municipal</b>	<b>Polígono</b>	<b>Parcela</b>	<b>Referencia catastral</b>
Biurrun-Olcoz	4	134	310000000001089681LK
Biurrun-Olcoz	4	128	310000000001089675HG
Biurrun-Olcoz	4	122	310000000001089669DS
Biurrun-Olcoz	4	68	310000000002268352GA
Biurrun-Olcoz	4	74	310000000001089625RE
Biurrun-Olcoz	4	65	310000000001089616ZB
Biurrun-Olcoz	4	66	310000000002268351FP
Biurrun-Olcoz	4	62	310000000002268349GA
Biurrun-Olcoz	4	64	310000000001089615BL
Biurrun-Olcoz	4	63	310000000002268350DO
Biurrun-Olcoz	4	59	310000000001089610GF
Biurrun-Olcoz	4	58	310000000001089609JH
Biurrun-Olcoz	4	57	310000000002268348FP
Biurrun-Olcoz	4	53	310000000002268346SI
Biurrun-Olcoz	4	56	310000000002268347DO
Biurrun-Olcoz	4	145	310000000001089691EW
Biurrun-Olcoz	4	54	310000000001089606FD
Biurrun-Olcoz	4	140	310000000001089687WQ
Biurrun-Olcoz	4	11	310000000001089563RE
Biurrun-Olcoz	4	12	310000000001089564TR
Biurrun-Olcoz	4	10	310000000001089562EW
Biurrun-Olcoz	4	9	310000000002268340YW
Biurrun-Olcoz	4	8	310000000002268339IR
Biurrun-Olcoz	4	7	310000000001089559EW
Biurrun-Olcoz	4	6	310000000001089558WQ
Biurrun-Olcoz	4	3	310000000001089556MX
Biurrun-Olcoz	4	2	310000000001089555XZ
Tiebas-Muruarte de Reta	3	324	310000000001373394OR
Tiebas-Muruarte de Reta	3	323	310000000001373393IE
Tiebas-Muruarte de Reta	3	377	310000000001373437LF
Tiebas-Muruarte de Reta	3	376	310000000001373436KD
Tiebas-Muruarte de Reta	3	165	310000000002400411TR
Tiebas-Muruarte de Reta	3	354	310000000001373420TM
Tiebas-Muruarte de Reta	3	375	310000000001373435JS
Tiebas-Muruarte de Reta	3	450	310000000002283366DR
Tiebas-Muruarte de Reta	3	451	310000000001373488OR



**Infraestructuras de evacuación  
de la planta solar fotovoltaica  
Serena Solar 2 de 46,709 MW**

**SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001**

**Modificado Anteproyecto Línea  
de Evacuación**

Rev.: 02 Pág. 30 de 39

Término municipal	Polígono	Parcela	Referencia catastral
Tiebas-Muruarte de Reta	3	162	310000000002369455LO
Tiebas-Muruarte de Reta	3	461	310000000002400399BL
Tiebas-Muruarte de Reta	3	385	310000000001373440LF
Tiebas-Muruarte de Reta	3	358	310000000002329941MM
Tiebas-Muruarte de Reta	4	1	310000000001373497GP
Tiebas-Muruarte de Reta	4	21	310000000001373517IE
Tiebas-Muruarte de Reta	4	23	310000000001373519PT

### 5.3.3 CRUZAMIENTOS

El trazado de la línea tendrá los siguientes cruzamientos:

Término municipal	Cruzamientos	Organismo
Barásoain	Gasoducto	Enagás
Barásoain	Oleoducto	CLH
Barásoain	LAT	REE
Barásoain	LMT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes
Biurrun-Olcoz	LMT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes
Biurrun-Olcoz	Arroyo innominado	CH del Ebro
Biurrun-Olcoz	Oleoducto	CLH
Biurrun-Olcoz	Gasoducto	Enagás
Tiebas - Muruarte de Reta	LMT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes
Tiebas - Muruarte de Reta	Río Besaire	CH del Ebro
Tiebas - Muruarte de Reta	Barranco de Chaurreta	CH del Ebro
Tiebas - Muruarte de Reta	Ferrocarril	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
Tiebas - Muruarte de Reta	LMT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes
Tiebas - Muruarte de Reta	Línea telefónica	Telefónica
Tiebas - Muruarte de Reta	Carretera NA-6020	Departamento de Cohesión Territorial
Tiebas - Muruarte de Reta	LMT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes
Tiebas - Muruarte de Reta	Carretera N-121	Departamento de Cohesión Territorial
Tiebas - Muruarte de Reta	LMT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes
Tiebas - Muruarte de Reta	Autopista AP-15	Departamento de Cohesión Territorial
Tiebas - Muruarte de Reta	LAT	REE
Tiebas - Muruarte de Reta	LAT	REE
Tiebas - Muruarte de Reta	LMT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes



**Infraestructuras de evacuación  
de la planta solar fotovoltaica  
Serena Solar 2 de 46,709 MW**

**Modificado Anteproyecto Línea  
de Evacuación**

**SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001**

Rev.: 02 Pág. 31 de 39

<b>Término municipal</b>	<b>Cruzamientos</b>	<b>Organismo</b>
Tiebas - Muruarte de Reta	LMT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes
Tiebas - Muruarte de Reta	LAT	REE

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	32	de	39

## 6 LÍNEA SE MURUARTE PROMOTORES – SE MURUARTE 400/200 kV (REE)

### 6.1 TRAZADO

El trazado de la línea de evacuación será de 0,06 km y estará formada por 1 alineación. Su origen es la subestación Muruarte Promotores 400/220/66 kV, finalizando en la SUBESTACIÓN MURUARTE 400/220 kV propiedad de Red Eléctrica de España (REE), estando situadas todas las instalaciones en el término municipal de Tiebas-Muruarte de Reta.

La citada línea, está previsto que una directamente el pórtico de salida de la SE Muruarte Promotores con el pórtico de llegada de la SE Muruarte de REE.

### 6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

#### 6.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

Las características principales de la nueva línea son las siguientes:

- Sistema ..... Corriente alterna trifásica
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión nominal ..... 400 kV
- Tensión más elevada de la red ..... 420 kV
- Temperatura de diseño ..... 85 °C
- Nº de circuitos ..... 1
- Nº de conductores por fase ..... 2
- Tipo de conductor ..... 806-AL1/56-ST1A (LA-860 LAPWING)
- Nº de cables compuesto tierra-óptico ..... 2
- Tipo de cables compuesto tierra-óptico ..... OPGW tipo I 17 kA
- Tipo de aislamiento ..... Vidrio
- Apoyos ..... Pórticos de la SE
- Longitud total ..... 0,060 km
- Términos municipales afectados:
  - Tiebas-Muruarte de Reta

#### 6.2.2 CONDUCTORES

La línea está constituida por un circuito trifásico con dos conductores por fase, de tipo 806-AL1/56-ST1A (LA-860 LAPWING).

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	33	de	39

Las características del conductor son las siguientes:

- Denominación ..... 806-AL1/56-ST1A (LA-860 LAPWING)
- Sección total ..... 863,1 mm<sup>2</sup>
- Sección Aluminio ..... 807,5 mm<sup>2</sup>
- Sección acero ..... 55,6 mm<sup>2</sup>
- Diámetro ..... 38,22 mm
- Peso ..... 2,267 daN/m
- Carga de rotura ..... 18.778 kg
- Módulo de elasticidad ..... 6.600 daN/ mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación ..... 20,9 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>
- Resistencia unitaria a 20 °C y 50 Hz ..... 0,0358 ohm/km

### 6.2.3 CABLE DE GUARDA

Para la protección de la línea contra sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, se dispondrán dos cables de guarda de tipo compuesto tierra-óptico con las características siguientes:

Cable de tierra OPGW tipo I 17 kA:

- Denominación ..... OPGW Tipo I
- Sección total ..... 119 mm<sup>2</sup>
- Diámetro ..... 15,3 mm
- Peso ..... 0,680 kg/m
- Carga de rotura ..... 10.000 daN
- Módulo de elasticidad ..... 12.000 daN/ mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación ..... 14,1 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>

Los conductores y cables de tierra serán tendidos con unas tracciones tal que no faciliten la vibración de los mismos. Además, se instalarán amortiguadores para impedir este fenómeno.

Las grapas de suspensión del conductor y los cables compuestos tierra-óptico serán del tipo GSA con varillas preformadas y del tipo GS para el cable de tierra convencional.

Las grapas de amarre del conductor serán de compresión para el conductor y preformadas para los cables de guarda.

En todas las condiciones, las tracciones máximas de los conductores y cables de tierra no superarán los valores máximos exigidos en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	34	de	39

### 6.3 RELACIÓN DE VÉRTICES Y CRUZAMIENTOS

#### 6.3.1 VÉRTICES

El trazado de la línea de evacuación tendrá los siguientes vértices:

Vértice	X	Y	Ángulo (g)
SE Muruarte Promotores	610.451	4.725.005	-
SE Muruarte REE	610.405	4.725.019	-

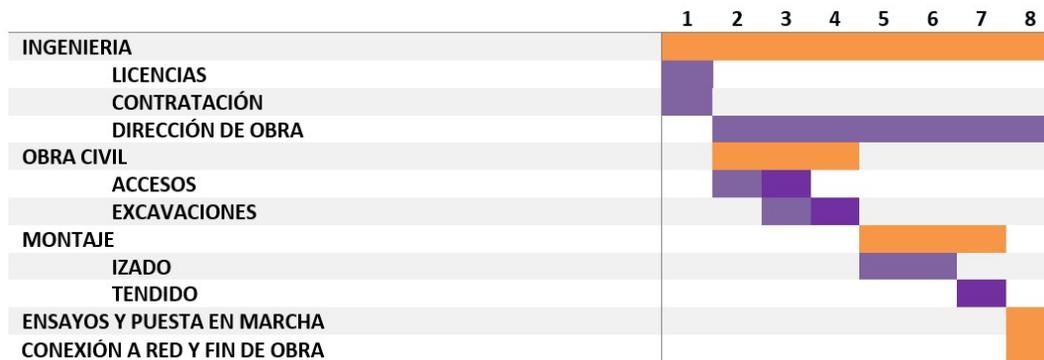
#### 6.3.2 CRUZAMIENTOS

En el trazado no existe ningún cruzamiento.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	35	de	39

#### 6.4 PLAZO DE EJECUCIÓN

Las obras que comprende la ejecución de la línea de evacuación se realizarán en un plazo aproximado de ocho meses (8 meses) sin considerar trabajos previos de ingeniería o de selección y compra de materiales.



#### 6.5 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

- DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURAS. DEPARTAMENTO DE COHESIÓN TERRITORIAL DEL GOBIERNO DE NAVARRA.
- RED PRINCIPAL DE VÍAS PECUARIAS. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL Y MEDIO AMBIENTE. GOBIERNO DE NAVARRA.
- MONTES UTILIDAD PÚBLICA. DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIOAMBIENTE, GOBIERNO DE NAVARRA.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL Y MEDIO AMBIENTE. GOBIERNO DE NAVARRA.
- SECCIÓN DE PATRIMONIO HISTÓRICO. DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA-INSTITUCION PRÍNCIPE DE VIANA.
- ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS. MINISTERIO DE TRANSPORTES MOVILIDAD Y AGENDA URBANA.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO.
- ENAGÁS, S.A.
- TELEFÓNICA DE ESPAÑA, S.A.U.
- I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U
- COMPAÑÍA LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA S.A.

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>				
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>					

- AYUNTAMIENTOS:
  - Ayuntamiento de Barásoain
  - Ayuntamiento de Biurrun-Olcoz
  - Ayuntamiento de Tiebas-Muruarte de Reta



**Infraestructuras de evacuación  
de la planta solar fotovoltaica  
Serena Solar 2 de 46,709 MW**

**SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001**

**Modificado Anteproyecto Línea  
de Evacuación**

Rev.:	02	Pág.	37	de	39
-------	----	------	----	----	----

---

## **7 PRESUPUESTO**

---

	<b>Infraestructuras de evacuación de la planta solar fotovoltaica Serena Solar 2 de 46,709 MW</b>	<b>SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001</b>					
	<b>Modificado Anteproyecto Línea de Evacuación</b>						
		Rev.:	02	Pág.	38	de	39

A continuación, se describe el presupuesto de la línea de Evacuación:

<b>MATERIALES</b>		<b>TOTAL</b>	<b>787.619,82 €</b>
MATERIALES	unidades 1	787.618,82 €	787.618,82 €

<b>OBRA CIVIL</b>		<b>296.228,57 €</b>
OBRA CIVIL	unidades 1	236.285,64 € 236.285,64 €

<b>TENDIDO</b>		<b>197.485,71 €</b>
TENDIDO	unidades 1	157.523,76 € 157.523,76 €

<b>PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL SUBESTACIÓN</b>	<b>1.181.428,22 €</b>
21% IVA	248.099,93 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA</b>	<b>1.429.528,15 €</b>

Madrid, marzo de 2023.

Josu Barredo Egusquiza  
Colegiado nº 13.953  
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid



**Infraestructuras de evacuación  
de la planta solar fotovoltaica  
Serena Solar 2 de 46,709 MW**

**Modificado Anteproyecto Línea  
de Evacuación**

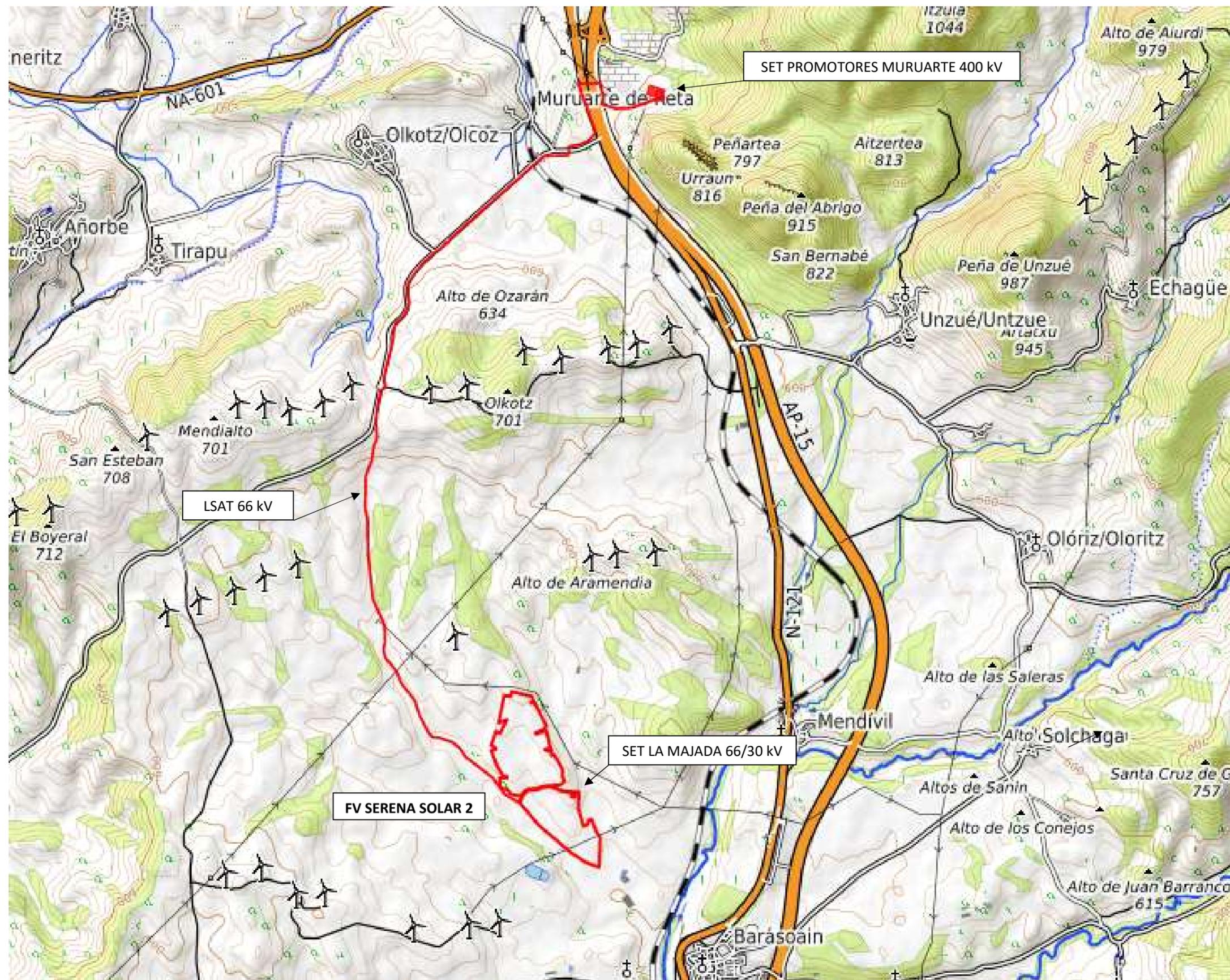
**SER2-SOL-PC-AP-MEM-0001**

Rev.:	02	Pág.	39	de	39
-------	----	------	----	----	----

---

**8 PLANOS**

---



LEYENDA:

- LÍNEA EVACUACIÓN
- SUBESTACIÓN
- ⬮ PFV SERENA SOLAR 2

PROYECTO:  
 LÍNEA ELÉCTRICA 66 kV  
 EVACUACIÓN SERENA SOLAR 2  
 SET LA MAJADA 66/30 kV - SET MURUARTE  
 PROMOTORES 400/66 kV (NAVARRA)

SPV:  
 ANTEPROYECTO DE EVACUACIÓN  
 SERENA SOLAR 2



REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	DP	CHP	AP
00	Primera edición	21/03/23	JCR	DMT	JBE

PLANO:  
 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

CÓDIGO: TAMAÑO:  
 A3

NÚMERO DE PLANO:  
 01