



## **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa**

### **Proyecto de planta y línea de la Planta Solar Fotovoltaica “PSFV Zizurmay” 6,03 MWp**

Junio 2023 - Ed00

Separata de afección a la DIRECCIÓN GENERAL DE  
CULTURA



Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	M.D.G.	F.S.	L.B.S.	21/06/2023

# Contenido

1	ANTECEDENTES .....	6
2	OBJETO .....	7
3	DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN .....	8
4	TITULAR .....	10
5	JUSTIFICACIÓN.....	11
6	LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN .....	13
6.1	Legislación Planta .....	13
6.2	Legislación Infraestructura de Evacuación.....	20
7	EMPLAZAMIENTO.....	30
7.1	Localización y características del lugar de ubicación del proyecto.....	30
7.2	Polígonos y parcelas del catastro afectadas .....	31
7.3	Afecciones consideradas .....	33
7.3.1	Afecciones consideradas por la planta.....	33
7.3.2	Afecciones consideradas por la línea .....	33
7.4	Acceso .....	36
7.5	Condiciones ambientales y meteorológicas.....	37
7.6	Puntos de conexión .....	38
8	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	38
8.1	Criterios de diseño .....	38
8.1.1	Consideraciones de partida.....	38
8.1.2	Diseño eléctrico.....	39
8.1.3	Diseño civil.....	39
8.2	Características generales.....	41

8.2.1	Configuración eléctrica.....	42
8.2.2	Layout.....	42
8.2.3	Generador fotovoltaico .....	43
8.2.4	Inversor fotovoltaico .....	44
8.2.5	Estructura soporte de módulos (seguidor solar).....	46
8.2.6	Centro de transformación .....	48
8.2.7	Sistema de conexiones eléctricas.....	50
8.2.8	Protecciones.....	53
8.2.9	Puesta a tierra .....	54
8.2.10	Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	54
8.2.11	Medida .....	55
8.2.12	Sistema de monitorización .....	55
8.2.13	Seguridad y vigilancia .....	56
8.2.14	Edificio de control .....	57
8.3	Descripción de las obras de construcción .....	58
8.3.1	Obra civil.....	58
8.3.2	Montaje mecánico.....	81
8.3.3	Montaje eléctrico .....	82
8.4	Desmantelamiento de las instalaciones.....	85
8.4.1	Viales de acceso .....	85
8.4.2	Trabajos de desmantelamiento y restauración.....	85
9	DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA .....	88
9.1	Descripción del trazado de la línea .....	88
9.2	Características generales.....	89
9.3	Descripción de los principales componentes de la línea .....	90
9.3.1	Características del conductor.....	90
9.3.2	Cable de tierra .....	92



9.3.3	Empalmes .....	92
9.3.4	Aisladores .....	92
9.3.5	Apoyos .....	93
9.3.6	Puesta a tierra .....	93
10	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	94
10.1	Cronograma de la planta.....	94
10.2	Cronograma de la línea de evacuación .....	95
11	PRESUPUESTO .....	96
11.1	Presupuesto de la planta.....	96
11.2	Presupuesto total de la instalación .....	97
12	PLANOS.....	98

## 1 ANTECEDENTES

A continuación, se resume el estado actual de tramitación de la Planta Fotovoltaica “PSFV Zizurmay” de 6,03 MWp de potencia pico, en los diferentes organismos competentes, en lo que respecta a la fase de autorización, licencias y concesiones necesarias para la construcción y puesta en funcionamiento de dicha planta.

- Con fecha 10 de marzo de 2023 se concede, para el proyecto PSFV ZIZURMAY de potencia instalada de 4,99 MW, permiso de acceso y conexión a la Red o Nudo de Distribución denominado ZIZURMAY T2 de 13 kV.

## 2 OBJETO

El presente documento se redacta con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el RD 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, por el artículo 123 “Contenido de la solicitud de aprobación de proyecto”, que establece la necesidad de separatas de afecciones a las administraciones públicas, organismos y, en su caso, empresas de servicio público o de servicios de interés general.

Este documento se elabora para describir las afecciones a la Dirección General de Cultura generadas por la instalación de la Planta Solar Fotovoltaica PSFV Zizurmay de 4,99 MWn en inversores y su línea de evacuación. La Planta Solar Fotovoltaica PSFV Zizurmay, que se ubica en el término municipal de Cizur, evacuará la energía a través de una línea aérea de 13,2 kV que conecta el centro de transformación 13,2/0,8kV de la PSFV Zizurmay con la SET ZIZURMAY 13kV, discurriendo por los términos municipales de Cizur, Cendea de Olza, Barañáin y Zizur Mayor.

### 3 DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN

El objeto del presente apartado es describir las afecciones a la Dirección General de Cultura ocasionadas por la Planta Solar Fotovoltaica "PSFV Zizurmay" y su línea de evacuación.

Siguiendo la Ley Foral 14/2005 de Patrimonio Cultural de Navarra, se han identificado los elementos patrimoniales ubicados en la cartografía del proyecto.

Respecto a los bienes de interés cultural, se identifican los siguientes elementos en un radio de 1km de la planta y su línea:

- Iglesia de Nuestra Señora de la Purificación.
- Castillo de Arazuri.
- Iglesia de San Andrés Apóstol.

Igualmente se ha evaluado el Inventario Arqueológico de Navarra, hallándose los siguientes yacimientos en un pasillo de 300m respecto a la planta y su línea:

- Cascajos I, de protección grado 3.
- Cascajos II, de protección grado 2.
- Iturralde I, de protección grado 2.
- Iturralde II, de protección grado 2.
- Alto Redondo, de protección grado 2.
- Puente Grande, de protección grado 2.
- Eultzaizpea, de protección grado 0.
- Río Alrevés, de protección grado 0.
- Arripasaje, de protección grado 0.

Por último, se recogen los elementos de Memoria Histórica de Navarra en una banda de 300m, que son las siguientes fosas:

- Fosa del Cementerio de Gazólaz.
- Fosa de Gazólaz.
- Fosa de la Chopera de Sangües.

En la imagen adjunta se puede observar la ubicación de la planta y la línea de evacuación junto con los elementos mencionados (bienes de interés cultural en rojo, yacimientos de categoría 0 en amarillo, categoría 2 en naranja y categoría 3 en azul, fosas en verde).





Imagen 1. Ubicación de la planta PSFV Zizurmay y su línea de evacuación y los bienes culturales.

La planta solar fotovoltaica interseca con dos de los yacimientos arqueológicos mencionados, se listan las coordenadas de los puntos de cruce.

Tabla 1. Cruzamientos de la línea de evacuación con ríos.

CRUZAMIENTO LÍNEA ELÉCTRICA CON PSFV ZIZURMAY		
Coordenadas ETRS89 UTM-30		
Cruzamiento	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)
Cruce 1	603143,1000	4738765,4925
Cruce 2	603143,0804	4738732,1230
Cruce 3	603146,6282	4738720,6440
Cruce 4	603202,0486	4738721,7492
Cruce 5	603685,6145	4738629,9250
Cruce 6	603687,3880	4738580,1129
Cruce 7	603681,4774	4738555,5647
Cruce 8	604854,7689	4740584,3058
Cruce 9	604861,7448	4740585,1570
Cruce 10	606022,7676	4739641,7834
Cruce 11	606510,0480	4739364,1841
Cruce 12	607207,2051	4738820,7688

## 4 TITULAR

El titular y a la vez promotor del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica Zizurmay es la sociedad BAHIA DE PLATA REAL STATE 2017 S.L., perteneciente al grupo ABEI ENERGY. A continuación, se resumen los datos principales del promotor:

BAHIA DE PLATA REAL STATE 2017 S.L. cuyos datos principales son los siguientes:

- Promotor: BAHIA DE PLATA REAL STATE 2017 S.L.
- CIF: B87920757
- Domicilio Social: Calle Monte Esquinza, 24, 5 Izq (28010) Madrid.

## 5 JUSTIFICACIÓN

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.

Este tipo de proyectos presentan las siguientes ventajas respecto a otras instalaciones energéticas, entre las que se encuentran:

- 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.

En cuanto a 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 estudio.

El uso de esta energía renovable permite evitar la generación de emisiones asociadas al uso de energías fósiles. En este sentido, el ahorro de combustible previsto significa evitar una emisión equivalente de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y partículas.

Además, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, persigue una reducción de un 23% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990. Este objetivo de reducción implica eliminar una de cada tres toneladas de gases de efecto invernadero que se emiten actualmente. Se trata de un esfuerzo coherente con un incremento de la ambición a nivel europeo para 2030, así como con el Acuerdo de París.

Según el estudio realizado, las medidas contempladas en el PNIEC permitirán alcanzar los siguientes resultados en 2030:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de renovables sobre el uso final de la energía.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% de energía renovable en la generación eléctrica.

Estos resultados permitirán avanzar hacia el cumplimiento del objetivo a más largo plazo que ha guiado la elaboración de este Plan que es alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI de España en 2050, en coherencia con las posiciones adoptadas por la Comisión Europea y la mayoría de los Estados miembros. Este objetivo supone la reducción de, al menos, un 90% de las emisiones brutas totales de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990 para 2050. Además, se persigue alcanzar para esa fecha un sistema eléctrico 100% renovable.

En definitiva, la construcción de esta Planta se justifica por la necesidad de conseguir los objetivos y logros propios de una política energética medioambiental sostenible. Estos objetivos se apoyan en los siguientes principios fundamentales:

- Reducir la dependencia energética.
- Aprovechar los recursos en energías renovables.
- Diversificar las fuentes de suministro incorporando los menos contaminantes.
- Reducir las tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
- Facilitar el cumplimiento del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030.

## 6 LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN

La legislación genérica que aplica a la planta fotovoltaica es la que viene reflejada a continuación, la no presencia de alguna legislación en esta lista no implica su exclusión en caso de aplicación, se deberá considerar la normativa en vigor considerando su última modificación según boletines oficiales.

### 6.1 Legislación Planta

Se declaran de obligado cumplimiento las siguientes normas y especificaciones técnicas:

1. Generales:

- UNE-EN 60060-1:2012. Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
- UNE-EN 60060-2:2012. Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60071-1:2006. Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-1/A1:2010. Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-2:1999. Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60027-1:2009. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60027-4:2011. Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.
- UNE-EN 60617-2:1997 Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
- UNE-EN 60617-3:1997. Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
- UNE-EN 60617-6:1997. Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
- UNE-EN 60617-7:1997. Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta y dispositivos de control y protección.

- UNE-EN 60617-8:1997. Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
  - UNE 207020:2012 IN. Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.
2. Aisladores y pasatapas:
- UNE-EN 60168:1997. Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
  - UNE-EN 60168/A1:1999. Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
  - UNE-EN 60168/A2:2001. Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
  - UNE 21110-2:1996. Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
  - UNE 21110-2 ERRATUM:1997. Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
  - UNE-EN 60137:2011. Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
  - UNE-EN 60507:1995. Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.
3. Aparamenta:
- UNE-EN 62271-1:2009. Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
  - UNE-EN 62271-1/A1:2011. Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
  - UNE-EN 60439-5:2007. Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).
  - UNE-EN 61439-5:2011. Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.
4. Seccionadores:

- UNE-EN 62271-102:2005. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
  - UNE-EN 62271-102:2005. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
  - UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
  - UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
5. Interruptores, contactores e interruptores automáticos:
- UNE-EN 60265-1:1999. Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
  - UNE-EN 60265-1 CORR:2005. Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
  - UNE-EN 62271-103:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
  - UNE-EN 62271-104:2010. Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
  - UNE-EN 60470:2001. Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores.
  - UNE-EN 62271-106:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
  - UNE-EN 62271-100:2011. Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
6. Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante:
- UNE-EN 62271-200:2005. Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).
  - UNE-EN 62271-200:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- UNE-EN 62271-201:2007. Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
  - UNE-EN 62271-203:2005. Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).
  - UNE-EN 62271-203:2013. Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
  - UNE 20324:1993. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
  - UNE 20324 ERRATUM:2004. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
  - UNE 20324/1M:2000. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
  - UNE-EN 50102:1996. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
  - UNE-EN 50102 CORR:2002. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
  - UNE-EN 50102/A1:1999. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
  - UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
7. Transformadores de potencia:
- UNE-EN 60076-1:1998. Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
  - UNE-EN 60076-1/A1:2001. Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
  - UNE-EN 60076-1/A12:2002. Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014).
  - UNE-EN 60076-1:2013. Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
  - UNE-EN 60076-2:2013. Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
  - UNE-EN 60076-3:2002. Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.



- UNE-EN 60076-3 ERRATUM:2006. Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
- UNE-EN 60076-5:2008. Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
- UNE-EN 60076-11:2005. Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
- UNE-EN 50464-1:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE 21428-1:2011. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
- UNE 21428-1-1:2011. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.
- UNE 21428-1-2:2011. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
- UNE-EN 50464-2-1:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
- UNE-EN 50464-2-2:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.

- UNE-EN 50464-2-3:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
  - UNE-EN 50464-3:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.
  - UNE-EN 50541-1:2012. Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
  - UNE-EN 21538-1:2013. Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
  - UNE 21538-3:1997. Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.
8. Centros de transformación prefabricados:
- UNE-EN 62271-202:2007. Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
  - UNE EN 50532:2011. Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS).
9. Transformadores de medida y protección:
- UNE-EN 50482:2009. Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.
  - UNE-EN 60044-1:2000. Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
  - UNE-EN 60044-1/A1:2001. Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.

- UNE-EN 60044-1/A2:2004. Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015).
- UNE-EN 61869-1:2010. Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61869-2:2013. Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
- UNE-EN 60044-5:2005. Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
- UNE-EN 61869-5:2012. Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
- UNE-EN 60044-2:1999. Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
- UNE-EN 60044-2/A1:2001. Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
- UNE-EN 60044-2/A2:2004. Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
- UNE-EN 61869-3:2012 Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
- UNE-EN 60044-3:2004 Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados.

#### 10. Pararrayos:

- UNE-EN 60099-1:1996 Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-1/A1:2001. Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4:2005 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010. Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007. Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

#### 11. Fusibles de alta tensión:

- UNE-EN 60282-1:2011. Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
- UNE 21120-2:1998. Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

#### 12. Cables y accesorios de conexión de cables:

- UNE 211605:2013. Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
- UNE-EN 60332-1-2:2005. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
- UNE-EN 60228:2005. Conductores de cables aislados.
- UNE 211002:2012. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
- UNE 21027-9:2007/1C:2009. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos. Cables no propagadores del incendio.
- UNE 211006:2010. Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
- UNE 211620:2012. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
- UNE 211027:2013. Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- UNE 211028:2013. Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

## 6.2 Legislación Infraestructura de Evacuación

### 1- Generales:

- UNE 20324:1993. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 20324/11V1:2000. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

- UNE 20324:2004 ERRATUM. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 21308-1:1994. Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
- UNE-EN 50102:1996. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102 CORR:2002. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/AI CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 60060-2:1997 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-2/A11:1999 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-3:2006 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 60060-3 CORR.:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 600711:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60270:2002 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
- UNE-EN 60865-1:1997 Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- UNE-EN 60909-0:2002 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
- UNE-EN 60909-3:2004 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

## 2- Cables y Conductores:

- UNE 21144-1-1:1997. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
- UNE 21144-1-1/2M:2002. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
- UNE 21144-1-2:1997. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
- UNE 21144-1-3:2003. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
- UNE 21144-2-1:1997. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/1M:2002. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/21V1:2007. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-2:1997. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
- UNE 21144-3-1:1997. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.
- UNE 21144-3-2:2000. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

- UNE 21144-3-3:2007. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
- UNE 21192:1992. Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 207015:2005. Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas
- UNE 2110031:2001. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ( $U_m=1,2$  kV) a 3 kV ( $U_m=3,6$  kV).
- UNE 211003-2:2001. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m=7,2$  kV) a 13,2 kV ( $U_m=36$  kV).
- UNE 211003-3:2001. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 13,2 kV ( $U_m=36$  kV).
- UNE 211004:2003. Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m=170$  kV) hasta 500 kV ( $U_m=550$  kV). Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE 211004/11V1:2007. Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m=170$  kV) hasta 500 kV ( $U_m=550$  kV). Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE 211435:2007. Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.
- UNE-EN 50182:2002. Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
- UNE-EN 50182 CORR.:2005. Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
- UNE-EN 50183:2000. Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio.
- UNE-EN 50189:2000. Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.
- UNE-EN 503971:2007. Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos.
- UNE-EN 60228:2005. Conductores de cables aislados.

- UNE-EN 60228 CORR.:2005. Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 607944:2006. Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia
- UNE-EN 61232:1996. Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
- UNE-EN 61232/A11:2001. Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
- UNE-1-113 620-5-E-1:2007. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5).
- UNE-1-113 620-5-E-2:1996. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 5E-3).
- UNE-1-113 620-7-E-1:2007. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5).
- UNE-HD 620-7-E-2:1996. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 7E-2).
- UNE-HD 620-9-E:2007. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).
- UNE-HD 632-3A:1999. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 3: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 3A).
- UNE-HD 632-5A:1999. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 5:



Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 5A).

- UNE-HD 632-6A:1999. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 6: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 6A).
- UNE-HD 632-8A:1999. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 8: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 8A).
- PNE 211632-4A. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).
- PNE 211632-6A. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

### 3- Accesorios para cables:

- UNE 21021:1983. Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
- UNE-EN 61442:2005. Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 36 kV ( $U_m = 42$  kV)
- UNE-EN 61854:1999. Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.
- UNE-EN 61897:2000. Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo "Stockbridge".
- UNE-EN 61238-1:2006. Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ( $U_m = 42$  kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.
- UNE-HD 629-1:1998. Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

- UNE-HD 629-1/A1:2002. Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
- 4- Apoyos y Herrajes:
- UNE 21004:1953. Crucetas de madera para líneas eléctricas.
  - UNE 21092:1973. Ensayo de flexión estática de postes de madera.
  - UNE 21094:1983. Impregnación con creosota a presión de los postes de madera de pino. Sistema Rűping.
  - UNE 21097:1972. Preservación de los postes de madera. Condiciones de la creosota.
  - UNE 21151:1986. Preservación de postes de madera. Condiciones de las sales preservantes más usuales.
  - UNE 21152:1986. Impregnación con sales a presión de los postes de madera de pino. Sistema por vacío y presión.
  - UNE 37507:1988. Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.
  - UNE 207009:2002. Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
  - UNE 207016:2007. Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.
  - UNE 207017:2005. Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.
  - UNE 207018:2006. Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.
  - UNE-EN 12465:2002. Postes de madera para líneas aéreas. Requisitos de durabilidad.
  - UNE-EN 60652:2004. Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
  - UNE-EN 61284:1999. Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
  - UNE-EN ISO 1461:1999. Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
- 5- Aparamenta:
- UNE 21120-2:1998. Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.
  - UNE-EN 60265-1:1999. Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

- UNE-EN 60265-1 CORR:2005. Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- UNE-EN 60265-2:1994. Interruptores de alta tensión. Parte 2: interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV
- UNE-EN 60265-2/A1:1997. Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
- UNE-EN 60265-2/A2:1999. Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
- UNE-EN 602821:2007. Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
- UNE-EN 62271-100:2003. Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-100/A1:2004. Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-100/A2:2007. Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-102:2005. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

6- Aisladores:

- UNE 21009:1989. Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores
- UNE 21128:1980. Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
- UNE 21128/1 M:2000. Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
- UNE 21909:1995. Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE 21909/1M:1998. Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE 207002:1999 IN. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna de cadenas de aisladores equipadas.

- UNE-EN 60305:1998. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
- UNE-EN 60372:2004. Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.
- UNE-EN 60383-1:1997. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE-EN 60383-1/A11:2000. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE-EN 60383-2:1997. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE-EN 60433:1999. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón
- UNE-EN 61211:2005. Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.
- UNE-EN 61325:1997. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE-EN 61466-1:1998. Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.
- UNE-EN 61466-2:1999. Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
- UNE-EN 61466-2/A1:2003. Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

- UNE-EN 62217:2007. Aisladores poliméricos para uso interior y exterior con una tensión nominal superior a 1000 V. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

7- Pararrayos:

- UNE 21087-3:1995. Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.
- UNE-EN 60099-1:1996. Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-1/A1:2001. Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4:2005. Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4/A1:2007. Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-5:2000. Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.
- UNE-EN 60099-5/A1:2001. Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.

## 7 EMPLAZAMIENTO

### 7.1 Localización y características del lugar de ubicación del proyecto

La Planta Solar Fotovoltaica “PSFV Zizurmáy” se encuentra ubicada en el Término Municipal de Cizur, en la provincia de Navarra.

Las coordenadas UTM del proyecto son las siguientes:

- X: 603619,4685
- Y: 4738697,7080
- Huso: 30 T

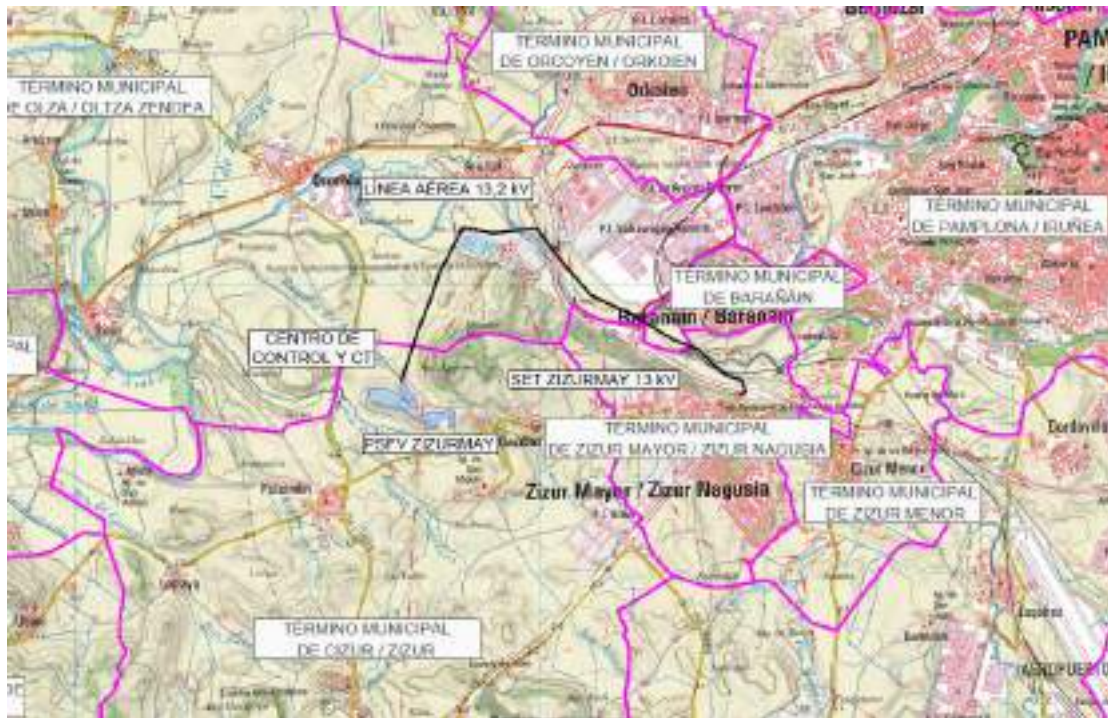


Imagen 2. Localización PSFV Zizurmáy

El emplazamiento exacto de la instalación queda reflejado en el plano “1.1 Localización y 2.1 Emplazamiento” adjunto en el anexo 1 (Planos).

## 7.2 Polígonos y parcelas del catastro afectadas

En la tabla se muestran las parcelas afectadas por la instalación de la PSFV Zizurmay.

Tabla 2. Parcelas ocupadas por la planta PSFV Zizurmay

PROVINCIA	MUNICIPIO	POLÍGONO	PARCELA	ÁREA (HA)	REFERENCIA CATASTRAL
NAVARRA	CIZUR	3	327	2,15	310000000001139572PR
NAVARRA	CIZUR	3	330	1,45	310000000001139575DU
NAVARRA	CIZUR	3	329	2,79	310000000001139574SY
NAVARRA	CIZUR	3	331	8,69	310000000001139576FI
NAVARRA	CIZUR	3	332	9,15	310000000001139577GO
NAVARRA	CIZUR	3	334	3,25	310000000001139579JA
NAVARRA	CIZUR	3	335	1,18	310000000001139580GO
NAVARRA	CIZUR	3	324	1,62	310000000001139569PR

Las parcelas afectadas por la línea, y un pasillo de 100 m a ambos lados de la misma, son:

Tabla 3. Parcelas afectadas por la línea de evacuación del PSFV Zizurmay

PROVINCIA	MUNICIPIO	POLÍGONO	PARCELA	LONGITUD (M)	REFERENCIA CATASTRAL
NAVARRA	CIZUR	3	324	41,67	310000000001139569PR
NAVARRA	CIZUR	3	325	--	310000000001139570IW
NAVARRA	CIZUR	3	323	253,62	310000000001139568OE
NAVARRA	CIZUR	3	322	80,46	310000000001139567IW
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	3	140	310,50	310000000001314383XO
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	126	--	310000000001314154LY
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	127	--	310000000001314155BU
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	125	112,32	310000000001314153KT
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	124	159,14	310000000001314152JR
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	123	90,1	310000000001314151HE
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	112	--	310000000001314140IK
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	120	35,08	310000000001314148HE
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	113	60,31	310000000001314141OL
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	118	21,95	310000000001314146FQ
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	119	--	310000000001314147GW
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	114	205,97	310000000001314142PB
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	117	--	310000000001314145DM
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	115	129,66	310000000001314143AZ
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	104	67,53	310000000001314132ED
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	350	755,06	310000000002405096ZB
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	165	--	310000000001314186LY
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	164	44,83	310000000001314185KT
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	759	7,82	310000000001314309KT
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	757	19,69	310000000001314308JR
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	181	104,05	310000000002378818IU
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	178	--	310000000001314192XO
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	183	52,55	310000000001314194QA

NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	184	144,15	310000000001314195WS
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	182	--	310000000001314193MP
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	286	50,74	310000000001489828DA
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	294	8,09	310000000001314239DM
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	778	67,15	310000000002371245XZ
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	616	1131,53	310000000002404562DS
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	295	--	310000000001649943WZ
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	775	31,00	310000000002371244ZB
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	553	1,09	310000000001649983UE
NAVARRA	CENDEA DE OLZA	2	299	19,22	310000000001649944EX
NAVARRA	BARAÑÁIN	1	719	122,34	310000000001459186OE
NAVARRA	BARAÑÁIN	1	718	112,07	310000000001459185IW
NAVARRA	BARAÑÁIN	1	717	115,19	310000000001459184UQ
NAVARRA	BARAÑÁIN	1	716	190,98	310000000001459183YM
NAVARRA	BARAÑÁIN	1	502	--	310000000001459178RZ
NAVARRA	BARAÑÁIN	1	501	--	310000000001459177EB
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	831	--	310000000002277306OF
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	912	--	310000000002277352JX
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	913	--	310000000002277353KM
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	1941	--	310000000002277369ID
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	894	--	310000000002277344SJ
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	897	14,50	310000000002277346FL
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	896	19,26	310000000002277345DK
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	891	121,11	310000000002277342PG
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	903	5,18	310000000002277349JX
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	890	--	310000000002277341OF
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	880	151,32	310000000002277332EI
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	879	27,06	310000000002277331WU
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	878	32,80	310000000002277330QY
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	852	147,86	310000000002277318KM
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	877	--	310000000002277329EI
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	863	113,66	310000000002277322LQ
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	475	122,28	310000000002384484EA
NAVARRA	ZIZUR MAYOR	2	1175	24,98	310000000002277361MT



### 7.3 Afecciones consideradas

#### 7.3.1 Afecciones consideradas por la planta

##### 7.3.1.1 *Linderos*

Se ha respetado una distancia mínima a linderos de parcelas de 5 metros al vallado de la planta, y 15 metros a los seguidores.

##### 7.3.1.2 *Carreteras y caminos*

Próximas a la planta hay dos carreteras de la comunidad de Navarra, a las cuales se ha respetado una distancia de 25 metros medida perpendicularmente desde la línea de edificación, según establece la Ley Foral 5/2007, de 23 de marzo, de Carreteras de Navarra. Igualmente hay dos caminos, a los cuales se ha respetado una servidumbre de 15 metros, medidos desde el eje del camino y perpendicularmente.

##### 7.3.1.3 *Cauces*

Hay dos cursos de agua que surcan los terrenos de la planta, se ha respetado una servidumbre siguiendo la normativa del Real Decreto-Ley 4 2007, del 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley 29/1985 de Aguas. Además, se solicita la ocupación de zonas de policía a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

##### 7.3.1.4 *Yacimientos arqueológicos*

Las áreas en que se ubica la planta coinciden con la localización de varios yacimientos arqueológicos del T.M. de Cizur. Se realizarán las notificaciones, comunicaciones e intervenciones arqueológicas previas pertinentes según indica la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, y la Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre, de Patrimonio Cultural de Navarra.

#### 7.3.2 Afecciones consideradas por la línea

##### 7.3.2.1 *Carreteras y caminos*

La línea cruza en dos ocasiones una autovía y una carretera de la Comunidad de Navarra, además de diversas carreteras convencionales y caminos, en dichos cruzamientos se respetan las distancias marcadas por la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 sobre Líneas Aéreas

con Conductores Desnudos del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

#### *7.3.2.2 Líneas de tensión*

Se producen tres cruzamientos con líneas de transporte de Red Eléctrica De España y dos cruzamientos con líneas de distribución de Iberdrola. Para todos ellos se siguen las prescripciones marcadas por la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 sobre Líneas Aéreas con Conductores Desnudos del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

#### *7.3.2.3 Líneas de telecomunicaciones*

Se produce un cruzamiento con una línea de comunicaciones de Telefónica, para el cual se respetan las distancias marcadas por la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 sobre Líneas Aéreas con Conductores Desnudos del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

#### *7.3.2.4 Ríos*

La línea eléctrica cruza dos ríos, respetando las distancias definidas por la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 sobre Líneas Aéreas con Conductores Desnudos del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión. Igualmente se realizarán las notificaciones pertinentes a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

#### *7.3.2.5 Vías de ferrocarril*

El trazado de la línea cruza en dos ocasiones vías de ferrocarriles electrificados, aplicando las prescripciones descritas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 sobre Líneas Aéreas con Conductores Desnudos del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

#### *7.3.2.6 Yacimientos arqueológicos y bienes culturales*

El trazado de la línea coincide con la ubicación de varios yacimientos arqueológicos, bienes de interés cultural y elementos de memoria histórica. Se realizarán las notificaciones, comunicaciones e intervenciones arqueológicas previas pertinentes según indica la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del



comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, y la Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre, de Patrimonio Cultural de Navarra.

#### 7.4 Acceso

El acceso principal a la Planta Solar Fotovoltaica Zizurmay tiene las siguientes coordenadas.

*Tabla 4. Coordenadas UTM del acceso local a la planta Zizurmay*

Punto	Posición X (m)	Posición Y (m)
Acceso	603537,5178	4738747,2114

## 7.5 Condiciones ambientales y meteorológicas

En la siguiente tabla se muestran las condiciones ambientales y meteorológicas del lugar donde está ubicada la planta fotovoltaica (PVSYST).

Tabla 5. Datos meteorológicos PSFV Zizurmay

MES	IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL (KWH/M2)	IRRADIACIÓN DIFUSA HORIZONTAL (KWH/M2)	TEMPERATURA MEDIA (°C)
ene	43,6	25,3	5,5
feb	60,7	28,8	6,2
mar	105,8	53,0	9,5
abr	131,4	67,5	11,6
may	163,1	73,2	15,1
jun	176,1	92,7	19,4
jul	187,1	80,4	21,7
ago	162,5	61,6	21,8
sep	124,4	53,2	18,4
oct	84,9	46,1	14,8
nov	47,2	26,9	9,0
dic	39,3	21,0	6,0
<b>Año</b>	<b>1326,1</b>	<b>619,7</b>	<b>13,2</b>

## 7.6 Puntos de conexión

La conexión de la instalación a la red se realiza en las barras de la SET ZIZURMAY 13kV.

El punto de conexión tiene afección sobre el Nudo de Distribución denominado ZIZURMAY T2 de 13 kV.

Para realizar la interconexión se dispone de un centro de transformación 13,2/0,8 kV que se ubica en el término municipal de Cizur, desde allí y hasta la SET Zizurmay T2 13kV se cuenta con una línea de media tensión de 13,2kV, la cual será aérea y tendrá una longitud total de 5,604 km. Dicha línea se desarrollará en el segundo bloque de esta memoria.

Las coordenadas (UTM HUSO 30T ETRS89) del centro de transformación 13,2/0,8kV son las siguientes:

Punto	Posición X (m)	Posición Y (m)
Centro de transformacion	603504,0153	4738943,6216

## 8 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

### 8.1 Criterios de diseño

#### 8.1.1 Consideraciones de partida

Para el diseño de la planta fotovoltaica, se detallan a continuación los principales datos de potencia obtenida y equipamientos utilizados:

- Potencia nominal en el punto de conexión: 4,44 MWn
- Potencia pico: 6,03 MWp
- Potencia instalada de inversores a 40°C: 4,99 MW
- Ratio DC/AC de la planta fotovoltaica: 1,36 respecto al POI.
- Módulo fotovoltaico: Módulo monocristalino de 650 Wp de Trina Solar, modelo TSM-DEG21C.20 635-670W.
- Inversor: Huawei Technologies, modelo SUN2000-330KTL-H0.
- Seguidor fotovoltaico: Seguidores monofila 1V 1x30 de PV Hardware, modelo Monoline+ 1P o similar.
- Pitch: 6 metros.

### 8.1.2 Diseño eléctrico

- Los cables de baja tensión (BT) en corriente continua (CC) hasta los inversores han sido diseñados con una caída media del voltaje de 1,25% en condiciones STC y sin superar una caída máxima del 1,5% en ninguno de los circuitos. Además, los cables de CC propuestos cumplen los criterios de máxima intensidad indicados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) o UNE HD 60364-5-52. Estos cables serán conductores unipolares de cobre o aluminio que irán instalados en la estructura existente o directamente enterrados o bajo tubo en zanjas.
- Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y módulos fotovoltaicos (1500 Vcc).
- La red de baja tensión que conecta los inversores string con el centro de transformación se realizará con cableado de aluminio, teniendo en cuenta los criterios de intensidad nominal y cortocircuito; y en ningún caso sobrepasando una caída de tensión media superior a 1,5%.
- El nivel de tensión considerado para la media tensión es de 13,2 kV.
- Los consumos asociados a inversores serán alimentados desde el transformador de potencia centro de transformación, mientras que el resto de consumos (almacenes, sala de control, sistema de seguridad perimetral...) serán alimentados desde el transformador de servicios auxiliares, ubicado en el mismo centro de transformación.

### 8.1.3 Diseño civil

- Se ha considerado la limpieza de todo el recinto de la parcela.
- Se ha considerado el despeje y desbroce de todas las áreas donde se instalen los paneles.
- Los viales internos se han diseñado de 4 metros, si bien se ha dejado espacio suficiente en la estación de potencia para el paso de una grúa. Se ha tenido en cuenta que conecte el centro de transformación, el edificio de control y el acceso a la misma, no considerándose vial perimetral de la misma.
- Se ha considerado hincado directo de perfiles como cimentación para la estructura fotovoltaica.
- Se ha considerado una red de drenaje perimetral y otra red de drenaje interior en forma de cuneta en el lado de los viales internos donde se recoja el agua de escorrentía.
- Se ha tenido en cuenta una distancia entre ejes de filas (pitch) de 6 metros, quedando un espacio libre entre filas de 4 metros aproximadamente.

- El conexionado entre módulos se realizará en tresbolillo, por ello el panel FV debe tener un cable de al menos 1,8 metros de longitud.
- El cable CC de string irá fijado sobre la propia estructura mediante bridas.
- Los cables de CA desde los inversores string al centro de transformación serán enterrados directamente en las zanjas de baja tensión (MT), de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- El cableado perimetral del sistema de seguridad será diseñado enterrado bajo tubo en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- Se instalarán arquetas en todos los cruces de cableado. Las dimensiones de las arquetas serán diseñadas acorde con el número de cables y las dimensiones de las zanjas.
- El sistema de puesta a tierra de la planta conectará los elementos metálicos a tierra de: estructuras fotovoltaicas, bandeja metálica, centro de transformación, sistema de seguridad, vallado perimetral, etc. llevando el cable directamente enterrado en las zanjas de baja y media tensión.



## 8.2 Características generales

La planta fotovoltaica propuesta convierte la energía de la radiación solar en energía eléctrica a través de una serie de módulos solares fotovoltaicos instalados en un sistema de estructuras. La energía eléctrica de corriente continua (CC) producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna (CA) a través de los inversores, y luego el transformador adecúa el nivel de voltaje para inyectar la energía en la red de distribución.

Los componentes principales que forman el núcleo tecnológico de la planta son:

- Generador fotovoltaico.
- Seguidor solar.
- Sistema inversor.
- Centro de transformación (CT).
- Sistema de conexiones eléctricas.
- Protecciones eléctricas.
- Infraestructura evacuación.

Además de los componentes principales, la planta contará con una serie de componentes estándar (sistema de monitorización, sistema de seguridad, sistema anti-incendios, etc.) que serán definidos en una fase posterior del proyecto.

La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general manual que permite aislar eléctricamente la instalación fotovoltaica del resto de la red eléctrica. De cualquier modo, las características principales de los equipos, cableado y protecciones se especificarán a lo largo del presente documento.

Se asegurará un grado de aislamiento eléctrico como mínimo de Clase II en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (conductores, cajas, armarios de conexión...).

La instalación incorpora todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

La potencia de diseño de la instalación será la marcada por la suma de las potencias de salida de los inversores que componen la planta.

Puesto que se trata de una instalación conectada a red, y el objetivo final de la planta es vender la energía eléctrica generada, se dispondrá de los equipos de medida de energía necesarios con

el fin de medir, tanto mediante visualización directa, como a través de la conexión vía módem que se habilite, la energía producida.

### 8.2.1 Configuración eléctrica

La configuración eléctrica de la instalación fotovoltaica será la siguiente:

- Un (1) centro de transformación con un transformador de 5 MVA.

En total, la planta está formada por 9.270 módulos de 650 Wp haciendo un total de 6,03 MWp. La potencia del conjunto de los inversores de la planta estará limitada a la potencia máxima admisible en el punto de conexión que es de 4,44 MWn.

La configuración eléctrica de baja tensión de la planta fotovoltaica será la siguiente:

- Strings de 30 módulos de 650 Wp conectados en serie.
- 17 inversores string de Huawei Technologies, modelo SUN2000-330KTL-H0:
  - Dieciséis (16) inversores string con potencia nominal de 300kW.
  - Un (1) inversor string con potencia nominal limitada a 190kW.

### 8.2.2 Layout

La siguiente imagen muestra el layout propuesto para la Planta PSFV Zizurmay.



Imagen 3. Layout de la planta planta PSFV Zizurmay.

### 8.2.3 Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico estará compuesto por un total de 9.270 módulos fotovoltaicos interconectados entre sí en grupos denominados cadenas o "strings".

Para este proyecto se han seleccionado módulos fotovoltaicos basados en la tecnología de silicio monocristalino bifacial, ampliamente probada en numerosas instalaciones a lo largo del mundo.

Los módulos fotovoltaicos escogidos para la instalación son del fabricante Trina Solar, en concreto el modelo TSM-650DEG21C.20. Se trata de un panel bifacial de potencia nominal 650 Wp y voltaje máximo de aislamiento de 1.500 Vcc. La potencia nominal está referida a las condiciones estándar definidas por el IEC 60904-3, en las que se establece la temperatura de la célula 25°C, 1.000 W/m<sup>2</sup> de radiación incidente en el plano de los colectores y una referencia espectral de irradiancia conocida como Masa de Aire 1,5. Las dimensiones de cada módulo son de 2384×1303×35 mm.



Imagen 4. Módulo FV 650 Wp bifacial

Tabla 6. Características técnicas principales del módulo fotovoltaico

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	MÓDULO	UNIDADES
Corriente máxima potencia (Impp)	17,27	A
Tensión de máxima potencia (Vmpp)	37,7	V
Corriente de cortocircuito (Icc)	18,35	A
Tensión de circuito abierto (Voc)	45,5	V
Potencia	650	Wp
Tolerancia de salida Pmax	0/+5	%
Eficiencia del módulo	20,9	%
NOCT (800 W/m <sup>2</sup> , 20°C, 1 m/s)	43°C (±2°C)	°C
Tensión máxima del Sistema (Vdc)	1500	V
Bifacialidad	70±5	%

#### 8.2.4 Inversor fotovoltaico

El inversor fotovoltaico será el equipo encargado de la conversión de la corriente continua en baja tensión generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna en baja tensión a la misma frecuencia de la red general. A la salida del inversor la energía se derivará al transformador, que será el encargado de elevar a la tensión establecida en el sistema interno de media tensión de la planta.



Imagen 5. Inversor Huawei Technologies

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y cuentan con seguimiento del punto de máxima potencia (MPP), variando su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula.

Presentan las siguientes características:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada.

La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

Los inversores proyectados que se van a instalar en la planta son del fabricante Huawei Technologies, modelo SUN2000-330KTL-H0. Las principales características son las mostradas en la tabla:

Tabla 7. Características eléctricas del inversor Huawei Technologies SUN2000-330KTL-H0

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	INVERSOR	UNIDADES
<b>ENTRADA</b>		
Rango de tensión en MPP (a 25°C)	500 - 1500	Vdc
Tensión máxima	1500	Vdc
Corriente máxima 25°C	390	A
Nº entradas en DC	28	Ud
<b>SALIDA</b>		
Potencia nominal	330	kVA (@40°C)
Tensión nominal	800	V
Frecuencia nominal	50	Hz
<b>RENDIMIENTO</b>		
Máximo	99	%
Europeo	98,8	%

### 8.2.5 Estructura soporte de módulos (seguidor solar)

Los módulos FV se instalarán sobre estructuras denominadas seguidores, que se mueven sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur y realizan un seguimiento automático de la posición del Sol en sentido Este-Oeste a lo largo del día, maximizando así la producción de los módulos en cada momento.

La estructura donde se sitúan los módulos está fijada al terreno y constituida por diferentes perfiles y soportes, con un sistema de accionamiento para el seguimiento solar y un autómata que permita optimizar el seguimiento del sol todos los días del año. Además, disponen de un sistema de control frente a ráfagas de viento superiores a 60 km/h que coloca los paneles fotovoltaicos en posición horizontal para minimizar los esfuerzos debidos al viento excesivo sobre la estructura.

Los principales elementos de los que se compone el seguidor son los siguientes:

- Cimentaciones: perfiles hincados con perforación o sin perforación previa.
- Estructura de sustentación: formada por diferentes tipos de perfiles de acero galvanizado y aluminio.
- Elementos de sujeción y tornillería.
- Elementos de refuerzo.
- Equipo de accionamiento para el seguimiento solar el cual contará con un cuadro de Baja Tensión.
- Autómata astronómico de seguimiento con sistema de retroseguimiento integrado.
- Sistema de comunicación interna mediante PLC.

Con el fin de optimizar la superficie disponible, se ha adoptado como solución la implantación de una estructura tipo seguidor monofila. Las ventajas de este sistema en comparación con un seguidor multifila son un menor mantenimiento de la planta y una mayor flexibilidad de implantación.

La estructura mantendrá las siguientes características:

- La composición será de 309 seguidores FV 1Vx30.
- La distancia máxima de la estructura al terreno será menor de 3 m.
- Los seguidores serán autoalimentados mediante conjunto panel fotovoltaico.
- Los seguidores se comunicarán mediante Wireless.



Imagen 6. Seguidor Monofila1V

Los seguidores proyectados para la planta son del fabricante PV HARDWARE, modelo Monoline+ 1P o similar. En total se instalarán 309 seguidores. Las principales características de la estructura solar son las indicadas a continuación:

Tabla 8. Características principales del seguidor

CARACTERÍSTICAS	ESTRUCTURA
Nº módulos por estructura	30
Longitud de la fila	39,09 m
Ángulo rotación	±60°
Paso entre filas (pitch)	6 m

La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable.

La fijación de módulos será también mediante tornillería de acero galvanizado o inoxidable, y se realizará siguiendo las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico. Para un terreno medio, la estructura irá fijada mediante el hincado de perfiles directamente al terreno. La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.
- Sobrecargas de nieve sobre la superficie de los módulos (en el caso que aplique).
- Solicitaciones por sismo según la normativa de aplicación.

### 8.2.6 Centro de transformación

Los centros de transformación son edificios, contenedores prefabricados o plataformas que albergan los equipos encargados de concentrar, transformar y elevar la tensión de la energía generada en los sub-campos fotovoltaicos.

Un centro de transformación típico deberá incluir, al menos:

- Transformador/es de potencia BT/MT
- Celdas de MT
- Cuadros eléctricos auxiliares
- Transformador de SSAA

El centro de transformación será provisto por MEINS.

Todos los centros de transformación dispondrán de celdas de MT de protección de transformador y de línea para la distribución de energía en un sistema de 13,2 kV.

A continuación, se detallan los tipos de estaciones de potencia utilizados en este proyecto:

- Un centro de transformación, provistos con un transformador de 5 MVA, dos celdas de línea y una celda de protección.

#### 8.2.6.1 Transformador de potencia

Con el fin de elevar la tensión alterna en la salida del inversor hasta la red de MT, la planta fotovoltaica tendrá un transformador de 5 MVA 0,8/13,2 kV con bobinado simple BT.

El transformador de potencia será de tres fases, aislados en baño de aceite y enfriamiento natural. Se dispondrá de un cubeto de retención del aceite cuya capacidad será tal que pueda almacenar toda la cantidad de aceite utilizada. El transformador será de baja pérdida eléctrica, especialmente diseñado para instalaciones fotovoltaicas y para un funcionamiento continuo a una carga nominal sin exceder los límites de temperatura.

El devanado primario estará marcado permanentemente con U, V y W y el devanado secundario con u, v y w.

#### 8.2.6.2 Celdas de Media Tensión (MT)

La estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección.



Se instalarán celdas compactas debido a que, entre otras ventajas, permiten una operación segura y sencilla, tienen pequeñas dimensiones y poco peso, aumentan la protección frente a condiciones ambientales y accidentes, y generalmente la manipulación e instalación es rápida y sencilla.

Las celdas contarán con un dispositivo de detección de voltaje que deberá mostrar la presencia o ausencia de voltaje de las tres fases de la red de MT. Este detector proveerá señales independientes de cada fase, evitando el uso de transformadores de tensión.

La planta dispondrá de una estación de potencia para un sistema con un nivel de tensión de 13,2 kV, que dispondrá de la siguiente configuración de celdas de media tensión:

- 2 x Celdas de línea:
  - 1 x Salida con interruptor/seccionador en carga.
  - 1 x Entrada con interruptor/seccionador en carga.
- 1 x Celda de protección del transformador.

Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores nominales:

*Tabla 9. Características celdas media tensión*

<b>TENSIÓN NOMINAL</b>	13,2 kV
<b>TENSIÓN NOMINAL NORMALIZADA</b>	20 kV
<b>TENSIÓN MÁXIMA DE SERVICIO</b>	24kV
<b>TENSIÓN DE ENSAYO A FRECUENCIA INDUSTRIAL, 50 HZ</b>	50 kV
<b>TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSO RAYO</b>	145kV
<b>CORRIENTE ADMISIBLE ASIGNADA DE CORTA DURACIÓN 1 S</b>	12,5 kA
<b>CORRIENTE ASIGNADA EN SERVICIO CONTINUO DEL EMBARRADO</b>	630 A
<b>FRECUENCIA</b>	50 Hz

#### 8.2.6.3 *Instalaciones secundarias: Alumbrado y protección contra incendios*

##### Alumbrado

Se dispondrá de un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará el centro de transformación.

### Protección contra incendios

Si se utilizan transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total del líquido dieléctrico del transformador. En dicho depósito se dispondrán de cortafuegos tales como lechos de guijarros, etc.

Cuando se utilicen dieléctricos líquidos con punto de combustión igual o superior a 300°C será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior.

En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300°C y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000 kVA en cualquiera o mayor de 4000 kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones.

Si los transformadores utilizan un dieléctrico de punto de combustión igual o superior a 300°C podrán omitirse las anteriores disposiciones, pero deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma. Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia mínima 89B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

### 8.2.7 Sistema de conexiones eléctricas

Según la naturaleza de la corriente, la instalación fotovoltaica está dividida eléctricamente en dos tramos: tramo de corriente continua (hasta el inversor) y tramo de corriente alterna (tras realizar el conveniente acondicionamiento de potencia en el inversor).

#### 8.2.7.1 Sistema de corriente continua (CC)

El sistema de CC incluye el siguiente equipamiento:

- Cableado.
- Inversor string.

El diseño y dimensionado del sistema de CC para la planta FV cumplirá todo lo establecido en la normativa vigente.

#### Cableado de CC

El circuito de corriente continua consta de cable polo positivo y negativo. Este cableado se dispone a la intemperie o enterrado, canalizado en bandejas, fijado directamente a la estructura o mediante tubo aislante de PVC o similar.

En general, los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.

Los componentes eléctricos de baja tensión se han diseñado teniendo en cuenta la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y el equipo de CC (1.500 V CC).

Las diferentes conexiones y conductores entre los componentes deben tener protecciones eléctricas adecuadas, de modo que las tareas de conexión/desconexión, mantenimiento y uso del sistema puedan ser realizadas de manera segura.

Todo el cableado debe tener el nivel de aislamiento apropiado al nivel de la red eléctrica y del sistema de conexión a tierra elegido.

La caída de voltaje media entre los strings y el inversor en STC será inferior al 1,25%.

La red CC de Baja Tensión conectará los módulos fotovoltaicos con los inversores. Cada string estará formado por 30 módulos conectados en serie.

La conexión entre los módulos y los inversores se realizará por medio de los siguientes tramos de cableado:

- a) Cableado de string.
- b) Cableado de string hasta inversores string.

#### Cableado de string

Los módulos fotovoltaicos del generador solar se conectan eléctricamente en serie a través de sus propios cables y conectores, formando strings de 30 módulos.

El cable de string tiene 2 polos, positivo y negativo; y se fija directamente a la estructura fotovoltaica con bridas u otros elementos de fijación para cableado.

Los conductores de interconexión entre los módulos fotovoltaicos serán de cobre flexible de 4 mm<sup>2</sup> con aislamiento de 1.500 Vcc para la radiación UV (cable solar para la exposición al sol).

### Cableado de string a inversores string

El cable de string es el cable de CC especialmente diseñado para plantas fotovoltaicas al aire libre y se utilizará para cablear los strings de módulos fotovoltaicos hasta los inversores string. Los cables irán fijados a la estructura mediante bridas o a un cable fijador de acero.

Los cables deben ser H1Z2Z2-k según EN50618 con tensión  $U_o/U (U_m) = 1,5/1,5 (1,8)$  en CC, conductor de cobre de un solo núcleo, flexible, no propagación de llama y libre de halógenos, resistente a la absorción de agua, rayos ultravioletas, agentes químicos, grasas y aceites, la abrasión y los impactos. Además, los cables de CC se deben fabricar como cable flexible de Clase 5 con una sección de 4 o 6 mm<sup>2</sup> con protección solar UV especial (ZZ-F).

Los cables de corriente continua (CC) entre los paneles y las cajas de strings han sido diseñados con una caída de voltaje media de 0,6% en las condiciones de STC. Además, los cables de CC propuestos cumplen los criterios de máxima intensidad indicados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) o UNE HD 60364-5-52.

#### 8.2.7.2 *Sistema de corriente alterna (CA)*

El sistema de CA incluirá el siguiente equipamiento principal:

- Cable de baja tensión (BT).
- Inversor string.
- Centro de transformación
- Aparamenta de BT.
- Transformador.
- Cables de media tensión (MT).
- Celdas de MT.

El sistema de CA de la planta cumplirá con lo establecido en la normativa nacional de Instalaciones Eléctricas, la cual establece las especificaciones técnicas que deben cumplir con el fin de garantizar la seguridad tanto en el uso de la energía eléctrica, como de las personas; maximizando la eficiencia del complejo.

La estación transformadora de MT adaptará la tensión de salida de los inversores al nivel de tensión de evacuación de la red de MT de la planta.

El sistema de AC de la planta cumplirá con lo establecido en códigos vigentes, normativa y leyes.

#### Cable de Baja Tensión (BT)

Los cables de CA de BT se emplearán para conectar los inversores string con el transformador.

En general, los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.

El conductor será de cobre, tendrá flexibilidad de clase 5, dispondrá de aislamiento XLPE o HEPR, pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina.

#### 8.2.8 Protecciones

Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema.

La planta fotovoltaica deberá cumplir los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas.

De esta manera, todos los equipos de la planta estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se exponen a continuación:

- Los conductores de CC del campo fotovoltaico estarán dimensionados para soportar, como mínimo el 125% de la intensidad de cortocircuito sin necesidad de protección.
- El inversor string incorpora descargadores de sobretensión tipo II, en la entrada de CC y a la salida en CA para proteger contra posibles sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas.
- La salida de corriente alterna del inversor string estará frente a las sobreintensidades mediante un interruptor automático.
- Los inversores string dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Asimismo, los inversores incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad.
- La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.
- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

#### 8.2.9 Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en el artículo 15 del R.D. 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una red de tierras independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el RBT, así como de las masas del resto del suministro.

La red de tierras se realizará a través de picas de cobre y cable desnudo de cobre. La configuración de las mismas será redonda y de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno. Se evitará que la pica se doble a la hora de su colocación. El valor de la resistencia de puesta a tierra se determinará en función de lo que determine la legislación de referencia para este tipo de electrodos en función de la resistividad del terreno.

Se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por un cable de cobre desnudo enterrado de 35 mm<sup>2</sup> de sección y picas de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro mínimo en las zonas donde sean necesarias, tales como los centros de transformación.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito.

La instalación de puesta a tierra del parque fotovoltaico se deberá realizar teniendo en cuenta la ITC-RAT 13: Instalaciones de puesta a tierra, y la ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.

Todos los elementos metálicos de la instalación estarán unidos a la malla de tierras inferior, dando cumplimiento a las exigencias descritas en la ITC-RAT 13 del "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión".

#### 8.2.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 16 del R.D. 1699/2011 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

### 8.2.11 Medida

La medida Principal y redundante de la Planta Fotovoltaica se realizará en el centro de transformación. Se contará con:

- Dos contadores combinados de activa/reactiva a cuatro hilos clase 0,2S en activa y 0,5 en reactiva, bidireccional, con emisor de impulsos, 3x110v3 V y 3x5 A, simple tarifa y montaje empotrado.
- Dos módulos tarificadores de cuatro entradas con reloj interno incorporado y salida serie de comunicaciones.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto a la entrada como a la salida de energía, serán precintados por la empresa distribuidora. Los puestos de los contadores se deberán señalar de forma indeleble, de manera que la asignación a cada titular de la instalación quede patente sin lugar a la confusión.

### 8.2.12 Sistema de monitorización

El sistema de control y monitorización de la planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la planta, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de sistemas de la planta.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos) no es una tecnología concreta sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un "sistema" con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA.

El sistema integra la información procedente de los componentes suministrados por diferentes contratistas, permitiendo la operación y monitorización global del funcionamiento de la planta, la detección de fallos y modificaciones del funcionamiento de los distintos componentes.

El sistema de Control y Monitorización permitirá supervisar en tiempo real la producción de la planta, permitiendo atender de forma inmediata cualquier incidencia que afecte o pueda afectar a la producción y permitiendo la optimización de la capacidad productiva al operador. Para ello se basa en los datos que obtiene de los distintos componentes, entre otros:

- Inversores: Envían al sistema de control las variables de entrada y salida del inversor, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo.
- Estaciones Meteorológicas.

- Remotas de Adquisición de E/S de cada CT.
- Medidores de Facturación ubicados en la subestación de interconexión.
- Sistema de accionamiento de los trackers.
- Sistema de seguridad.
- Sistema PCI.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario. En principio se encontrará integrado en los inversores, si bien se dispondrá de un sistema adicional centralizado de monitorización de toda la planta fotovoltaica ubicado en el centro de control.

El SCADA debe estar preparado para comunicar por Ethernet con terceras partes mediante el Protocolo IEC-60870-5-104 (perfil de interoperabilidad). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

El SCADA debe permitir realizar control remoto sobre el mismo desde cualquier lugar con conexión con el parque a través de los programas convencionales (p. ej., VNC). Además, debe permitir mostrar los esquemas unifilares y posibilitar la realización de mandos, y permitir la visualización del registro histórico, de la lista de alarmas activas y de la pantalla de mantenimiento. También deberá poder realizar la comunicación directa con los equipos y relés a nivel de “protección” para análisis de eventos, informes de faltas, ajuste de señales/oscilaciones y pruebas de disparos.

Toda la información a recoger por parte del SCADA se puede clasificar en cuatro tipos de señales:

- ED (entradas digitales): indicaciones, alarmas.
- EM (entradas de medida).
- EC (entradas contadoras).
- SD (salidas digitales): mandos / órdenes.

### 8.2.13 Seguridad y vigilancia

Se instalará un sistema de videovigilancia (CCTV) en tiempo real distribuido por la planta.

El sistema de cámaras estará concebido de tal manera que en el mismo pueda habilitarse un barrido de toda la extensión de la planta, con detector de movimiento configurable. Dicho sistema será autónomo y será gestionado por un servidor web integrado o sistema equivalente,



Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Las cámaras de vídeo serán de tipo térmicas analógicas, las cuales se convertirán en digitales para poder transmitir la señal a través de fibra óptica. Serán de uso exterior, térmicas con lente de 10° de apertura y 19, 24 o 50 mm de longitud focal.

Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente.

Las cámaras se instalarán en lugares altos quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos. También permitirán el cambio automático de color a blanco y negro cuando las condiciones de luminosidad sean bajas.

Todas las cámaras se suministrarán con sus respectivas licencias o una licencia general para todo el conjunto de cámaras.

Las lentes de las cámaras garantizarán imágenes nítidas y bien delineadas, por lo que los sistemas de lentes serán diseñados, dimensionados y configurados para operar en zonas en las que se ubicarán las cámaras, teniendo en cuenta la luminosidad del lugar, los requerimientos de zoom y las distancias mínima y máxima entre los objetos que se desean registrar y la cámara.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad, a pesar de realizar un cercado de seguridad perimetral, mediante vigilancia permanente.

#### 8.2.14 Edificio de control

El proyecto "PSFV Zizurmazay" incluye la construcción de un edificio de control, el cual tendrá como objeto principal albergar los sistemas de control y monitorización del parque, así como las oficinas y áreas de almacenamiento que sean susceptibles de incluirse. Conforme a los planos de detalle, se prevé un edificio con unas dimensiones en torno a 30 metros de largo y 10 de ancho. La altura mínima entre el suelo y el techo será de 2,7 m. La configuración interna de las habitaciones y aseos deberá ajustarse en base a las personas asignadas al parque.

Esta construcción se efectuará en base a la legislación nacional y local que apliquen, tanto desde un punto de vista estructural como de acondicionamiento.

### 8.3 Descripción de las obras de construcción

En el presente apartado se describen los principales trabajos a ejecutar para acometer el proyecto de planta solar fotovoltaica conectada a red.

Los trabajos de ejecución se pueden clasificar principalmente en:

- Obra civil.
- Montaje mecánico.
- Montaje eléctrico.

#### 8.3.1 Obra civil

##### 8.3.1.1 *Instalaciones provisionales*

Se denominarán instalaciones provisionales a aquellas que sean necesarias disponer para poder llevar a cabo, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos para la construcción de la instalación fotovoltaica, y que una vez que hayan sido realizados, serán retiradas en un período de tiempo definido, generalmente corto, entendiéndose por tal a un período no superior a seis meses.

Incluye los trabajos de preparación y adecuación de las instalaciones provisionales necesarias para la construcción de la planta, que serán removidas una vez finalizada:

- Oficinas de obra: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones de acuerdo con las necesidades de los contratistas.
- Comedores: Se habilitarán en contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones en función del número de trabajadores y las exigencias de la normativa nacional.
- Servicios higiénicos temporales: Incluyen aseos para el personal de obra habilitados en contenedores metálicos prefabricados o similar.
- Zonas de acopio y almacenamiento: Se dimensionarán varias zonas de almacenamiento y acopio de materiales al aire libre. Para los materiales que lo necesiten se diseñarán zonas de almacenamientos con contenedores metálicos prefabricados. Además, quedará prevista una zona de almacenamiento de residuos y otra para el aparcamiento de vehículos y maquinaria de obra.
- Suministro de agua y energía: Incluye los trabajos necesarios para dotar de una red de abastecimiento de agua y energía eléctrica temporal a la zona instalaciones temporales.



Imagen 7. Contenedor prefabricado para instalaciones provisionales de obra

#### Habilitación de instalaciones provisionales y frente de trabajo

Esta etapa consiste en la preparación y construcción de las obras y servicios descritos para las zonas de instalación provisionales presentadas en los apartados siguientes.

Para la construcción de la planta fotovoltaica será necesaria la adecuación previa de las infraestructuras tanto de movimiento de tierras y obra civil, necesarias para su montaje y mantenimiento, como de instalaciones eléctricas necesarias para la evacuación de la energía generada por los mismos, así como las infraestructuras de apoyo a los trabajos a realizar y otras necesarias para la salud e higiene de los trabajadores.



Imagen 8. Fotografía de instalaciones provisionales

Los frentes de trabajo serán móviles, y se irán materializando de acuerdo al desarrollo de las obras. Básicamente los frentes de trabajo corresponden a los puntos donde se llevarán a cabo

las obras de la planta fotovoltaica, y en la práctica, podrán existir varios frentes operando en forma simultánea.

En los frentes de trabajo se contará con las instalaciones sanitarias requeridas, para lo cual se considera la habilitación de baños químicos, servicio a cargo de terceros que cuenten con las autorizaciones sanitarias correspondientes. En general, cualquiera que sea el tipo de instalación requerida por las empresas contratistas, ya sea en la Instalación provisional o frentes de trabajo, el Titular exigirá que dichas instalaciones cumplan con las exigencias en las leyes nacionales de aplicación. Además, el Titular se compromete a gestionar el envío de la documentación (copia) que acredite que los residuos de los baños químicos fueron depositados en lugares autorizados para su disposición final.

#### Compra de bienes y contratación de servicios

Esta actividad contemplará la compra de bienes y servicios necesarios para construir el Proyecto; tales como módulos, conductores, cables, equipos eléctricos, etc.

Respecto a la contratación de servicios, tales como el suministro y mantenimiento de baños químicos, la seguridad (guardia), el transporte de personal, las telecomunicaciones y el retiro y disposición de residuos industriales y domésticos serán contratados a empresas especializadas y que cuenten con las autorizaciones respectivas.

Una vez realizado los trabajos de construcción correspondientes a la primera etapa de la planta y su centro de transformación correspondiente, se procederá a dejar el terreno que se destinó para el montaje de las instalaciones provisionales, tal cual se encontraba previo a su utilización. Esto quiere decir que se eliminarán todo tipo de restos de fundaciones provisorias, posteados eléctricos, restos de construcción y escombros, los cuales serán conducidos a sus respectivos destinos finales autorizados por el servicio de salud ambiental.

#### Personal de trabajo y jornada laboral

El personal previsto contratar será de entre 50-80 individuos, de los cuales una cierta cantidad deberán ser especialistas para las labores de instalación que así lo requieran.

La jornada laboral será de 8 horas al día de lunes a viernes, para un total de 40 horas semanales.

#### Transporte

El transporte del personal hacia y desde el sitio en que pernocta se hará mediante una flota de buses o vehículos equivalentes. Además, durante la construcción se deberá transportar personal

entre los diferentes puntos de la instalación para ejercer sus funciones. Este transporte se hará mediante camionetas para uso permanente.

El transporte de los materiales de proyecto se llevará a cabo mediante camiones que serán despachados bajo la responsabilidad del almacén, los cuales repartirán en los puntos especificados para su destino los diferentes materiales.

Los materiales y servicios serán abastecidos por subcontratos otorgados a terceros con circulación diaria de vehículos a lo largo de la construcción. Entre ellos se pueden citar: distribución de agua potable, distribución de combustibles, mantenimiento y traslado de baños químicos, etc.

En las zonas del proyecto en que se realice carga/descarga y transporte de materiales de excavación, los camiones transitarán a una velocidad máxima de 30 km/h. Los materiales transportados se cubrirán con lonas debidamente atadas, que cubran toda la carga, para mantener los materiales libres de polvo y evitar la caída del material. Como medida de prevención contra choques y atropellos, los camiones circularán en todo momento con las luces bajas encendidas.

#### [Acceso a las instalaciones provisionales](#)

En cuanto al acceso del personal, debe situarse de forma separada al de vehículos y se situará en zona próxima a la puerta de entrada al solar y locales destinados a higiene y bienestar.

Es recomendable que las zonas de paso se señalicen y se mantengan limpias y sin obstáculos, pero si las circunstancias no lo permiten, como sería el caso de producirse barro, hay que disponer pasarelas con un ancho mínimo de 60 cm y a ser posible por zonas, que no tengan que ser transitadas por vehículos.

#### [Alojamiento y alimentación](#)

En la planificación de las obras no se considera la instalación de campamentos dormitorio para alojamiento del personal. Toda la asignación de recursos humanos deberá instalarse en centros urbanos cercanos. Se ha previsto el traslado del personal, desde el lugar de alojamiento hasta el punto de trabajo, en vehículos de empresa o particulares.

En las instalaciones provisionales se considera la instalación de un recinto para comedor con mesas y sillas para dar cabida a los empleados en dos turnos. El servicio de alimentación será provisto por un tercero que llevará la alimentación para los trabajadores al lugar, por lo que no será necesaria la instalación de cocinas. El subcontratista que preste estos servicios

complementarios, contará con las autorizaciones que correspondan. Además, se contempla la implementación de colaciones frías en los distintos frentes de trabajo y la instalación de un horno microondas para calentar la comida en el comedor del proyecto.

#### Requerimientos sanitarios

Se requerirá de instalaciones higiénicas para atender los requerimientos sanitarios de los trabajadores, para ello se implementarán baños químicos. La cantidad y disposición de los baños se desarrollará cumpliendo los requisitos señalados por el Ministerio de Salud (Real Decreto 1627/1997 y Real Decreto 486/1997).

La implementación de los baños químicos será encargada a una empresa que se encuentre autorizada por la Delegación Provincial de Salud.

#### Energía

La energía eléctrica que se requiere para la construcción será suministrada mediante generadores diésel. Se considera la utilización de generadores diésel distribuidos entre la Instalaciones provisionales y frentes de trabajo de la línea de transmisión.

Estos equipos estarán declarados ante Delegación de Industria, por un instalador eléctrico autorizado y de clase correspondiente. Los cálculos de cargas y el dimensionamiento de los mismos serán recogidos en el proyecto eléctrico de las zonas provisionales que se declarará en Industria.

Los equipos estarán ubicados en una zona delimitada, protegida y debidamente señalizada. La superficie se tratará con una capa impermeable para evitar infiltraciones de combustible al suelo. Esta superficie debe tener una extensión suficiente para el buen manejo del personal que manipule el equipo, para la entrada del vehículo de recarga y para contener bolsas de arena en previsión de posibles derrames de combustibles. También se colocará un extintor en el interior de la zona delimitada.

#### Vallado instalaciones provisionales

El cerramiento de las instalaciones provisorias será una de las primeras actividades a realizar para evitar el paso de personas ajenas a la misma y daños a terceros.

Para independizar la Obra y las Instalaciones provisionales de la normal operación de la planta, el Contratista deberá considerar la construcción de un cerco metálico protegido con malla raschel 80% con sus respectivos accesos peatonales y vehiculares.

La altura mínima de los cerramientos será de 2 metros, aunque habrá que considerar también las actividades que se vayan a desarrollar en la obra, puesto que pueden existir situaciones, que obliguen a colocar vallados de alturas mayores, marquesinas, etc.

El Real Decreto 1627/97 establece a este respecto, como obligación del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la de adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a ella. La dirección facultativa, asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Además, se define que los accesos y el perímetro de obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

#### Oficinas de obra

Se utilizarán contenedores metálicos o panel sándwich para dar servicio a la constructora, contratista, la administración competente y la inspección técnica de obra, incluyendo al menos dos puestos de trabajo por oficina y aire acondicionado.

Las instalaciones eléctricas provisionales que darán servicio a estas casetas contarán con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre.

Además, se realizará la provisión de muebles en cantidad necesaria para un desempeño cómodo.

#### Almacén de materiales

Para el acopio y almacenamiento de la pequeña herramienta y material de obra y materiales de oficina, se colocarán contenedores marítimos o bodegas modulares metálicas de 20 pies, en la cantidad que se estime conveniente para sus propósitos.

Se debe tener especial cuidado con las Instalaciones Eléctricas las cuales deben contar con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre.

Dado que podría haber materiales inflamables, o de fácil combustión, deberá contar con extinguidores “ad-hoc” los cuales serán revisados por personal de Prevención de Riesgos del Contratista.

#### Taller de trabajo

En este recinto se dispondrán las herramientas, accesorios de trabajo e instalaciones eléctricas necesarias para la realización de trabajos de carpintería y enfierradura. Serán instalaciones menores dado que la mayor parte de los materiales empleados en la construcción no necesitarán ser conformados en obra.

#### Estacionamientos

Para facilitar el acceso a las instalaciones temporales de los distintos contratistas y técnicos autorizados que vayan a trabajar en la instalación se habilitará aparcamiento para vehículos en plazas de 2,5 x 5 metros.

Dado el alto riesgo que representa la circulación de vehículos dentro de las instalaciones de faena, se exigirá una señalización mínima que indique, al menos, lo siguiente: ESTACIONAMIENTO, SENTIDO DE CIRCULACIÓN, ESTACIONAR ACULATADO, INGRESO y SALIDA.

#### Servicios Higiénicos temporales

Para garantizar la comodidad de los trabajadores se instalarán servicios higiénicos. Se instalarán los equipos exigidos por el Real Decreto 486/1997.

Los lugares de trabajo dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Estos locales serán tipo cabina temporal o baños químicos. Se dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos.

Se dispondrá de un local de aseo por cada 10 trabajadores, los cuales estarán dotados de un inodoro por cada 25 hombres y un inodoro por cada 15 mujeres. Los locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

No se dispondrán duchas ya que no se realizarán habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración.

#### Vestuarios

Se instalarán vestuarios provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.



Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, lavabos e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias.

#### Comedor

El comedor estará dotado con mesas y sillas con cubierta de material lavable y piso de material sólido y de fácil limpieza, contará con sistemas de protección que impidan el ingreso de vectores, además se dispondrá cercano a los lavatorios con agua potable para el aseo de manos y cara.

En el comedor no se instalará cocina debido a que la comida será facilitada desde el exterior de la planta debidamente preparada para su transporte por una empresa contratada para tal efecto.

Durante el invierno, se procurará establecer algún sistema de calefacción. La edificación estará debidamente aislada del suelo y protegida contra los cambios bruscos de temperatura.

#### Primeros auxilios

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se dispondrá de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible, deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio de urgencias más próximo. Se movilizará al afectado al recinto asistencial más cercano y para ello habrá siempre una camioneta disponible para el traslado.

#### Abastecimiento de agua potable

Para el uso de las instalaciones de higiene se considera un consumo estimado de 5 m<sup>3</sup>/día de agua, considerando un consumo promedio de 62 litros/persona/día con un total máximo de 80 trabajadores.

Tabla 10. Consumo de agua potable-etapa construcción

MATERIAL	PERSONAL	CONSUMO DIARIO	TOTAL
Agua potable	20 trabajadores	62 litros	1,25 m <sup>3</sup> /día

El agua necesaria será provista mediante un camión cisterna y almacenada en un estanque o depósito habilitado para este fin y se asegurará su potabilidad mediante procesos de cloración.

Además, los trabajadores deberán disponer de agua potable para bebida, tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo.

El agua de bebida será proporcionada mediante bidones sellados, etiquetados y embotellados por una empresa autorizada.

#### Agua industrial

El uso de agua industrial será destinado preferentemente para humectar los materiales que puedan producir material particulado, previo a su transporte.

Es importante indicar que el abastecimiento de agua industrial se realizará mediante camiones aljibes que lo suministrarán desde el exterior, por lo que no será necesaria ningún tipo de instalación auxiliar.

Se considera un consumo estimado de 0,5 m<sup>3</sup>/día de este material.

#### Combustibles

El combustible será aportado por el contratista, el cual abastecerá sus máquinas desde la gasolinera más cercana.

Dado el bajo consumo estimado, no se contempla la construcción de estanques en terreno. Se requerirá de los proveedores locales el abastecimiento diario directamente a los equipos. El abastecimiento del combustible será proporcionado por un contratista y se realizará en lo que respecta a su compra, traslado y almacenamiento, bajo las normas establecidas para tales efectos.

Para el abastecimiento de maquinaria, se dispondrá de un lugar especial identificado de instalaciones provisionales, el cual contará con las medidas de seguridad requeridas para este tipo de maniobras, entre otras, recubrimiento de terreno con material aislante, así como sacos de sepiolitas y extintores para los posibles derrames de combustible.

#### Zonas de almacenamiento logístico

La Zona de Acopio o Auxiliar de Almacenamiento Logístico que se usará a lo largo del periodo de construcción para el depósito temporal de las piezas principales de los equipos necesarios para la construcción, así como módulos fotovoltaicos y estructuras solares, será una plataforma de suelo compactado cerrada mediante un vallado provisional para evitar el acceso de personal no autorizado.

#### Zona de deposición de residuos

Los residuos de construcción serán almacenados temporalmente en un patio de residuos conformado por una plataforma compactada, debidamente cercada. Esta área se encontrará delimitada, sectorizada y debidamente señalizada.

#### Zona de residuos domiciliarios o asimilables

Este tipo de residuos a originar:

- Residuos orgánicos: estos residuos son los restos de alimentos, considerado como Residuos domésticos
- Residuos reciclables: los residuos reciclables generados en la etapa de construcción corresponden a cartones, vidrios y plásticos procedentes de envoltorios de los materiales y equipos suministrados. Se estima que será posible reciclar un 70 % de los residuos industriales generados, para lo cual serán separados en diferentes contenedores según su composición.

Los residuos sólidos domésticos serán recogidos en bolsas de basura o en recipientes cerrados para luego ser dispuestos en tambores debidamente rotulados, los que se mantendrán tapados para evitar la generación de malos olores y atracción y proliferación de vectores.

Se habilitará un sector o patio de residuos, el cual poseerá un sector especial para la acumulación transitoria de los residuos domiciliarios que se generen durante la fase de construcción.

Desde los frentes de trabajo, los residuos serán llevados diariamente hasta el patio de residuos, donde finalmente serán retirados semanalmente.

Una empresa especializada y autorizada será encargada de llevar un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados, y será encargada del traslado a un vertedero autorizado.

#### Zona de residuos industriales no peligrosos

Los residuos definidos como Residuos Industriales no Peligrosos corresponden a escombros (áridos, hormigón), restos de madera, clavos, despuntes de hierros, etc.

Estos se generarán de manera relativamente constante durante toda la etapa de construcción y serán acopiados en un área especial dentro de la Instalación provisionales donde serán clasificados por tipo y calidad para posteriormente ser llevados a un vertedero autorizado.

Durante toda la etapa de construcción, se llevará un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados.

#### Zona de residuos industriales peligrosos

Estos residuos corresponden a grasas, aceites y/o lubricantes bien sea impregnado en paños o en material arenoso.

Para las sustancias y los residuos peligrosos manejados durante la etapa de construcción, el Titular se compromete a mantener un registro actualizado de estos, de manera de estar disponibles para cuando la autoridad los solicite.

Los residuos peligrosos serán almacenados en forma segregada al interior de un área especialmente habilitada, la que contará con un cierre perimetral y demarcación interior para las áreas donde se acumularán los distintos tipos de residuos.

#### Aguas servidas

Los baños químicos disponen de un depósito propio de recogida de aguas servidas por lo que no será necesaria la instalación de una red de aguas servidas temporal. La instalación de los baños y la recogida de las aguas servidas de dichos baños y del resto de instalaciones estarán a cargo de una empresa autorizada por la Autoridad Sanitaria de la Región.

Se mantendrá un sistema de registro respecto a los baños químicos y las aguas servidas, y se enviará mensualmente a la Delegación Provincial de Salud, copia de la documentación que acredite que los residuos provenientes del uso de los baños químicos sean transportados por una empresa autorizada y depositados en lugar autorizado.

#### Señalización

Toda actividad y procedimiento en obra será señalizada de acuerdo a la normativa vigente.

En las charlas diarias de seguridad se reforzará el significado de las señalizaciones que pudiesen no tener un claro entendimiento visual, a fin de que el trabajador sea consciente de posibles peligros por desconocimiento de estas.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida en los dos apartados anteriores se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:

Desde que se comienza una obra de construcción se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Colocar la señal adecuada, en el lugar adecuado y justo el tiempo necesario.
- Comprobar que es posible cumplir y hacer cumplir con lo que indica la señal.
- Cuidar y mantener las señales en condiciones limpias.

#### 8.3.1.2 *Topografía*

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.

El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas "Global Navigation Satellite System" (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar a al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta "H" menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.



Imagen 9. Trabajos topográficos

#### 8.3.1.3 *Preparación del terreno*

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75 cm) por debajo de la rasante.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular.

#### 8.3.1.4 Viales de acceso e internos

Esta fase contempla la adecuación de los caminos de acceso a la planta para permitir la llegada de tráfico rodado hasta interior de la planta. En la medida de lo posible, se utilizarán los accesos existentes a la parcela que deberán ser acondicionados mediante la aportación de tierra o zahorra artificial y su posterior compactación.

Los viales interiores se destinarán a la conexión de las diferentes áreas del vallado y el acceso a todos los edificios que conforman la planta.

La disposición del vial de acceso está condicionada por los caminos existentes, mientras que la disposición de los viales interiores en la planta solar fotovoltaica se ha realizado considerando la disposición interna de la planta, así como la topografía del terreno.

Los viales interiores de la planta y de acceso a la planta y al centro de transformación serán de 4 y 6 metros de ancho, respectivamente. La sección de los viales estará compuesta por una base de 40 cm de zahorra artificial.

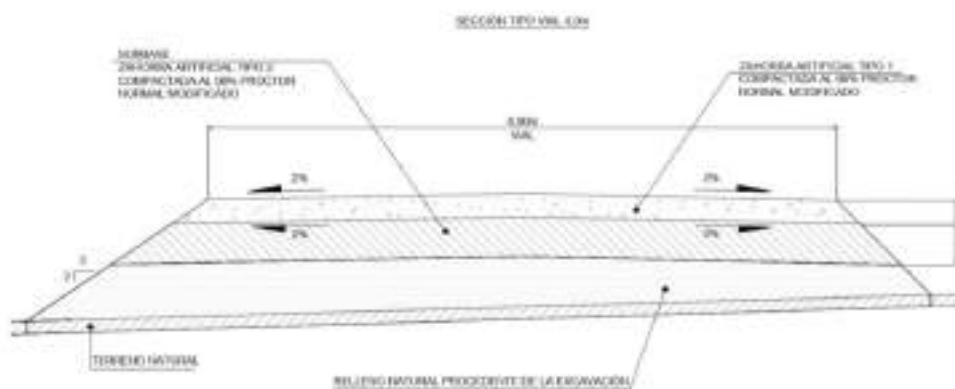


Imagen 10. Sección tipo vial interno de 4 m

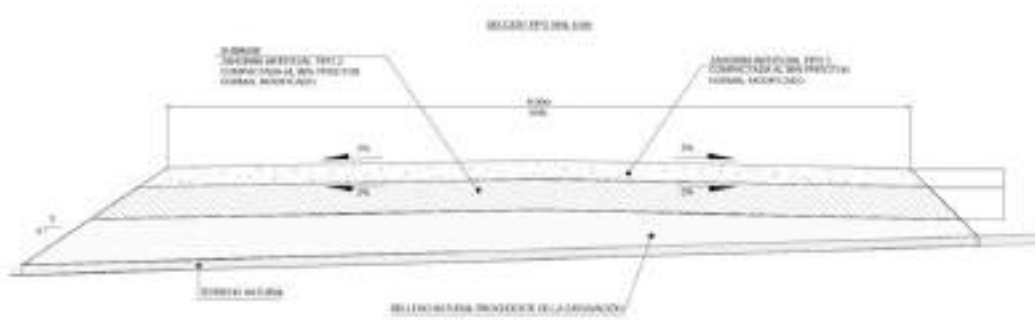


Imagen 11. Sección tipo vial interno de 6 m

La longitud total de viales diseñados en el proyecto es la siguiente:

- Viales interiores de 4 metros de anchura: 1.176,26 m.

#### Corte

En aquellos sectores en que la subrasante del camino va en corte, se excavará el material necesario para dar espacio al perfil tipo correspondiente. En suelos finos no se acepta corte por debajo de la cota proyectada, a fin de evitar el relleno y deficiente compactación.

En caso de encontrar material inadecuado bajo el horizonte de fundación, se extrae en su totalidad, reponiéndolo con el material especificado por la ingeniería y compactándolo a una densidad no inferior al 98% de la densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) del Proctor Modificado, o al 80% de la densidad relativa, según corresponda. Por material inadecuado ha de entenderse rellenos no controlados o suelos naturales con un Poder de Soporte de California (CBR), inferior en 20 % al CBR de Proyecto.

No es recomendable el corte por debajo de la cota proyectada, para evitar el relleno y deficiente compactación de éste, ya que está demostrado que la sobre excavación y deficiente compactación generan un plano de falla perfecto.

#### Relleno de viales

Se forman con el mejor material proveniente de la excavación o empréstito si se requiere. El CBR mínimo exigible del material de la subbase es de 20.

Todos los materiales que integran el relleno no pueden contener materias orgánicas, pasto, hojas, raíces u otro material objetable. El material de relleno es aceptado siempre que su CBR sea mayor o igual el mínimo exigible y posea una composición granulométrica uniforme.



El espesor del material de relleno colocado en capas corresponde al tipo de suelo y al equipo de compactación a emplear.

#### Estabilizado

El suelo estabilizado es transportado y se deposita en volúmenes uniformes a lo largo del camino para poder obtener el espesor de diseño. El material es acordonado por medio de motoniveladora, y se mezcla hasta obtener completa uniformidad en el cordón. Finalmente es esparcido en una capa uniforme.

#### Compactación

El suelo estabilizado se compacta en condiciones de humedad óptima empleando un rodillo liso vibratorio hasta lograr el CBR de diseño, según corresponda. Generalmente es necesario aplicar riego para lograr la humedad óptima del material. El rodillado se hace partiendo por los bordes y siguiendo hacia el centro de la calzada, traslapando las franjas un mínimo de 30 centímetros.

#### 8.3.1.5 *Movimiento de tierras*

Los movimientos de tierras para la adecuación del terreno tienen el objetivo de crear una superficie firme y homogénea, con compactación y resistencia mecánica adecuada que permita la ejecución de fundaciones y canalizaciones.

Las obras necesarias para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos que constituyen la planta solar fotovoltaica, consisten en:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación de áreas de seguidores solares con pendientes superiores al 12%.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de seguidores solares con irregularidades puntuales en el terreno.



Imagen 12. Maquinaria para la preparación del terreno y el movimiento de tierras

### Descripción de los trabajos de movimiento de tierras

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para realizar la construcción de todas las infraestructuras de la planta fotovoltaica, tanto de viales, plataformas para estructura solares, centro de transformación y edificio de control como cimentación de la estructura. Se incluye la excavación de las zonas afectadas por las obras, bien sea en los desmontes, en el área de apoyo de los terraplenes donde existan materiales que sea necesario eliminar o en los préstamos que sean precisos para la elección de tierras y con arreglo posterior de su superficie, una vez terminada su explotación.

En primer lugar, se procederá a realizar las operaciones de tala, desbroce de terreno, demolición de la estructura de hormigón existente y todas las demoliciones en general. En el caso de este proyecto, no será necesario realizar ninguna demolición de ninguna estructura existente en el emplazamiento. Posteriormente se iniciarán las obras de excavación y nivelación de los viales, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos y sujetas a las modificaciones que según la naturaleza del terreno ordene dirección de obra.

Se deberá planificar con antelación los lugares que se usarán como acopio temporal de los materiales procedentes de las excavaciones con la finalidad de no entorpecer otras faenas ni la circulación segura de los trabajadores por la obra.

Para el trazado de los ejes de los viales se basará en lo indicado en los planos de construcción aprobados, quedando registrado el trazado definitivo en un protocolo de trazado firmado por el contratista y la dirección de obra.

Una vez confirmada la correcta demarcación de las cimentaciones del centro de transformación y el edificio de control se podrá dar inicio a la excavación para las mismas. Se ejecutarán según los planos correspondientes, respetando las dimensiones de las fundaciones, zapatas y pilares perimetrales.

En general las superficies de las excavaciones terminadas serán refinadas y saneadas de manera que no quede ningún bloque o laja con peligro de desprenderse.

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el proyecto, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo.

Los materiales que van a formar parte del relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanación. El espesor de dichas tongadas será lo suficientemente reducido como para conseguir el grado de compactación exigido, utilizando los medios disponibles y no superará en ningún caso los 30 cm antes de compactar. El espesor adecuado se definirá mediante un terraplén de ensayo. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes, y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con la maquinaria adecuada para ello.

El número de pasadas necesario para alcanzar la densidad requerida será determinado mediante un terraplén de ensayo a realizar antes de comenzar la ejecución de la unidad.

Para la compactación de los rellenos con materiales del tipo todo-uno, la compactación se ejecutará en tongadas de 0,30 metros de espesor máximo, compactadas mediante un mínimo de cuatro pasadas de rodillo vibrador de tambor liso de acero cuyo peso estático sea igual o superior a diez toneladas (10 t). La frecuencia de vibración será próxima a los 1200 ciclos por minuto y la velocidad de traslación del rodillo no debe superar los 4 kilómetros por hora. Para comprobar estas recomendaciones se realizará un terraplén de ensayo en el que se mida el porcentaje de huecos obtenido con la compactación; la compactación garantizará un índice de huecos (e) del veinticinco por ciento. El control de compactación se hará entonces por el número de pasadas definidas en una prueba, comprobándose con posterioridad si el índice es realmente obtenido.

Además, la compactación se deberá garantizar a través de ensayos de densidad medidas en terreno (densímetro nuclear o cono de arena), realizados por un laboratorio autorizado. No se podrán capas de material mayores a 30 cm de espesor.

#### 8.3.1.6 *Drenaje*

La planta fotovoltaica contará con un sistema de drenaje para la evacuación de aguas pluviales.

El sistema de drenaje preliminar constará de cunetas en los viales de la planta fotovoltaica. Se debe realizar un estudio de la pluviometría de la zona con el objetivo calcular la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

#### 8.3.1.7 *Vallado perimetral de la planta*

La planta fotovoltaica contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta. Este vallado perimetral actúa como cerramiento fijo. Los tramos laterales a los puntos de acceso rodean todo el perímetro de la planta fotovoltaica delimitando el espacio de máxima ocupación de la parcela.

#### Acceso vehículos

El acceso de vehículos a la instalación fotovoltaica se realizará a través de un portón con 6 metros de ancho, suficiente para la correcta entrada y salida de camiones de alto tonelaje.

El portón de acceso de vehículos estará formado por 2 hojas batientes de 3 metros cada una, y una altura de 2,00 metros sobre el nivel del suelo, con bastidores en perfiles de acero galvanizado y paneles Acmafor galvanizados, lo que le otorga una gran terminación y durabilidad.



Imagen 13. Detalle de portón de dos hojas batientes tipo Acmafor

#### Cierre perimetral

El vallado a instalar será un vallado cinagético con una altura máxima de 2 metros. La instalación de los cerramientos cinagéticos de gestión, así como sus elementos de sujeción y anclaje se realizará de tal forma que no impidan el tránsito de la fauna silvestre no cinagética presente en la zona.

Estos cerramientos deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Estarán contruidos por malla ciclónica galvanizada o hilos horizontales y verticales, de altura 2,00 m y zona libre de 15 cm en la base del mismo que permita el trasiego de aves entre el interior y exterior de la instalación
- Carecerá de elementos cortantes o punzantes.
- No podrán tener dispositivos de anclaje, unión o fijación tipo "piquetas" o "cable tensor" salvo que lo determine el órgano competente en materia de caza.
- El vallado dispondrá de placas visibles de señalización para evitar colisión de la avifauna.

#### 8.3.1.8 *Suministro de equipos*

Previo al montaje electromecánico de la planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos FV, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma. El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

#### 8.3.1.9 *Ejecución de cimentaciones*

Estos trabajos incluirán la realización de las cimentaciones del centro de transformación y el edificio de control.

A excepción de los suelos pocos resistentes, no se concibe el uso de cimentaciones para los seguidores. En su lugar, dichas estructuras se instalarán directamente por hincado en el terreno. La profundidad de hincado estará conforme a lo indicado en el estudio geotécnico en función de las condiciones del terreno y los ensayos in situ necesarios.

Para el centro de transformación y el edificio de control, se ejecutarán plataformas para la sustentación y nivelación de los equipos. Estas plataformas serán objeto de un diseño y cálculo independiente en el que se recojan las características del terreno y los pesos y dimensiones de los equipos. Además, se dispondrán las entradas y salidas de cableado necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos.



Imagen 14. Hincado de perfiles con maquinaria especializada

#### 8.3.1.10 *Canalizaciones eléctricas*

Las canalizaciones eléctricas se realizarán con los cables directamente enterrados bajo zanja, excepto cuando discurran bajo caminos que irán bajo tubo. Se aprovechará la apertura de las zanjas para colocar en su fondo un cable de cobre desnudo que formará parte de la red de tierras principal. A continuación, se colocarán los circuitos de conducción eléctrica, rellenando los distintos niveles de las zanjas con zahorra artificial, material proveniente de la excavación que después se compactará adecuadamente con medios mecánicos, incluso hormigón si se considera necesario en el diseño. Donde corresponda, se instalarán arquetas de registro.



Imagen 15. Excavación de zanjas

La red de cables de la planta solar fotovoltaica estará compuesta por tendidos de potencia de baja tensión, red de tierras y comunicaciones, se realizará mediante conducciones en zanjas de diferente tamaño en función de los circuitos que discurren por su interior.

Constructivamente todas las zanjas serán iguales a excepción de las zanjas de red de tierras, las cuales serán detalladas en los siguientes apartados de esta memoria.

#### Zanjas BT, comunicaciones

Las zanjas de baja tensión se realizarán de la siguiente manera:

- Se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja sobre una capa de arena de río de un espesor mínimo de 5 cm. Sobre este se extenderá una capa del mismo material obteniéndose un relleno inferior de 50 cm.
- Sobre esta capa se tienden los circuitos correspondientes a baja tensión, los cuales se cubrirán con otra capa de arena de idénticas características. Esta capa tendrá el espesor necesario según los cables que se vayan a instalar. La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm. Sobre los cables se extenderá una capa del mismo material con un espesor mínimo de 10 cm.
- Encima de esta capa y a una distancia mínima de 20 cm se instalarán los tubos para el cable solar y a continuación se coloca la protección mecánica. Esta protección mecánica será de placas protectoras de plástico.
- Se continúa rellenando con arena de río hasta al menos 20 cm, donde se colocarán las cintas de señalización.
- Se finaliza de rellenar la zanja con tierra compactada procedente de las excavaciones.
- El ancho de las zanjas será de 1000 mm en el caso de albergar cuatro o más circuitos de baja tensión y de 500 mm en el caso de albergar menos de cuatro.

Las zanjas que cruzan el vial o transcurren por zonas de tránsito de vehículos se protegerán con una capa de hormigón de 0,10 m de espesor sobre la capa de arena.

#### Excavación en zanjas

En esta unidad de obra se incluyen:

- La excavación y extracción de los materiales de la zanja, así como la limpieza del fondo.

- Las entibaciones y agotamientos que puedan ser necesarios.
- Las operaciones de carga, transporte, selección y descarga en las zonas de empleo o almacenamiento provisional.
- La conservación adecuada de los materiales y los cánones, indemnizaciones y cualquier otro tipo de gastos de los lugares de almacenamiento y vertederos.

Las excavaciones deberán ser ejecutadas ajustándose a las dimensiones y perfilado que consten en los planos del proyecto.

La ejecución de las zanjas se ajustará a las siguientes normas:

1. Se marcará sobre el terreno su situación y límites que no deberán exceder de los que han servido de base a la formación del proyecto.
2. Las tierras procedentes de las excavaciones se depositarán a una distancia mínima de un metro del borde de las zanjas y a un solo lado de éstas y sin formar continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito general, todo lo cual se hará utilizando pasarelas rígidas sobre las zanjas.
3. Se tomarán precauciones precisas para evitar que las aguas inunden las zanjas abiertas. Cuando aparezca agua en las zanjas que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para agotarla.
4. Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos necesarios.
5. La preparación del fondo de las zanjas requerirá las operaciones siguientes: Rectificado del perfil longitudinal, recorte de las partes salientes que se acusen tanto en planta como en alzado, relleno con arena de las depresiones y apisonado general para preparar el asiento de la obra posterior debiéndose alcanzar una densidad del noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima del Próctor Modificado.
6. Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas se establecerán señales de peligro, especialmente por la noche.

#### 8.3.1.11 *Ejecución de edificios*

La planta fotovoltaica dispondrá de un edificio de control con almacén permanente. Las dimensiones finales del edificio se calcularán en función de las necesidades de mantenimiento de la planta en funcionamiento.

La sala de control contará con al menos las siguientes dependencias:



- Sala de control.
- Oficina.
- Aseos.
- Sala de reuniones.
- Sala de servicios auxiliares.

El almacén integrado en la misma sala de control contará con al menos:

- Vestuarios.
- Aseos.
- Almacén.

### 8.3.2 Montaje mecánico

#### 8.3.2.1 *Montaje del sistema de seguimiento y de los módulos fotovoltaicos*

El seguidor solar horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes fijados a las fundaciones. El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.



Imagen 16. Montaje de estructura solar con perfiles hincados directamente en el terreno

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de seccionamiento a los perfiles metálicos mediante tornillería.

#### 8.3.2.2 *Montaje del centro de transformación*

El centro de transformación tan solo necesitará la adecuación del terreno donde se instalará y su correcto posicionamiento en el campo solar.

### 8.3.3 Montaje eléctrico

Los trabajos de montaje eléctrico incluyen las siguientes actividades:

- Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT).
- Instalación eléctrica de Media Tensión (MT).

#### 8.3.3.1 *Instalaciones eléctricas de Baja Tensión (BT)*

La instalación eléctrica de baja tensión se puede dividir en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión (CCBT).
- Instalación de corriente alterna en baja tensión (ACBT).

#### *Instalación de corriente continua en baja tensión (DCBT)*

La instalación CCBT comprende la disposición de todo el cableado de CC en el campo fotovoltaico:

En primer lugar, se procederá a la formación de las strings de módulos FV interconectando entre sí los módulos FV contiguos de uno de los brazos de un seguidor hasta completar el número necesario para cada serie. Esta operación se repetirá sucesivamente para todas las strings de la planta.

A continuación, se instalarán sobre los seguidores o en los lugares destinados para tal efecto los inversores. La conexión se realizará mediante el tendido de cable aislado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.



Imagen 17. Tendido de cable en zanja

#### Instalación de corriente alterna en baja tensión (ACBT)

La instalación ACBT comprende la alimentación eléctrica de los accionamientos de las estructuras solares y resto de equipos auxiliares: se deberán interconectar los armarios de control de las estructuras solares y los armarios de cada equipo auxiliar con los cuadros de baja tensión, instalados en el centro de transformación y conectados a los transformadores de auxiliares.

Además, se considera instalación ACBT la unión de la salida AC de los inversores con el centro de transformación. Al tratarse de un centro prefabricado, estas conexiones vienen cableadas de fábrica.

#### 8.3.3.2 Instalación eléctrica de Media Tensión (MT)

El centro de transformación contará al menos con los siguientes elementos:

- Transformador BT/MT.
- Un transformador de servicios auxiliares junto con un armario de baja tensión para dar servicio a todas las cargas auxiliares.
- Celdas de MT que permiten la conexión en antena de los diferentes centros de transformación de la planta.

La instalación eléctrica en Media Tensión (MT) consiste en la interconexión entre la salida del transformador de potencia y las celdas de MT, que en el caso de estaciones de potencia prefabricadas suelen venir conectadas de fábrica.



La instalación se completa con la conexión eléctrica del centro de transformación con la subestación, la cual se realiza empleando una línea aérea que se describirá en el segundo bloque de esta memoria.

## 8.4 Desmantelamiento de las instalaciones

El objetivo de las operaciones de desmantelamiento de una planta solar fotovoltaica una vez ha concluido su vida útil, es la restauración de los terrenos a las condiciones anteriores a la construcción del parque, minimizando así la afección al medio ambiente y recuperando el valor ecológico de la zona afectada.

### 8.4.1 Viales de acceso

Los accesos generales al parque fotovoltaico se realizarán a partir de la infraestructura viaria existente en la zona, por lo que no serán necesarias actuaciones de desmantelamiento. Los caminos de acceso existentes serán acondicionados mediante la aportación de tierra o zahorra artificial y su posterior compactación.

### 8.4.2 Trabajos de desmantelamiento y restauración

Una vez concluida la explotación de la planta fotovoltaica se realizarán los trabajos de desmantelamiento y restauración que se indican a continuación.

#### 8.4.2.1 Fase de desmontaje

- Retirada de los paneles: comprende la desconexión, desmontaje y transporte hasta un centro de reciclado de todos los paneles fotovoltaicos de la planta.
- Desmontaje de la estructura soporte: consiste en el desensamblaje y posterior transporte hasta un centro de gestión autorizado de la estructura soporte que sostiene los paneles.
- Desmontaje de estaciones de potencia: se procederá a la desconexión, desmontaje y retirada del transformador y resto de equipos instalados en la estación de potencia. En su caso, se realizará la demolición y/o transporte hasta un vertedero de las casetas prefabricadas donde se alojaron los equipos.
- Retirada de las cimentaciones: una vez desmontada la estructura se procederá al desmantelamiento de las cimentaciones mediante una excavadora, que retirará cada pieza para transportarla posteriormente a una planta de tratamiento. Finalmente, los huecos resultantes de la retirada de las cimentaciones serán rellenados con tierra vegetal.

#### 8.4.2.2 Fase de restauración

Tras el desmontaje de los componentes de la planta, se procederá a la restauración de la parcela donde se ubica la planta.

- Remodelación del terreno: se rellenarán huecos y eliminarán ángulos con terreno vegetal.
- Descompactación del terreno: con la descompactación se persigue que los suelos recuperen una densidad equivalente a la que poseen capas similares en suelos no perturbados, de modo que el medio que encuentre la vegetación para su desarrollo sea el adecuado.
- En su caso, aporte de tierra vegetal: procedente de los montículos creados en la fase de construcción. Una vez remodelado y descompactado el terreno, se procederá al aporte y extendido de la tierra acopiada. La tierra vegetal acopiada se extenderá en las zonas que fueron desprovistas de ella durante la fase de obra.
- Despedregado del terreno: como último paso de la fase de restauración del terreno, se eliminará la pedregosidad superficial. Las piedras recogidas se depositarán en montones, que posteriormente serán trasladadas a canteras o vertederos cercanos.



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa  
Planta y línea de la Planta Solar Fotovoltaica "PSFV Zizurmay"

Ed.00

Separata de afección a la Dirección General de Cultura

21/06/2023

## 9 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA

### 9.1 Descripción del trazado de la línea

La línea eléctrica de 13,2 kV, denominada en adelante como “LAT 13,2kV PSFV Zizurmay” conectará el centro de transformación de la planta fotovoltaica Zizurmay, que se sitúa en el término municipal de Cizur, con la SET 13kV de nombre Zizurmay, ubicada en el municipio de Zizur Mayor, con el objetivo de evacuar la energía generada por la planta. La línea discurre por los términos municipales de Cizur, Cendea de Olza, Barañáin y Zizur Mayor.

La línea eléctrica tendrá una longitud total de 5604,14 m y su origen estará en las celdas del centro de transformación Abei 0,8/13,2kV y su fin en las barras de la SET Zizurmay 13kV, discurrendo en su totalidad de forma aérea.

Las coordenadas de la línea de evacuación “LAT 13,2kV PSFV Zizurmay” son:

*Tabla 11: Coordenadas línea de evacuación*

Coordenadas ETRS89, UTM-30		
	Posición X (m)	Posición Y (m)
Inicio	603503,8737	4738950,5508
Final	607157,9286	4738800,8934

El emplazamiento exacto de la línea queda reflejado en los planos “1.1 Localización y 2.1 Emplazamiento” adjuntos en el Anexo 1 (Planos).



## 9.2 Características generales

Una vez descrito el trazado de la línea, se procede a presentar las características eléctricas y generales.

La línea eléctrica objeto del presente Proyecto Administrativo será aérea, con una longitud de 5,604 km aproximadamente, con un conductor por fase LA 280HAWK (242-AL1/39-ST1A), cuyo objetivo será llevar la energía desde las celdas del centro de transformación hasta la SET Zizurmay 13kV.

Tabla 12: Características generales de la línea

<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA</b>	
Tipo de línea	Aérea
<b>EMPLAZAMIENTO</b>	
Origen	Centro de transformación 0,8/13,2kV
Final	SET Zizurmay 13kV
Longitud (m)	5.604,14
Provincia	Navarra
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal Un (kV)	13,2
Tensión nominal normalizada (kV)	20
Tensión más elevada de la red Us (kV)	24
Categoría de la línea	Tercera Categoría
Icc de la red (kA)	12,5
Tiempo de accionamiento de la protección del cable	0,5
Número de circuitos	1
Disposición de los cables	Simple circuito
<b>MATERIALES</b>	
Conductor de fase (nº x tipo)	1x LA 280HAWK
Cable de tierra (nº x tipo)	48 x OPGW Tipo 1 17kA – 15,3 mm
Tipos de apoyos	Metálicos de celosía
Cimentación	Monoposte
Material del aislamiento	Composite
Composición	CS 320 SB 1050/6125
Nivel de aislamiento (mm/kV)	25
<b>CAPACIDAD MÁXIMA DE EVACUACIÓN DE LA LÍNEA</b>	
Potencia máxima de transporte por circuito (MVA)	11,91
Intensidad máxima de transporte por subconductor de fase (A)	579
<b>CONSTANTES KILOMÉTRICAS</b>	
Resistencia eléctrica Rk ( $\Omega$ /km)	0,1571
Reactancia de autoinducción Xk ( $\Omega$ /km)	0,3554

### 9.3 Descripción de los principales componentes de la línea

#### 9.3.1 Características del conductor

Las características de los cables de alta tensión han sido seleccionadas cumpliendo 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.

El criterio a seguir consiste en hallar la sección del cable a partir de la corriente máxima admisible, verificar que es adecuada para soportar la corriente de cortocircuito, adicionalmente se calcula la caída de tensión para comprobar que está dentro del rango permitido y posteriormente se determinan las pérdidas por efecto Joule.

El conductor escogido para este proyecto cumple con los siguientes estándares:

- UNE-EN 50540:2010 Conductores para líneas aéreas. Conductores de aluminio soportados por acero (acss).
- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 36 kV ( $U_m = 42$  kV).
- UNE 211006:2010 Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
- UNE-EN 50182:2002/AC:2013 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
- UNE-EN 50189:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.
- UNE 21045: Bobinas de madera destinadas a cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.

El cable proyectado es LA 280HAWK (242-AL1/39-ST1A) de aluminio y acero galvanizado. Se emplea un conductor por fase, y presenta las siguientes características:

Tabla 13. Características conductor línea aérea 30kV

Tipo	LA 280HAWK (242-AL1/39-ST1A)
Material conductor	Aluminio
Material exterior	Acero

Sección total (mm <sup>2</sup> )	281,1
Diámetro total (mm)	21,8
Peso (Kg/km)	977
Corriente admisible nominal (A)	574

Se trata de un conductor formado por varios alambres de aluminio y de uno o varios alambres de acero galvanizado, cableados en capas concéntricas.



Imagen 18. Conductor LA 280HAWK

Las características eléctricas del cable mencionado son:

Tabla 14. Características eléctricas del conductor aéreo desnudo

TENSIÓN A IMPULSOS, $U_p$	145 kV
TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR EN SERVICIO PERMANENTE	85°C
TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR EN RÉGIMEN DE CORTOCIRCUITO	100°C

### 9.3.2 Cable de tierra

Las características del cable de guarda son las siguientes:

Tabla 15. Características conductor de tierra

Tipo	OPGW-48 FO 43D58Z
Sección total (mm <sup>2</sup> )	Sa = 100,3
Diámetro total (mm)	Da = 14,3
Peso (daN/m)	p = 0,574
Carga de rotura (daN)	Cr = 8.440
Módulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> )	E = 11.830
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1)	$\lambda = 14,1 \cdot 10^{-6}$
Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)	0,0596
Radio mínimo de curvatura (mm)	235
Intensidad de cortocircuito nominal (kA/0.3s)	15,3
Máximo número de fibras	48

### 9.3.3 Empalmes

Los empalmes de los conductores entre sí se efectuarán por el sistema de "Manguito Comprimido", estando constituidos por un tubo de aluminio de extrusión para compresión.

Serán de un material prácticamente inoxidable y homogéneo con el material del conductor que unen, con objeto de evitar la formación de par eléctrico apreciable.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empalmado y una resistencia eléctrica igual a la del cable sin empalmar.

### 9.3.4 Aisladores

Se emplearán aisladores para sujetar mecánicamente a los conductores de la línea, manteniéndolos aislados de tierra y de otros conductores. Los aisladores deben ser diseñados, seleccionados y ensayados para que cumplan los requisitos eléctricos y mecánicos determinados en el diseño de la línea. Los aisladores deben resistir la influencia de todas las condiciones climáticas, incluyendo las radiaciones solares.

Según el RLAT los aisladores utilizados en las líneas podrán ser de porcelana, vidrio, goma siliconada, poliméricos u otro material de características adecuadas a su función.

Se emplearán herrajes para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor. El diseño de todos los herrajes deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos, mecánicos y de durabilidad especificados para la línea aérea.

Deberán cumplir los requisitos y ensayos especificados en la norma:

- UNE-EN 61466-2:1999/A2:2018 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1.
- UNE-EN 61466-2:1999/A2:2018 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2.
- UNE-EN 61284:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.

#### 9.3.5 Apoyos

Los apoyos para la línea de este proyecto de ejecución serán metálicos de celosía.

#### 9.3.6 Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por el cable de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra. Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2 de la ITC 07 del R.L.A.T.

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

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

Todos los apoyos, al ser de material conductor, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

## 10 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

### 10.1 Cronograma de la planta

Las obras que comprende esta planta solar fotovoltaica se realizarán en un plazo máximo de diez meses (10 meses), a contar a partir del siguiente a la obtención de la última autorización requerida.

Tabla 16. Cronograma de ejecución de la planta PSFV Zizurmay

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
<b>1. CONSTRUCCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA</b>										
1.1. Trabajos previos de acondicionamiento										
1.2. Trabajos obra civil (ejecución de caminos, cimentaciones, zanjas, etc.)										
1.3. Trabajos eléctricos										
1.4. Cuadros de corriente alterna										
1.5. Inversores, transformadores y celdas de MT										
1.6. Instalación de estructura										
1.7. Instalación de paneles solares										
1.8. Circuito Cerrado de Televisión										
1.9. Comunicaciones y monitorización										
1.10. Vallado										
<b>2. CONSTRUCCIÓN CENTRO DE TRANSFORMACION Y EDIFICIO DE CONTROL</b>										
<b>3. CONEXIÓN Y TRABAJOS FINALES DE FINALIZACIÓN DE OBRA</b>										

## 10.2 Cronograma de la línea de evacuación

Respecto a la línea aérea de evacuación, las obras que comprenden su ejecución se realizarán en un plazo de 5 meses, como se muestra en el cronograma.

Tabla 17. Cronograma de ejecución de la línea de evacuación.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
<b>1. EJECUCIÓN LÍNEA AÉREA 13,2KV</b>					
1.1. Apoyos					
1.2. Conductores					
1.3. Cable de tierra OPGW					
1.4. Aisladores					
1.5. Herrajes y accesorios					
1.6. Material PAT Aéreo					
<b>2. CONSTRUCCIÓN CENTRO DE TRANSFORMACION Y EDIFICIO DE CONTROL</b>					
2.1. Excavado y hormigonado					
2.2. Armado e izado de los apoyos					
2.3. Tendido y engrapado de los conductores					
2.4. Tendido y engrapado de cable de tierra OPGW					
2.5. Puesta a tierra					
2.6. Instalación de accesorios					
<b>3. PRUEBAS, PEM Y ENERGIZACIÓN</b>					

## 11 PRESUPUESTO

### 11.1 Presupuesto de la planta

Se muestra a continuación el presupuesto desglosado de ejecución material de la planta solar fotovoltaica Zizurmay.

Tabla 18. Presupuesto de ejecución material del parque solar fotovoltaico Zizurmay

COD.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>EQUIPOS PRINCIPALES</b>				<b>1.482.200 €</b>
01.01	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 650Wp	unidades	9.270	100 €	927.000 €
01.02	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5 MVA	unidades	1	170.000 €	170.000 €
01.03	ESTRUCTURA 1V 2X30	unidades	309	800 €	247.200 €
01.04	Inversor STRING	unidades	17	4.000 €	68.000 €
01.05	CONDUCTORES AC/DC	conjunto	1	70.000 €	70.000 €
<b>2</b>	<b>OBRA CIVIL</b>				<b>104.000 €</b>
<b>3</b>	<b>INSTALACION ELECTRICA</b>				<b>47.000 €</b>
<b>4</b>	<b>MONTAJE MECANICO</b>				<b>99.400 €</b>
<b>5</b>	<b>MONITORIZACION</b>				<b>10.600 €</b>
<b>6</b>	<b>SEGURIDAD</b>				<b>5.600 €</b>
<b>7</b>	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b>				<b>4.150 €</b>
<b>8</b>	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>5.500 €</b>
	Subtotal Ejecución Material:				<b>1.758.450 €</b>
	Gastos Generales (5%):				<b>87.923 €</b>
	Beneficio Industrial (10%):				<b>175.845 €</b>
	<b>TOTAL:</b>				<b>2.022.218 €</b>
	<b>TOTAL (21% IVA):</b>				<b>2.446.883 €</b>

El presupuesto de ejecución de material de la planta solar fotovoltaica Zizurmay asciende a **DOS MILLONES VEINTIDÓS MIL DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS sin IVA.**



## 11.2 Presupuesto total de la instalación

Se muestra a continuación el presupuesto total de la instalación incluyendo el coste de ejecución material de la línea aérea de evacuación de 13,2kV, que conecta el centro de transformación de la planta con la subestación SET ZIZURMAY 13 KV.

*Tabla 19. Presupuesto total de la instalación incluyendo la LMT 13,2kV del PSFV Zizurmay*

PLANTA PSFV Zizurmay	2.022.218 €
LINEA DE EVACUACIÓN AÉREA 13,2kV	420.000 €
<b>TOTAL</b>	<b>2.442.218 €</b>
<b>TOTAL (21% IVA)</b>	<b>2.955.083 €</b>

El presupuesto de ejecución de material de la instalación de generación asciende a **DOS MILLONES CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS MIL DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS sin IVA.**



## 12 PLANOS

- Localización.
- Emplazamiento.
- Planta general.
- Cruces.



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa  
Planta y línea de la Planta Solar Fotovoltaica "PSFV Zizurmay"

Ed.00

21/06/2023

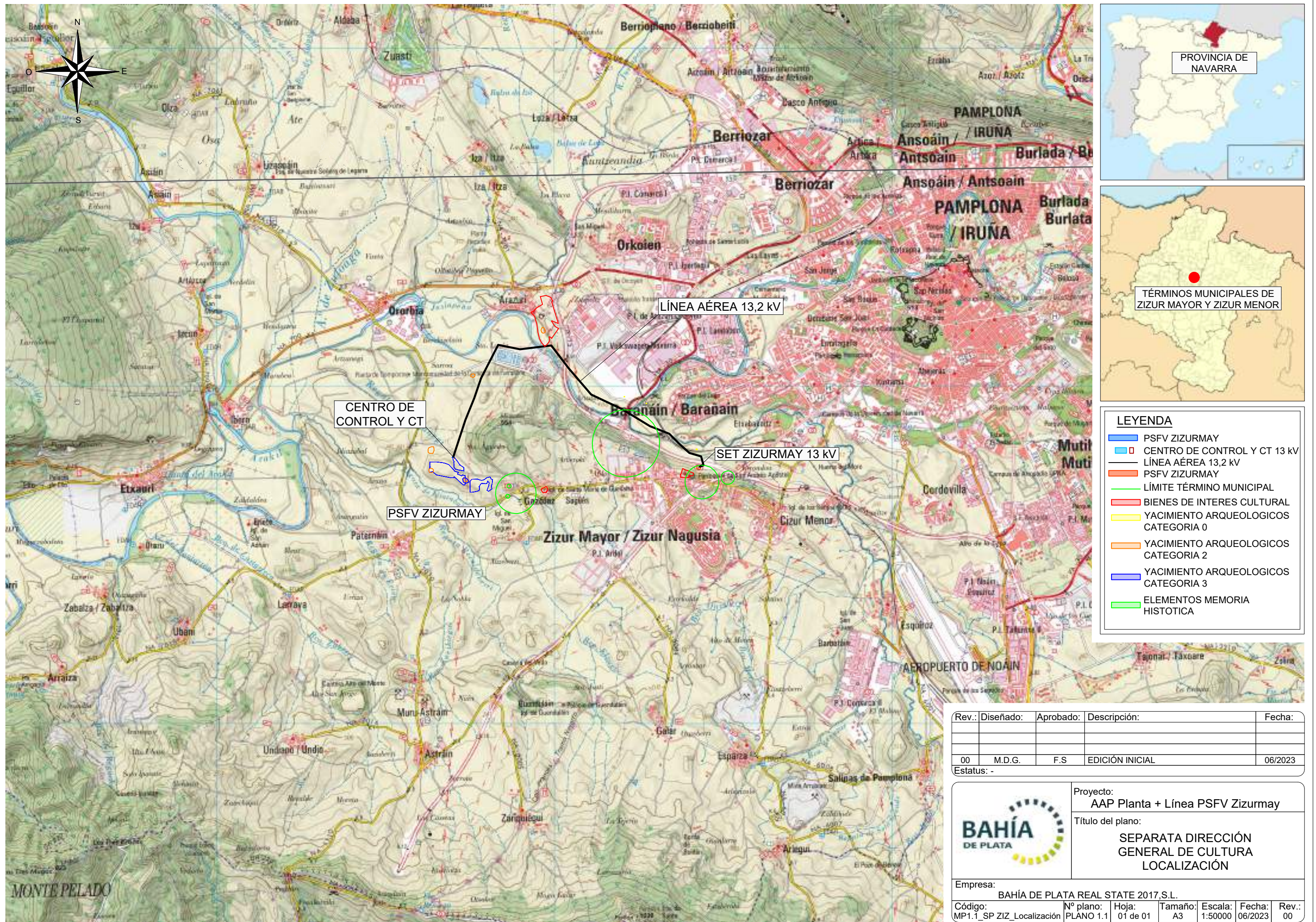
Separata de afección a la Dirección General de Cultura

Madrid, junio de 2023

Luis Barrado Soria

Ingeniero Industrial

N.º colegiado: 9577



**LEYENDA**

- PSFV ZIZURMAY
- CENTRO DE CONTROL Y CT 13 KV
- LÍNEA AÉREA 13,2 KV
- PSFV ZIZURMAY
- LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- BIENES DE INTERES CULTURAL
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 0
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 2
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 3
- ELEMENTOS MEMORIA HISTOTICA

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	M.D.G.	F.S	EDICIÓN INICIAL	06/2023

Estatus: -

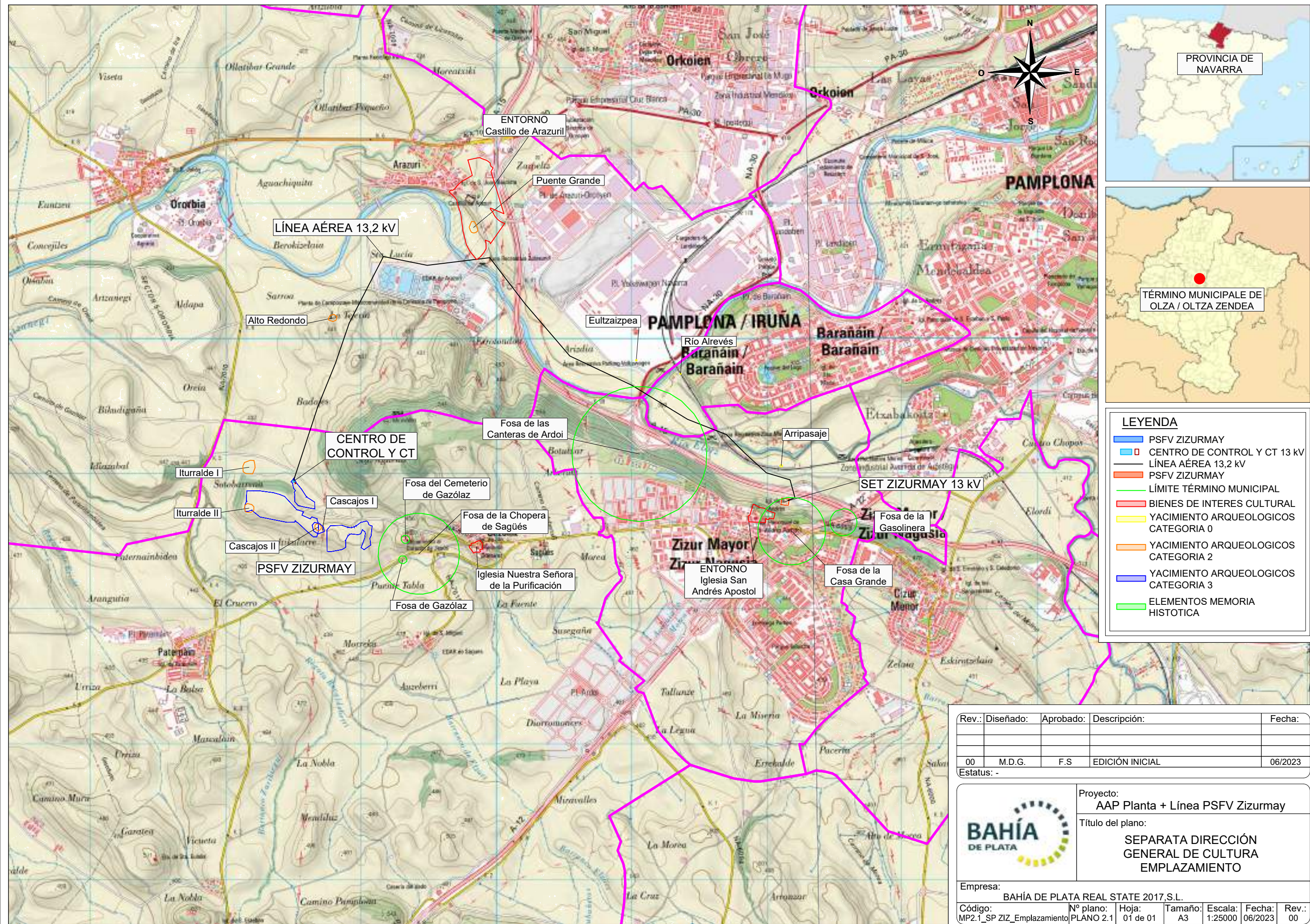
Proyecto:  
**AAP Planta + Línea PSFV Zizurmay**

Título del plano:  
**SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA LOCALIZACIÓN**

Empresa: **BAHÍA DE PLATA REAL STATE 2017,S.L.**

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP1.1_SP ZIZ_Localización	PLANO 1.1	01 de 01	A3	1:50000	06/2023	00

MONTE PELADO



**LEYENDA**

- PSFV ZIZURMAY
- CENTRO DE CONTROL Y CT 13 kV
- LÍNEA AÉREA 13,2 kV
- PSFV ZIZURMAY
- LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- BIENES DE INTERES CULTURAL
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 0
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 2
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 3
- ELEMENTOS MEMORIA HISTOTICA

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	M.D.G.	F.S	EDICIÓN INICIAL	06/2023

Estatus: -

Proyecto:  
**AAP Planta + Línea PSFV Zizurmay**

Título del plano:  
**SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA EMPLAZAMIENTO**

Empresa: BAHÍA DE PLATA REAL STATE 2017, S.L.

Código: MP2.1_SP_ZIZ_Emplazamiento	Nº plano: PLANO 2.1	Hoja: 01 de 01	Tamaño: A3	Escala: 1:25000	Fecha: 06/2023	Rev.: 00
------------------------------------	---------------------	----------------	------------	-----------------	----------------	----------



**LEYENDA**

- PSFV ZIZURMAY
- CENTRO DE CONTROL Y CT 13 kV
- LÍNEA AÉREA 13,2 kV
- PSFV ZIZURMAY
- LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- BIENES DE INTERES CULTURAL
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 0
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 2
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 3
- ELEMENTOS MEMORIA HISTOTICA


**COORDENADAS ETRS89.UTM 30 (m)**

Coordenadas inicio línea :  
 X = 603503,8737  
 Y = 4738950,5508

Coordenadas final de línea :  
 X = 607157,9286  
 Y = 4738800,8934

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	M.D.G.	F.S	EDICIÓN INICIAL	06/2023

Estatus: -

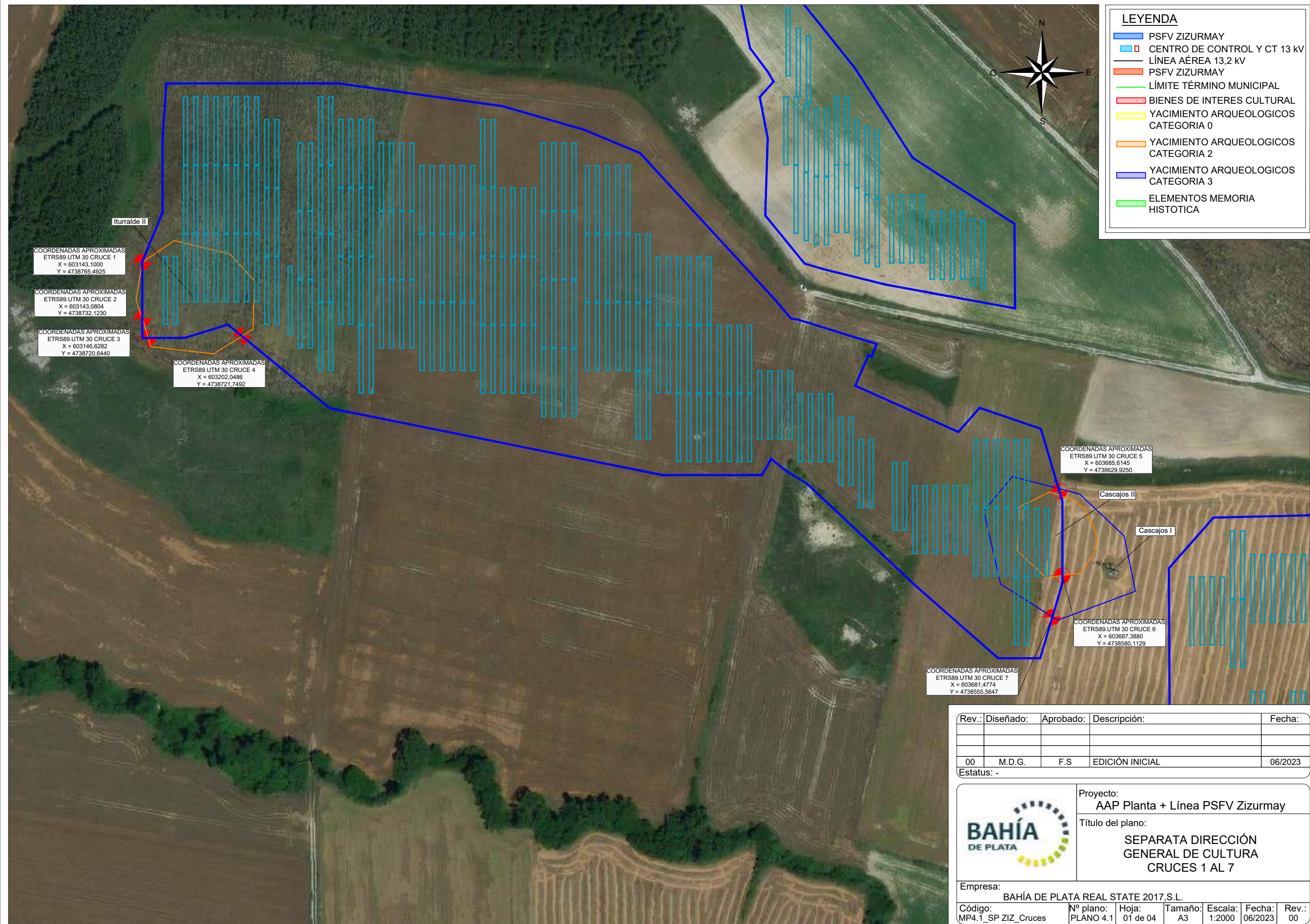


Proyecto:  
**AAP Planta + Línea PSFV Zizurmay**

Título del plano:  
**SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA PLANTA GENERAL**

Empresa: **BAHÍA DE PLATA REAL STATE 2017,S.L.**

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP3.1_SP ZIZ_Pi. General	PLANO 3.1	01 de 01	A3	1:15000	06/2023	00



**LEYENDA**

- ▬ PSFV ZIZURMAY
- CENTRO DE CONTROL Y CT 13 kV
- LÍNEA AÉREA 13,2 kV
- ▬ PSFV ZIZURMAY
- ▬ LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- ▬ BIENES DE INTERES CULTURAL
- ▬ YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 0
- ▬ YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 2
- ▬ YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 3
- ▬ ELEMENTOS MEMORIA HISTOTICA

COORDENADAS APROXIMADAS  
ETRS89.UTM 30 CRUCE 1  
X = 603143,1000  
Y = 4738765,4925

COORDENADAS APROXIMADAS  
ETRS89.UTM 30 CRUCE 2  
X = 603143,0804  
Y = 4738732,1230

COORDENADAS APROXIMADAS  
ETRS89.UTM 30 CRUCE 3  
X = 603146,6282  
Y = 4738720,6440

COORDENADAS APROXIMADAS  
ETRS89.UTM 30 CRUCE 4  
X = 603202,0486  
Y = 4738721,7492

COORDENADAS APROXIMADAS  
ETRS89.UTM 30 CRUCE 5  
X = 603685,6145  
Y = 4738629,9250

Cascajos II

Cascajos I

COORDENADAS APROXIMADAS  
ETRS89.UTM 30 CRUCE 6  
X = 603687,3880  
Y = 4738580,1129

COORDENADAS APROXIMADAS  
ETRS89.UTM 30 CRUCE 7  
X = 603681,4774  
Y = 4738555,5647

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	M.D.G.	F.S	EDICIÓN INICIAL	06/2023

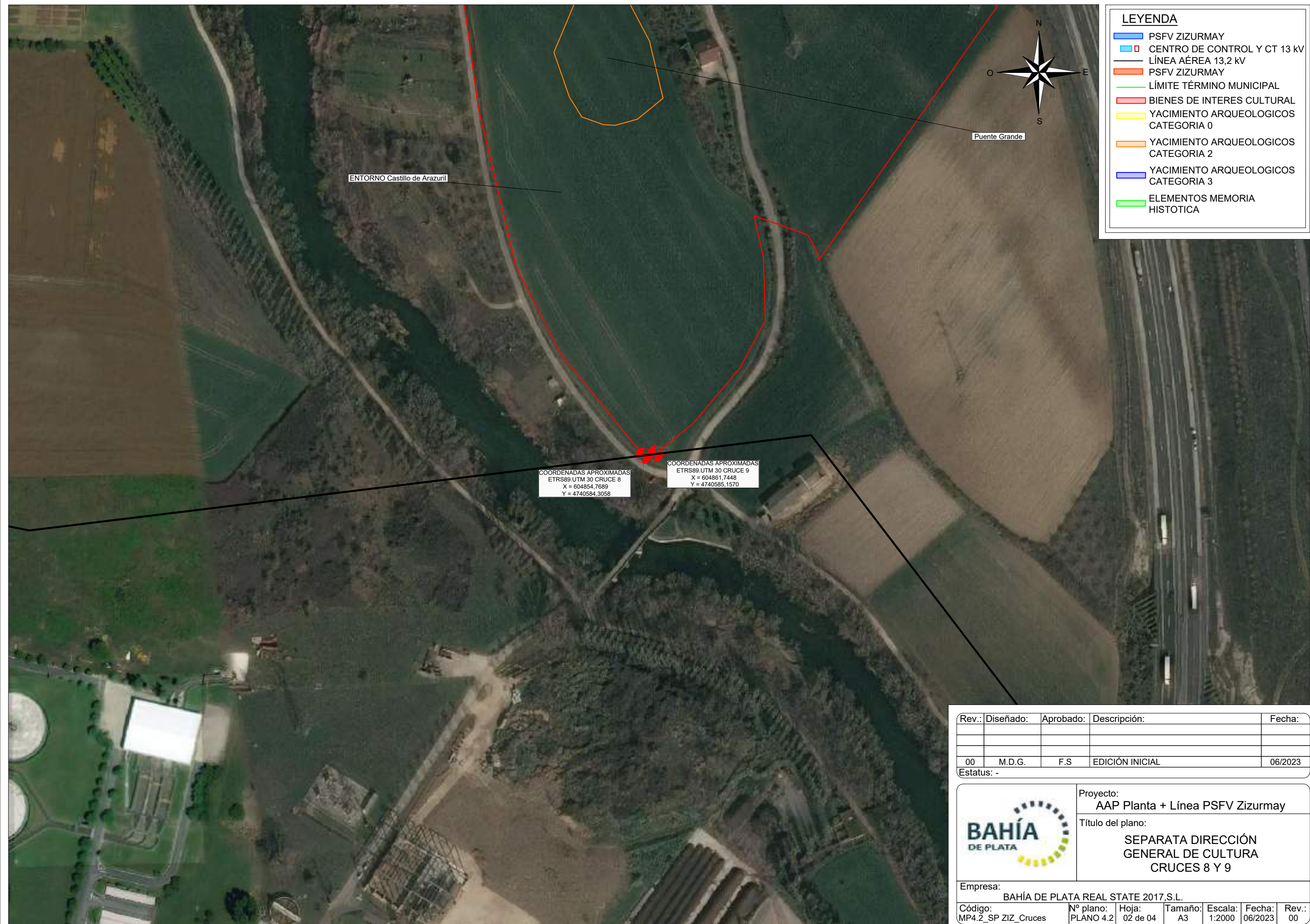
Estatus: -

Proyecto:  
**AAP Planta + Línea PSFV Zizurmaya**

Título del plano:  
**SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA CRUCES 1 AL 7**

Empresa:  
**BAHÍA DE PLATA REAL STATE 2017,S.L.**

Código: MP4.1_SP_ZIZ_Cruces	Nº plano: PLANO 4.1	Hoja: 01 de 04	Tamaño: A3	Escala: 1:2000	Fecha: 06/2023	Rev.: 00
--------------------------------	------------------------	-------------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------



**LEYENDA**

- ▬ PSFV ZIZURMAY
- ▣ CENTRO DE CONTROL Y CT 13 kV
- ▬ LÍNEA AÉREA 13,2 kV
- ▬ PSFV ZIZURMAY
- ▬ LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- ▬ BIENES DE INTERES CULTURAL
- ▬ YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 0
- ▬ YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 2
- ▬ YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 3
- ▬ ELEMENTOS MEMORIA HISTOTICA

COORDENADAS APROXIMADAS  
ETRS89 UTM 30 CRUCE 8  
X = 604854,7689  
Y = 4740584,3058

COORDENADAS APROXIMADAS  
ETRS89 UTM 30 CRUCE 9  
X = 604861,7448  
Y = 4740585,1570

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	M.D.G.	F.S	EDICIÓN INICIAL	06/2023

Estatus: -

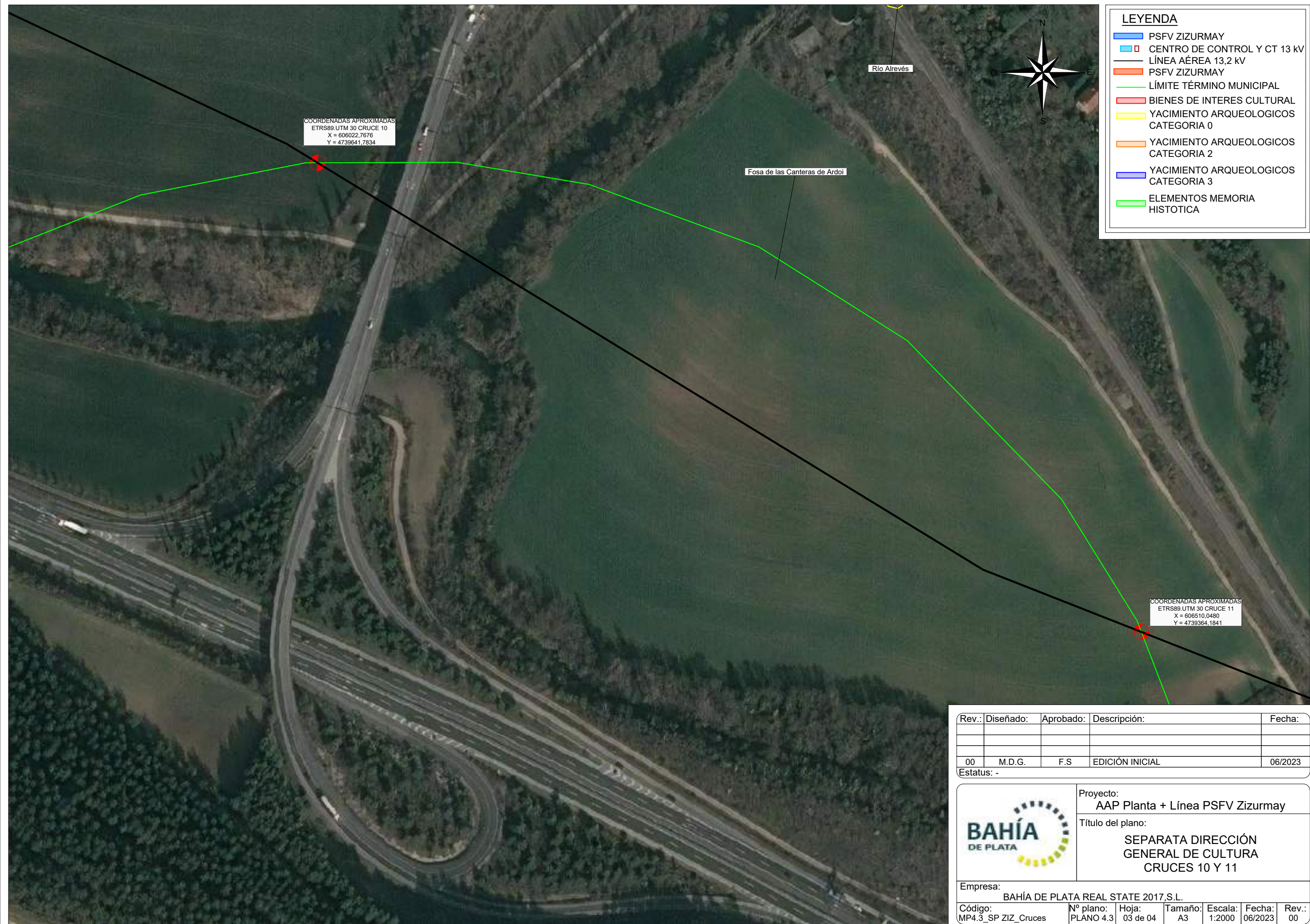
Proyecto:  
**AAP Planta + Línea PSFV Zizurmay**

Título del plano:  
**SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA CRUCES 8 Y 9**

Empresa:  
**BAHÍA DE PLATA REAL STATE 2017,S.L.**

Código: MP4.2_SP ZIZ_Cruces	Nº plano: PLANO 4.2	Hoja: 02 de 04	Tamaño: A3	Escala: 1:2000	Fecha: 06/2023	Rev.: 00
--------------------------------	------------------------	-------------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------





COORDENADAS APROXIMADAS  
 ETRS89 UTM 30 CRUCE 10  
 X = 606022,7676  
 Y = 4739641,7834

Fosa de las Canteras de Ardoi

Rio Alrevés


**LEYENDA**

- PSFV ZIZURMAY
- CENTRO DE CONTROL Y CT 13 kV
- LÍNEA AÉREA 13,2 kV
- PSFV ZIZURMAY
- LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- BIENES DE INTERES CULTURAL
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 0
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 2
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 3
- ELEMENTOS MEMORIA HISTOTICA

COORDENADAS APROXIMADAS  
 ETRS89 UTM 30 CRUCE 11  
 X = 606510,0480  
 Y = 4739364,1841

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	M.D.G.	F.S	EDICIÓN INICIAL	06/2023

Estatus: -



Proyecto:  
**AAP Planta + Línea PSFV Zizurmay**

Título del plano:  
**SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA CRUCES 10 Y 11**

Empresa:  
**BAHÍA DE PLATA REAL STATE 2017,S.L.**

Código: MP4.3_SP ZIZ_Cruces	Nº plano: PLANO 4.3	Hoja: 03 de 04	Tamaño: A3	Escala: 1:2000	Fecha: 06/2023	Rev.: 00
--------------------------------	------------------------	-------------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------



**LEYENDA**

- PSFV ZIZURMAY
- CENTRO DE CONTROL Y CT 13 KV
- LÍNEA AÉREA 13,2 KV
- PSFV ZIZURMAY
- LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- BIENES DE INTERES CULTURAL
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 0
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 2
- YACIMIENTO ARQUEOLOGICOS CATEGORIA 3
- ELEMENTOS MEMORIA HISTOTICA

COORDENADAS APROXIMADAS  
 ETRS89 UTM 30 CRUCE 12  
 X = 607207,2051  
 Y = 4738820,7688


ENTORNO Iglesia San Andrés Apostol

Fosa de la Casa Grande

Fosa de la Gasolinera

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	M.D.G.	F.S	EDICIÓN INICIAL	06/2023

Estatus: -



**BAHÍA DE PLATA**

Proyecto:  
AAP Planta + Línea PSFV Zizurmay

Título del plano:  
SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA CRUCE 12

Empresa: BAHÍA DE PLATA REAL STATE 2017,S.L.

Código: MP4.4_SP ZIZ_Cruces	Nº plano: PLANO 4.4	Hoja: 04 de 04	Tamaño: A3	Escala: 1:2000	Fecha: 06/2023	Rev.: 00
-----------------------------	---------------------	----------------	------------	----------------	----------------	----------