



PROYECTO

PLANTA FOTOVOLTAICA

“ASPARRENA”

ASPARRENA (ÁLAVA)



MAGNA FV, S.L.

ABRIL 2025



RESUMEN DE LAS INSTALACIONES

OBJETO:	Construcción del Proyecto Solar Fotovoltaico "ASPARRENA" de 4MW (parque fotovoltaico, centro de transformación y línea de evacuación) para evacuar suministro de energía eléctrica a la red de Media Tensión (30 kV), concretamente a la línea ALSASUA – GAMARRA 1-2 de 30 kV
SITUACION:	<ul style="list-style-type: none">- Polígono 2 - Parcela 197 Asparrena (Álava)- Polígono 2 - Parcela 200 Asparrena (Álava)- Polígono 2 - Parcela 640 Asparrena (Álava)- Polígono 2 - Parcela 1509 Asparrena (Álava)
EMPRESA DISTRIBUIDORA	I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S. A. U.
PROMOTOR:	<ul style="list-style-type: none">- MAGNA FV, S.L.- N.I.F. B13752423- Dirección notificaciones: Avda. Zugazarte, 32, of.2.12 – 48930 – Getxo (Bizkaia)- E-mail: info@ibersun.es- Teléfono de contacto: 946038084
ORGANISMOS AFECTADOS	<ul style="list-style-type: none">- Ayuntamiento de Asparrena- Servicio de Carreteras de Álava- Confederación Hidrográfica del Ebro- i-DE Redes Eléctricas Inteligentes- Servicio de Patrimonio Histórico-ArquitectónicoDepartamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente
ENLACE RED MEDIA TENSIÓN.:	<ul style="list-style-type: none">- S.T.R. de origen: ST ALSASUA 30 kV- Línea de entronque: Línea ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV, propiedad de i-DE REDES ELECTRICAS INGELIGENTES- Tensión: 30 kV- Tipo de instalación: Subterránea- Tipo de cable: RHZ1 18/30kV- Sección cable: 3(1x240) mm²



	<ul style="list-style-type: none">- Origen de línea: Celda de línea CS "CS IFV ASPARRENA"- Final de línea 1: Isla 1, celda de línea CT IFV "ASPARRENA"- Final de línea 2: Isla 2, celda de línea CT IFV "ASPARRENA"- Longitud 1: 953,65 m- Longitud 2: 766,88 m- Canalizaciones: 1715,37 m, 2 Tubos Ø200mm
CENTRO DE TRANSFORMACION	<ul style="list-style-type: none">- Tipo de centro: 2 Centros Particulares divididos en 2 Islas- Edificio: Prefabricado PFU-4- Aparamenta: 3 celdas (1 línea, 1 medida y 1 protección. Aislamiento integral en SF6 - Ormazabal)- Transformador: 2.875 kVA – 30/0,6 kV- Transformador: 1.125 kVA - 30/0,6 kV
CENTRO DE SECCIONAMIENTO:	<ul style="list-style-type: none">- Tipo de centro: Compañía- Aparamenta:- 10 Celdas de línea + 1 Celda Protección y 1 Transformador de 50 kVA
PRESUPUESTO TOTAL:	1.819.954,76 euros

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO N°1: MEMORIA	2
1. ANTECEDENTES.....	3
1.1 INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETO DEL PROYECTO	4
2.1 PROMOTOR Y TITULAR DEL PROYECTO	4
2.1 DATOS DEL PROYECTISTA.....	4
3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	5
4. REGLAMENTACION Y NORMATIVA.....	6
5. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	10
5.1 SITUACIÓN	10
5.1 JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICAS	12
5.1.1 Clasificación y calificación del suelo	12
5.1.2 Condiciones de implantación.....	13
5.1 ESTUDIO DE AFECCIONES.....	14
5.1.1 Afección a Ayuntamiento	14
5.1.2 Afección a Caminos.....	15
5.1.3 Afección a Carreteras	16
5.1.4 Afección a Red Hidrográfica.....	20
5.1.5 Afección Agricultura	22
5.1.6 Afección Medio Ambiente.....	24
6. DESCRIPCION DE LA INSTALACION	26
6.1 LÍNEA DE EVACUACIÓN.....	26
6.1.1 Trazado.....	26
7. COMPONENTES DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA	31
7.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	31
7.2 INVERSOR FOTOVOLTAICO.....	33
7.3 ESTRUCTURA SOPORTE (SEGUIDORES).....	35
7.4 INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	37



7.4.1	Red Subterránea de Media Tensión	37
7.4.2	Centro de Seccionamiento.....	37
7.4.3	Centro de Transformación (1.125 kVA).....	39
7.4.4	Centro de Transformación (2.875 kVA).....	44
7.5	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.....	50
7.6	PROTECCIONES Y CABLEADO.....	51
7.6.1	Protección contra contactos directos	52
7.6.2	Protección contra contactos indirectos	53
7.6.3	Protección contra sobreintensidad	53
7.6.4	Protección contra sobretensiones	54
7.6.5	Protección en corriente continua	54
7.6.1	Protección en corriente alterna	55
7.6.2	Protecciones adicionales	56
7.7	CABLEADO.....	56
7.7.1	Prescripciones generales del cableado	57
7.7.2	Cableado de Corriente Continua	57
7.7.3	Cableado de Corriente Alterna	58
7.7.4	Cableado de Media Tensión	59
7.8	PUESTA A TIERRA.....	59
8.	OBRA CIVIL	60
8.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	60
8.2	ESTUDIO GEOTÉCNICO	60
8.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	60
8.3.1	Viales interiores	62
8.3.2	Cimentación de Centro de Transformación	63
8.3.3	Líneas eléctricas.....	63
8.3.4	Excedentes de excavación	64
8.4	VIALES DEL PARQUE FOTOVOLTAICO.....	64
8.5	ZANJAS, ARQUETAS Y CANALIZACIONES	65
8.5.1	Canalización tipo conductores de Media Tensión	65
8.5.2	Canalización tipo conductores Baja Tensión	66



8.5.3	Canalización mediante Perforación Dirigida	66
8.5.4	Arquetas	69
8.6	VALLADO PERIMETRAL	69
9.	FASE DE EJECUCION	70
	DOCUMENTO N°2: CALCULOS	71
1.	CÁLCULOS ELECTRICOS	72
1.1	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	72
1.2	CÁLCULO DE MÓDULOS EN SERIE Y NUMERO DE CADENAS	73
1.3	CÁLCULO DE CONDUCTORES EN CORRIENTE CONTINUA	75
1.3.1	Calculo por sobreintensidad	75
1.3.1	Calculo por caída máxima de tensión	76
1.4	CÁLCULO DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA	83
1.4.1	Calculo por sobreintensidad	83
1.4.2	Calculo por máxima caída de tensión	88
1.5	CÁLCULOS DE MEDIA TENSIÓN (C.T. 1.125 kVA)	89
1.5.1	Características generales	89
1.5.2	Potencia a transportar	90
1.5.3	Caída de tensión	91
1.5.4	Perdidas de potencia	91
1.5.5	Intensidad en Alta Tensión	92
1.5.6	Intensidad en Baja Tensión	92
1.5.7	Cálculo de Corrientes de Cortocircuito	93
1.5.8	Dimensionado del embarrado	94
1.6	CÁLCULOS DE MEDIA TENSIÓN (C.T. 2.875 kVA)	95
1.6.1	Características generales	95
1.6.2	Potencia a transportar	95
1.6.3	Caída de tensión	96
1.6.4	Perdidas de potencia	97
1.6.5	Intensidad en Alta Tensión	97
1.6.6	Intensidad en Baja Tensión	98
1.6.7	Cálculo de Corrientes de Cortocircuito	98



1.6.8	Dimensionado del embarrado	99
1.7	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN	100
1.7.1	Alta Tensión	100
1.7.2	Puentes de Alta Tensión	100
1.7.3	Baja Tensión	101
1.7.4	Puentes de Baja Tensión	101
1.8	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.....	102
1.9	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA	103
1.9.1	Centro de transformación	103
1.9.2	Centro de seccionamiento	108
2.	ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS	112
2.1	CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LÍNEAS.....	114
2.1.1	Campo magnético generado por el cableado de BT	116
2.1.2	Campo magnético generado por línea aérea de MT	118
2.2	CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR TRANSFORMADORES.....	118
2.2.1	Cálculo del campo magnético generado en bornas AT y BT	119
2.2.2	Campos Magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión	121
	GESTION DE RESIDUOS.....	123
1.	GESTIÓN DE RESIDUOS	124
1.1	IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	124
1.2	DEFINICIONES	124
1.3	NORMATIVA.....	125
1.4	IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	125
1.5	IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	128
1.6	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....	129
1.7	OPERACIONES DE SEPARACIÓN, REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.....	130
	DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO	132
	DOCUMENTO Nº5: PLANOS	144

DOCUMENTO N°1: MEMORIA



1. ANTECEDENTES

1.1 Introducción

El consumo energético en la sociedad actual crece de forma notable cada año, por lo que llegará un momento en que los recursos naturales usados actualmente se agotarán o se verán reducidos en gran medida.

Además, los sistemas de generación energética tradicionales, como son las centrales nucleares y las centrales térmicas de carbón, tienen un impacto negativo sobre el medioambiente. Por todo ello, urge la necesidad de desarrollar proyectos de generación de energía mediante fuentes renovables, en los que la generación se realiza mediante fuentes inagotables y respetuosas con el medio ambiente.

En particular, la generación mediante energía solar fotovoltaica como fuente de generación renovable, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, siendo una de las fuentes más ecológicas debido al bajo impacto ambiental que presenta. Se caracteriza por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO₂, NO_x y SO_x principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso que es una fuente inagotable.

De un tiempo a esta parte los costes de generación de energía mediante instalaciones solares fotovoltaicas se han reducido drásticamente, estando hoy en día al nivel de las energías convencionales, lo que permite desarrollar instalaciones de generación fotovoltaica en sustitución de las convencionales más caras.

Los sistemas fotovoltaicos con conexión a red son los que presentan mayores expectativas de crecimiento debido a sus bajos costes. Un sistema fotovoltaico conectado a red es el que inyecta toda la energía que produce en la red general de distribución.

Mediante el desarrollo de parques solares se fomenta también la generación distribuida, que hace que dicha generación esté más cerca de los lugares de consumo, lo que reduce las pérdidas energéticas en transporte de las líneas de alta tensión.



2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo definir las características de la Planta Fotovoltaica "ASPARRENA", con una potencia instalada de 4 MW (4,56 MWp), y su correspondiente infraestructura de evacuación. Esto se realiza con el propósito de llevar a cabo las gestiones necesarias ante las administraciones y organismos pertinentes, incluyendo los trámites administrativos para la solicitud de la Autorización Administrativa y la aprobación del proyecto.

La Planta Fotovoltaica "ASPARRENA" estará conectada a la red en suelo no urbanizable, en el punto de conexión otorgado por la empresa distribuidora I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. (i-DE). En fecha 13 de junio de 2023, la sociedad mercantil MAGNA FV, S.L. obtuvo el permiso de acceso y conexión para la instalación "ASPARRENA" con 4 MW de potencia instalada. Esta conexión se realizará directamente a la red de distribución de i-DE, con el número de expediente EXP-01-9041805193.

2.1 Promotor y titular del proyecto

La sociedad MAGNA FV, S.L., identificada con CIF B-13752423 y ubicada en Avenida Zugazarte, 32 – OFICINA 2. 12, Getxo, 48930, Bizkaia, actúa como promotora del proyecto para la nueva Planta Fotovoltaica "ASPARRENA".

2.1 Datos del proyectista

El presente proyecto de ejecución ha sido redactado por:

- Proyectista: Pablo A. Cuela Murguía
- Titulación: Graduado en Ingeniería Eléctrica
- Empresa: Ibersun Renewable, S.L.
- Dirección: Avda. Zugazarte 32, oficina 2.12 – 48930 – Getxo (Vizcaya)
- CIF: B39873989

3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Las actuaciones contempladas en el presente proyecto consisten en la construcción de una planta de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables capaz de generar 4 MW.

La Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009 establece la estrategia y líneas de acción en materia de energía vigente en la Unión Europea. En dicha directiva se establecen los objetivos mínimos en materia de energías renovables que debe alcanzar la Unión Europea, así como cada uno de sus estados miembros. El objetivo establecido es conseguir en el año 2020 una cuota mínima en el consumo final bruto de energía del 20% de energía renovable.

Actualmente está en proceso de elaboración la estrategia marco para el periodo 2020-30, que fijará nuevas metas en la senda de la descarbonización de la energía. Los objetivos de la propuesta inicial eran de al menos el 27 % de procedencia renovable del consumo final bruto de energía para 2030. En su trámite parlamentario (enero de 2018) este objetivo para 2030 ha sido elevado hasta el 35%, en línea con las más ambiciosas propuestas de la Agencia Internacional de las Energías Renovables para Europa.

Por lo tanto, las instalaciones fotovoltaicas generan electricidad a partir de fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas por lo que son inagotables si se utilizan de forma sostenible.

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

- Disminución de la dependencia de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético favorable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.
- Utilización de recursos renovables.
- No emisión de CO₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.
- Según lo expuesto anteriormente, se justifica que la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables es de utilidad pública e interés social.

4. REGLAMENTACION Y NORMATIVA

El presente proyecto se ha elaborado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica en la Comunidad Autónoma Vasca.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus ITC-BT-01 a 52.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión aprobado por el real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen las normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de Autogeneración eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

Obra civil

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- Instrucción hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de julio (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1991 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967.
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de señalización de obras fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

Seguridad y salud

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre dimensiones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.



- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las Obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2014, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Urbanismo y Medio Ambiente

- Ley 42/2007, de 13 de diciembre del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y sus modificaciones posteriores.
- Ley 3/1995 de 23 de marzo sobre vías pecuarias.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley Foral 17/2020, de 16 de diciembre, Reguladora de las Actividades con Incidencia Ambiental
- Ley Foral 35/2002, de 20 de diciembre, de Ordenación del Territorio y Urbanismo
- RD 2135/1980, de 26 de Septiembre, sobre Liberalización Industrial, publicado en el B.O.E. 247/1980.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (B.O.E. num. 85 de 09/04/2022).
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (B.O.E. num. 15 de 18/01/2005).



- Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (B.O.E. num. 38 de 13/02/2008).
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido (B.O.E. num. 276 de 18/11/2003).
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (B.O.E. num. 301 de 17/12/2005).
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (B.O.E. num. 254 de 23/10/2007).
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (B.O.E. num. 178 de 26/07/2012).
- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.
- Reglamento de Instalaciones de protección Contra Incendios (RIPCI) (Aprobado por Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, B.O.E. num. 139 de 12/06/2017).
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) (Aprobado por Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, B.O.E. num. 303 de 17/12/2014).

5. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

5.1 Situación

La Instalación Fotovoltaica “ASPARRENA” se ubica en los parajes de Iguarte, Iarra y Larrabaste del término municipal de Asparrena (Álava), ubicada al este de Amézaga de Asparrena, y su fin es la generación de energía eléctrica e inyección a la línea de 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV).

Las parcelas catastrales en la que se ubicara la instalación fotovoltaica son las siguientes:

Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie (m ²)
2	197	090201970000000000KT	25.158,36
2	200	090202000000000000EO	21.503,6
2	640	090206400000000000MT	28.043,63
2	1509	090215090A00000000AX	28.829,70

Tabla: Datos catastrales

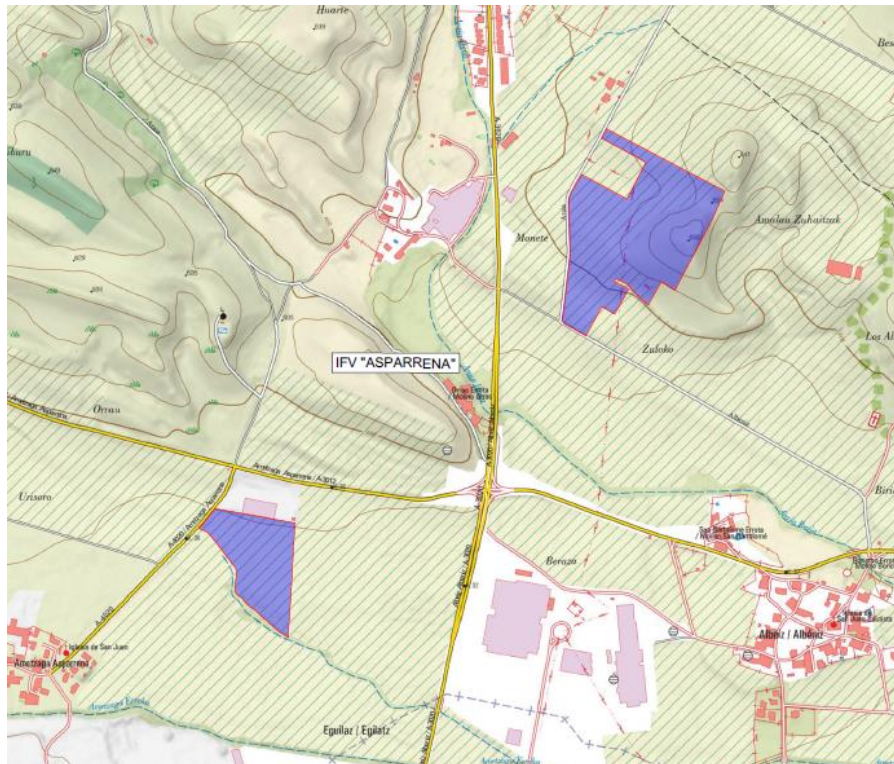


Ilustración: Situación Planta Fotovoltaica “ASPARRENA”



PROYECTO DE EJECUCION DE PLANTA FOTOVOLTAICA
 “ASPARRENA”, ASPARRENA (ÁLAVA)

LURZATI ZEDULA • CÉDULA PARCELARIA

Udalerria - Municipio: ASPARRENA (09) | Pol. - Pól: 02 | Lurzati - Parcela: 0197 | Herria - Población: | Jaukigen data - Fecha de emisión: 30/10/2023

UNITATEEN DATUAK - DATOS DE LAS UNIDADES

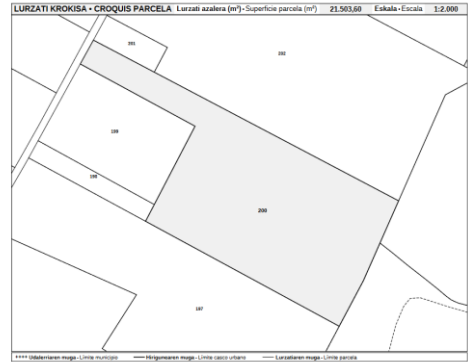
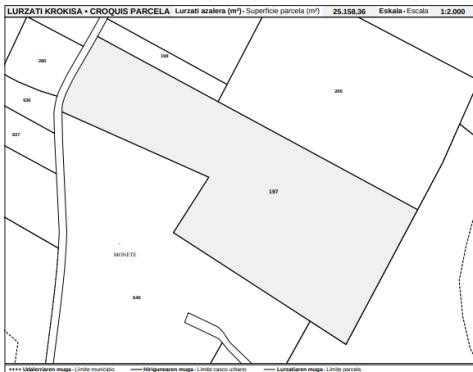
ERREFERENTZIA (*)	ERREFERENTZIA (*)	AZALERA (m ²)	AZALERA (m ²)
REFERENTZIA (*)	REFERENTZIA (*)	SUPERFICIES (m ²)	SUPERFICIES (m ²)
Aspl. Erak. Unid. KD	HELBIDEA EDO AURKINTZA	Nagusia	Esp. kom.
Sub. Erak. Unid. DC	DIRECCION O PARAJE	Prinsipal	Comun
00 0000 0000 KT R	IRASETAS	25.158,36	ERABILERA EDO LABORANTZA
			USO O CULTIVO
			ERABILERA EDO LABORANTZA
			USO O CULTIVO
			ERABILERA EDO LABORANTZA
			USO O CULTIVO

LURZATI ZEDULA • CÉDULA PARCELARIA

Udalerria - Municipio: ASPARRENA (09) | Pol. - Pól: 02 | Lurzati - Parcela: 0200 | Herria - Población: | Jaukigen data - Fecha de emisión: 14/11/2023

UNITATEEN DATUAK - DATOS DE LAS UNIDADES

ERREFERENTZIA (*)	ERREFERENTZIA (*)	AZALERA (m ²)	AZALERA (m ²)
REFERENTZIA (*)	REFERENTZIA (*)	SUPERFICIES (m ²)	SUPERFICIES (m ²)
Aspl. Erak. Unid. KD	HELBIDEA EDO AURKINTZA	Nagusia	Esp. kom.
Sub. Erak. Unid. DC	DIRECCION O PARAJE	Prinsipal	Comun
00 0000 0000 EO R	IRASETAS	21.903,60	ERABILERA EDO LABORANTZA
			USO O CULTIVO
			ERABILERA EDO LABORANTZA
			USO O CULTIVO
			ERABILERA EDO LABORANTZA
			USO O CULTIVO



LURZATI ZEDULA • CÉDULA PARCELARIA

Udalerria - Municipio: ASPARRENA (09) | Pol. - Pól: 02 | Lurzati - Parcela: 0640 | Herria - Población: | Jaukigen data - Fecha de emisión: 30/10/2023

UNITATEEN DATUAK - DATOS DE LAS UNIDADES

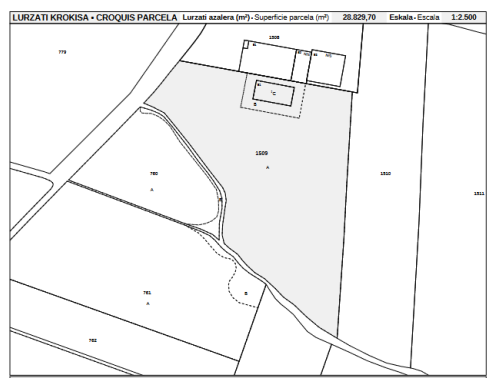
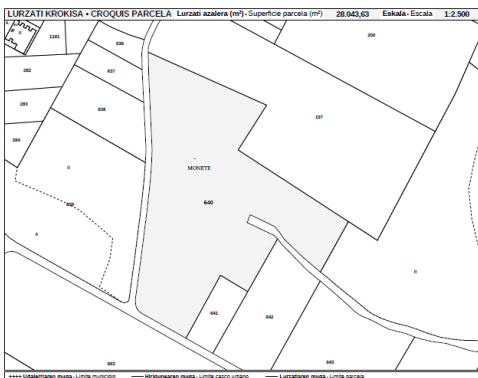
ERREFERENTZIA (*)	ERREFERENTZIA (*)	AZALERA (m ²)	AZALERA (m ²)
REFERENTZIA (*)	REFERENTZIA (*)	SUPERFICIES (m ²)	SUPERFICIES (m ²)
Aspl. Erak. Unid. KD	HELBIDEA EDO AURKINTZA	Nagusia	Esp. kom.
Sub. Erak. Unid. DC	DIRECCION O PARAJE	Prinsipal	Comun
00 0000 0000 MT R	MOBETE	28.943,63	ERABILERA EDO LABORANTZA
			USO O CULTIVO
			ERABILERA EDO LABORANTZA
			USO O CULTIVO
			ERABILERA EDO LABORANTZA
			USO O CULTIVO

LURZATI ZEDULA • CÉDULA PARCELARIA

Udalerria - Municipio: ASPARRENA (09) | Pol. - Pól: 02 | Lurzati - Parcela: 1509 | Herria - Población: AMETZAGA ASPARRENA | Jaukigen data - Fecha de emisión: 23/8/2023

UNITATEEN DATUAK - DATOS DE LAS UNIDADES

ERREFERENTZIA (*)	ERREFERENTZIA (*)	AZALERA (m ²)	AZALERA (m ²)
REFERENTZIA (*)	REFERENTZIA (*)	SUPERFICIES (m ²)	SUPERFICIES (m ²)
Aspl. Erak. Unid. KD	HELBIDEA EDO AURKINTZA	Nagusia	Esp. kom.
Sub. Erak. Unid. DC	DIRECCION O PARAJE	Prinsipal	Comun
00 0000 0000 CV U	DISEÑADOS R	900,04	BILTOKIA LANTZAGIA ETAK - JAURENTZAILER GRAN.
0A 0000 0000 AX R	LARRABASTE	26.628,36	BOARDU MALA AGO LINDORRO LABORA
0B 0000 0000 AQ R	LARRABASTE	1.244,25	EKOIZTEKO EZ DENA - IMPRODUCTIVO



La superficie total de las parcelas es de 103.535,29 m², cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica “ASPARRENA” es de aproximadamente 52.243,13 m².

Desde dicho campo solar partiremos con una línea subterránea de media tensión 30 kV, hasta el punto de conexión concedido por la compañía distribuidora en la línea de 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV).

5.1 Justificación Urbanísticas

El Planeamiento urbanístico vigente existente en el municipio de Asparrena es el Plan de General de Ordenación Urbana (PGOU), cuya aprobación definitiva fue publicada en octubre de 2018 y su entrada en vigor fue a través del BOTHA N°137 el 29 de noviembre de 2017.

5.1.1 Clasificación y calificación del suelo

Según se representa en el Plano Número 3, Emplazamiento en el Plan General de Ordenación Urbana y la información obtenida de los visores urbanísticos, las parcelas afectadas por la Planta Fotovoltaica y por la Línea Eléctrica de Evacuación presentan las siguientes categorías de suelo:

		Categoría de Suelo
Parcela Afectada por la PLANTA	Parcela 197 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 200 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 640 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 1509 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
Parcelas Afectadas por la LINEA DE EVACUACION	Parcela 640 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 90005 del Polígono 2	Camino (009-011-1)
	Parcela 661 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero/Zona Agroganadera alto valor estratégico/Zona de protección de aguas superficiales
	Parcela 90005 del Polígono 2	Rio Araia
	Parcela 29 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona Agroganadera alto valor estratégico/Zona de protección de aguas superficiales
	Parcela 90005 del Polígono 2	Carretera A-3012
	Parcela 664 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona Agroganadera alto valor estratégico
	Parcela 90005 del Polígono 2	Camino Innominado
	Parcela 1967 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 39 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona Agroganadera alto valor estratégico
	Parcela 90005 del Polígono 2	Carretera A-3020
Parcela 1512 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero	

	Parcela 1511 Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 1510 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 1509 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero

Tabla: Categorización del Suelo según PGOU

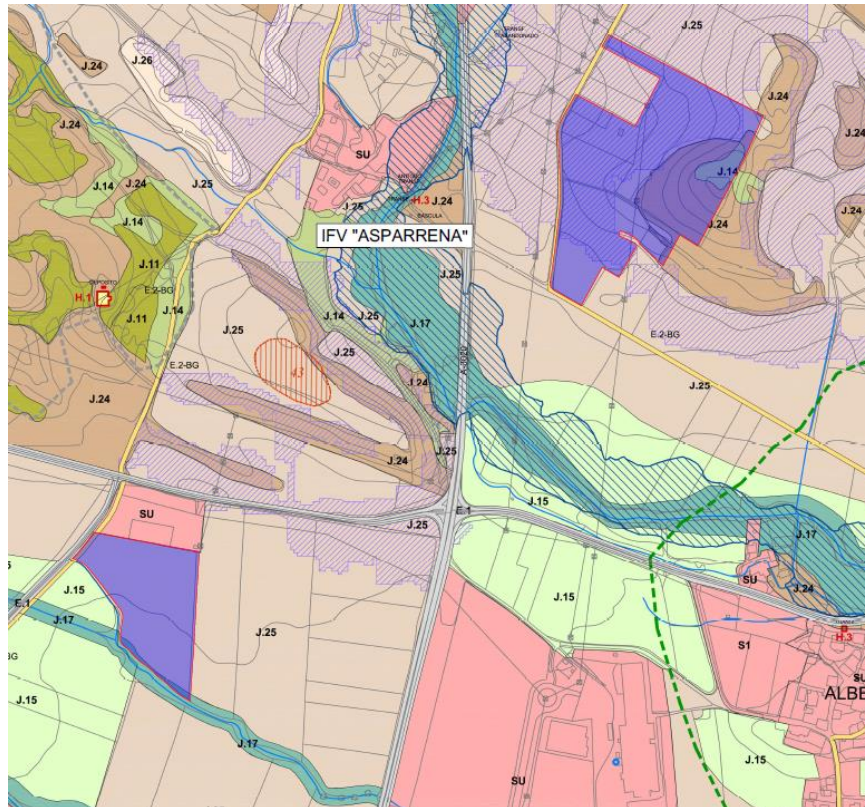


Ilustración: Emplazamiento en el planeamiento urbanístico

5.1.2 Condiciones de implantación

En el artículo 1.6.1.6 de las Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana de Asparrena, se establecen los Parámetros Urbanísticas y Edificatorios específicos de cada uso constructivo. La planta fotovoltaica se encuentra clasificada como una instalación pública o interés social. El resumen de las condiciones se resume en la tabla siguiente:

		NORMAS URBANISTICAS MUNICIPALES	PROYECTO
Con diccio	EDIFICABILIDAD URBANISTICA	0,15 m ² /m ²	CUMPLE

	SUPERFICIE MINIMA	LIBRE	LIBRE
	OCUPACION MAXIMA DE LA PARCELA	10%	CUMPLE
	ALTURA MAXIMA DE PLACA INSTALADA, CORNISA O ALERO	7 m	CUMPLE (altura max. 3 m)
	SEPARACION MINIMA A LINDEROS	10 m	CUMPLE

Tabla. Condiciones de implantación según PGOU

(*) La única construcción proyectada en la implantación será la correspondiente a la edificación prefabricada donde se aloja el Centro de Transformación, cuya superficie aproximada es menor de 15 m².

5.1 Estudio de afecciones

La implantación de la planta fotovoltaica está determinada por una serie de restricciones que reducen el área útil de la parcela. A continuación, se describen las restricciones que presenta el emplazamiento escogido, así como línea de evacuación.

5.1.1 Afección a Ayuntamiento

Según el Plan General de Ordenación Urbana de Asparrena (en adelante PGOU), el suelo donde se hará la implantación está clasificado como Suelo No Urbanizable, con calificación pormenorizada J.25 Zona Preservada de interés agroganadero – Paisaje rural de transición.

La regulación de usos admitidos en la zona J.25 es la contenida en el artículo 1.6.1.2 del PGOU:

- a) *Edificaciones e instalaciones de interés público, citados en el artículo 1.6.1.1. "Clasificación genérica de los usos autorizables directamente por la calificación global en las zonas rurales J.1- de Especial Protección y J.2- Preservadas", punto b. Entre ellos se encuentran las instalaciones técnicas de parques de producción de energías renovables.*

Teniendo en cuenta todo esto, la implantación de la IFV “ASPARRENA” es admisible.

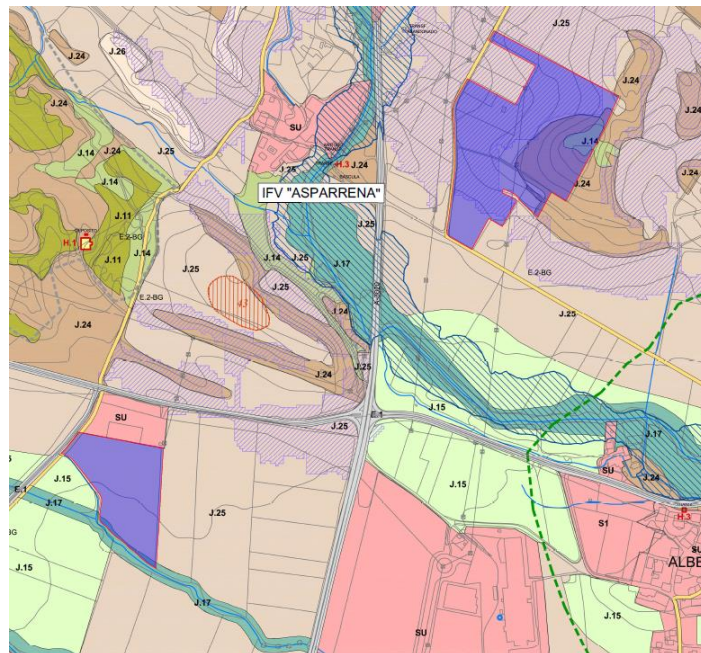


Ilustración. Emplazamiento de la IFV “ASPARRENA” en el PGOU

5.1.2 Afección a Caminos

Según la Norma Foral 6/1995 de 13 de febrero para uso y conservación de Caminos Rurales del Territorio Histórico de Álava se establece las siguientes distancias al dominio público e infraestructuras.

Respecto a caminos (Artículo 17. Línea de Edificación)

- Caminos Rurales, la línea límite de edificación se sitúa a 8 metros de la arista exterior de la zona de dominio público medida en horizontal y perpendicularmente al eje del camino a partir de la mencionada arista.

Los caminos rurales pertenecientes al T.M. de Asparrena afectados por la implantación del proyecto son:

- Camino 009-011-103 (Isla superior)
- Camino 009-011-1 (Isla superior)

En el caso del parque fotovoltaico, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen, se respeta el distanciamiento de 8 metros establecido en la normativa. En cuanto a la línea de evacuación, como se puede ver en los planos adjuntos, se proyecta que parte del trazado afecte al camino 009-011-1. Por ello, se solicitarán las autorizaciones correspondientes para proceder con dicha actuación



Ilustración: Situación respecto a caminos

5.1.3 Afeción a Carreteras

Según lo establecido en el Art. 42 de la Norma Foral 20/1990 del 25 de junio, de Carreteras del Territorio Histórico de Álava, se establece lo siguiente:

“Artículo 42 – Línea de edificación

4.- En las variantes o carreteras de la circunvalación que se construyan al objeto de eliminar las travesías de las poblaciones, la línea límite de edificación se situará a cien metros medidos horizontalmente a partir de la arista exterior de la calzada en toda la longitud de la variante.”

“Artículo 39 – Zona de servidumbre

La zona de servidumbre de las carreteras consistirá en dos franjas de terreno a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de dominio público definida en el artículo anterior y exteriormente por dos líneas paralelas a las

aristas exteriores de la explanación a una distancia de veinticinco metros en autopistas, autovías y vías rápidas y de ocho metros en el resto de las carreteras medidas desde las citadas aristas.”

Las carreteras afectadas pertenecientes al T.M. de Asparrena afectados por la implantación del proyecto son:

A-3012: carretera que discurre por el límite norte de las parcelas donde se ubicaría la instalación. En la parte más cercana a la carretera, se han respetado más de 25 m hasta el vallado y aproximadamente 30 m hasta los módulos más cercanos, cumpliendo así las distancias mínimas establecidas en la normativa antes mencionada.

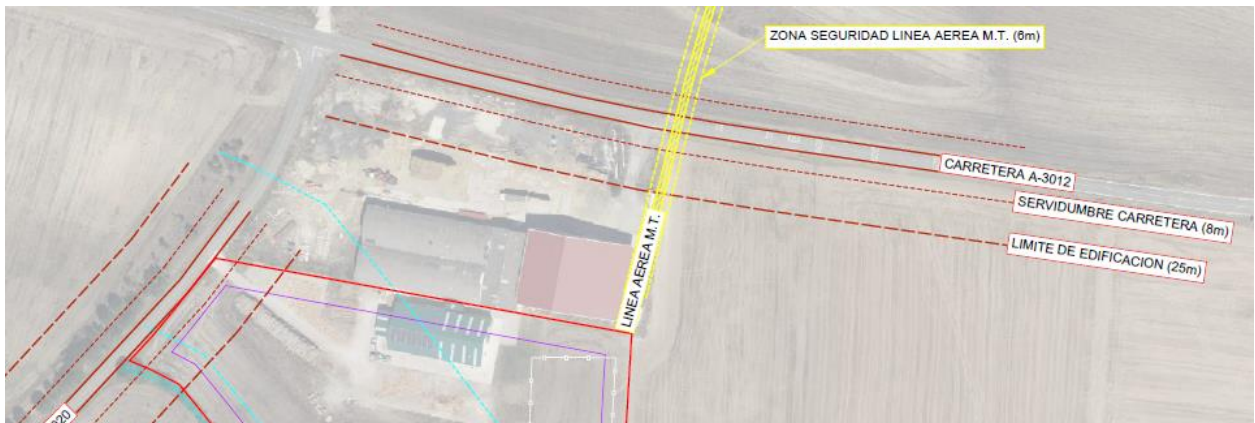


Ilustración: Situación con carretera A-3012 (Planta fotovoltaica)

Además de estar afectado por la implantación, esta carretera A-3012 se encuentra afectada por la línea de evacuación. Como se puede ver en la siguiente imagen, la línea realizará un cruzamiento subterráneo mediante perforación dirigida, situando las arquetas de entrada y salida fuera de la zona de servidumbre de 8m. En las siguientes coordenadas (UTM30 ETRS89):

Pozo de entrada:

- X: 556241.62 m E
- Y: 4747423.33 m N

Pozo de salida:

- X: 556178.04 m E
- Y: 4747314.91 m N

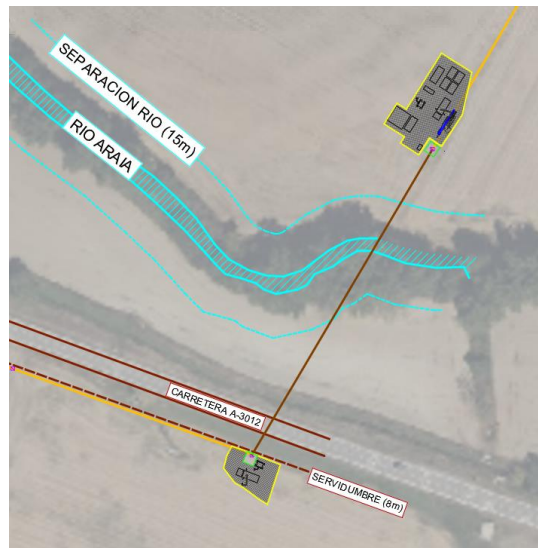


Ilustración: Situación con carretera A-3012 (Perforación Horizontal dirigida)

A-3020: Esta carretera A-3020 se encuentra afectada por la línea de evacuación. Como se puede ver en la siguiente imagen, la línea realizará un cruzamiento subterráneo mediante perforación dirigida, situando las arquetas de entrada y salida fuera de la zona de servidumbre de 8m. En las siguientes coordenadas (UTM30 ETRS89):

Pozo de entrada:

- X: 555894.02 m E
- Y: 4747331.60 m N

Pozo de salida:

- X: 555933.10 m E
- Y: 4747327.86 m N

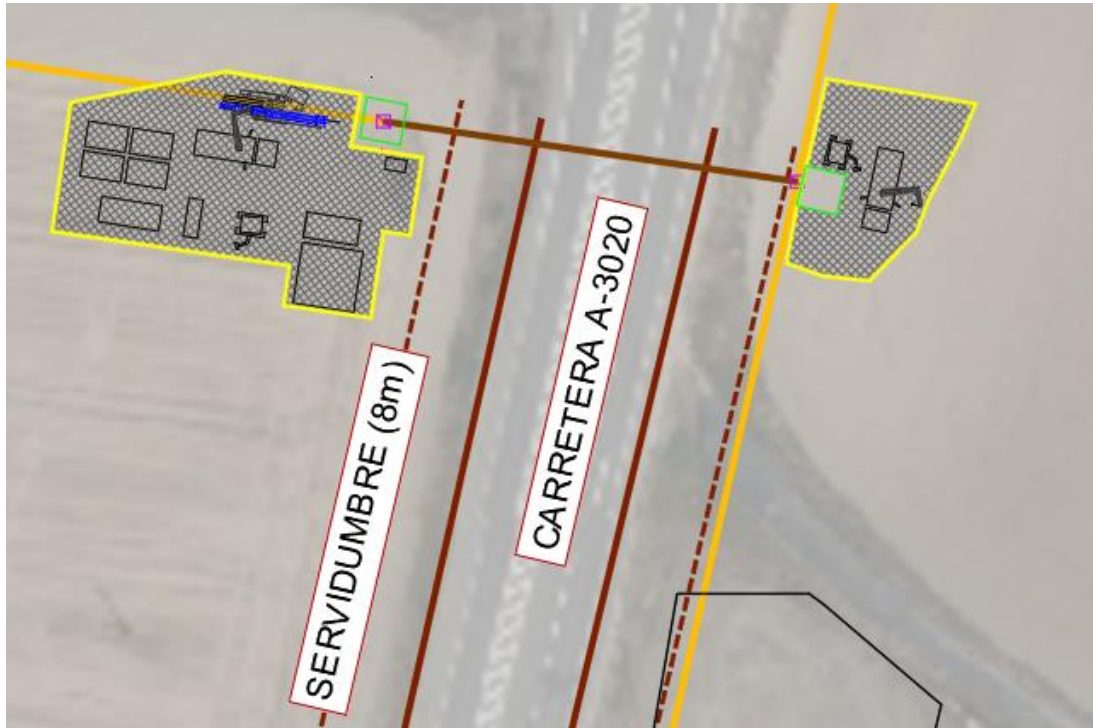


Ilustración: Situación con carretera A-3020 (Perforación Horizontal dirigida)

5.1.4 Afección a Red Hidrográfica

En base a lo definido por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, donde se establece la Delimitación del DPH.

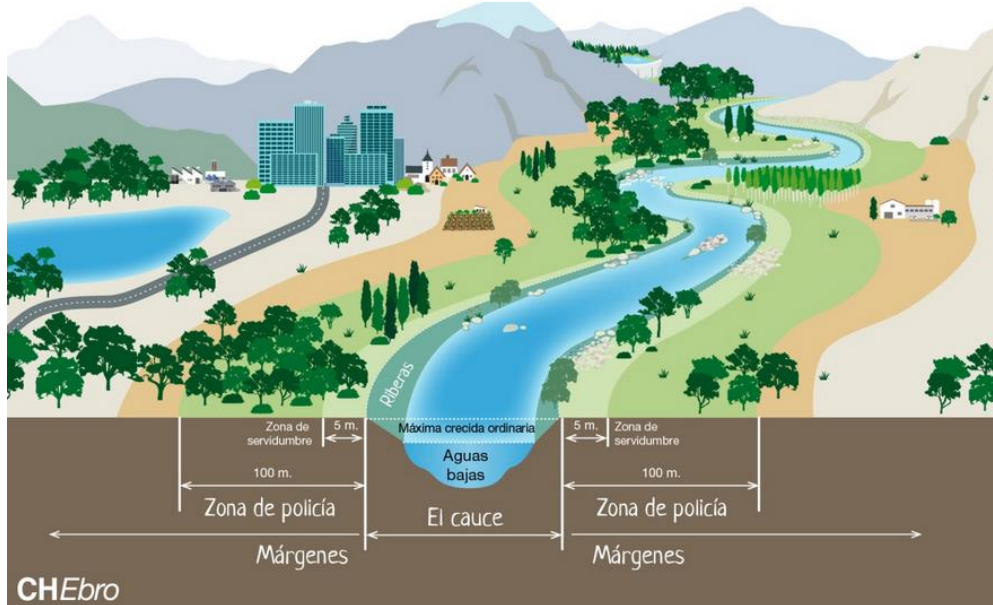


Ilustración. Delimitación del DPH

- **Zona de servidumbre (ZS)** de 5 m de anchura para paso público peatonal, vigilancia, conservación y salvamento, y para el varado de embarcaciones ocasionalmente y por necesidad.
- **Zona de policía (ZP)** de 100 m de anchura, en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en ella se desarrollen. Dicho de otro modo, la ZP se corresponde con los primeros 100 m de la llanura de inundación.

La IFV "ASPARRENA" se encuentra afectada por diversos ríos de la red hidrográfica, el río Lanbieran, río Ametzaga y río Araia. Atendiendo a la clasificación según su componente hidráulica ($1\text{km}^2 < C < 10\text{km}^2$), además de lo indicado en el PTS de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos se establece lo siguiente.

"Epígrafe 5.5.2 Criterios de Ordenación de las Márgenes en Función de su Componente Urbanística, Márgenes Zonificadas como Márgenes en Ámbito Rural:

- 50 metros para los embalses y los tramos de ríos con cuenca afluyente $C > 100\text{ Km}^2$ (tramos de niveles III, IV, V y VI)
- 30 metros para los tramos de ríos con cuenca afluyente $10 < C < 100\text{ Km}^2$ (tramos de niveles I y II)

- 15 metros para los arroyos con cuenca afluyente $1 < C < 10 \text{ Km}^2$ (tramos de nivel 0)
- Para las escorrentías o cursos de agua con cuenca afluyente menor a 1 Km^2 (tramos de nivel 00) será de aplicación lo establecido en la Ley de aguas”

Teniendo en cuenta esto, a la hora de realizar la implantación de la IFV “ASPARRENA” se ha respetado un distanciamiento de 15 m desde los márgenes del cauce.

Al sur de la implantación, discurre el Río Lanbiaran que, según la clasificación de su componente hidráulica, se encuentra entre el intervalo ($10 \text{ km}^2 < C < 50 \text{ km}^2$). Por lo que, atendiendo a lo indicado en el PTS de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos, se respetará un distanciamiento de 15 m al cauce. Se observa en la siguiente imagen:

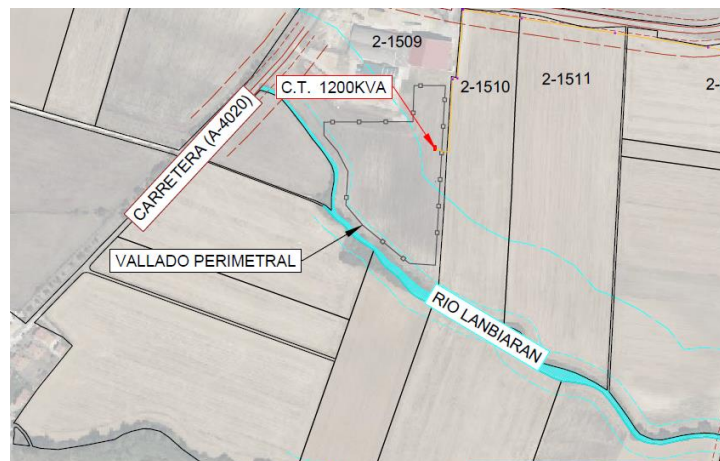


Ilustración: Situación río Ametzaga y río Lanbiaran.

Además de la implantación de la planta fotovoltaica “ASPARRENA”, la línea de evacuación discurre por zona de afección del Río Ametzaga, Río Lanbiaran y Río Araia.

En cuanto al Río Araia, la línea de evacuación realizara un cruzamiento subterráneo con este. Este cruzamiento se desarrollará mediante perforación dirigida, situando los pozos de entrada y salida fuera de los márgenes establecidos en el PTS de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos. En las siguientes coordenadas (UTM30 ETRS89):

Pozo de entrada:

- X: 556241.62 m E
- Y: 4747423.33 m N

Pozo de salida:

- X: 556178.04 m E
- Y: 4747314.91 m N

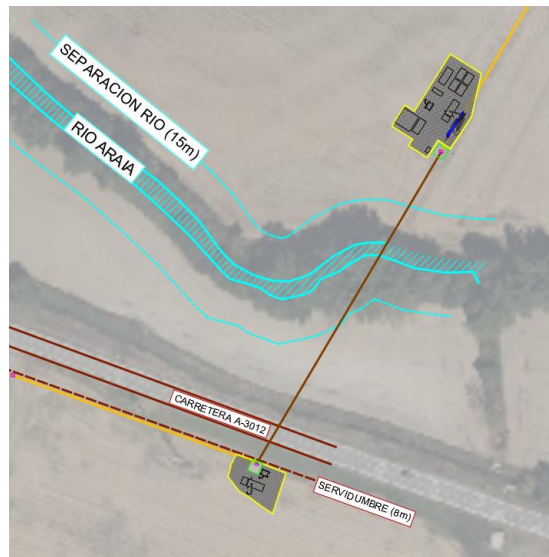


Ilustración: Situación Río Araia

Para la realización de las actuaciones mencionadas, se solicitarán todos los permisos correspondientes a las administraciones adecuadas. El posicionamiento de todas las instalaciones pertenecientes a la línea de evacuación no es definitivo, son dependientes de las contestaciones de los organismos afectados.

5.1.5 Afección Agricultura

Según lo establecido en el Decreto 177/2014, de 16 de septiembre, por el cual se aprueba definitivamente el Plan Territorial Agroforestal de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

“El Plan pormenoriza también la Matriz para la Ordenación del Medio Físico de las DOT, con una regulación por Categorías de usos Propiciados, Admisibles y Prohibidos. En concreto merecen reseñarse las siguientes particularidades:

- a) *Clarificación de las diferencias entre los usos Admisibles (2a) y Prohibidos (3a). En cuanto al uso Admisible (2a), se procederá a realizar un análisis de la afección a la actividad agroforestal y la incorporación de medidas correctoras. En el caso de los usos Prohibidos (3a), el uso no es deseable, aunque, excepcionalmente, será admisible si es avalado por un informe del órgano foral competente en materia agraria y un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental que considere de manera específica la afección sobre la actividad agroforestal.”*

La IFV “ASPARRENA” se encuentra categorizada como instalación técnica de servicios de carácter no lineal Tipo A, según lo establecido en el siguiente artículo.

“Artículo 37.- Instalaciones Técnicas de servicios de carácter no lineal Tipo A.

Incluye un conjunto amplio de instalaciones que ocupan grandes superficies:

- *Parkings de estacionamiento de vehículos al aire libre (no considerados como uso asociado a áreas recreativas).*
- *Plantas potabilizadoras y de tratamiento de agua.*
- *Embalses o grandes depósitos de agua.*
- *Centrales productoras de energía eléctrica.*
- *Plantas de generación de energía a partir de biomasa.*
- *Estaciones transformadoras de superficie superior a 100 metros cuadrados.*
- *Centrales de captación o producción de gas.*
- *Infraestructuras portuarias.*
- *Plantas depuradoras y de tratamiento de residuos sólidos y cualesquiera otras instalaciones de utilidad pública y similar impacto sobre el medio físico.*
- *Otras asimilables a las anteriores en cuanto a ocupación de superficie.”*

Como se ve en la siguiente imagen, la IFV “ASPARRENA” se encuentra ubicada casi en su totalidad en zona Residencial; Industrial; Equipamiento e Infraestructuras. Udalplan 2013. Por otra parte, existen partes pequeñas de la implantación ubicadas en Zona Agroganadera: Alto Valor Estratégico y Zona Agroganadera: Paisaje Rural de Transición.



Ilustración: Clasificación Suelo Agroforestal

En la siguiente tabla extraída del Boletín oficial del País Vasco, del viernes 17 de octubre de 2014, se establece la admisibilidad según la categorización del uso donde se puede apreciar que el desarrollo IFV "ASPARRENA es admisible.

USOS	CATEGORÍAS DE ORDENACIÓN							MEJORA AMBIENTAL	PROTECCIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES
	AGROGANADERO Y CAMPINA		MONTE						
	Estratégico	Paisaje Transición	Forestal-Monte Ralo	Forestal	Pastos Montanos	Pastos montanos-Roquedos			
PROTECCIÓN AMBIENTAL									
Mejora Ambiental	2	2	1	2	2	2	1*	1	
OCIO Y ESPARCIMIENTO									
Recreo extensivo	2	2	2	2	2	2	2	-	
Adaptación y uso de áreas de recreo intensivo	2a	2a	2a	2a	2a	3	2a	-	
Construcciones y grandes instalaciones ligadas al recreo intensivo	2a**	3a**	2a	2a	2a	3a	3a	-	
Actividades cinegéticas y piscícolas	2	2	2	2	2	2	2	2	
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PRIMARIOS									
Prácticas agrarias	1	1*	2*	2a*	3	3	3	2*	
Construcciones relacionadas con explotación agraria	2a	2a*	3a*	3a*	3	3	3	3	
Prácticas ganaderas	2	2	2*	2*	1*	2*	2*	2*	
Construcciones relacionadas con explotación ganadera	2a*	2a*	3a*	3a*	3a*	3	3	3	
Prácticas forestales	2a*	2*	1*	1*	2*	2*	1*	2*	
Construc. relacionadas con explotación forestal	3a	2a	2a	2a	3	3	3	3	
Industrias Agrarias	2a**	3a**	2a	3a	3	3	3	3	
Actividades extractivas	-	-	-	-	-	-	-	-	
INFRAESTRUCTURAS									
Vías de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	
Caminos rurales y pistas	2a	2a	2a	2a	2a*	3	2a	-	
Líneas de tendido aéreo	2a	2a	2a	2a	3a	3	2a	-	
Líneas subterráneas	2a	2a	2a	2a	3a	3a	2a	-	
Inst. Técnicas de Servicios Tipo A	2a**	3a**	2a	2a	3a	3	3	-	
Inst. Técnicas de Servicios Tipo B	2a	2a	2a	2a	2a	3a	2a	-	
Escombreras y vertederos de residuos sólidos	3a	2a	2a	2a	3	3	2a	-	

Tabla: Admisibilidad de uso

5.1.6 Afección Medio Ambiente

Desde el punto de vista medioambiental se procederá a la identificación de los posibles condicionantes medioambientales asociados a la construcción de la PSF, compatibilizando el desarrollo económico con la conservación del medio natural dentro del marco de un desarrollo sostenible.

Se consideran dos conceptos básicos:

- Factor medioambiental: cualquier elemento o aspecto del medio ambiente susceptible de interactuar con las acciones asociadas al proyecto a ejecutar, cuyo cambio de calidad genera un impacto medioambiental.
- Impacto medioambiental: alteración que introduce una actividad humana en el entorno; este último concepto identifica la parte del medio ambiente que Interacciona con ella.

Tras un primer análisis se observan los siguientes condicionantes ambientales:

ZONAS DE ESPECIAL PROTECCION PARA LAS AVES (ZEPA)	SIN INCIDENCIA
ZONAS ESPECIALES DE CONSERVACIÓN (ZEC)	SIN INCIDENCIA
LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA (LIC/HIC)	SIN INCIDENCIA



PROTECCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	SIN INCIDENCIA
ÁREAS DE PROTECCIÓN	SIN INCIDENCIA
CURSOS DE AGUA PROXIMOS	RIO LAMBIARAN, RIO AMETZGA Y RIO ARAIA
ARROYOS EN LA PARCELA	NO
EXISTENCIA DE FLORA/FAUNA PROTEGIDA	NO
ELEMENTOS ARQUEOLOGICOS AFECTADOS	NINGUNO

Tabla. Afección Medio Ambiente

En base a los Anexos II.E y I.C de la Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi, este proyecto está sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada y a licencia de actividad clasificada, respectivamente. Ambos procedimientos se describen en la citada Ley.

6. DESCRIPCION DE LA INSTALACION

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica constan de dos componentes esenciales. En primer lugar, está el generador fotovoltaico, donde la radiación solar se recoge y transforma en electricidad a través de módulos fotovoltaicos. La segunda parte se encarga de transformar la energía de corriente continua a corriente alterna, proceso realizado por los inversores y transformadores, para su posterior inyección en la red.

La planta solar fotovoltaica en cuestión está compuesta por 6.510 módulos fotovoltaicos del modelo CS7W de 700 Wp de Canadian Solar, o equivalente, que forman un campo solar con una potencia pico de 4,56 MWp.

Estos módulos se dividen en dos partes, de tal forma que en las parcelas 2-197,2-640 y 2-200, se tienen 4.620 módulos fotovoltaicos y en la parcela 2-1509 se obtienen 1.890 módulos fotovoltaicos.

Estos módulos fotovoltaicos transforman la radiación solar en energía eléctrica, produciendo corriente continua, por lo que para transformar la corriente continua en corriente alterna se instalan inversores fotovoltaicos. En el presente proyecto se ha previsto el uso de 32 inversores tipo string SG125HV de Sungrow o similar, los cuales dotan a la instalación de una potencia nominal de 4 MWn.

La instalación estará formada por 191 seguidores de 30 módulos y 52 seguidores de 15 módulos, sumando un total de **6.510 módulos**.

6.1 Línea de evacuación

A continuación, se describe la línea eléctrica de evacuación de 30 kV, encargada de transportar la energía generada en el parque fotovoltaico hasta el punto de conexión otorgado por la compañía. Se trata de una línea subterránea de 30 kV de tensión. En cuanto al conductor utilizado es el siguiente.

- Tramo subterráneo – RHZ1 18/30 3(1x240) mm²

6.1.1 Trazado

Para describir el trazado de la línea de evacuación, se detallarán los recorridos desde cada centro de transformación hasta el centro de seccionamiento. En primer lugar, se describe la línea de evacuación que partirá a 30 kV desde el centro de transformación de 1.125 kVA, con coordenadas UTM (Huso 30):

- X = 555513,16 m E
- Y = 4747240,82 m N

Desde el centro de transformación de 1.125 kVA, la línea iniciará su recorrido hacia el norte, por los lindes de la parcela 2-1510, paralela a la carretera A-3012 la línea se dirigirá hacia el este, atravesando las parcelas 2-1511 y

saliendo de la parcela 2-1512 hacia la 90005, donde continuará hasta encontrarse con la carretera A-3020, tal y como se observa en la siguiente imagen:

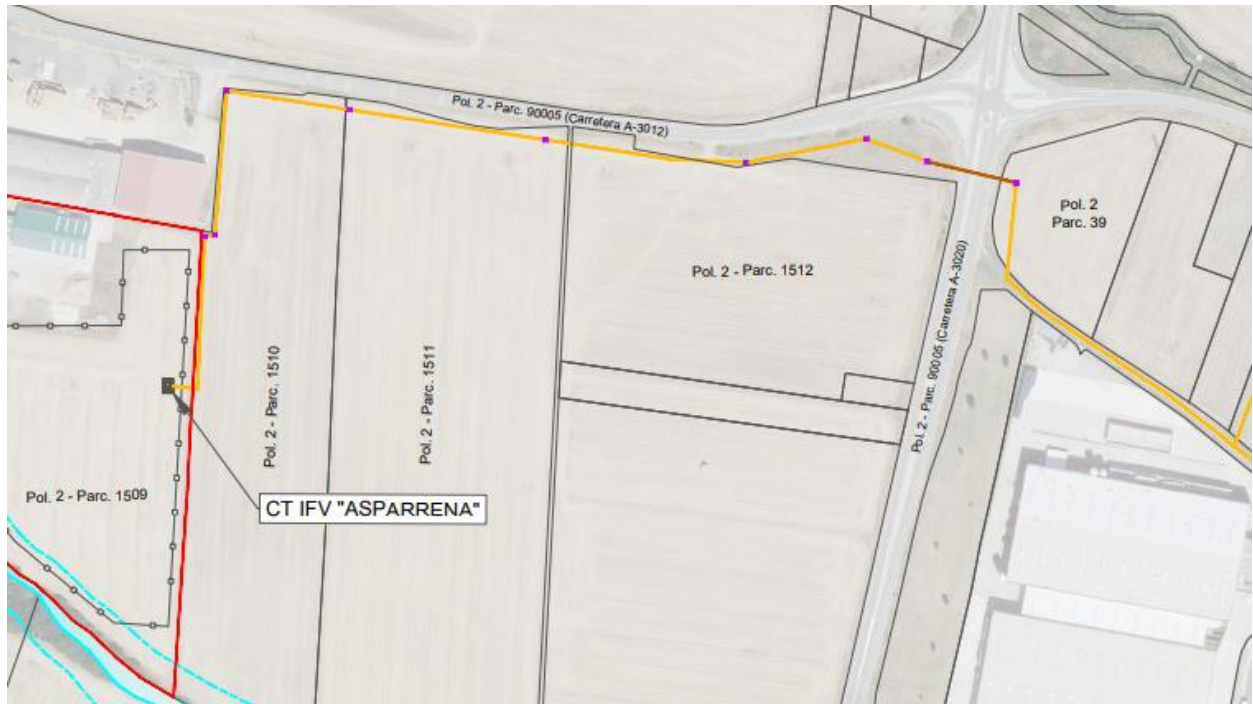


Ilustración. Recorrido de la línea de evacuación I.

Para el cruce de la carretera, se realizará una perforación horizontal dirigida, ocupando temporalmente las parcelas 2-90005 y 2-39. Desde la parcela 39 seguirá hacia el sur hasta entrar en el camino de la parcela 90005, por la cual seguirá hacia el sudeste. Será entonces cuando la línea de evacuación del centro de transformación de 1.125 kVA se encuentre con la línea de evacuación del centro de transformación de 2.875 kVA, en el punto con coordenadas UTM (Huso 30):

- X = 556048,58 m E
- Y = 4747210,38 m N

Desde este punto, ambas líneas de evacuación continuarán el recorrido de forma conjunta, para llegar al centro de seccionamiento. La línea seguirá en la misma dirección, hasta llegar a la parcela 2-1967, parcela donde se ubicará el centro de seccionamiento, con coordenadas UTM (Huso 30):

- X = 556089,39 m E
- Y = 4747167,69 m N

En el centro de seccionamiento finaliza el recorrido de la línea de evacuación para el centro de transformación de 1.125 kVA, con una distancia recorrida total de 766,88 metros.

Por último, se describe la línea de evacuación que partirá a 30 kV desde el centro de transformación de 2.875 kVA, con coordenadas UTM (Huso 30):

- X = 556180,23 m E
- Y = 4747798,03 m N

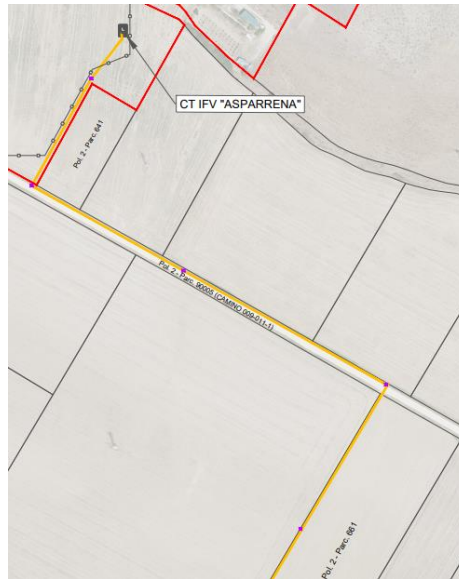


Ilustración. Recorrido de la línea de evacuación II.

La línea iniciará su recorrido hacia el sur, atravesando la parcela 2-641 por sus lindes e introduciéndose en el camino (009-011-1). Este camino, será recorrido hasta llegar a la altura de la parcela 2-661, por la cual la línea se introducirá, para poder continuar su recorrido. Como se ha mencionado anteriormente, la línea de evacuación del centro de transformación de 2.875 kVA, debe juntarse con la línea de evacuación del centro de transformación de 1.125 kVA, en el punto con coordenadas UTM (Huso 30):

- X = 556048,58 m E
- Y = 4747210,38 m N

Para poder llegar a dicho punto, la línea debe atravesar el Río Araia y la carretera A-3012, para ello se realizará una perforación horizontal dirigida, ocupando temporalmente las parcelas 2-661 y la 2-664, y atravesando de forma subterránea la carretera A-3012, el Río Araia y la parcela 2-29, tal y como se observa en la siguiente imagen:

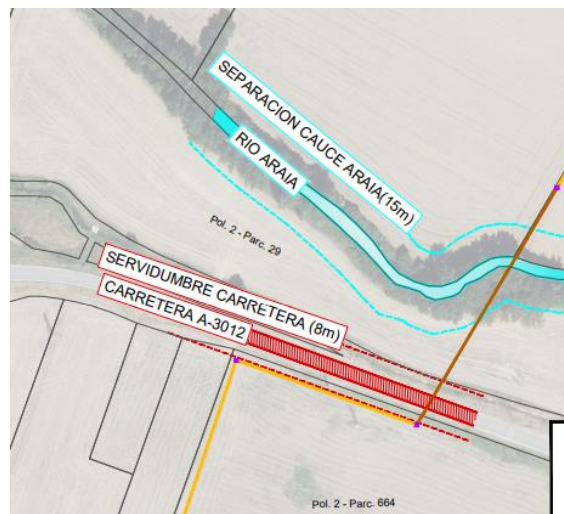


Ilustración. Recorrido de la línea de evacuación III.

Una vez realizado el cruzamiento, la línea se dirigirá hacia el oeste, de forma paralela a la carretera A-3012, y cambiará a dirección hacia el sur en el linde de la misma parcela para juntarse con la línea proveniente del centro de transformación de 1.125 kVA.



Ilustración. Recorrido de la línea de evacuación V.

Como se observa en la imagen anterior, la línea de evacuación procedente del centro de transformación de 2.875 kVA, continuará su recorrido hasta el centro de seccionamiento compartiendo infraestructura con la línea de evacuación del centro de transformación de 1.125 kVA.



La línea de evacuación procedente del centro de transformación de 2.875 kVA, recorrerá un total de 953,65 metros desde el centro de transformación hasta el centro de seccionamiento.

Para realizar la conexión desde el centro de seccionamiento hasta el punto de conexión concedido, se plantea ejecutar este último tramo de manera subterránea. Sin embargo, no se detallará más sobre esta conexión, ya que no corresponde a este proyecto.

Las parcelas catastrales por las que transcurre la línea son las siguientes:

Nº	POLIGONO	PARCELA	REF CATASTRAL	MUNICIPIO
1	2	640	090206400000000000MT	Asparrena
2	2	90005	S.R.C. (CAMINO 009-011-1)	Asparrena
3	2	661	090206610A0000000000GZ	Asparrena
4	2	90005	S.R.C. (RIO ARAIA)	Asparrena
5	2	29	090200290A0000000000EP	Asparrena
6	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3012)	Asparrena
7	2	664	090206640000000000LR	Asparrena
8	2	90005	S.R.C. (CAMINO)	Asparrena
9	2	1967	090219670B0000000000KX	Asparrena
10	2	39	090200390000000000LS	Asparrena
11	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3020)	Asparrena
12	2	1512	090215120000000000EW	Asparrena
13	2	1511	090215110000000000LO	Asparrena
14	2	1510	090215100000000000FT	Asparrena
15	2	1509	090215090A0000000000AX	Asparrena

Tabla. Parcelas afectadas por la línea.

7. COMPONENTES DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA

7.1 Módulos fotovoltaicos

La instalación fotovoltaica se compone de 6.510 módulos fotovoltaicos del modelo S7W de 700 Wp de Canadian Solar o similar, que forman un campo solar de una potencia pico 4,56 MWp. A continuación, se muestran las principales características de los módulos:

Módulos fotovoltaicos (CS7N-700MS)	STC	NOMT
Potencia máxima (W)	700	529
Voltaje máximo (Vmp)	40	37,80
Corriente máximo (Imp)	17,51	14,00
Voltaje circuito abierto (Voc)	47,90	45,40
Corriente cortocircuito (Isc)	18,49	14,95
Eficiencia STC (%)	22,5	
Temperatura operación (°C)	-40 °C / +85°C	
Voltaje máximo del sistema (V)	1500 V	
Capacidad máx. de fusible serie	35 A	
Coef. de temperatura de Pmax (%/°C)	-0,29	
Coef. de temperatura de Voc (%/°C)	-0,25	
Coef. de temperatura de Isc (%/°C)	0,05	

Tabla. Características modulo fotovoltaico

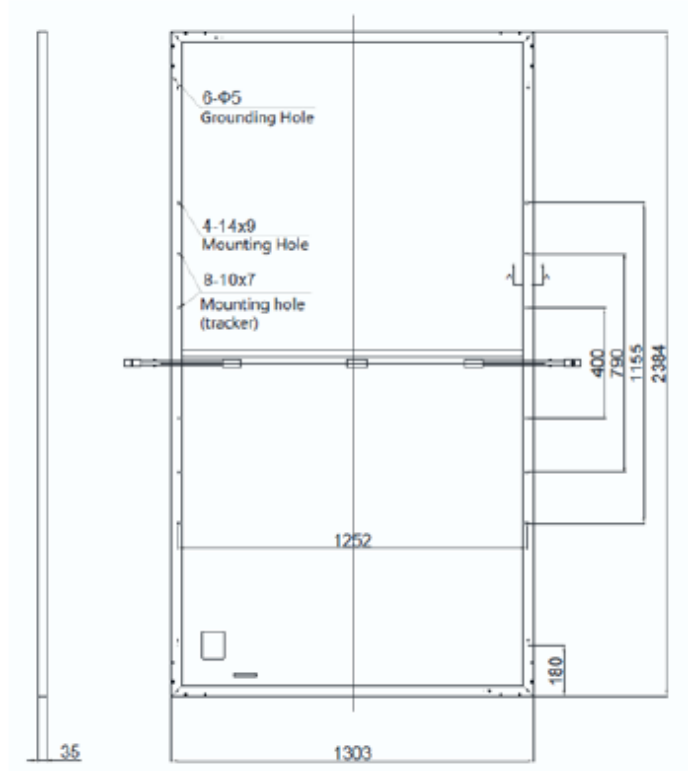


Ilustración. Modulo fotovoltaico CS7N

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, acreditándolo mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Además, cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnéticas (2004/108/CE).

7.2 Inversor fotovoltaico

La corriente generada en los módulos fotovoltaicos es corriente continua, y tendrá que ser convertida a corriente alterna con las mismas características que la red de distribución de electricidad, para poder ser cedida a ella. Esto se consigue mediante los inversores de corriente.

Los inversores dispuestos en el proyecto son tipo string y estáticos, concretamente el modelo SG125HV de Sungrow o similar. El número de inversores necesarios, teniendo en cuenta la potencia de la planta y la potencia unitaria de cada inversor, será de 32 unidades a los cuales se conectarán strings de 15 y 30 módulos en serie cada uno, dotando a la instalación de una potencia nominal de 4 MWn.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Procedimiento para las medidas de prevención de aislamiento para inversores fotovoltaicos interactivos.

Los inversores cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).

Los inversores irán instalados sobre estructuras de celosía hincadas directamente sobre el terreno.



Ilustración. Inversor SG125HV

De forma general, las características de inversor empleado son las siguientes:

Inversor (SG125HV)	
Valores de entrada CC	
Tensión máxima de entrada (V)	1.500
Corriente de entrada máxima (A)	148
Corriente de cortocircuito máxima (A)	240
Tensión de arranque (V)	860
Rango de tensión por (V)	860-1450V
Tensión nominal de entrada (V)	860-1250V
Número independiente de entradas MPP	1
Número de entradas CC	1
Valores de salida CA	
Potencia (kVA)	125
Tensión nominal de salida (V)	600
Intensidad máxima de salida (A)	120
Frecuencia nominal de red de CA (Hz)	50
Rango voltaje AC (V)	480 - 690
Distorsión armónica total máxima	< 3%

Tabla. Características inversor fotovoltaico

A continuación, se muestra el diagrama de circuito interno del inversor:

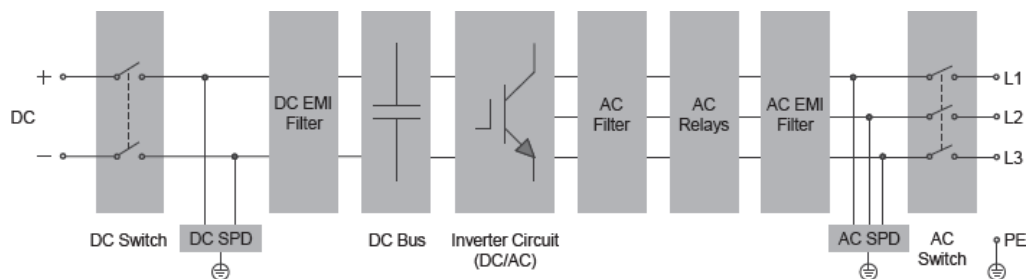


Ilustración. Diagrama de circuito del inversor

Los inversores cumplirán con las directivas de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en cortocircuito y por tanto se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.
- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de red, etc.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección y ventilación forzada. En el caso de que la temperatura interior del equipo aumente, el equipo está diseñado para dar menos potencia a fin de no sobrepasar la temperatura límite, si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.
- Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
- Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes: o Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz C.A.

7.3 Estructura soporte (seguidores)

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura de soporte que permita un buen anclaje al terreno y proporcione la inclinación idónea de los mismos en cada momento, realizando un seguimiento solar este – oeste, con eje norte – sur.

Además de resistir con el peso de los módulos fotovoltaicos, esta estructura de soporte debe resistir las sobrecargas de viento y nieve, tal y como establece el código técnico de la edificación.

El seguidor solar consigue incrementar la productividad de los módulos con respecto a un sistema fijo, en más de un 20 %, lo que permite maximizar la instalación con el mismo número de módulos fotovoltaicos.

Cada seguidor solar cuenta con un autómata PLC independiente de los demás y programable, mediante el cual el seguidor realiza el seguimiento solar astronómico, actúa en función del clima exterior y permite una operación a distancia.

Los seguidores se conectan a una estación meteorológica que con la ayuda de autómata PLC, se orienta ante las diversas situaciones climatológicas. La programación del autómata permite actuar al seguidor ante nieve, tormenta eléctrica, niebla, oscuridad y viento.

Estos seguidores funcionan mediante un accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de 155 W de potencia.

La estructura de soporte empleada permitirá las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, tal y como establece el fabricante en sus especificaciones.

La estructura de soporte escogida para la presente instalación fotovoltaica es el modelo Monoline 1V de la marca PVhardware o similar, y se trata de un seguidor a un eje este – oeste, con eje norte – sur.

Esta estructura de soporte se compone de dos ejes principales simétricos con respecto a una unidad de giro central, alineados en dirección norte – sur. Encima de las vigas principales se instalan los módulos fotovoltaicos. La estructura esta soportada por una serie de pilares formados por perfiles tipo HEB y C hincados 1,50 metros en el terreno.

Cada seguidor es independiente entre sí desde el punto de vista estructural, y tienen la capacidad de adaptarse a pendientes de hasta 23,5% hacia el eje norte – sur e ilimitado hacia el este – oeste en el mismo tracker.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales, mediante galvanización en caliente, que garantice la integridad de la estructura durante la vida útil de la instalación fotovoltaica.

El dimensionamiento de los pilares irá precedido de un estudio geotécnico del terreno, que limitará la profundidad necesaria de hincado y su dimensión óptima, de forma que se aprovechen los materiales de forma óptima.



Ilustración. Seguidor solar a 1 eje N-S. Configuración 1V

7.4 Instalación de Media Tensión

7.4.1 Red Subterránea de Media Tensión

Línea Subterránea de M.T. que une el Centro de Seccionamiento con los Centros de Transformación

El trazado descrito anteriormente, que une los centros de transformación con el centro de seccionamiento, utiliza un conductor de las siguientes características técnicas:

Conductor (RHZ1 18/30kV)

Características	
Longitud	1.059,30 metros y 1438,29 metros, en total 2.497,59 metros
Origen	Centro de Seccionamiento ubicado en la parcela 1961 del polígono 2
Fin	Centro de Transformación 1.125 kVA, ubicado en la parcela 1509 del polígono 2 Centro de Transformación 2.875 kVA, ubicado en la parcela 640 del polígono 2
Sección	3x1x240 mm ²
Tensión	18/30 kV
Conductor	Aluminio compactado
Aislamiento	XLPE
Pantalla metálica	Pantalla de cables de Cu.

Tabla. Características del conductor CS - CT

7.4.2 Centro de Seccionamiento

Tal y como indican las condiciones de conexión emitidas por la compañía distribuidora, i-DE, se requiere la construcción de un centro de seccionamiento telemandado cuyo titular final será I-DE Redes Eléctricas Inteligentes. Este centro estará dotado de 11 posiciones de línea y un transformador, distribuidas del siguiente modo: 2 celdas para la instalación fotovoltaica Asparrena, 2 celdas de entrada, 2 celdas de salida, 2 celdas de derivación para STR Asparrena, 2 celdas de derivación para STC Recu. Férricas y una celda de protección.

Para ubicar estas instalaciones, se instalará un centro de seccionamiento tipo monobloque modelo PFU-7 para exterior de Ormazabal o similar, que se instalará a pie de la línea ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV).



Edificio prefabricado de hormigón

Se trata de una envolvente de hormigón armado que cumplirá con las características generales especificadas en la NI 50.40.04 para centros de seccionamiento independientes de superficie, de maniobra exterior, para conexión de instalaciones particulares hasta 36 kV.

Las características principales del Edificio se detallan a continuación:

- El Edificio tendrá unas dimensiones de 8.080 mm de longitud por 2.585 mm de altura y 2.380mm de anchura.
- A lo largo de todo el perímetro se ejecutará una acera de 120 cm de anchura y 15 cm de espesor. Estará compuesta por un mallazo redondo de 4 mm de diámetro con rejilla de 30 x 30.
- Dispondrá de una única puerta de acceso para compañía.
- En el Edificio se instalará un transformador de 50kVA se dejará la correspondiente ventilación mediante rejillas homologadas de acero galvanizado antivandálicas.

Celdas de media tensión

En el interior del Centro de Seccionamiento se instalará un sistema de celdas 10L1P (10 celdas de línea, 1 de protección) de la marca Ormazábal con aislamiento integral SF6.

Cumplirán lo especificado en la Norma NI 50.42.11 Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36kV, prefabricadas con dieléctrico de SF6, para CT.

10 Celdas modulares de línea CGM.3-L (630A / 20 kA – M.Motor – eKorRCI), corte y aislamiento integral en SF6, interruptor seccionador de tres posiciones (cat.E3 según normas IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra e indicador de presencia de tensión.

- $V_n = 36 \text{ kV}$
- $I_n = 630 \text{ A}$
- $I_{cc} = 20 \text{ kA}$
- Mando motor (Clase M2, 5000 maniobras)

Incluye:

- Indicador presencia de tensión
- Relé de control integrado comunicable eKorRCI con detección de sobreintensidades (fase-tierra y fase-fase) y con detector de presencia/ausencia de tensión
- Sensores de tensión e intensidad.

1 Celda modular de protección transformador con interruptor automático CGM.3-V (630A / 20 kA – M.Motor), aislamiento integral SF6, equipada con interruptor automático de corte en vacío (cat.E2 según normas IEC 62271-100), con mando motor. Seccionador de tres posiciones (cat.E2 según normas IEC 62271-102), conexión-seccionamiento-puesta a tierra e indicador de presencia de tensión, con mando manual.

- $V_n = 36\text{kV}$
- $I_n = 630\text{ A}$
- $I_{cc} = 20\text{ kA}$

Transformador

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 50 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 30 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2). **Denominación Iberdrola TC-50/36/30 B2-O-PE código 72 29 105. NI 72.30.00.**

-Otras características constructivas:

Regulación en el primario:	+2,5%, +5%, +7,5%, +10%
Tensión de cortocircuito (Ecc):	4%
Grupo de conexión:	Yzn11
Protección incorporada al transformador:	Sin protección propia
Tipo Interior/Caseta (TC)	

7.4.3 Centro de Transformación (1.125 kVA)

Una vez que los inversores fotovoltaicos han transformado la energía eléctrica a corriente alterna, se dispone de un centro de transformación donde se aloja el transformador de potencia para elevar la tensión de la energía generada.

El Centro de transformación proyectado estará compuesto por las siguientes partes y materiales:

Edificio prefabricado de hormigón

El Edificio prefabricado de hormigón tipo PFU-4 de ORMAZABAL y estará formado por un envolvente monobloque de hormigón tipo caseta, de instalación de superficie y maniobra interior (s/norma IEC 62271-202), con capacidad para **un transformador de 1.125 kVA**, las celdas de media tensión que se describen en el punto siguiente, el Cuadro General de Baja Tensión, el Cuadro de Servicios Auxiliares y el Control y monitorización de la Planta. El edificio tendrá unas dimensiones exteriores de 4.460 mm de longitud por 3.045 mm de altura y 2.380 mm de anchura y una distribución que cumple con lo estipulado en la MIE-RAT-14.

A lo largo de todo el perímetro se ejecutará una acera de 120 cm de anchura y 15 cm de espesor. Estará compuesta por un mallazo redondo de 4 mm de diámetro con rejilla de 30 x 30.

Transformador de potencia

Para dar servicio al PFV se contará con un transformador JARA de 1.125 kVA, sumergido en líquido dieléctrico con las siguientes características:

Datos Generales	
Tensión de primario	30kV
Tensión de secundario	600V
Regulación en vacío	$\pm 2,5 \pm 5 \pm 10 \%$
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50Hz
Tensión de cortocircuito a 75°C	6%
Perdidas en carga	10.450 W
Perdidas en vacío	983 W

Tabla. Datos generales transformador

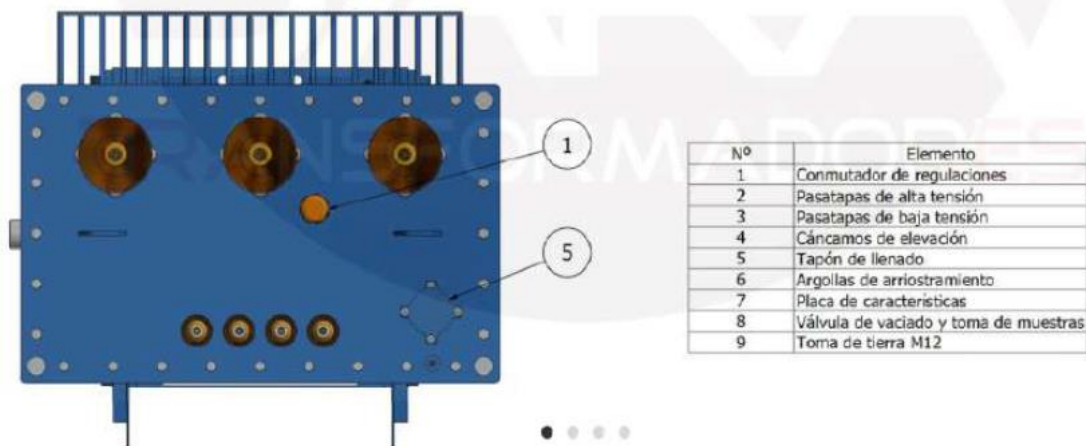


Tabla. Transformador de 1.125 kVA en planta

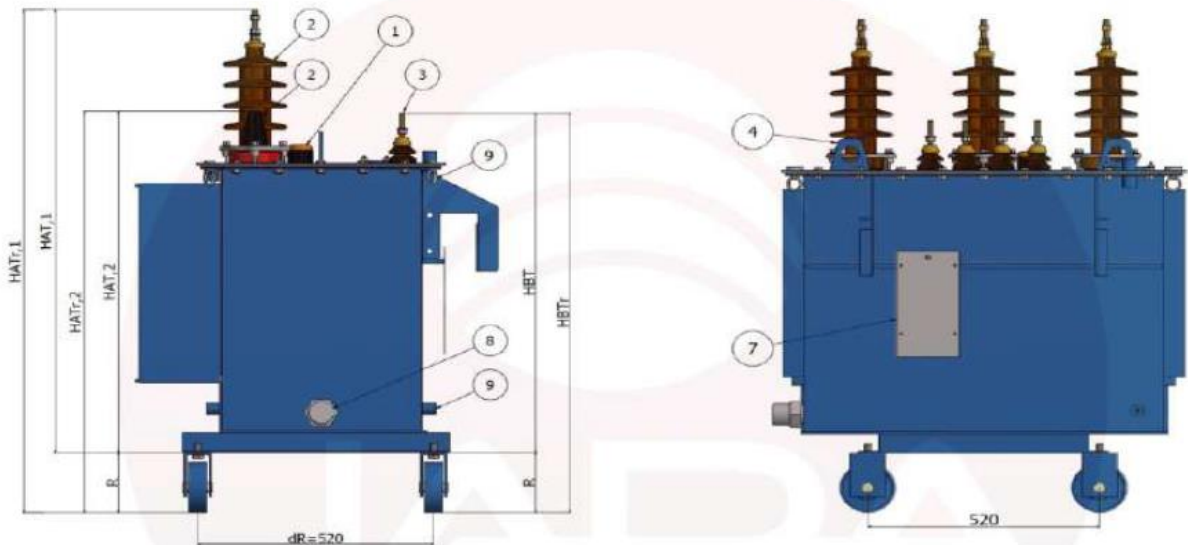


Tabla. Transformador de 1.125 kVA en perfil y alzado

Transformador de reducción de potencia a Baja Tensión

Como la solución adoptada en el presente Proyecto es con inversores a 600 V, se hace necesario instalar un transformador en el interior del Centro de transformación para convertir la tensión a 420 V, la cual es necesaria para todas varias de las instalaciones vinculadas con la explotación. Por todo ello se instala un transformador de 10 kVA 600/420 V con las siguientes características:

Datos Generales	
Potencia	10kVA
Tension de primario	600V
Tension de secundario	420V
ED	100%
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50Hz
Clase	1
Clase de aislamiento	F

Grado de protección	IP23
Rigidez dieléctrica entre primario y secundario	5.000 V
Rigidez dieléctrica entre primario y masa	3.500 V

Tabla. Datos generales transformador

Celdas de media tensión del centro de transformación

1 Celda modular de línea CGM.3-L (630A / 20 kA), corte y aislamiento integral en SF6, interruptor seccionador de tres posiciones (cat.E3 según normas IEC 62271-103), conexión seccionamiento-puesta a tierra e indicador de presencia de tensión.

- $V_n = 36\text{kV}$
- $I_n = 630\text{ A}$
- $I_{cc} = 20\text{ kA}$

Incluye:

- Indicador presencia de tensión
- Relé de control integrado comunicable ekoRRCI con detección de sobreintensidades (fase-tierra y fase-fase) y con detector de presencia/ausencia de tensión
- Sensores de tensión e intensidad.

1 Celda modular de protección general con interruptor automático CGM.3-V (630A / 20 kA – M.Motor), aislamiento integral SF6, equipada con interruptor automático de corte en vacío (cat.E2 según normas IEC 62271-100), con mando motor. Seccionador de tres posiciones (cat.E2 según normas IEC 62271-102), conexión-seccionamiento-puesta a tierra e indicador de presencia de tensión, con mando manual.

- $V_n = 36\text{kV}$
- $I_n = 630\text{ A}$
- $I_{cc} = 20\text{ kA}$

1 módulo metálico adosado a las celdas en su parte superior frontal o panel mural conteniendo en su interior la siguiente aparamenta:

- 1 relé de protección multifunción de alimentador y controlador de posición ekoRRPS con las siguientes funciones:
 - o Sobreintensidad de fase (50/51)
 - o Sobreintensidad de tierra (50N/51N)



- Sobreintensidad direccional de fase y neutro (67/67N)
- Sobreintensidad direccional de neutro aislado (67NA)
- Sobretensión (27)
- Sobretensión (59)
- Sobretensión homopolar (59N)
- Sobrefrecuencia y subfrecuencia (81M/m)
- Inversor de potencia (32)
- 1 resistencia antiferroresonancia, 50 ohmios, 2 A.
- 3 transformadores de intensidad de fase toroidales 1000/1 0,2 VA 5P20 instalados convenientemente en los pasatapas.

1 Equipo rectificador/cargador de baterías ekorUCB

- Tensión: 230 Vac, 30% monofásica
- Frecuencia: 50 hz, 5%
- Aislamiento a la entrada de 10 kV/1 minuto, resto de grupos 2,5 kV/1 minuto
- Rectificador con tensión nominal a la salida de 48 Vcc, 15% e intensidad de salida de 5 A.
- Batería de plomo vida mínima de 5 años con capacidad nominal de 17 Ah a 48 Vcc.

1 Celda modular de medida CGM.3-M (630 A / 30 kA – 3TT+3TI), incluye interconexión de potencia con celdas contiguas y 3 TT y 3 TI con doble secundario verificados.

- $V_n = 36\text{kV}$
- $I_n = 400\text{ A}$
- $I_{cc} = 16\text{ Ka}$

Señalización

El edificio cumple con las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al centro y pantallas de protección llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.
- En un lugar visible en el interior del Centro de Transformación, se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardiaco.
- El Centro estará equipado con una pértiga y banqueta aislantes, para la ejecución de las maniobras.

Ventilación

La ventilación del Centro de Transformación quedará garantizada mediante rejillas, las cuales vienen perfectamente calculadas y ajustadas de fábrica en función de las características del centro. En el anejo de cálculos se justifican sus necesidades y dimensiones mínimas.

Sistema de extinción de incendios

El transformador proyectado a instalar contiene un dieléctrico cuyo volumen de aceite es mayor a 50 litros (aproximadamente 765 litros). El líquido dieléctrico utilizado tendrá un punto de combustión superior a 300°C. Por lo tanto, y teniendo en cuenta lo establecido en la ITC-RAT 14:

Según el punto 5.1 Sistemas contra incendios apartado a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores.

“Si se utilizan aparatos o 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 de líquido dieléctrico del aparato ó transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc. Cuando se utilicen pozos centralizados, se dimensionarán para recoger la totalidad del líquido dieléctrico del equipo con mayor capacidad.

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.”

Se instalará un sistema de recogida de posibles derrames para impedir su salida al exterior. En cuanto al sistema de extinción de incendios, como se indica en los subapartados b.1) y b.2) del punto 5.1 Sistemas contra incendios de la ITC RAT 14, al utilizar un líquido dieléctrico con un punto de combustión mayor a 300°C, se dispondrá, como mínimo, de un extintor de eficacia 89B, el cual debe ser fácilmente accesible.

Campo magnético

Los conductores y equipos del centro de transformación cumplirán con lo dispuesto en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo, este apartado se encuentra justificado en el DOC. 2 Cálculos (Estudio de Campos Magnéticos), donde se verifica que no se superan los valores establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Ruido

El nivel de ruido originado por el centro de transformación cumple con los requisitos reglamentarios exigidos en el RD 1367/2007, y por tanto con las exigencias establecidas en la ITC-RAT14, ya que todos los elementos y maquinas estarán situadas irán alojados en un edificio prefabricado que cumplirá lo estipulado.

7.4.4 Centro de Transformación (2.875 kVA)

Una vez que los inversores fotovoltaicos han transformado la energía eléctrica a corriente alterna, se dispone de un centro de transformación donde se aloja el transformador de potencia para elevar la tensión de la energía generada.

El Centro de transformación proyectado estará compuesto por las siguientes partes y materiales:

Edificio prefabricado de hormigón

El Edificio prefabricado de hormigón tipo PFU-4 de ORMAZABAL y estará formado por un envolvente monobloque de hormigón tipo caseta, de instalación de superficie y maniobra interior (s/norma IEC 62271-202), con capacidad para un **transformador de 2.875 kVA**, las celdas de media tensión que se describen en el punto siguiente, el Cuadro General de Baja Tensión, el Cuadro de Servicios Auxiliares y el Control y monitorización de la Planta. El edificio tendrá unas dimensiones exteriores de 4.460 mm de longitud por 3.045 mm de altura y 2.380 mm de anchura y una distribución que cumple con lo estipulado en la MIE-RAT-14.

A lo largo de todo el perímetro se ejecutará una acera de 120 cm de anchura y 15 cm de espesor. Estará compuesta por un mallazo redondo de 4 mm de diámetro con rejilla de 30 x 30.

Transformador de potencia

Para dar servicio al PFV se contará con un transformador JARA de 2.875 kVA, sumergido en líquido dieléctrico con las siguientes características:

Datos Generales	
Tension de primario	30kV
Tension de secundario	600V
Regulación en vacio	$\pm 2,5 \pm 5 \pm 10 \%$
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50Hz
Tension de cortocircuito a 75°C	6%
Perdidas en carga	25.300 W
Perdidas en vacio	2.277 W

Tabla. Datos generales transformador

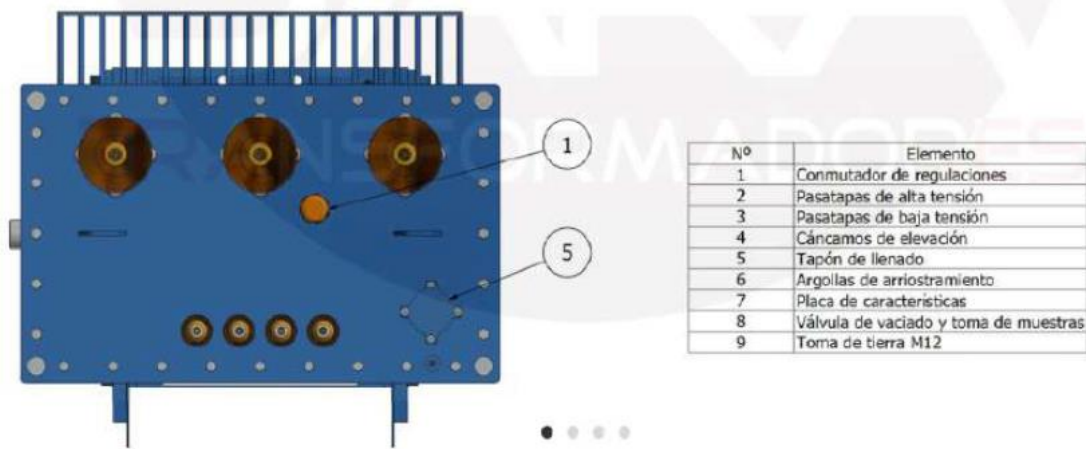


Tabla. Transformador de 2.875 kVA en planta

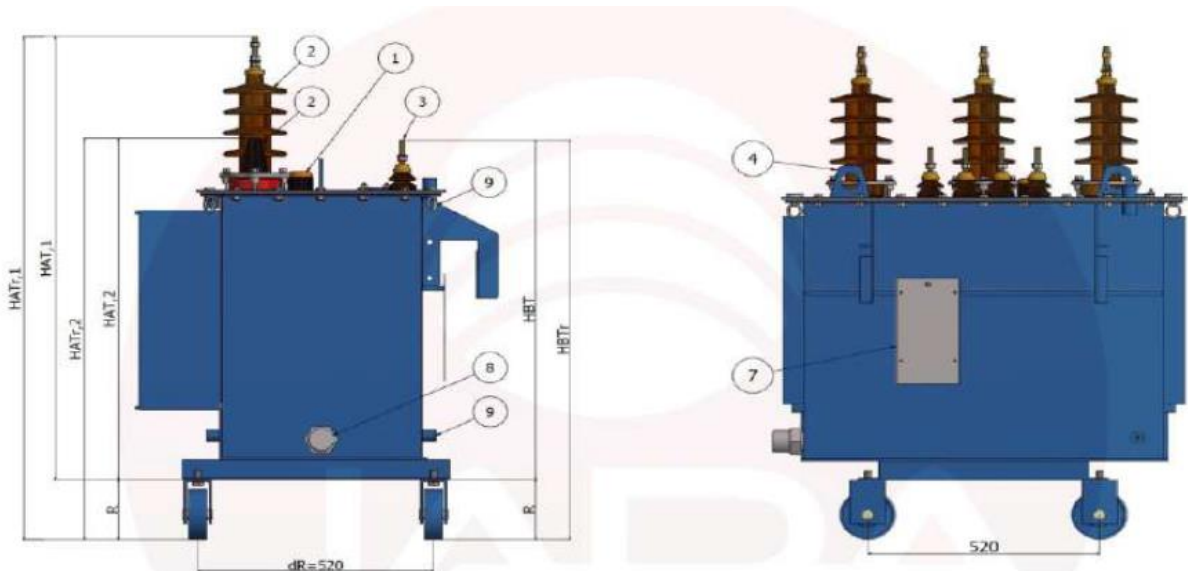


Tabla. Transformador de 2.875 kVA en perfil y alzado

Transformador de reducción de potencia a Baja Tensión

Como la solución adoptada en el presente Proyecto es con inversores a 600 V, se hace necesario instalar un transformador en el interior del Centro de transformación para convertir la tensión a 420 V, la cual es necesaria para todas varias de las instalaciones vinculadas con la explotación. Por todo ello se instala un transformador de 10 kVA 600/420 V con las siguientes características:

Datos Generales	
Potencia	10kVA

Tension de primario	600V
Tension de secundario	420V
ED	100%
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50Hz
Clase	1
Clase de aislamiento	F
Grado de protección	IP23
Rigidez dieléctrica entre primario y secundario	5.000 V
Rigidez dieléctrica entre primario y masa	3.500 V

Tabla. Datos generales transformador

Celdas de media tensión del centro de transformación

1 Celda modular de línea CGM.3-L (630A / 20 kA), corte y aislamiento integral en SF6, interruptor seccionador de tres posiciones (cat.E3 según normas IEC 62271-103), conexión seccionamiento-puesta a tierra e indicador de presencia de tensión.

- $V_n = 36\text{kV}$
- $I_n = 630\text{ A}$
- $I_{cc} = 20\text{ kA}$

Incluye:

- Indicador presencia de tensión
- Relé de control integrado comunicable ekoRCI con detección de sobreintensidades (fase-tierra y fase-fase) y con detector de presencia/ausencia de tensión
- Sensores de tensión e intensidad.

1 Celda modular de protección general con interruptor automático CGM.3-V (630A / 20 kA – M.Motor), aislamiento integral SF6, equipada con interruptor automático de corte en vacío (cat.E2 según normas IEC 62271-



100), con mando motor. Seccionador de tres posiciones (cat.E2 según normas IEC 62271-102), conexión-seccionamiento-puesta a tierra e indicador de presencia de tensión, con mando manual.

- $V_n = 36\text{kV}$
- $I_n = 630\text{ A}$
- $I_{cc} = 20\text{ kA}$

1 módulo metálico adosado a las celdas en su parte superior frontal o panel mural conteniendo en su interior la siguiente aparatura:

- 1 relé de protección multifunción de alimentador y controlador de posición ekoRPS con las siguientes funciones:
 - o Sobreintensidad de fase (50/51)
 - o Sobreintensidad de tierra (50N/51N)
 - o Sobreintensidad direccional de fase y neutro (67/67N)
 - o Sobreintensidad direccional de neutro aislado (67NA)
 - o Sobretensión (27)
 - o Sobretensión (59)
 - o Sobretensión homopolar (59N)
 - o Sobre frecuencia y subfrecuencia (81M/m)
 - o Inversor de potencia (32)
 - o 1 resistencia antiferresonancia, 50 ohmios, 2 A.
 - o 3 transformadores de intensidad de fase toroidales 1000/1 0,2 VA 5P20 instalados convenientemente en los pasatapas.

1 Equipo rectificador/cargador de baterías ekoUCB

- Tensión: 230 Vac, 30% monofásica
- Frecuencia: 50 hz, 5%
- Aislamiento a la entrada de 10 kV/1 minuto, resto de grupos 2,5 kV/1 minuto
- Rectificador con tensión nominal a la salida de 48 Vcc, 15% e intensidad de salida de 5 A.
- Batería de plomo vida mínima de 5 años con capacidad nominal de 17 Ah a 48 Vcc.

1 Celda modular de medida CGM.3-M (630 A / 20 kA – 3TT+3TI), incluye interconexión de potencia con celdas contiguas y 3 TT y 3 TI con doble secundario verificados.

- $V_n = 36\text{kV}$
- $I_n = 400\text{ A}$
- $I_{cc} = 16\text{ Ka}$

Señalización

El edificio cumple con las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al centro y pantallas de protección llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.
- En un lugar visible en el interior del Centro de Transformación, se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardiaco.
- El Centro estará equipado con una pértiga y banqueta aislantes, para la ejecución de las maniobras.

Ventilación

La ventilación del Centro de Transformación quedará garantizada mediante rejillas, las cuales vienen perfectamente calculadas y ajustadas de fábrica en función de las características del centro. En el anejo de cálculos se justifican sus necesidades y dimensiones mínimas.

Sistema de extinción de incendios

El transformador proyectado a instalar contiene un dieléctrico cuyo volumen de aceite es mayor a 50 litros (aproximadamente 1805 litros). El líquido dieléctrico utilizado tendrá un punto de combustión superior a 300°C. Por lo tanto, y teniendo en cuenta lo establecido en la ITC-RAT 14:

Según el punto 5.1 Sistemas contra incendios apartado a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores.

“Si se utilizan aparatos o 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 de líquido dieléctrico del aparato ó transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc. Cuando se utilicen pozos centralizados, se dimensionarán para recoger la totalidad del líquido dieléctrico del equipo con mayor capacidad.

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.”

Se instalará un sistema de recogida de posibles derrames para impedir su salida al exterior. En cuanto al sistema de extinción de incendios, como se indica en los subapartados b.1) y b.2) del punto 5.1 Sistemas contra incendios de la ITC RAT 14, al utilizar un líquido dieléctrico con un punto de combustión mayor a 300°C, se dispondrá, como mínimo, de un extintor de eficacia 89B, el cual debe ser fácilmente accesible.

Campo magnético

Los conductores y equipos del centro de transformación cumplirán con lo dispuesto en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo, este apartado se encuentra justificado en el DOC. 2 Cálculos (Estudio de Campos Magnéticos), donde se verifica que no se superan los valores establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Ruido

El nivel de ruido originado por el centro de transformación cumple con los requisitos reglamentarios exigidos en el RD 1367/2007, y por tanto con las exigencias establecidas en la ITC-RAT14, ya que todos los elementos y maquinas estarán situadas irán alojados en un edificio prefabricado que cumplirá lo estipulado.

7.5 Cuadro general de Baja Tensión

Se instalarán dos Cuadros Generales de Baja Tensión, uno para cada isla, en los Edificios prefabricados de hormigón destinados a los Centros de Transformación. Desde el CGBT se alimentarán los 32 inversores de 125 kW según lo indicado anteriormente.

El Cuadro General se realizará mediante envolvente de superficie metálica con unas dimensiones aproximadas de 2.000x1.160x400 mm el cual dispondrá de los siguientes elementos:

- Interruptor seccionador de 3x1250 A con motorización de TELERGÓN e interconexión con relé de protección para gestionar su disparo y rearme en caso de corte (**)
- Conjunto de protección contra sobretensiones permanentes tipo v-check de Cirprotec y sobretensiones transitorias PRD1 25r 3P + N con interruptor automático de 4x80 A tipo NG125L 50 kA.
- 32 salidas protegidas con fusibles de 140 A alojados sobre bases portafusibles de 600 V.

A continuación, se muestra una imagen del tipo de envolvente a instalar:



Ilustración. Envoltorio metálico del CGBT

7.6 Protecciones y cableado

Las instalaciones fotovoltaicas deberán cumplir en todo momento el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002 de 2 de agosto, este RD tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y las garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas de B.T., con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones. Al tratarse de una instalación a la intemperie, se debe tener en cuenta la ITC-BT-30 en su apartado

2: Instalaciones en locales mojados, dado que en ella se indica que se consideran como locales mojados las instalaciones a la intemperie, con lo que resulta preceptivo tener en cuenta las indicaciones de la citada ITC.

En el resto de las instrucciones complementarias del REBT también se encuentran otros apartados que resultan de aplicación para la instalación proyectada, se citan a continuación las ITC más significativas que definen las medidas de seguridad que se deben cumplir:

- ITC-BT-08 Sistemas de conexiones del neutro y de las redes de distribución de energía eléctrica.
- ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-22 Protección contra sobrecorrientes.
- ITC-BT-23 Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24 Protección contra los contactos directos e indirectos.

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobrecorrientes, así como de las especificaciones de la aparatada encargada de

tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado. Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de evacuación, por un lado y de las masas de la instalación generadora, por otro.

El esquema seleccionado es un esquema TN-S, es decir, el conductor de neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.

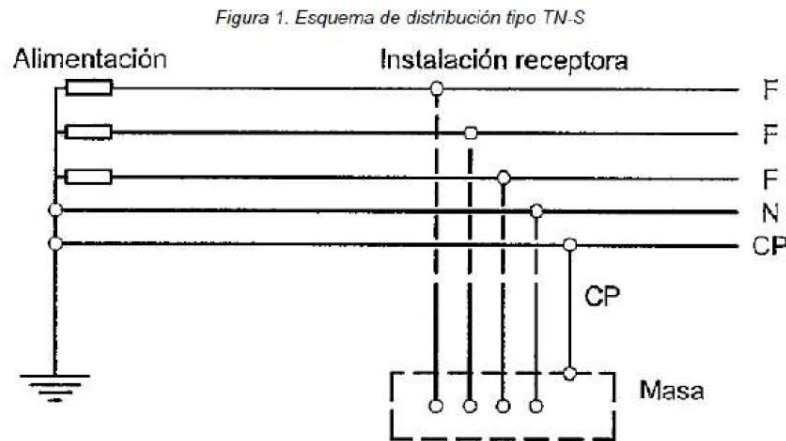


Ilustración. Esquema TN-S

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

7.6.1 Protección contra contactos directos

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Siguiendo las indicaciones de la REBT-BT-24, que indica los medios que se pueden emplear y que están definidos en la Norma UNE 20.460-4-41, se opta por:

- Protección por aislamiento de las partes activas, las partes activas estarán recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.
- Respecto a los módulos fotovoltaicos, cumplirán con las normas eléctricas y de calidad IEC 61215 y UNE-EN 61.730, serán de clase II de protección, es decir, disponen de un aislamiento doble o reforzado lo que permite utilizarlos sin medios de protección por puesta a tierra.
- Protección por medio de barreras o envolventes, las partes activas estarán situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IPXXB, según UNE 20.324.

- Las partes activas en la instalación serán los componentes de las cajas de seccionamiento y protección que se situarán sobre las estructuras, para cumplir con lo antes indicado se instalarán únicamente en cajas acordes a la Norma UNE-EN 60.439-1 y que tengan un grado de protección IP65 e IK08 según EN 60.259.

7.6.2 Protección contra contactos indirectos

Tal y como indica el REBT-BT-24 para un esquema TN, una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más posible a tierra. Por la misma razón se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento.

Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, la impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la siguiente condición:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0$$

Donde:

- Z_S : Es la impedancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.
- I_a : Es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo
- U_0 : En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual, I_a es la corriente diferencial asignada U_0 es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

En la norma UNE 20.460-4-41 se indican las condiciones especiales que deben cumplirse para permitir tiempos de interrupción mayores o condiciones especiales de instalación. En el esquema TN pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

7.6.3 Protección contra sobreintensidad

El REBT en su ITC-BT-22 exige que todo circuito se encuentre protegido contra los defectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo. Se debe realizar la protección contra sobrecargas, para ello, los fusibles o interruptores automáticos instalados deberán garantizar el corte del circuito a una intensidad menor que la intensidad máxima admisible en los conductores.

7.6.4 Protección contra sobretensiones

La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Los inversores dispondrán de un descargador de sobretensiones tipo II tanto en AC como en DC.

7.6.5 Protección en corriente continua

Como se indica en la normativa, el material eléctrico de corriente continua debe considerarse bajo tensión, tanto cuando el lado de la corriente alterna esté desconectado de la red, como cuando el inversor está desconectado del lado de la corriente continua.

Es por ello por lo que, se realizará una separación física de los elementos susceptibles de estar en tensión de la parte de continua y se separarán los positivos y negativos de la instalación a fin de evitar un contacto simultáneo accidental de alguna persona con ambos polos. Todos los componentes de la parte de corriente continua serán de aislamiento clase II, esto incluye: módulos, cableado, etc.

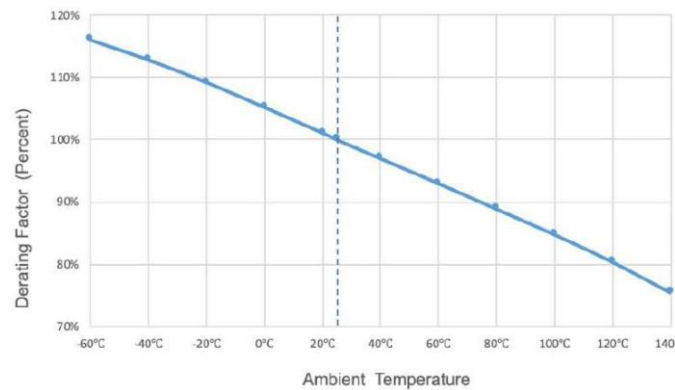
Se instalarán fusibles en cada rama de módulos fotovoltaicos conectados en serie, en el polo positivo. Si se produjese alguna anomalía que implicase el paso de una corriente muy superior a lo normal por una rama, el fusible realizaría su función impidiéndolo. Además, los fusibles permiten el seccionamiento de todas las ramas para las tareas de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo.

Para el dimensionamiento de los fusibles, se tuvo en cuenta los criterios establecidos por el fabricante:

- El voltaje del fusible debe ser más alto de que el máximo voltaje a circuito abierto del string. En la siguiente fórmula se ha tenido en consideración una temperatura mínima de -4°C .

$$U_n \geq M (\text{numero de modulos por string}) \cdot U_{oc\ stc} \rightarrow U_n \geq 30 \cdot 47,64 = 1429,2\text{ V}$$

- A la hora de determinar la intensidad nominal, se aplicará un factor de corrección K_t para temperaturas ambiente diferentes a 25°C ($K_t=0,95$)



- En el caso de aplicaciones fotovoltaicas, se aplicará un factor de variación de corriente K_c ($K_c=0.85$)
- Como los fusibles estarán agrupados, se aplicará un factor de corrección K_g

Number of Holders n	K_g Grouping Factor
$1 \leq n < 5$	1
$5 \leq n < 8$	0.9
$8 \leq n < 12$	0.8
$12 \leq n$	0.75

$$I_n \geq \frac{I_{sc}}{K_T \cdot K_C \cdot K_G} = \frac{18,49}{0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = 30,53$$

Basando en la corriente y voltaje nominal calculado, el fusible adecuado para esta instalación tendrá una $I_n=32A$ y una $U_n=1500V$. Este elemento cumple con las condiciones de funcionamiento establecidas en la ITC-BT-22.

- 1ª Condición

$$I_B \leq I_n \leq I_z \rightarrow 18,49 \leq 32 \leq 49 \text{ (CUMPLE)}$$

- 2ª Condición

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z \rightarrow 1,6 \cdot 32 \leq 1,45 \cdot 49 \text{ (CUMPLE)}$$

Sobre el generador fotovoltaico se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada de corriente continua del inversor mediante dispositivos de protección clase II (integrado en el inversor) y a través de varistores de vigilancia térmica.

7.6.1 Protección en corriente alterna

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable (o conductor) contra sobrecargas debe cumplir con las condiciones de funcionamiento establecidas en la ITC-BT-22. Teniendo en cuenta el dimensionamiento del fusible (I_n), la corriente máxima de salida del inversor (I_B) y la corriente máxima admisible del conductor (I_z), se establece lo siguiente:

- 1ª Condición

$$I_B \leq I_n \leq I_z \rightarrow 120 \leq 140 \leq 261 \text{ (CUMPLE)}$$

- 2ª Condición

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_F \rightarrow 1,6 \cdot 140 \leq 1,45 \cdot 261 \text{ (CUMPLE)}$$

En el caso de fusibles, la característica equivalente a la I_2 de los interruptores automáticos es la denominada I_F o Intensidad de funcionamiento, que para los fusibles toma el siguiente valor:

$$I_2 = 1,60 \cdot I_n \text{ si } I_n \geq 16A$$

En el apartado 1.4.1 Cálculo por sobreintensidad se detallan los valores de $I_B = 120,42 A$ e $I_z = 261 A$, para una sección de conductor de 240 mm^2 .

7.6.2 Protecciones adicionales

La norma armonizada para la instalación de sistemas fotovoltaicos, UNE-HD 60364-7-712:2017, establece como medida de protección contra descargas eléctricas y protección contra incendios la aplicación fiable de la clase de protección II, que implica un “aislamiento doble o reforzado” durante toda la vida útil de la instalación. Esta fiabilidad a lo largo de la vida útil solo puede garantizarse mediante la aplicación de dispositivos complementarios.

Considerando que el inversor propuesto para este proyecto cuenta únicamente con aislamiento básico a tierra de todos los conductores activos en el lado de corriente continua, se instalará un dispositivo controlador del aislamiento (IMD). Este dispositivo verificará el estado de aislamiento durante la vida útil de la instalación y se seleccionará de acuerdo con la norma UNE-EN 61557-8 o UNE-EN 61557-9. El dispositivo de detección de aislamiento (IMD) garantizará la existencia de un nivel mínimo de aislamiento mediante medidas nocturnas o, como mínimo, por la mañana antes de conectar el inversor a los módulos fotovoltaicos y en caso de disparo de la protección de puesta a tierra.

7.7 Cableado

De acuerdo con el pliego de condiciones técnicas del IDAE, el cableado cumplirá los puntos siguientes:

- Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de corriente continua tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte de corriente alterna tendrán una sección tal que la caída de tensión sea inferior del 2 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123 y con un aislamiento mínimo de 1.500 V.
- Se utilizarán arquetas de medida suficientes para la interconexión del cableado. Se sellarán los tubos, una vez introducidos los cables, con espuma de poliuretano o similar para evitar la entrada de roedores.

7.7.1 Prescripciones generales del cableado

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación vigente y se dimensionará bajo el criterio de minimización de pérdidas. No pudiendo ser superiores al 1,5% total.

Los cables serán libres de halógenos y de comportamiento frente al fuego según:

- No propagación de la llama según EN 60332-1-2, DIN VDE 0482
- No propagación del incendio según EN 50305-9, EN 50266-2-4
- Baja emisión de humos, según EN 50268-2
- Baja toxicidad, según EN 50305, ITC 3

El cableado de BT que discurra al aire deberá ser de calidad solar, es decir, estar expuesto directamente a la radiación solar, trabajar de forma continua a 120° y contar con un aval de durabilidad por un periodo de, al menos, 35 años.

Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos y estarán especialmente indicados para aplicaciones solares con aislamiento de protección (clase II).

De forma general, las características que permiten considerar un equipo como perteneciente a la Clase II, aparato con doble aislamiento eléctrico, es uno que ha sido diseñado de tal forma que no requiere una toma a tierra de seguridad eléctrica.

7.7.2 Cableado de Corriente Continua

Deben cumplir las normas y leyes Nacionales y deben resistir esfuerzos mecánicos, la radiación UV y otras inclemencias medioambientales.

El cable solar está especialmente diseñado para aplicaciones fotovoltaicas, es cable no propagador de la llama, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos.

El cable solar que utilizar será unipolar de Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNEEN 60228 e IEC 60228. Por lo tanto, se utilizará cable de tipo solar ZZ-F/H1Z2Z2-K 0,6/1 kV (1,8 kV DC) según norma EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502.

El cable solar tendrá las siguientes características:

- No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
- Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Reacción al fuego CPR, Eca según la norma EN 50575
- Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2
- Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.

Cada rama del generador fotovoltaico está compuesta por 15 o 30 seguidores conectados en serie. Los módulos vendrán unidos por sus propios cables, salvo el primer y último módulo de la rama, cuyo positivo y negativo llegan hasta el inversor. Los cables de cada cadena de módulos (string) podrán ir fijados a la estructura o a un cable fiador.

7.7.3 Cableado de Corriente Alterna

Desde cada inversor hasta el centro de transformación, se dispondrá del tipo de cable RV Al 0,6/1 kV de la sección calculada en el DOC. 2 Cálculos, dicha sección de conductor garantiza el cumplimiento de caída de tensión inferior al 2% (exigido en el PCT-IDAE) y demás normativa vigente y a su vez con los criterios de máxima intensidad en la instalación.

- Aislamiento XLPE
- Cubierta PVC tipo DMV-18
- Resistencia a la abrasión
- Rango de trabajo: -25°C a +90°C
- Temperatura de cortocircuito 250 ° C
- Norma UNE-21123

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El trazado será lo más rectilíneo posible. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas UNE).

El cableado de CA deberá resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV si no están protegidos con tubo y cualquier otra inclemencia medioambiental.

7.7.4 Cableado de Media Tensión

Los conductores subterráneos de MT AC que constituyen la conexión entre las diferentes partes de la instalación que se han detallado anteriormente, tendrán una sección de 240 mm² (tramo entre el Centro de Seccionamiento y los Centros de Transformación de la IFV) tipo RHZ1-18/30 kV.

El cable que instalar tendrá las siguientes características:

- Será cable de aluminio de 18/30 kV
- Cumplirán con los requisitos correspondientes a las normas UNE, todos los requisitos del Reglamento de líneas alta tensión, así como los impuestos por la compañía eléctrica.
- Donde sea requerido por compañía eléctrica o normativa autonómica, los cables aislados cumplirán con grado de seguridad normal (S) o grado de alta seguridad (AS).
- No se colocarán empalmes entre tramos entre Centro de Seccionamiento y Centro de Transformación.

7.8 Puesta a tierra

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.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica, esta separación galvánica se realizará por medio de los transformadores de MT/BT asociados a los inversores.

Los marcos de los módulos, las estructuras fijas, y los inversores se conectarán a tierra a través de picas de cobre.

La configuración de estas debe ser redonda, de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando que la pica se doble debido a la fuerza de los golpes.

Se utilizarán picas de 2 m de largo y con un diámetro de 14 mm con cable de cobre desnudo según la ITC-RAT 13, y la ITC-BT 18. Estas picas se interconectarán creando una red de tierras por medio de cable desnudo de Cu de 50 mm².

Las instalaciones de M.T. de los edificios estarán dotadas de una tierra de protección y la tierra de servicio de forma que se evite transmitir tensiones peligrosas de M.T. a los equipos de B.T., se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos metálicos.
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las carcasas de los transformadores.



La puesta a tierra de protección estará formada por una malla perimetral compuesta por un cable de Cu desnudo de 50 mm² y picas de 2 m de largo y con un diámetro de 14 mm situadas en las esquinas de los edificios.

La tierra de servicio estará formada por picas 2 m de largo y con un diámetro de 14 mm conectadas con un cable de Cu aislado de 50 mm².

8. OBRA CIVIL

Se realizarán todos los trabajos necesarios de movimientos de tierras y demás trabajos de obra civil necesarios con el objeto de adecuar y acondicionar el terreno que acogerá la instalación, implantar todas las vías de acceso, las canalizaciones, cunetas, zanjas y restantes infraestructuras definidas.

8.1 Levantamiento topográfico

Se realiza un levantamiento topográfico de toda la parcela para valorar las cotas del perímetro de la parcela y poder valorar el montante de la explanada existente y alcance del movimiento de tierras.

De dicho estudio topográfico se deduce que la parcela es prácticamente llana y presenta un desnivel mínimo despreciable.

De todo ello se deduce que la parcela se encuentra prácticamente a nivel y no necesita realizar movimientos de tierras importantes para la nivelación de la superficie, por todo ello se realizará una nivelación mínima para compensar parte de la pendiente existente, sin llegar a realizar aportación de tierras ni transporte de excedentes al vertedero.

8.2 Estudio geotécnico

Antes de comenzar los trabajos de construcción, y una vez replanteado topográficamente la implantación de todas las infraestructuras, se procederá a realizar el correspondiente estudio geotécnico del terreno para garantizar que el cálculo de la estructura realizado en el Proyecto es suficiente y correcto. En caso de que exista algún valor crítico se volverá a realizar el correspondiente cálculo de los elementos afectados.

8.3 Movimiento de tierras

Será necesaria la realización de movimiento de tierras en algunas zonas, no obstante, se intentará minimizar al máximo la realización de estos trabajos

La ejecución de la presente instalación fotovoltaica conllevará ejecutar movimiento de tierras para las siguientes operaciones:



- Ejecución de viales interiores.
- Cimentación de centro de transformación.
- Zanjas para la distribución de las conducciones eléctricas.

Para las estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos no es necesario ejecutar movimiento de tierras ya que los pilares se encuentran hincados sobre el terreno.

8.3.1 Viales interiores

Se construirán viales internos de 3 metros de ancho para permitir un acceso adecuado durante las fases de construcción y mantenimiento, con el fin de evitar la generación de polvo y suciedad en el parque. El trabajo con respecto a movimiento de tierras para la construcción de estos viales consiste en limpieza y excavación de la capa de tierra más superficial, de espesores entorno a 30cm, para el posterior vertido de distintos materiales granulares (Zahorra).

Teniendo en cuenta lo indicado anteriormente y las medidas realizadas, se plantea un movimiento de tierras de aproximado de:

$$3.279m^2(\text{perimetral}) + 1.455m^2(\text{perimetral}) + 1.930m^2(\text{interior}) + 534m^2(\text{interior}) + \\ = 9.926m^2(\text{superficie viales})$$

$$9.926m^2(\text{superficie viales}) \cdot 0,3(\text{profundidad}) = 2.977m^3(\text{movimiento_de_tierras})$$

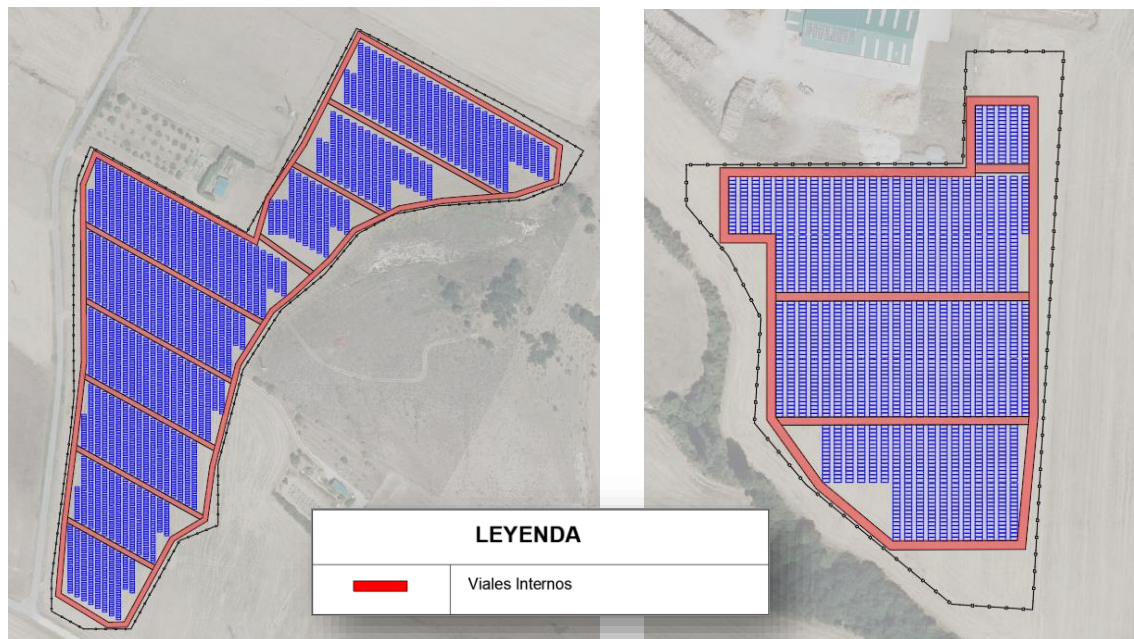


Ilustración. Movimiento de tierras Viales Interiores

8.3.2 Cimentación de Centro de Transformación

Para la ubicación de los centros de transformación, se realizará una excavación con una superficie de $32,79 \text{ m}^2$ (incluyendo la acera perimetral de 1,2 m y el edificio) y una profundidad aproximada de 0,56 m, obteniendo una superficie de:

$$32,79\text{m}^2(\text{superficie}) \cdot 0,56\text{m}(\text{profundidad}) \cdot 2(\text{n}^\circ \text{ de CT's}) = 36,72\text{m}^3(\text{movimiento_de_tierras})$$

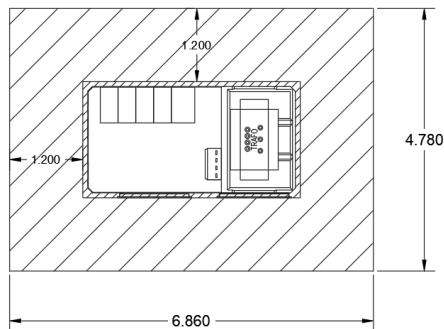


Ilustración. Dimensiones edificio Centro de Transformación

8.3.3 Líneas eléctricas

Según el proyecto, las líneas eléctricas del proyecto Beitia serán completamente subterráneas. En cuanto a la línea de evacuación, se plantea realizar una zanja con una profundidad de 1 m y un ancho de 0,6 m. La longitud total de la zanja será de aproximadamente 1.770 m, obteniendo así un movimiento de tierras aproximado de:

$$1\text{m}(\text{profundidad}) \cdot 0,6\text{m}(\text{ancho}) \cdot 1.770\text{m}(\text{longitud}) = 1.062\text{m}^3(\text{movimiento_de_tierras})$$

En cuanto a las canalizaciones internas de la planta, se plantea la realización de distintas zanjas por las que discurrirán los conductores de corriente alterna (CA). Según las mediciones realizadas, se proyectan aproximadamente 2.240 m. Dichas zanjas tendrán aproximadamente 0,8 m de profundidad y 0,5 m de ancho, resultando en:

$$0,8\text{m}(\text{profundidad}) \cdot 0,5\text{m}(\text{ancho}) \cdot 2.240\text{m}(\text{longitud}) = 896\text{m}^3(\text{movimiento_de_tierras})$$

Parque Fotovoltaico	
3909,72	m ³ . totales de movimiento de tierras
0	m ³ . totales de prestamo de tierras
3909,72	m ³ . de excavacion de tierras
3909,72	m ³ . de sobrante de tierras
896	m ³ . sobrante de tierras que se prevé valorizar
3013,72	m ³ . sobrante de tierras que se prevé eliminar

Linea de Evacuacion	
1062	m ³ . totales de movimiento de tierras
0	m ³ . totales de prestamo de tierras
1062	m ³ . de excavacion de tierras
1062	m ³ . de sobrante de tierras
637,20	m ³ . sobrante de tierras que se prevé valorizar
424,80	m ³ . sobrante de tierras que se prevé eliminar

Tabla. Resumen movimiento de tierras

8.3.4 Excedentes de excavación

Como se indicó anteriormente, parte de los residuos excedentes de la excavación serán valorizados en las propias instalaciones; sin embargo, otra parte no será reutilizada.

Con el objetivo de fomentar la reutilización de las tierras no reutilizables, y dado que están clasificadas como RCD de nivel I, se destinarán a posibles demandantes de este tipo de material para su revalorización. En caso de que esto no sea posible, como última medida, los residuos sobrantes serán llevados a vertederos de tierra.

8.4 Viales del parque fotovoltaico

Debido a la ubicación del Parque Fotovoltaico, se ejecutará un vial con una anchura de 3 metros para acceder al mismo, para la isla inferior, este se realizará desde la carretera A-3012, bordeando el vallado por la zona Norte. Para la isla superior, el camino de acceso se realizará por el sur, desde el camino (009-011-1) que conecta directamente con la parcela 640 del polígono 2. Los caminos serán aptos para el transporte de equipos pesados para que puedan circular durante la construcción del parque o durante los trabajos de mantenimientos posteriores.

8.5 Zanjas, arquetas y canalizaciones

Las zanjas para el cable discurrirán entre las estructuras fotovoltaicas y se distinguen los siguientes tipos:

8.5.1 Canalización tipo conductores de Media Tensión

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas en el capítulo de planos, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, contemplándose entubaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesario.

A continuación, se adjunta un detalle tipo de la zanja a realizar:

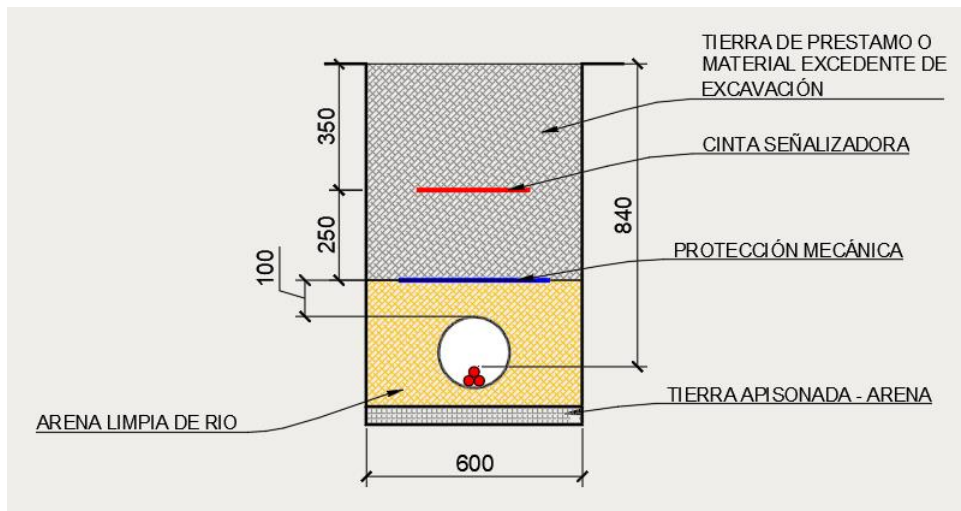


Ilustración. Zanja tipo en tierra para un circuito entre el CS y el CT

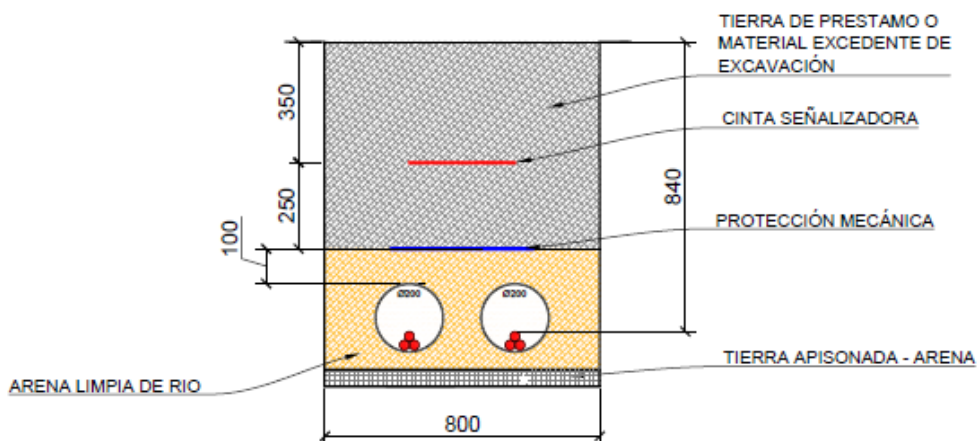


Ilustración. Zanja tipo en tierra para dos circuitos en el tramo compartido hasta el CS.

8.5.2 Canalización tipo conductores Baja Tensión

Esta tipología de zanja se ejecutará para el cableado de baja tensión desde cada uno de los inversores hasta el Cuadro Generales de Baja Tensión ubicado en el Centro de transformación, así como el cableado de control necesario para monitorizar todos y cada uno de los inversores.

Se realizará una zanja de anchura de 1,00 m y 1,20 m de profundidad, en el fondo se alojará el cable de tierra de 1x35 mm² desnudo para las estructuras de los paneles FV, con la siguiente configuración:

- Cama de arena de 5 cm de espesor para regularización de zanja (arena de características similares a las detalladas en el punto anterior de Media Tensión).
- Tendido de cable unipolar de 0,6/1 kV Al RV-K de las secciones correspondientes
- Recubrimiento con cama de arena de 10 cm de espesor.
- Relleno de zanja con material procedente de la excavación, compactado en tongadas de 20 cm. hasta alcanzar la cota del terreno actúa.

8.5.3 Canalización mediante Perforación Dirigida

Dependiendo de las condiciones del terreno por donde discurre la línea que conecta el Centro de Seccionamiento (CS) y el Centro de Transformación (CT), se llevará a cabo una perforación dirigida. A continuación, se detalla este proceso:

La Perforación Dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas de polietileno, mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con el control absoluto de la trayectoria de la perforación. El pozo de ataque a construir es muy pequeño en comparación con los antiguos sistemas de introducción de tubería, con lo que implica una mayor seguridad para los trabajadores y la perforación, puesto que ningún trabajador necesitaría acceder a la zanja pues todo el trabajo se ejecuta desde la superficie.

El proceso de una Perforación Horizontal Dirigida (PHD) se basa en tres etapas principales: perforación guía, ensanchado e introducción de la tubería. La perforación horizontal dirigida se inicia con un taladro guía ejecutado con una plataforma perforadora que va empalmando y empujando y rotando varillaje de perforación.

Una vez finalizada la guía, se procede a la introducción de sucesivos conos ensanchadores para ampliar el túnel al diámetro necesario para introducir la tubería. Finalizado y estabilizado el túnel, se procede a la introducción de la tubería.

a) Perforación Piloto o Guía

La perforación piloto o guía, es una perforación de pequeño diámetro (un poco mayor al varillaje de la perforadora empleada) que sigue fielmente la trayectoria teórica proyectada y diseñada.

Para poder detectar la posición del cabezal perforador se emplea el sistema de guiado

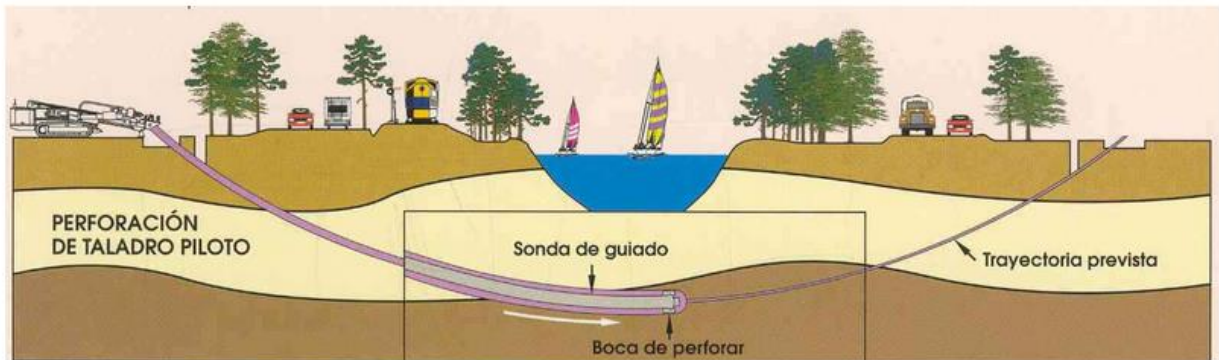


Ilustración. Perforación Guía

b) Ensanchado del Túnel

Una vez realizada la perforación piloto, se desmontará el cabezal de perforación y en su lugar se montará un cono escariador para aumentar el diámetro del túnel de la perforación. Este proceso se realizará en sentido inverso, es decir por tracción desde la máquina adicionalmente al giro continuo, con lo que se progresa en el ensanche la perforación anterior hasta alcanzar el diámetro deseado. La repetición sucesiva de estas operaciones de escariado, con diámetros crecientes, concluye con la tunelación al diámetro deseado.

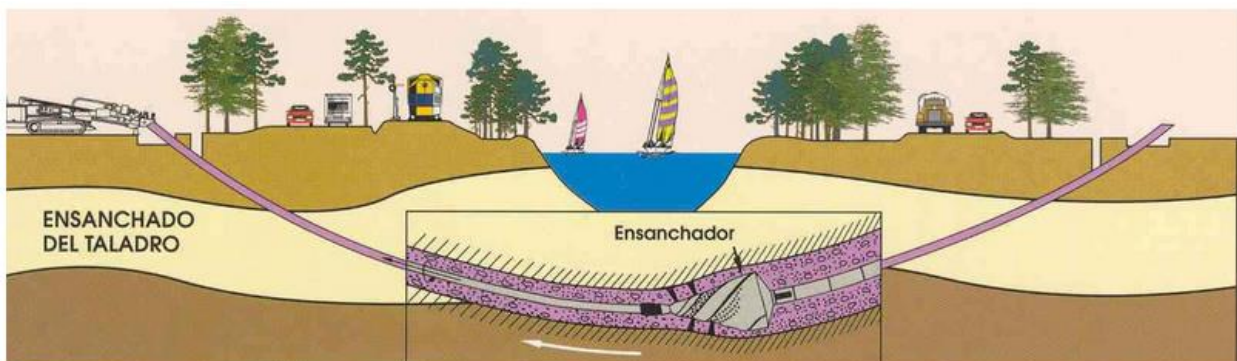


Ilustración. Ensanchado del Túnel

c) Instalación de la tubería

Una vez que se haya logrado el diámetro del túnel deseado con la ayuda de los ensanchadores, se procede a la introducción de la tubería. La tubería, previamente soldada en su longitud total, se alinea con la perforación y se

conecta al varillaje de perforación, ya introducido en el túnel. En ese momento la perforadora tira de ella a través del varillaje, introduciéndola en el túnel progresivamente.

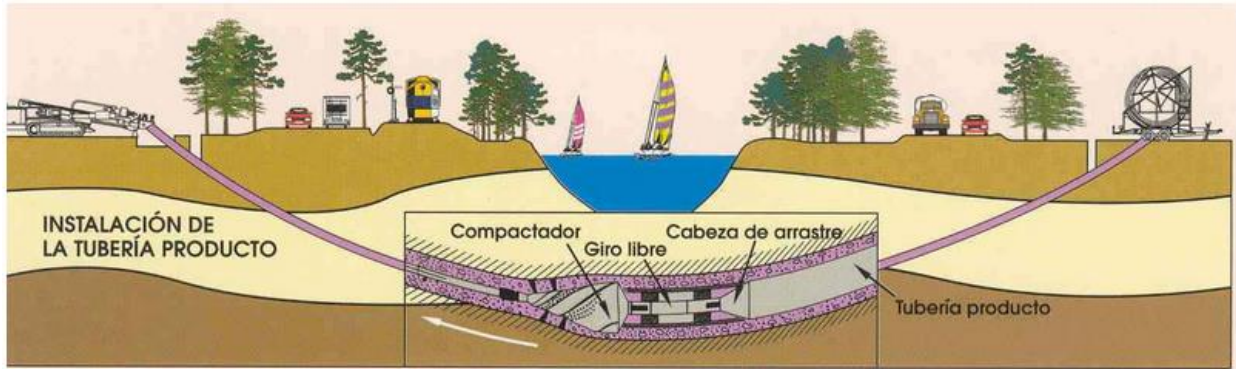


Ilustración. Instalación de la tubería

Maquinaria

A continuación, se menciona la principal maquinaria utilizada en la perforación dirigida (DPH):

- **Plataforma de perforación**, unidad de rotación y empuje
- **Grupo hidráulico**, para suministro de caudal hidráulico a la plataforma.
- **Bomba de lodos**, para inyectar el lodo con alto caudal y presión al frente de excavación a través del varillaje.
- **Mezcladora de lodos**, donde se mezcla la bentonita con el agua convirtiéndolo en el lodo de perforación.
- **Varillaje de perforación de dimensiones variables**, transmite los esfuerzos de rotación y empuje o tiro.
- **Sistema de guiado**, acoplado en el varillaje de perforación, junto al cabezal de perforación, emite una onda a la superficie.



Ilustración. Esquema Perforación Horizontal Dirigida

8.5.4 Arquetas

- Deberá colocarse una arqueta en los cambios de dirección
- Serán de hormigón o polipropileno reforzado, estas últimas protegidas con una capa alrededor de hormigón de 10 cm en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos.
- Las tapas serán de polipropileno reforzado y de fundición o de obra en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos.
- En el interior de las arquetas deberán quedar sellados todos los tubos para evitar el acceso al interior de estos de agua o roedores en el interior de las arquetas.
- Se dispondrán a intervalos aproximados de 100 metros para facilitar el tendido y mantenimiento.

8.6 VALLADO PERIMETRAL

Para disminuir el efecto barrera debido a la instalación de la planta fotovoltaica, y para permitir el paso de fauna, el vallado perimetral de la planta se ejecutará dejando un espacio libre desde el suelo hasta el primer alambre de 30 cm.

El vallado perimetral carecerá de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similar. En el recinto quedarán encerrados todos los elementos descritos de las instalaciones y dispondrá de una puerta de dos hojas, para acceso a la planta solar con una anchura aproximada de 6 metros y 2,30 m de altura.

El vallado perimetral tendrá una altura de 2 metros y estará formado por malla de tipo cinegética (con 20 hilos y 30 cm de separación) galvanizada en caliente por inmersión de 48 mm de diámetros, con la parte proporcional de postes

DOCUMENTO N°2: CALCULOS

1. CALCULOS ELECTRICOS

En el presente anejo realizan todos los cálculos eléctricos relativos a la Planta Fotovoltaica IFV "ASPARRENA"

1.1 Características técnicas

Para desarrollar los cálculos es necesario detallar las características técnicas de los paneles fotovoltaicos y los inversores. A continuación, se muestran las tablas con las características de ambos equipos.

Módulos fotovoltaicos (CS7N-700MS)	STC
Potencia máxima (Wp)	700
Tensión de circuito abierto (Voc)	47,9
Tensión de potencia optima (Vmmp)	40
Intensidad optima (Impp)	17,51
Corriente cortocircuito (Isc)	18,49
Eficiencia del módulo (%)	22,5
Máxima tensión	1500 V(DC)
Temperatura operación (°C)	-40 °C / +85°C
Coef. de T ^a de Voc	-0,25 %/°C
Coef. de T ^a de Isc	0,05 %/°C
Coef. de T ^a de potencia de salida	-0,29 %/°C
Voc(-4°C)	47,64
Vmpp(-4°C)	42,9
Vmpp(70°C)	35,4
Isc(70°C)	20,74

Tabla. Características módulos fotovoltaicos

Inversor (SG125HV)	
Valores de entrada CC	
Tensión máxima de entrada (V)	1.500
Corriente de entrada máxima (A)	148
Corriente de cortocircuito máxima (A)	240
Tensión de arranque (V)	860
Rango de tensión por (V)	860-1450V
Tensión nominal de entrada (V)	860-1250V
Número independiente de entradas MPP	1
Número de entradas CC	1
Valores de salida CA	
Potencia (kVA)	125
Tensión nominal de salida (V)	600
Intensidad máxima de salida (A)	120
Frecuencia nominal de red de CA (Hz)	50
Rango voltaje AC (V)	480 - 690
Distorsión armónica total máxima	< 3%

Tabla. Características Inversores

1.2 Cálculo de módulos en serie y numero de cadenas

Para elegir el número de módulos fotovoltaicos en serie debe tomarse en cuenta que la tensión no supere en ningún caso el rango de tensión de entrada del inversor y el número de ramas que entran al inversor debe elegirse de modo que la corriente máxima de entrada no se supere excesivamente, pues de lo contrario el inversor puede colapsarse

Teniendo en cuenta el coeficiente de temperatura para la tensión de circuito abierto α y el coeficiente de temperatura para corriente de cortocircuito β de los módulos fotovoltaicos y las características técnicas del inversor, se calcula a continuación la configuración de ramas en serie y en paralelo para que se verifiquen las siguientes condiciones:

a) Valores extremos del voltaje MPP



Los valores extremos del voltaje MPP se deben ajustar al rango de tensión MPP del inversor. El máximo voltaje MPP de los módulos fotovoltaicos se dará cuando estos alcancen la mínima temperatura que para la ubicación de la instalación de tomará -4°C . Este valor debe estar por debajo del límite superior de tensión MPP del inversor:

$$V_{mpp(-4^{\circ}\text{C})} = 30 \cdot 42,9 = 1.287 \text{ V} < 1500 \text{ V}$$

La condición del límite superior se cumple.

El mínimo voltaje MPP se registra en verano, cuando se alcanzan los 70°C en verano y se calientan los módulos, por lo que se toma esta temperatura como la máxima que alcanzarán los módulos. Este mínimo voltaje MPP de los módulos a 70°C debe estar por encima del límite inferior de tensión MPP del inversor:

$$V_{mpp(70^{\circ}\text{C})} = 30 \cdot 35,4 = 1.062 \text{ V} > 860 \text{ V}$$

La condición del límite inferior se cumple.

b) Tensión de circuito abierto VOC

La tensión de circuito abierto VOC en condiciones extremas de temperatura (-4°C) debe de estar por debajo de la máxima tensión admisible del inversor:

$$V_{OC(-4^{\circ}\text{C})} = 30 \cdot 47,64 = 1429,2 \text{ V} < 1.500 \text{ V}$$

La condición de tensión de circuito abierto se cumple.

Una vez realizadas todas las comprobaciones se determina que el número de módulos en serie y el número de ramas es correcto, por lo tanto, la configuración de la Planta Fotovoltaica IFV "ASPARRENA" queda conformada por 32 inversores de 125 kW.

c) Corriente máxima del Inversor

Una vez realizadas todas las comprobaciones sobre el número de módulos en serie, se delimitará el número máximo de ramas en paralelo que se conectarán al inversor. Para ello, se tendrá en cuenta la corriente máxima de entrada del inversor y la corriente de cortocircuito de los módulos.

$$I_{\max_inversor} = 148 \text{ A}$$

$$I_{cc_generador} = I_{sc_modulo} \cdot N^{\circ} \text{ Strings} = 18,49 \cdot 8 = 147,92 \text{ A} < 148 \text{ A}$$

El número máximo de cadenas en paralelo será de 8.

1.3 Cálculo de conductores en corriente continua

El circuito de corriente continua abarca el cableado desde los módulos fotovoltaicos hasta la entrada del inversor. Para la formación de ramas o series, los módulos se conectan mediante su propio cable de serie. Los propios módulos fotovoltaicos los protegerán de la radiación solar directa. Luego, cada rama se lleva a los inversores a través de dos conductores aislados (específicos para instalaciones fotovoltaicas, cable tipo ZZ-F de 1,8 kV).

El tramo entre cada rama y los bloques inversores estará compuesto por dos conductores aislados de cobre. Se excavarán zanjas para enterrar las tuberías que contendrán los conductores que conectan las ramas a los inversores. Las características del cable se detallan a continuación:

- Unipolar de cobre electrolítico estañado
- Clase 5 (flexible)
- Cumple con UNE-EN 50618 e IEC 60228.
- Tipo ZZ-F/H1Z2Z2-K 0,6/1 kV (1,8 kV DC)
- Sección 1x6 mm²

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. Se sellarán todos los tubos con espuma de poliuretano o similar, una vez introducidos los cables, para evitar la entrada de pequeños animales.

Se dimensionan los conductores según los siguientes criterios que se detallan en los subpuntos siguientes, basándonos en los criterios de sobreintensidad y caída máxima de tensión.

1.3.1 Cálculo por sobreintensidad

La intensidad máxima que se puede generar en los módulos será la intensidad de cortocircuito cuando la temperatura del módulo es máxima, que consideraremos 70°C.

$$I_{SC}(T_c) = I_{SC}(CEM) \cdot \left[1 + \Delta T \cdot \left(\frac{\alpha}{100} \right) \right]$$

Donde:

- T_c : Temperatura célula
- ΔT : $T_c - 25 = 70 - 25 = 45^\circ\text{C}$
- $I_{SC}(T_c)$: Intensidad de Cortocircuito a la Temperatura de la célula
- $I_{SC}(REM)$: Intensidad de Cortocircuito en condiciones estándar
- α : Coeficiente de temperatura para I_{sc}

Sustituyendo todos los valores obtenemos el siguiente resultado:

$$I_{sc}(Tc) = 18,49 \cdot \left[1 + 45 \cdot \left(\frac{0,05}{100} \right) \right] = 18,53$$

Valor muy inferior a los 48A soportados por el cable seleccionado, de Cu 6 mm² que se utilizará.

1.3.1 Cálculo por caída máxima de tensión

La caída de tensión en el punto más alejado no sobrepasará el 1,5% según aconseja el IDAE y se calcula según las siguientes ecuaciones:

$$\Delta U(V) = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U(V)}{V_{rama}} \cdot 100$$

Donde:

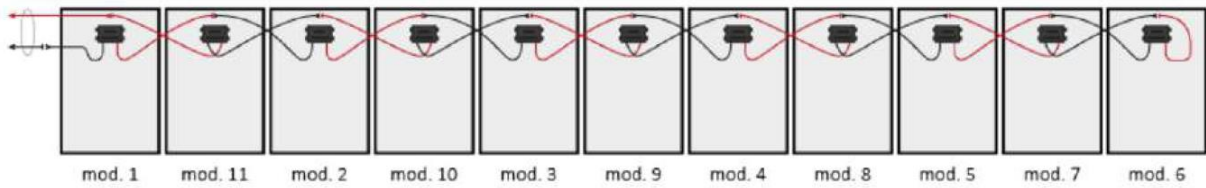
- ΔU : caída de tensión admisible en V
- I: Intensidad (A) = 17,28
- L: Longitud de la línea en metros
- γ : Conductividad del cable $\left(\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \right) = 45,48$
- S: Sección del conductor (mm²) = 6
- $V_{rama} = (N^{\circ} \text{ de módulos en serie}) \cdot (V_{mpp} \text{ módulo})$

La intensidad para cada rama será la del punto de máxima potencia de un módulo, al estar estos conectados en serie.

$$I_{rama} = I_{MPP} = 17,51 \text{ A}$$

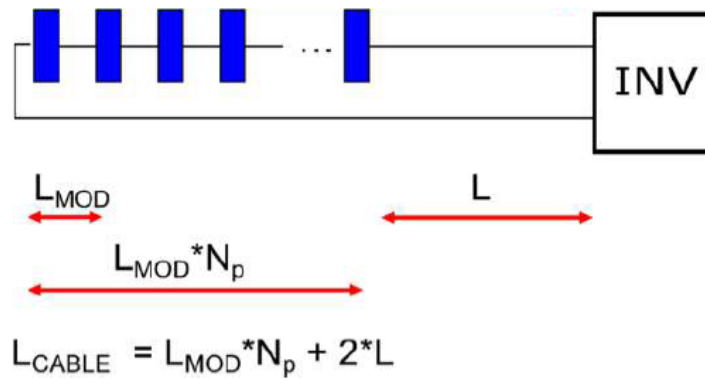
En el caso del inversor elegido, las protecciones con fusible van incorporadas en el propio inversor, por lo tanto, no es necesario realizar un Cuadro de protecciones en corriente continua.

Los módulos de un seguidor se conectan entre sí mediante la modalidad de conexión “Salto de rana” en la que los terminales positivos y negativos del string quedan prácticamente en la misma posición, en consecuencia, se considera como longitud de la línea a la longitud desde el inversor hasta el primer terminal positivo conectado, tal y como se muestra en la imagen.



En las tablas que se muestran a continuación se detallan todas las caídas de tensión de cada una de las ramas de los diferentes inversores que componen el parque fotovoltaico. Al no ser una configuración simétrica se detallan los cálculos de todos y cada uno de los inversores que la componen, puesto que las distancias no coinciden en ninguno de ellos.

Para realizar el cálculo de la longitud de cable utilizaremos la siguiente expresión:



Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
CC1	ST1	15	9,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,254	0,209
	ST2	15	13,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,767	0,295
	ST3	15	13,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,767	0,295
	ST4	15	17,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,281	0,380
	ST5	15	17,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,281	0,380

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
CC2	ST1	15	9,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,254	0,209
	ST2	15	13,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,767	0,295
	ST3	15	17,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,281	0,380
	ST4	15	21,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,794	0,466
	ST5	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST6	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST7	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339



Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	I _{mpp} (A)	V _{mpp} (V)	P _{mpp} (W)	Sección (mm ²)	V _{mpp} string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC3	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST3	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST4	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST5	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST6	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	I _{mpp} (A)	V _{mpp} (V)	P _{mpp} (W)	Sección (mm ²)	V _{mpp} string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC4	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST3	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST4	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST5	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST6	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	I _{mpp} (A)	V _{mpp} (V)	P _{mpp} (W)	Sección (mm ²)	V _{mpp} string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC5	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST3	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST4	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST5	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST6	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339
	ST7	15	21,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,794	0,466

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	I _{mpp} (A)	V _{mpp} (V)	P _{mpp} (W)	Sección (mm ²)	V _{mpp} string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC6	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST3	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST4	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST5	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST6	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339
	ST7	30	35,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,587	0,382

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	I _{mpp} (A)	V _{mpp} (V)	P _{mpp} (W)	Sección (mm ²)	V _{mpp} string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC7	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST3	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST4	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339
	ST5	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST6	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST7	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	I _{mpp} (A)	V _{mpp} (V)	P _{mpp} (W)	Sección (mm ²)	V _{mpp} string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC8	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST3	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST4	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339
	ST5	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST6	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST7	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339
	ST8	30	35,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,587	0,382



Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC9	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST3	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST4	15	13,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,767	0,295
	ST5	15	17,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,281	0,380
	ST6	15	21,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,794	0,466
	ST7	15	25,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,307	0,551
	ST8	15	29,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,821	0,637
	ST9	15	33,77	Cu	45,48	90	17,28	40	10500	6	600	4,277	0,713

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC10	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST3	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST4	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339
	ST5	30	23,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,047	0,254
	ST6	30	27,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,560	0,297
	ST7	30	31,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,073	0,339
	ST8	30	35,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,587	0,382

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC11	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	15	43,22	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	5,547	0,924
	ST7	15	47,79	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	6,133	1,022

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC12	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST4	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST5	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST6	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC13	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST4	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST5	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST6	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358



Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC14	ST1	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST2	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST3	30	38,02	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,879	0,407
	ST4	15	9,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,254	0,209
	ST5	15	14,34	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,840	0,307
	ST6	15	14,34	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,840	0,307
	ST7	15	18,91	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,427	0,404
	ST8	15	23,48	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,013	0,502
	ST9	15	28,05	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,600	0,600

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC15	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	15	43,22	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	5,547	0,924
	ST7	15	47,79	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	6,133	1,022

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC16	ST1	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST2	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST3	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST4	30	38,02	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,879	0,407
	ST5	15	9,77	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,254	0,209
	ST6	15	14,34	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	1,840	0,307
	ST7	15	18,91	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,427	0,404
	ST8	15	23,48	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,013	0,502
	ST9	15	28,05	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,600	0,600
	ST10	15	32,62	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	4,186	0,698

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC17	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	15	43,22	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	5,547	0,924
	ST6	15	47,79	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	6,060	1,010
	ST7	15	51,22	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	6,573	1,096

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC18	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	15	47,79	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	6,133	1,022



Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC19	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC20	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC21	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST6	15	18,91	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,427	0,404
	ST7	15	23,48	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,013	0,502
	ST8	15	28,05	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,600	0,600

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC22	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC23	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358



Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC24	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST8	15	28,05	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,600	0,600
	ST9	15	32,62	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	4,186	0,698

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC25	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC26	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC27	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	68,53	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	8,795	0,733
	ST6	30	73,1	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	9,381	0,782
	ST7	15	18,91	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	2,427	0,404
	ST8	15	23,48	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,013	0,502

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC28	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST8	15	47,79	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	6,133	1,022

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC29	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC30	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	15	47,79	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	6,133	1,022

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC31	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST6	15	23,48	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,013	0,502
	ST7	15	28,05	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	3,600	0,600
	ST8	15	63,13	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	8,102	1,350
	ST9	15	67,7	Cu	45,48	90	17,51	40	10500	6	600	8,688	1,448

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm ² Ω)	Temp. Max °C	Imp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm ²)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC32	ST1	30	19,74	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	2,533	0,211
	ST2	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST3	30	24,31	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,120	0,260
	ST4	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST5	30	28,88	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	3,706	0,309
	ST6	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST7	30	33,45	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,293	0,358
	ST8	30	38,02	Cu	45,48	90	17,51	40	21000	6	1200	4,879	0,407

1.4 Cálculo de conductores de baja tensión en corriente alterna

A continuación, se realizan los cálculos siguiendo lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51, así como la norma UNE-HD 60364-5-52 sobre instalaciones eléctricas de baja tensión, que aborda la selección e instalación de equipos eléctricos y canalizaciones.

1.4.1 Cálculo por sobreintensidad

Se calcula la corriente máxima permanente a transportar mediante la siguiente ecuación matemática:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Conocidas todas las variables de la ecuación, se determinará la selección mediante la tabla que se muestra a continuación:

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE							
Número de conductores cargados y tipo de aislamiento							
Método de instalación	Sección	2PVC	3PVC	2XLPE	3XLPE		
D1/D2	Cobre (Enterrado)	1,5 mm ²	20	17	24	21	
		2,5 mm ²	27	22	32	27	
		4 mm ²	36	29	42	35	
		6 mm ²	44	37	53	44	
		10 mm ²	59	49	70	58	
		16 mm ²	76	63	91	75	
		25 mm ²	98	81	116	96	
		35 mm ²	118	97	140	117	
		50 mm ²	140	115	166	138	
		70 mm ²	173	143	204	170	
		95 mm ²	205	170	241	202	
		120 mm ²	233	192	275	230	
		150 mm ²	264	218	311	260	
		185 mm ²	296	245	348	291	
		240 mm ²	342	282	402	336	
		300 mm ²	387	319	455	380	
		Aluminio (Enterrado)	2,5 mm ²	20	17,5	24	21
			4 mm ²	27	22	32	27
			6 mm ²	34	28	40	34
			10 mm ²	45	38	53	45
16 mm ²	58		49	70	58		
25 mm ²	76		62	89	74		
35 mm ²	91		76	107	90		
50 mm ²	107		89	126	107		
70 mm ²	133		111	156	132		
95 mm ²	157		131	185	157		
120 mm ²	179		149	211	178		
150 mm ²	202		169	239	201		
185 mm ²	228		190	267	226		
240 mm ²	263	218	309	261			
300 mm ²	297	247	349	295			

Tabla. Intensidad máxima admisible, para cables de conductores de aluminio en instalación enterrada (Tabla C-52-2 bis-UNE-HD 60364-5-52:2014)

Esta tabla permite elegir la sección de los conductores en función de la corriente máxima admisible para una instalación enterrada, en base a las siguientes consideraciones:

- Temperatura del terreno, 25 °C
- Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo, o un cable tripolar.
- Temperatura máxima del conductor: 90°C
- Terreno de resistividad térmica normal (1 K m/W)
- Profundidad de la instalación: 0,7 m.

Factor de corrección por temperatura

En el caso de que la temperatura del aire ambiente o del terreno sea distinta de los valores supuestos, las intensidades admisibles por los cables deben corregirse mediante los coeficientes que se indican en la tabla que se muestra a continuación:

Temperatura de servicio Θ_s en °C	Temperatura ambiente, Θ_a , en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1	0.95	0.90	0.84	0.77
70	1.41	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.81	0.71	0.58

Tabla. Factor de corrección f1, para temperatura ambiente distinto 40°C, RD 224/2002 ICT-BT-07

Temperatura de servicio Θ_s (°C)	Temperatura del terreno, Θ_t , en °C									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78	
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67	

Tabla. Factor de corrección, para temperatura del terreno distinto 25°C, RD 224/2002 ICT-BT-07

Factor de corrección por agrupamiento de circuitos en una envolvente

En el caso de que se deba instalar más de un cable tripolar o más de una terna de cables unipolares, a lo largo del recorrido, es preciso tener en cuenta el calentamiento mutuo y reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de los coeficientes de reducción que figuran en la tabla que se muestra a continuación:

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D = 0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d = 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50
d = 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d = 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d = 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d = 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

 Tabla. Factor de corrección, por distancia entre ternas o cables unipolares, **RD 224/2002 ICT-BT-07**

Factor de corrección por resistividad térmica del terreno

En el caso de que la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1 K.m/W, se utilizarán los coeficientes de corrección de la tabla que se muestra a continuación:

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K.m/W										
	0,80	0,85	0,90	1	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	2,50	2,80
Unipolar	1,09	1,06	1,04	1	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66
Tripolar	1,07	1,05	1,03	1	0,97	0,94	0,89	0,81	0,78	0,71	0,69

 Tabla. Factor de corrección, para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K.m/W, **RD 224/2002 ICT-BT-07**

Factor de corrección por profundidad de la instalación

En el caso de que la profundidad difiera de 0,7 metros, se aplican los coeficientes de corrección de la tabla que se muestra a continuación:

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

 Tabla. Factor de corrección, para profundidades de la instalación distintas de 0,7m, **RD 224/2002 ICT-BT-07**

Corriente máxima admisible

Finalmente, es posible calcular y establecer la corriente máxima admisible de los conductores bajo las diferentes condiciones de instalación.

32 inversores con una potencia máxima de 125 KVA. Sustituyendo en la fórmula inicial obtenemos la intensidad máxima de este tipo de inversores

$$I = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 600 \cdot 1} = 120,28 \text{ A}$$

Como la intensidad máxima es de 120,28 A en el Cuadro General de baja tensión se protegerán mediante fusibles de 140 A.

A continuación, se detallan los datos de los posibles cables a emplear. Para que dicho cable sea válido debemos verificar que la caída de tensión es aceptable en todas y cada una de las salidas, por lo tanto, la sección válida a ejecutar en obra serán las que se detallan en la tabla del punto 1.4.2.

Tramo		Sección conductor (mm ²)	Tipo 0,6/1kV		Imax conductor (A)	Factor de corrección profundidad (0,7m)
Inversor	CGBT	95	Al	RV	157	157
Inversor	CGBT	120	Al	RV	178	178
Inversor	CGBT	150	Al	RV	201	201
Inversor	CGBT	185	Al	RV	226	226
Inversor	CGBT	240	Al	RV	261	261
Inversor	CGBT	300	Al	RV	295	295

1.4.2 Cálculo por máxima caída de tensión

Para estos tramos en corriente alterna los conductores se calculan mediante el criterio de caída de tensión, evitando sobrepasar el 2% de caída de tensión sobre la nominal, tomando en cuenta la agrupación de conductores en las zanjas.

$$\Delta U(V) = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V(V)}{V}$$

Donde:

- ΔU : caída de tensión admisible en V
- P: Potencia máxima del inversor
- L: Longitud de la línea en metros
- γ : Conductividad del cable $\left(\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}\right)$
- S: Sección del conductor (mm^2)

El Cuadro General se instalará en el propio centro de transformación y los datos de partida para el cálculo serán los siguientes:

- Temperatura del terreno, 25 °C
- Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo. Aplicar coeficiente de agrupamiento.
- Temperatura máxima del conductor: 90°C
- Terreno de resistividad térmica normal (1 K m/W).
- Profundidad de la instalación: 0,7 m.
- Resistividad del cable: 27,8 m/Ω · mm²
- Tensión: 600 V

Lineas	Longitud string (m)	Material	Tipo de aislamiento	Resistividad (m/mm ² *Ω)	Temp. Max °C	I _{max} (A)	Vac (V)	P _{nominal} (W)	Sección real (mm ²)	Caida de tension (%)
Inversor 1	72,85	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	0,37911967
Inversor 2	146,3	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	0,7613618
Inversor 3	154,44	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	0,80372329
Inversor 4	154,44	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	0,80372329
Inversor 5	176,21	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	0,91701684
Inversor 6	190,18	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	0,9897183
Inversor 7	186,18	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	0,96890185
Inversor 8	221,92	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,15489687
Inversor 9	213,84	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,11284763
Inversor 10	221,92	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,15489687
Inversor 11	217,13	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,12996916
Inversor 12	193,02	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,00449799
Inversor 13	193,02	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,00449799
Inversor 14	209,24	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,08890871
Inversor 15	217,13	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,12996916
Inversor 16	251,83	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,3105519
Inversor 17	238,9	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,24326271
Inversor 18	207,36	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,07912497
Inversor 19	193,02	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,00449799
Inversor 20	193,02	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,00449799
Inversor 21	201,13	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,04670335
Inversor 22	193,02	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,00449799
Inversor 23	193,02	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,00449799
Inversor 24	253,69	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,32023155
Inversor 25	193,02	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,00449799
Inversor 26	193,02	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,00449799
Inversor 27	281,26	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,46370896
Inversor 28	240,81	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,25320257
Inversor 29	193,02	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,00449799
Inversor 30	207,36	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,07912497
Inversor 31	313,05	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,62914773
Inversor 32	231,04	Al	RV-AL	27,8	90	120	600	125000	240	1,20235838

La caída de tensión acumulada en el tramo más desfavorable desde el transformador es de 1,62%, por lo tanto, cumple con la normativa vigente.

Se prueba con el cable unipolar de Aluminio 0,6/1 kV RV de 240 mm² y se verifica que todas las caídas de tensión son inferiores al 2%, por lo tanto, como por intensidad máxima admisible cumple, se instalará como conductor para todos los inversores alimentados desde el CGBT ubicado en el CT.

1.5 Cálculos de media tensión (C.T. 1.125 kVA)

1.5.1 Características generales

La finalidad es justificar que el cable seleccionado supera las necesidades de la red y los requerimientos técnicos marcados en la Normativa vigente.

Datos eléctricos de la instalación	
Potencia Centro de transformación	1.125 kVA
Tensión nominal	30 kV
Potencia de cortocircuito	365 MVA
Circuitos	1
Conductores por fase	1
Frecuencia	50
Factor de potencia (desfavorable)	0,85
Longitud	766,88 metros

Datos técnicos del conductor	
Conductor	AL
Sección	240 mm ²
Tensión	18/30 kV
Aislamiento	RHZ1
Resistencia del conductor a 20°C (Ω/km)	0,125
Reactancia (Ω/km)	0,114
Intensidad máxima admisible enterrado	320 A
Longitud de la línea	766,88 metros

1.5.2 Potencia a transportar

Para comprobar que la línea existente tiene capacidad contemplaremos aplicaremos la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 30 \cdot 320 \cdot 0,85 = 14.133,53 \text{ kW}$$

Donde:

- U : Tensión de la red en kV
- I : Intensidad máxima admisible del cable

Por lo tanto, la línea subterránea proyectada tiene capacidad más que suficiente para transportar toda la potencia máxima del transformador de 1.125 kVA del Parque fotovoltaico.

1.5.3 Caída de tensión

Una vez que se ha comprobado que el cable aguanta la potencia requerida procedemos a justificar el cálculo por caída de tensión, mediante las siguientes expresiones:

En valor absoluto:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{20} + X \cdot \tan \varphi)$$

En valor porcentual:

$$U_c(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{20} + X \cdot \tan \varphi)$$

Donde:

- P: Potencia a transportar, en kW (1.125 kW)
- L: Longitud de la línea, en km
- U: Tensión nominal de la línea, en kV, (30 kV)
- R_{20} : Resistencia de la línea a 20°C, en Ω /km
- X: Reactancia de la línea, en Ω /km
- $\tan \varphi$: Tangente del ángulo definido por el factor de potencia

Sustituyendo se obtienen los siguientes resultados:

$$U_c = \frac{1125 \cdot 0,766}{30} \cdot (0,125 + 0,114 \cdot \tan 31,87) = 5,62 \text{ V}$$

Siendo la caída de tensión porcentual:

$$U_c(\%) = \frac{1125 \cdot 0,766}{10 \cdot 30^2} \cdot (0,125 + 0,114 \cdot \tan 31,87) = 0,02 \%$$

El valor límite de la caída de tensión se establece en el 5% con las condiciones de máxima carga.

Por lo tanto, podemos concluir que los resultados obtenidos son correctos.

1.5.4 Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia vendrán definidas por la siguiente expresión

En valor absoluto:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{20}}{U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

En valor porcentual:

$$P_p(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{20}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

Donde:

- P: Potencia a transportar, en kW (1.125 kW)
- L: Longitud de la línea, en km
- U: Tensión nominal de la línea, en kV, (30 kV)
- R_{20} : Resistencia de la línea a 20°C, en Ω /km
- $\cos \varphi$: Factor de potencia de la instalación

Sustituyendo los datos, se obtienen los siguientes resultados:

$$P_p = \frac{1125^2 \cdot 0,766 \cdot 0,125}{30^2 \cdot (0,8)^2} = 210,38 \text{ W}$$

En valor porcentual:

$$P_p(\%) = \frac{1125 \cdot 0,766 \cdot 0,125}{10 \cdot 30^2 \cdot (0,8)^2} = 0,018\%$$

1.5.5 Intensidad en Alta Tensión

En el centro de transformación, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador en kVA
- U_p : Tensión primaria en kV = 30 kV
- I_p : Intensidad primaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	I_p (A)
1.125	21,65

1.5.6 Intensidad en Baja Tensión

En el centro de transformación, la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador en kVA
- U_s : Tensión secundaria en kV
- I_s : Intensidad secundaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	Is (A)
1.125	1082,53

1.5.7 Cálculo de Corrientes de Cortocircuito

Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 365 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía distribuidora.

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- S_{CC} : Potencia de cortocircuito de la red en MVA
- U_p : Tensión primaria en kV = 30 kV
- I_{CCP} : Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_{CCP} = 7,02 \text{ kA}$$

Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión

$$I_{CCS} = \frac{100 * S}{\sqrt{3} \cdot U_{CC} (\%) \cdot U_s}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador en kVA
- U_{CC} : Tensión porcentual de cortocircuito del transformador (6 %)
- U_s : Tensión secundaria en carga en kV
- I_{CCS} : Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
----------------------------------	---------	-----------

1.125	6	18,04
-------	---	-------

1.5.8 Dimensionado del embarrado

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo quedan perfectamente justificados los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada.

Comprobación por sollicitación electrodinámica

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase. La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito, por lo que:

$$I_{CCS}(din) = 17,55 \text{ kA}$$

Para las celdas seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada.

Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada.

1.6 Cálculos de media tensión (C.T. 2.875 kVA)

1.6.1 Características generales

La finalidad es justificar que el cable seleccionado supera las necesidades de la red y los requerimientos técnicos marcados en la Normativa vigente.

Datos eléctricos de la instalación	
Potencia Centro de transformación	2.875 kVA
Tensión nominal	30 kV
Potencia de cortocircuito	365 MVA
Circuitos	1
Conductores por fase	1
Frecuencia	50
Factor de potencia (desfavorable)	0,85
Longitud	953,65 metros

Datos técnicos del conductor	
Conductor	AL
Sección	240 mm ²
Tensión	18/30 kV
Aislamiento	RHZ1
Resistencia del conductor a 20°C (Ω/km)	0,125
Reactancia (Ω/km)	0,114
Intensidad máxima admisible enterrado	320 A
Longitud de la línea	953,65 metros

1.6.2 Potencia a transportar

Para comprobar que la línea existente tiene capacidad contemplaremos aplicaremos la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 30 \cdot 320 \cdot 0,85 = 14.133,53 \text{ kW}$$

Donde:

- U : Tensión de la red en kV
- I : Intensidad máxima admisible del cable

Por lo tanto, la línea subterránea proyectada tiene capacidad más que suficiente para transportar toda la potencia máxima del transformador de 2.875 kVA del Parque fotovoltaico.

1.6.3 Caída de tensión

Una vez que se ha comprobado que el cable aguanta la potencia requerida procedemos a justificar el cálculo por caída de tensión, mediante las siguientes expresiones:

En valor absoluto:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{20} + X \cdot \tan \varphi)$$

En valor porcentual:

$$U_c(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{20} + X \cdot \tan \varphi)$$

Donde:

- P : Potencia a transportar, en kW (2.875 kW)
- L : Longitud de la línea, en km
- U : Tensión nominal de la línea, en kV, (30 kV)
- R_{20} : Resistencia de la línea a 20°C, en Ω /km
- X : Reactancia de la línea, en Ω /km
- $\tan \varphi$: Tangente del ángulo definido por el factor de potencia

Sustituyendo se obtienen los siguientes resultados:

$$U_c = \frac{2875 \cdot 0,953}{30} \cdot (0,125 + 0,114 \cdot \tan 31,87) = 17,88 \text{ V}$$

Siendo la caída de tensión porcentual:

$$U_c(\%) = \frac{2875 \cdot 0,953}{10 \cdot 30^2} \cdot (0,125 + 0,114 \cdot \tan 31,87) = 0,065 \%$$

El valor límite de la caída de tensión se establece en el 5% con las condiciones de máxima carga.

Por lo tanto, podemos concluir que los resultados obtenidos son correctos.

1.6.4 Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia vendrán definidas por la siguiente expresión

En valor absoluto:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{20}}{U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

En valor porcentual:

$$P_p(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{20}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

Donde:

- P: Potencia a transportar, en kW (2.875 kW)
- L: Longitud de la línea, en km
- U: Tensión nominal de la línea, en kV, (30 kV)
- R_{20} : Resistencia de la línea a 20°C, en Ω /km
- $\cos \varphi$: Factor de potencia de la instalación

Sustituyendo los datos, se obtienen los siguientes resultados:

$$P_p = \frac{2875^2 \cdot 0,953 \cdot 0,125}{30^2 \cdot (0,8)^2} = 1709,44 \text{ W}$$

En valor porcentual:

$$P_p(\%) = \frac{2875 \cdot 0,953 \cdot 0,125}{10 \cdot 30^2 \cdot (0,8)^2} = 0,059$$

1.6.5 Intensidad en Alta Tensión

En el centro de transformación, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador en kVA
- U_p : Tensión primaria en kV = 30 kV
- I_p : Intensidad primaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	Ip (A)
2.875	55,33

1.6.6 Intensidad en Baja Tensión

En el centro de transformación, la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador en kVA
- U_s : Tensión secundaria en kV
- I_s : Intensidad secundaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	Is (A)
2.875	2766,47

1.6.7 Cálculo de Corrientes de Cortocircuito

Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 365 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía distribuidora.

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- S_{CC} : Potencia de cortocircuito de la red en MVA
- U_p : Tensión primaria en kV = 30 kV
- I_{CCP} : Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_{CCP} = 7,02 \text{ kA}$$

Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión

$$I_{CCS} = \frac{100 * S}{\sqrt{3} \cdot U_{CC} (\%) \cdot U_S}$$

Donde:

- S : Potencia del transformador en kVA
- U_{CC} : Tensión porcentual de cortocircuito del transformador (6 %)
- U_S : Tensión secundaria en carga en kV
- I_{CCS} : Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
2.875	6	46,10

1.6.8 Dimensionado del embarrado

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo quedan perfectamente justificados los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada.

Comprobación por sollicitación electrodinámica

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase. La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito, por lo que:

$$I_{CCS}(din) = 17,65 \text{ kA}$$

Para las celdas seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada.

Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada.

1.7 Selección de las protecciones de Alta y Baja tensión

1.7.1 Alta Tensión

La protección en Alta tensión, en este caso se realizará con la celda de protección con interruptor automático

1.7.2 Puentes de Alta Tensión

Por máxima intensidad

La intensidad nominal demandada por los transformadores en AT es de 55,33 A y 21,65 A, que son valores muy inferiores al valor máximo admisible por el cable seleccionado para realizar los puentes de baja tensión el cual es de 3x1x240 mm² de Al tipo RHZ1 18/30 kV, el cual tiene una intensidad máxima admisible de 345 A.

Por cortocircuito

Según los cálculos de Proyecto, teniendo en cuenta la potencia máxima de cortocircuito facilitada en las condiciones de suministro (365 MVA), obtenemos el siguiente dato calculado:

$$I_{CCP} = 7,02 \text{ kA}$$

La densidad máxima admisible por el conductor de aluminio viene en la siguiente tabla:

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos										
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
PVC:												
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51	51

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

Para una duración de cortocircuito de 1 segundo, el cable instalado admite 94 A/mm², por lo que la intensidad

máxima admisible en cortocircuito del conductor será de 14,10 kA, por lo tanto, quedaría justificado que el cable soporta la intensidad de cortocircuito calculada en el Proyecto.

Para garantizar que el disparo se realiza a 1 sg, se programara en la centralita de la Celda de protección general de interruptor automático.

Justificación de la intensidad de cortocircuito en la pantalla del cable de aislamiento seco.

La pantalla del cable instalado es de 16 mm² de Cu.

La normativa nos indica que el dimensionamiento mínimo de la pantalla será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante un segundo. Para justificarlo, se adjunta la dicha técnica del cable, donde se indica que el cable de 1x240 mm² 18/30 kV, soporta una Intensidad de cortocircuito en la pantalla durante un segundo de 3.130 A. Como 3.130 A > 1.000 A, se justifica que la pantalla del cable es correcta y cumple con la normativa.

1.7.3 Baja Tensión

La salida de baja de tensión del transformador estará protegida por un Cuadro de Baja Tensión formado por una envolvente metálica con un **interruptor-seccionador de 3x1.250 A**. Cada una de las entradas de cable procedentes de los inversores tendrán su correspondiente protección mediante fusibles NH1 de 600 V, según el esquema unifilar adjunto en el anejo de Planos. Además, dicho cuadro contara con las protecciones correspondientes para sobretensiones permanentes y transitorias

1.7.4 Puentes de Baja Tensión

La intensidad máxima que puede proporcionar el transformador de 1.125 kVA en baja tensión es de 1082,53 A, para lo cual se ha dimensionado una protección de 1.260 A.

El cable seleccionado para los puentes de baja tensión es de 3 cables por fase de 1x240 mm² de Al tipo RZ1-K 0,6/1 kV, el cual tiene una intensidad máxima admisible de 1.260 A (420 A x 3 cables), instalado al aire y a una temperatura de 40°C. Por este motivo se sobredimensiona, ya que en momentos puntuales el CT puede tener una mayor temperatura.

La intensidad máxima que puede proporcionar el transformador de 2.875 kVA en baja tensión es de 2.766,4 A, para lo cual se ha dimensionado una protección de 2.940 A.

El cable seleccionado para los puentes de baja tensión es de 7 cables por fase de 1x240 mm² de Al tipo RZ1-K 0,6/1 kV, el cual tiene una intensidad máxima admisible de 2.940 A (420 A x 7 cables), instalado al aire y a una temperatura de 40°C. Por este motivo se sobredimensiona, ya que en momentos puntuales el CT puede tener una mayor temperatura.

1.8 Dimensionado de la ventilación del C.T.

La ventilación propuesta para los Centros de Transformación se dimensiona con el caudal de aire necesario para evitar el incremento de temperatura en el interior de ellos, manteniendo esta por debajo de los límites admisibles del transformador. Los CTs tienen acceso directo al exterior, por este motivo se propone una ventilación natural.

El Edificio prefabricado, destinado para la finalidad de albergar los transformadores de estas características, ya viene con todas las rejillas de fábrica, calculadas y homologadas por el fabricante.

El Edificio seleccionado cuenta con las siguientes rejillas de ventilación:

- 2 rejillas en la puerta del transformador de 1360x760 mm
- 2 rejillas en el paramento posterior de 1360x760 mm cada una de ellas

Los cálculos de las superficies de las rejillas de ventilación del CT se realizan considerando que ambas rejillas, la de entrada de aire y la de salida son iguales. La superficie de cada una de las rejillas de ventilación se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$S = \frac{W_T}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h} \cdot \Delta T^3}$$

Donde:

- W_T : Pérdidas del transformador, en kW.
- K: Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire
- H: Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.
- ΔT : Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, en °C.
- S: Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m².

Las pérdidas del transformador de 1.125 kVA, según ficha técnica, toman el valor de 8,55 kW. El salto térmico entre el aire de entrada y salida no será superior a 20°C, recomendándose 15°C según normas UNESA. Para rejillas de lamas, el valor K se toma usualmente 0,4. Se supondrá una diferencia de altura entre centros de rejillas de 1,5 m. Sustituyendo los datos en la expresión anterior obtenemos que tanto la rejilla de impulsión como la de extracción deben tener una superficie libre mínima de 1,25 m². Se colocarán rejas antivandálicas, homologadas por la compañía distribuidora. Las rejillas instaladas deberán tener una superficie superior a 1,25 m² tanto para extracción como para impulsión, para que de este modo el dimensionamiento sea correcto.

Las pérdidas del transformador de 2.875 kVA, según ficha técnica, toman el valor de 21,275 kW. El salto térmico entre el aire de entrada y salida no será superior a 20°C, recomendándose 15°C según normas UNESA. Para rejillas de lamas, el valor K se toma usualmente 0,4. Se supondrá una diferencia de altura entre centros de rejillas de 1,5 m. Sustituyendo los datos en la expresión anterior obtenemos que tanto la rejilla de impulsión como la de extracción deben tener una superficie libre mínima de 3,11 m². Se colocarán rejillas antivandálicas, homologadas por la compañía distribuidora. Las rejillas instaladas deberán tener una superficie superior a 3,11 m² tanto para extracción como para impulsión, para que de este modo el dimensionamiento sea correcto.

El edificio destinado al centro de seccionamiento alberga el transformador de 50 kVA, según ficha técnica, sus pérdidas toman el valor de 1,05 kW. El salto térmico entre el aire de entrada y salida no será superior a 20°C, recomendándose 15°C según normas UNESA. Para rejillas de lamas, el valor K se toma usualmente 0,4. Se supondrá una diferencia de altura entre centros de rejillas de 0,15 m. Sustituyendo los datos en la expresión anterior obtenemos que tanto la rejilla de impulsión como la de extracción deben tener una superficie libre mínima de 0,15 m². Se colocarán rejillas antivandálicas, homologadas por la compañía distribuidora. Las rejillas instaladas deberán tener una superficie superior a 0,15 m² tanto para extracción como para impulsión, para que de este modo el dimensionamiento sea correcto, en el centro de seccionamiento se deja una ventilación compuesta por una rejilla de 1.360x760 mm en la parte de debajo de la fachada principal y otra igual de las mismas dimensiones en la parte superior de la fachada posterior, de esta manera se tiene una superficie de 1,03 m² tanto de impulsión como de retorno, siendo más que suficiente para un edificio con las características detalladas.

1.9 Cálculo de la Puesta a Tierra

Se diseñará el sistema de puesta a tierra de protección de un Centro de Transformación y un Centro de Seccionamiento prefabricado de hormigón, emplazado en la superficie, de dimensiones en planta, 4.460m x 2.380m y 8.080m x 2.380m respectivamente.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en la MT.2.11.33 “Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centro de transformación de tensión nominal $\leq 30kV$ ”.

1.9.1 Centro de transformación

Las características de la red de distribución son:

- Tensión nominal de la línea: $U_n = 30 kV$
- Resistividad del terreno: $\rho = 250\Omega m$
- Características de actuación de las protecciones: $I'_{1F} \cdot t = 2200$
- Tipo de pantallas de los cables: Conectada
- Número de Centros de Transformación conectados a través de pantallas: N=1

1.-Consideracion de calzado

- Electrodo utilizado:

CPT-CT-A-(4.5x6.5) +8P2

De la resistencia $K_r = 0,06795 \Omega / (\Omega \cdot m); K'_r = 0,128 \Omega / (\Omega \cdot m)$

De la tensión de paso $K_{p,t-t} = 0,01388 V / (\Omega \cdot m)(A)$

De la tensión de contacto $K_{p,a-t} = 0,03305 V / (\Omega \cdot m)(A)$

- Resistencia de tierra del CT

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,06795 \cdot 250 = 16,98 \Omega$$

- r_E

$$R_{pant} = \frac{\rho \cdot K_{r'}}{N} = \frac{250 \cdot 0,128}{1} = 32 \Omega$$

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{pant}}{R_T + R_{pant}} = \frac{16,98 \cdot 32}{16,98 + 32} = 11,09 \Omega$$

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = 0,65$$

- Reactancia equivalente de la subestación

$$X_{LTH} = 2,117 \Omega$$

Tensión nominal de la red U_n (KV)	Tipo de puesta a tierra **	Reactancia equivalente X_{LTH} (Ω)	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra * (A)
13,2	Rigido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 Ω	4,5	1863
15	Rigido	2,117	4500
15	Reactancia 4 Ω	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 Ω	5,7	2228
30	Zig-Zag 1000 A	2,117	9000

* Intensidades máximas que se pueden dar en la red. Los diseños de puesta a tierra descritos en este documento son válidos para la mayoría de las situaciones descritas en la tabla 1. No obstante, en algunos casos en los que se den una o varias de las condiciones siguientes, intensidades de defecto a tierra elevadas, resistividades del terreno altas o un número pequeño de Centros de Transformación conectados a través de las pantallas de los cables subterráneos, pueden ser necesarios diseños específicos para la configuración de los electrodos. Para concretar estas situaciones véase el Anexo 1.

** Pueden existir otros tipos de puesta a tierra en subestaciones de i-DE, tales como puestas a tierra mediante resistencias, que en cualquier caso suponen valores de intensidades defecto a tierra iguales o inferiores a los indicados en la Tabla.

- Cálculo de la intensidad de la corriente de defecto a tierra

$$I'_{1Fp} = \frac{1,1 \cdot U_n}{r_e \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \frac{1,1 \cdot 30000}{0,65 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{16,98^2 + \left(\frac{2,117}{0,65}\right)^2}} = 1695,34 A$$

- Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto

Con objeto de evitar el riesgo por tensión contacto en el exterior, se emplazará en la superficie, una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de las paredes del Centro de Transformación. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallazo se conectará a un punto a la puesta a tierra de protección del Centro de Transformación.

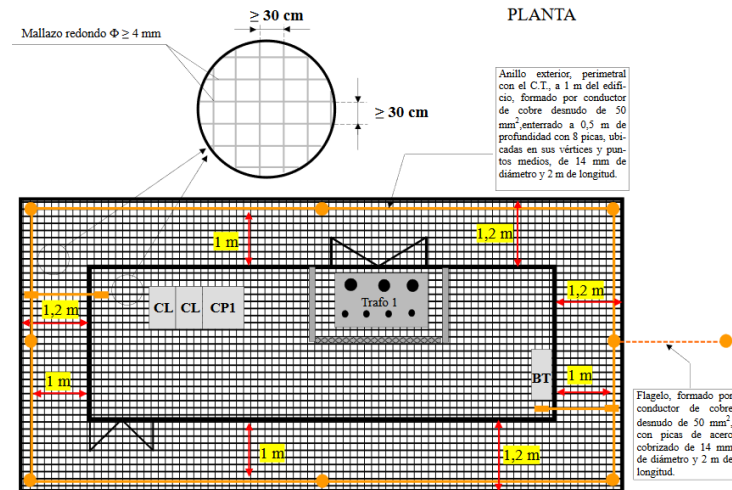


Ilustración. Electrodo de puesta a tierra del CT.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de paso y contacto en el interior, en el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos, preferentemente opuestos, a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación

- a) Con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$K_{p.t-t} = 0,01388 \frac{V}{A(\Omega \cdot m)}$$

$$U'_{p1} = K_{p.t-t} \cdot \rho \cdot I_E = K_{p.t-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1Fp} = 0,01388 \cdot 250 \cdot 0,65 \cdot 1695,34 = 3823,83 V$$

- b) Con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$K_{p,a-t} = 0,03305 \frac{V}{A(\Omega \cdot m)}$$

$$U'_{p2} = K_{p,a-t} \cdot \rho \cdot I_E = K_{p,a-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1Fp} = 0,03305 \cdot 250 \cdot 0,65 \cdot 1695,34 = 9105,035 V$$

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

a) Con los pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_S}{Z_b}}$$

$$U'_{pa1} = \frac{3823,83}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 250}{1000}} = 588,28 V$$

b) Con un pie en la acera y el otro en el terreno

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_S + 3\rho_S^*}{Z_b}}$$

$$U'_{pa2} = \frac{9105,035}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 250 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 617,29 V$$

- Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones)

$$t = \frac{2200}{I'_{1Fp}} = \frac{2200}{1695,34} = 1,29 s$$

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

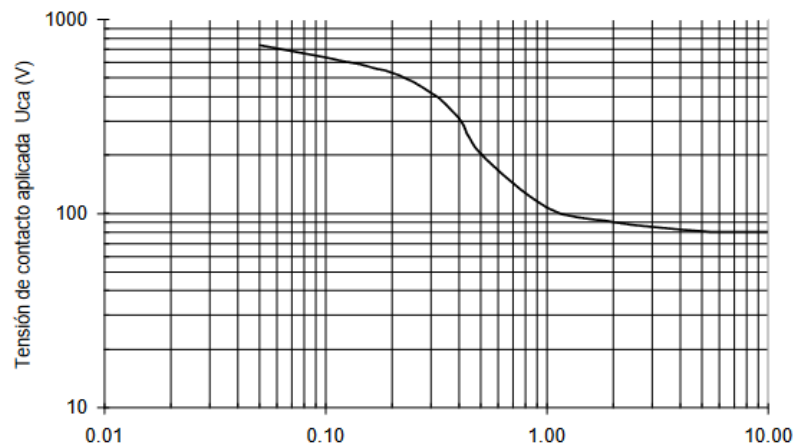


Ilustración. Electrodo de puesta a tierra del CT.

Según la ilustración, como $U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$, el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a 800 V, para un tiempo especificado de 1,29 s.

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

Como, $U'_{pa1} = 588,28 V < 800 V$ y $U'_{pa2} = 617,29 V < 800 V$ el electrodo considerado, **CPT-CT-A-(4.5x6.5)+8P2**, cumple con el requisito reglamentario. Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor, $R_T = 16,98 \Omega$, valor inferior al exigido.

- Separación entre los electrodos de tierra

A fin de evitar que, durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización queden sometidas a tensiones de contacto peligrosas, se verificará lo indicado en el Apartado 11 de la ITC-BT-18.

Según se especifica en dicha instrucción, para garantizar la independencia eléctrica entre el centro de transformación y las masas de la instalación de utilización, será necesario cumplir una serie de requisitos, los cuales se detallan a continuación:

Puntos a) y c):

Las tierras del centro de transformación no estarán conectadas ni existirá ninguna canalización conductora que una la zona de tierra del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización. El centro de transformación, este situado en un recinto aislado y únicamente los elementos que se encuentran dentro de este edificio están unidos eléctricamente, por lo tanto se cumplirían estos dos primeros apartados.

Punto b):

La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las de servicio se calculará conforme a lo indicado en:

- Las normas UNESA: "Método de Cálculo de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación Conectados a Redes de Tercera Categoría".
- MT 2.11.33: "Especificaciones Particulares para el Diseño de Puestas a Tierra para Centros de Transformación de Tensión Nominal $\leq 30kV$ ".

En dicha normativa, se establece que la separación D (en metros) entre el electrodo de puesta a tierra de protección y el de servicio debe garantizar que no se induzcan tensiones superiores a 1000 V en el electrodo de servicio cuando circule por el de protección una intensidad I_e (en amperios). Esta relación se expresa mediante la fórmula:

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_E}{2000 \cdot \pi}$$

Donde:

- D: Distancia entre electrodos, en m

- ρ : Resistividad media del terreno, en $\Omega \cdot m$
- I_E : Intensidad de defecto, en A

$$D \geq 67,45m$$

1.9.2 Centro de seccionamiento

Las características de la red de distribución son:

- Tensión nominal de la línea: $U_n = 30 kV$
- Resistividad del terreno: $\rho = 250\Omega m$
- Características de actuación de las protecciones: $I'_{1F} \cdot t = 2200$
- Tipo de pantallas de los cables: Conectada
- Número de Centros de Transformación conectados a través de pantallas: $N=1$

1.-Consideracion de calzado

- Electrodo utilizado:

CPT-CT-A-(3.5x4.5) +8P2

De la resistencia $K_r = 0,08175 \Omega /(\Omega \cdot m)$; $K'_r = 0,128 \Omega /(\Omega \cdot m)$

De la tensión de paso $K_{p,t-t} = 0,01764 V/(\Omega \cdot m)(A)$

De la tensión de contacto $K_{p,a-t} = 0,04063 V/(\Omega \cdot m)(A)$

- Resistencia de tierra del CT

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,08175 \cdot 250 = 20,43 \Omega$$

- r_E

$$R_{pant} = \frac{\rho \cdot K_{r'}}{N} = \frac{250 \cdot 0,128}{1} = 32 \Omega$$

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{pant}}{R_T + R_{pant}} = \frac{20,43 \cdot 32}{20,43 + 32} = 12,46 \Omega$$

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = 0,609$$

- Reactancia equivalente de la subestación

$$X_{LTH} = 2,117 \Omega$$

Tensión nominal de la red U_n (KV)	Tipo de puesta a tierra **	Reactancia equivalente X_{LTH} (Ω)	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra I'_{1Fp} (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 Ω	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 Ω	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 Ω	5,7	2228
30	Zig-Zag 1000 A	2,117	9000

* Intensidades máximas que se pueden dar en la red. Los diseños de puesta a tierra descritos en este documento son válidos para la mayoría de las situaciones descritas en la tabla 1. No obstante, en algunos casos en los que se den una o varias de las condiciones siguientes, intensidades de defecto a tierra elevadas, resistividades del terreno altas o un número pequeño de Centros de Transformación conectados a través de las pantallas de los cables subterráneos, pueden ser necesarios diseños específicos para la configuración de los electrodos. Para concretar estas situaciones véase el Anexo 1.
 ** Pueden existir otros tipos de puesta a tierra en subestaciones de i-DE, tales como puestas a tierra mediante resistencias, que en cualquier caso suponen valores de intensidades defecto a tierra iguales o inferiores a los indicados en la Tabla.

- Cálculo de la intensidad de la corriente de defecto a tierra

$$I'_{1Fp} = \frac{1,1 \cdot U_n}{r_e \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \frac{1,1 \cdot 30000}{0,609 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{20,43^2 + \left(\frac{2,117}{0,609}\right)^2}} = 1509,63 \text{ A}$$

- Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto

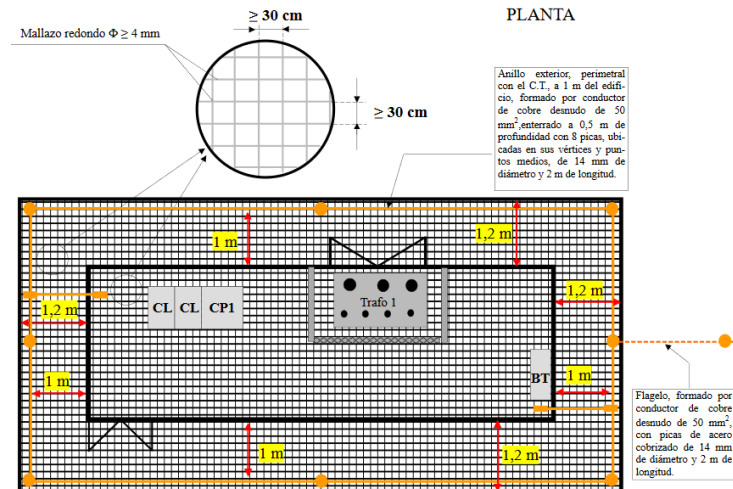


Ilustración. Electrodo de puesta a tierra del CS.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de paso y contacto en el interior, en el piso del Centro de Seccionamiento se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formado una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos, preferentemente opuestos, a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación

c) Con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$K_{p.t-t} = 0,01764 \frac{V}{A(\Omega \cdot m)}$$

$$U'_{p1} = K_{p.t-t} \cdot \rho \cdot I_E = K_{p.t-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1Fp} = 0,01764 \cdot 250 \cdot 0,609 \cdot 1509,63 = 4054,39 V$$

d) Con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$K_{p.a-t} = 0,04063 \frac{V}{A(\Omega \cdot m)}$$

$$U'_{p2} = K_{p.a-t} \cdot \rho \cdot I_E = K_{p.a-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1Fp} = 0,04063 \cdot 250 \cdot 0,609 \cdot 1509,63 = 9338,44 V$$

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

c) Con los pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_S}{Z_b}}$$

$$U'_{pa1} = \frac{4054,39}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 500}{1000}} = 506,79 V$$

d) Con un pie en la acera y el otro en el terreno

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_S + 3\rho_S^*}{Z_b}}$$

$$U'_{pa2} = \frac{9338,44}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 500 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 602,48 V$$

- Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones)

$$t = \frac{2200}{I'_{1Fp}} = \frac{2200}{1509,63} = 1,457 s$$

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

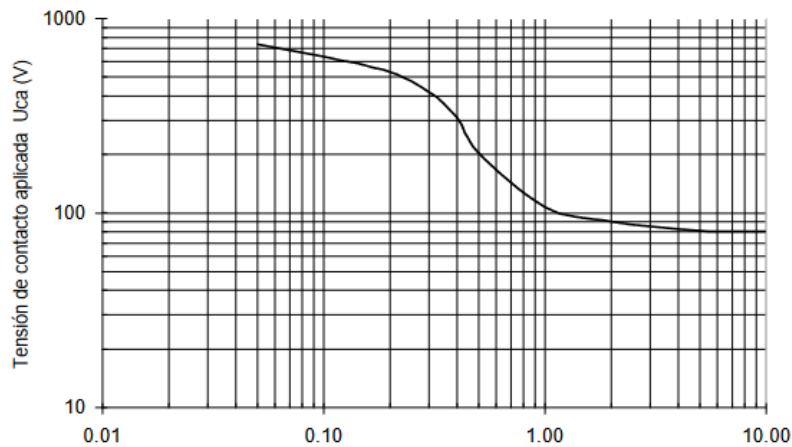


Ilustración. Electrodo de puesta a tierra del CS.

Según la ilustración, como $U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$, el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a 1000 V, para un tiempo especificado de 1,457 s.

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

Como, $U'_{pa1} = 506,79 V < 1000 V$ y $U'_{pa2} = 602,48 V < 1000 V$ el electrodo considerado, **CPT-CT-A-(3.5x4.5)+8P2**, cumple con el requisito reglamentario. Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor, $R_T = 20,43 \Omega$, valor inferior al exigido.

- Separación entre los electrodos de tierra

En el caso del Centro de Seccionamiento, al contar con un transformador, se verificarán los mismos puntos que en el caso del Centro de Transformación.

A fin de evitar que, durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de seccionamiento, las masas de la instalación de utilización queden sometidas a tensiones de contacto peligrosas, se verificará lo indicado en el Apartado 11 de la ITC-BT-18.

Según se especifica en dicha instrucción, para garantizar la independencia eléctrica entre el centro de seccionamiento y las masas de la instalación de utilización, será necesario cumplir una serie de requisitos, los cuales se detallan a continuación:

Puntos a) y c):

Las tierras del centro de transformación no estarán conectadas ni existirá ninguna canalización conductora que una la zona de tierra del centro de seccionamiento con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización. El centro de transformación, esta situado en un recinto aislado y únicamente los elementos que se encuentran dentro de este edificio están unidos eléctricamente

Punto b):

La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las de servicio se calculará conforme a lo indicado en:

- Las normas UNESA: "Método de Cálculo de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación Conectados a Redes de Tercera Categoría".
- MT 2.11.33: "Especificaciones Particulares para el Diseño de Puestas a Tierra para Centros de Transformación de Tensión Nominal $\leq 30\text{kV}$ ".

En dicha normativa, se establece que la separación D (en metros) entre el electrodo de puesta a tierra de protección y el de servicio debe garantizar que no se induzcan tensiones superiores a 1000 V en el electrodo de servicio cuando circule por el de protección una intensidad I_E (en amperios). Esta relación se expresa mediante la fórmula:

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_E}{2000 \cdot \pi}$$

Donde:

- D : Distancia entre electrodos, en m
- ρ : Resistividad media del terreno, en $\Omega \cdot m$
- I_E : Intensidad de defecto, en A

$$D \geq 60,06m$$

2. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

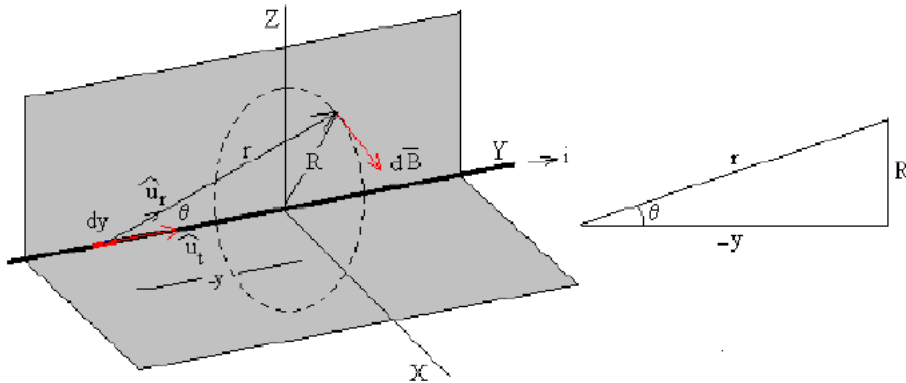
Los campos electromagnéticos, son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor. Las ecuaciones de Biot y Savart, permiten analizar el campo que produce una corriente eléctrica:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{4\pi} \oint \frac{u_t \cdot u_r}{r^2} dl$$

Siendo:

- B : Es el vector de campo magnético en un punto P del espacio
- u_t : Es un vector unitario cuya dirección es tangente al circuito que nos indica el sentido de la corriente en la posición donde se encuentra el elemento dl .
- u_r : Es un vector unitario que señala la posición del punto P respecto del elemento de corriente $\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}$ en el sistema internacional de unidades

Para el cálculo del campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente i , se puede establecer de la siguiente manera:



El campo magnético B , producido en el punto P , tiene una dirección que es perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el propio punto.

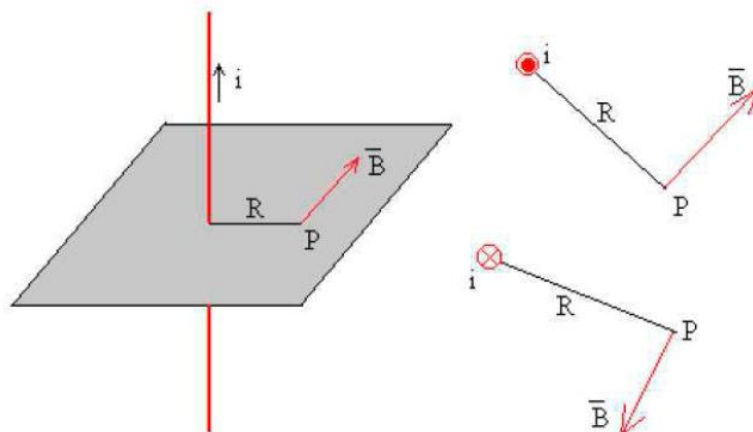
Integrado la ecuación de Biot y Savart:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\text{sen } \theta}{r^2} dy = \frac{\mu_0 \cdot i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \text{sen } \theta d\theta = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot R}$$

Se integra sobre la variable θ , expresando las variables x e y en función del ángulo θ .

$$R = r \cdot \cos \theta$$

$$R = -y \cdot \tan \theta$$



En la figura, se muestra la dirección y sentido del campo magnético producido por una corriente rectilínea indefinida en el punto P. Cuando se dibuja en un papel, las corrientes perpendiculares al plano del papel y hacia el lector se simbolizan con un punto \cdot en el interior de una pequeña circunferencia, y las corrientes en sentido contrario con una cruz \times en el interior de una circunferencia tal como se muestra en la parte derecha de la figura.

La dirección del campo magnético se dibuja perpendicular al plano determinado por la corriente rectilínea y el punto, y el sentido se determina por la regla del sacacorchos o la denominada de la mano derecha.

2.1 Cálculo del campo magnético generado por líneas

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

En el Centro de transformación, se encuentra principalmente las siguientes tipologías de cableado susceptible de generar un campo electromagnético relevante:

- Transformador de potencia
- Cableado de Media Tensión entre las celdas y el transformador.
- Cableado de Baja Tensión entre el transformador y el cuadro de baja tensión.

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en su transición hasta el transformador, todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida del transformador, discurrirá trenzado de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas se anulen entre sí. En el siguiente apartado se justifica el campo magnético generado por el cableado trenzado.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnéticos permitidos, según el RD 1066/2001, por el que se establece el Reglamento sobre condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, Anexo II, apartado 3.1 (cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculara como $5/f$, siendo f la frecuencia en kHz. De esta manera, el límite de campo es $100\mu\text{T}$.

CUADRO 2

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

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

Ilustración: Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0hz-300Ghz)

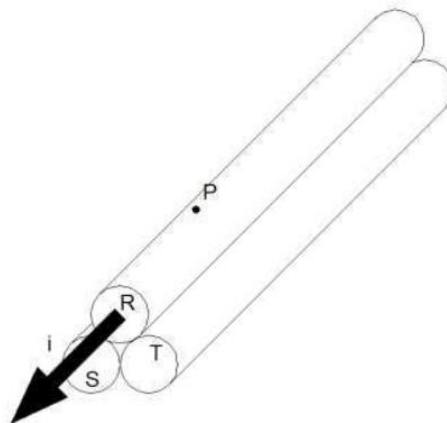
2.1.1 Campo magnético generado por el cableado de BT

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por un conjunto de conductores en BT que parten del inversor y acometen el transformador.

Para simplificar el cálculo, se considerará el caso desfavorable de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Baja Tensión discurriendo a la corriente máxima de salida del inversor del centro.

En el caso que nos ocupa, la corriente máxima de salida en BT a 600V de cada conjunto de inversores SG125HV es de 960A. La intensidad máxima admisible de los conductores de BT de salida del inversor de 240mm² de sección es 346A (tubo y enterrado). Por lo tanto, se necesitarán 3 conductores por fase resultando una corriente máxima por conductor de: 960/3=320A.

Se considera que la envolvente del cable unipolar de 240mm² tiene un diámetro exterior de 24,2 mm.



El campo magnético generado en el Punto P será consecuencia del sumatoria de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B_p = \sum B_{p,i} = B_{p,R} + B_{p,S} + B_{p,T}$$

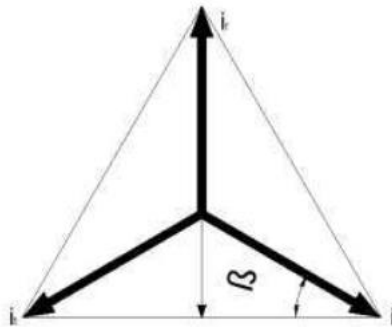
Suponiendo que las corrientes están concentradas en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{p,R} = \mu \frac{i_R}{2\pi d}$$

$$B_{p,S} = \mu \frac{i_S}{2\pi d}$$

$$B_{p,T} = \mu \frac{i_T}{2\pi d}$$

Teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene que:



Por lo que teniendo en cuenta que $\beta = 30^\circ$

$$i_s = i_t = -i \cdot \text{sen } 30 = \frac{-i_r}{2}$$

Si formulamos entonces la expresión del campo magnético generado por cada fase, y aplicando las relaciones obtenidas entre las corrientes de las fases, logramos establecer las relaciones:

$$B_T = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot i_R}{D_{PR}} [\mu T]$$

$$B_T = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot i_S}{D_{PS}} [\mu T] = -\frac{10^2 \cdot i_S}{D_{PS}} [\mu T]$$

$$B_T = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot i_T}{D_{PT}} [\mu T] = -\frac{10^2 \cdot i_T}{D_{PT}} [\mu T]$$

Fruto de estas expresiones, observamos la relación que existe entre los campos magnéticos generados por las tres fases, que puede consumarse en la expresión del campo magnético total generado en un punto "P" a una distancia "D" distinta para cada fase debido a la existencia de separaciones físicas entre ellas.

$$B_{TOTAL} = B_R + B_S + B_T = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot i_R}{D_{PR}} - \frac{10^2 \cdot i_S}{D_{PS}} - \frac{10^2 \cdot i_T}{D_{PT}}$$

Por otro lado, hay que tener en cuenta que las ternas de conductores se encuentran albergadas en el interior de una canalización en el tramo que circula desde el inversor hasta el transformador.

Si consideramos que el alojamiento de los cables tiene una profundidad de 10 cm, y la altura de la terna es de 4,2 cm, existe una distancia "d" entre el centro de cada fase de cada terna al punto de medición "P". En el caso que nos ocupa,

para la ubicación dada, el punto P está considerado a 35,8cm de la parte alta de las ternas o a 40cm de la parte inferior de las mismas.

Con todo ello, se obtiene los siguientes resultados:

Nº TERNA	FASE	DISTANCIA "D" AL PUNTO "P" (Amm)	B (μT)
T1	R	370,17	285,97
	S	399,13	-132,61
	T	392,29	-134,92
Campo magnético total			18,44

Por lo que se obtiene que el campo magnético total es menor de los 100 μT , límite fijado por el Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

En general, las instalaciones eléctricas funcionan a baja frecuencia (50 Hz), situándose la emisión de campos electromagnéticos dentro de los límites establecidos.

2.1.2 Campo magnético generado por línea aérea de MT

Según lo indicado en el MT 2.21.66, el campo magnético producido por los conductores de la línea, para las distintas configuraciones empleadas viene indicado en el informe "Campos eléctricos y magnéticos provocados por LLAA de distribución eléctrica", donde se puede comprobar su valor que es muy inferior al límite especificado de 100 μT , según RD 1066/2001 de 28 de septiembre.

2.2 Campo magnético generado por transformadores

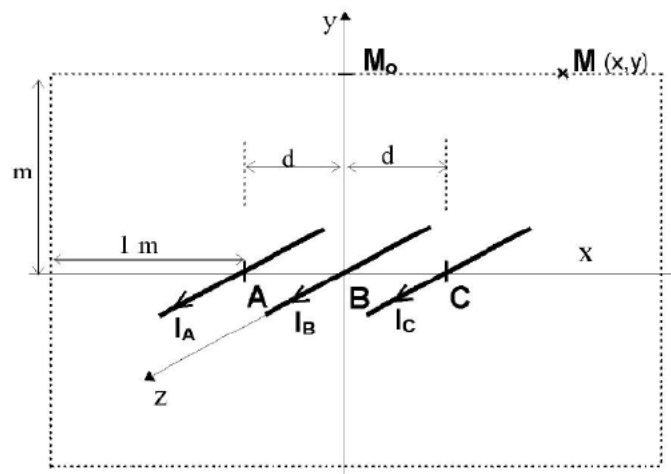
Los transformadores de potencia son otros de los elementos presentes en la instalación del parque solar cuya función es la de convertir la tensión de un nivel a otro empleando sus arrollamientos para cada nivel de tensión y un núcleo ferromagnético para reconducir el flujo magnético al destino deseado.

El presente apartado describe el procedimiento de cálculo que se ha tenido en cuenta para los transformadores de potencia, en relación con las conexiones a las bornas de alta y baja tensión del transformador.

2.2.1 Cálculo del campo magnético generado en bornas AT y BT

A la hora de situar un punto de medida encima de la superficie ocupada por un transformador, se ha establecido que el plano que recoge a los puntos de medida está localizado a una altura de un metro de separación de las bornas de conexión más altas.

Para comenzar con el cálculo hemos de establecer tres barras separadas entre sí una distancia "d", perpendiculares a un plano, en este caso el "xy", creando un rectángulo de un metro alrededor de las tres barras de tal manera que cualquier punto de medida está contenido en él.



$$\frac{B_{Tot}}{2 \cdot 10^{-7} \cdot I} = \left[\left(\frac{y \cdot \text{sen}(wt - 2\pi/3)}{(x+d)^2 + y^2} + \frac{y \cdot \text{sen}(wt)}{x^2 + y^2} + \frac{y \cdot \text{sen}(wt + 2\pi/3)}{(x-d)^2 + y^2} \right)^2 + \left(\frac{(x+d) \cdot \text{sen}(wt - 2\pi/3)}{(x+d)^2 + y^2} + \frac{x \cdot \text{sen}(wt)}{x^2 + y^2} + \frac{(x-d) \cdot \text{sen}(wt + 2\pi/3)}{(x-d)^2 + y^2} \right)^2 \right]^{1/2} [T]$$

Donde:

- x,y = Valor de las coordenadas del punto M [m]
- w = Frecuencia de la red [rad/s]
- t = Tiempo [s]
- I = Valor eficaz de la corriente que circula por cada barra [A]
- d = Distancia entre barras [m]

Sin embargo, considerando todo el conjunto de puntos perteneciente al rectángulo y barras con longitud infinita, obtiene una expresión en el punto M0 de la anterior imagen mucho más manejable:

$$B_{Tot-Maz} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \left(\frac{\sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2} \right) [T]$$

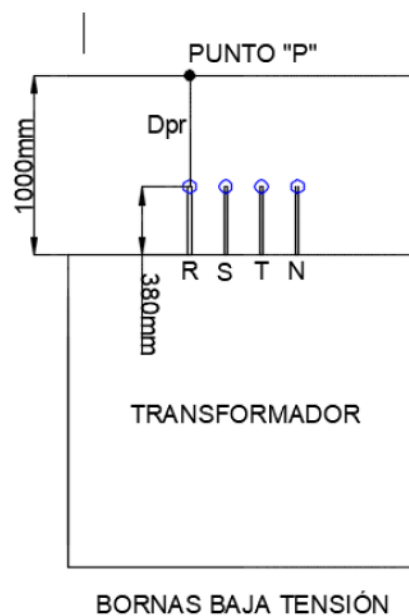
Aunque la metodología descrita es perfectamente válida para esta situación, con objeto de aplicar un método compacto para los cálculos, se ha empleado la función descrita con anterioridad para el cálculo del campo magnético creado por el cableado (BT y MT)

A continuación, se muestran los cálculos relativos a las bornas de conexión de alta tensión y a las de baja tensión, siendo estas últimas las que acarrean una corriente mayor, que generarán un mayor campo magnético.

Campo Magnético creado las bornas de BT

La acometida de los conductores de BT a las bornas del transformador se ha realizado por medio de 4 conductores de 300mm² por fase, para simplificar el cálculo, se ha considerado un solo conductor que transporta toda la corriente, en este caso, 960 A.

El punto de medición "P", tal y como se ha descrito en apartados anteriores, se ha fijado en un plano superior al transformador situado a 1 metro de altura por encima del mismo tal y como se muestra en la siguiente imagen.



Sustituyendo los valores en la expresión utilizada para el cálculo del campo magnético creado por las bornas (conductores) de BT, se obtiene los siguientes resultados:

BORNAS	FASE	DISTANCIA "D" AL PUNTO "P" (mm)	B (μT)
BT	R	620	682,96
	S	651,4	-325,02
	T	737,8	-286,96
	N	862,9	0
Campo magnético total			70,98

2.2.2 Campos Magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal, especificados en este proyecto, no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a $100 \mu T$ para el público en general
- Inferior a $500 \mu T$ para los trabajadores (medido a 200 m de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo con el Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

Al objeto de limitar en el exterior de las instalaciones de alta tensión los campos magnéticos creados en el exterior por la circulación de corrientes de 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores trifásicos se dispondrán lo más cerca posible uno del otro, preferentemente juntos y al tresbolillo.



- En el caso en el que las interconexiones de baja tensión del transformador se ejecuten con varios cables por fase, se agruparán las diferentes fases en grupos RSTN. No se llevarán por tanto conductores de la misma fase en paralelo.

Cuando los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables, o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectúan por el suelo y adoptan la disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseña igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

GESTION DE RESIDUOS

1. GESTIÓN DE RESIDUOS

1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Se redacta el presente documento con el objeto de definir la planificación para la reducción y la gestión de los residuos generados por el desarrollo de las obras definidas como:

- Tipo de obra: Instalación Planta Fotovoltaica Asparrena
- Emplazamiento: Polígono 2 - Parcela 197 Asparrena (Álava), Polígono 2 - Parcela 200 Asparrena (Álava), Polígono 2 - Parcela 640 Asparrena (Álava), Polígono 2 - Parcela 1509 Asparrena (Álava) · 01208 · Asparrena (Álava)
- Técnico redactor: Pablo A. Cuela Murguia, Colegiado n.º 9978 del colegio de ingenieros de Bizkaia
- Productor de los residuos: Magna FV, S.L. como promotor de la obra.

1.2 DEFINICIONES

A continuación, se identifican los residuos a generar en la obra según la codificación de la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

RCDs de Nivel I

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Terminología:

- RCDs: Residuos de la Construcción y la Demolición
- RSU: Residuos Sólidos Urbanos
- RNP: Residuos NO peligrosos
- RP: Residuos peligrosos

1.3 NORMATIVA

Los RCD han sido identificados y codificados de acuerdo con la Lista establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE num. 96, de 22.04.1998).
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (BOE num. 25, de 29.01.2002).
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos (BOE num. 43, de 19.02.2002).
- Ley 6/2003, de 20 de marzo, del impuesto de depósito de residuos.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE num. 255, de 24.10.2007).
- Orden de 23 abril de 2003, por la que se regula la repercusión del impuesto sobre depósito de residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE num. 38, de 13.02.2008).

1.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

La identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, se muestra en la siguiente tabla:

RCDs Nivel I		
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

RCDs Nivel II
RCD: Naturaleza no pétreo

1. Asfalto		
X	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
2. Madera		
	17 02 01	Madera
3. Metales		
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
X	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel		
X	20 01 01	Papel
5. Plástico		
X	17 02 03	Plástico
6. Vidrio		
X	17 02 02	Vidrio

RCD: Naturaleza pétreo

1. Arena Grava y otros áridos		
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
2. Hormigón		
X	17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos		
X	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.
4. Piedra		
X	17 09 04	RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03



RCD: Potencialmente peligrosos y otros

1. Basuras

	20 02 01	Residuos biodegradables
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

2. Potencialmente peligrosos y otros

	17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
X	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
X	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices

1.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Los residuos que se generaran pueden clasificarse según el tipo de obra en:

1. Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...)
2. Residuos de procedentes de las cimentaciones
3. Residuos procedentes de demoliciones
4. Residuos procedentes de la excavación de la zanja de las líneas eléctricas.
5. Residuos procedentes del hincado y montaje de los soportes solares.
6. Residuos procedentes del embalaje de los equipos eléctricos y electrónicos.

Estimación de residuos en OBRA NUEVA	
Superficie Construida total	25,00 m ²
Volumen de residuos (S x 0,10)	2,50 m ³
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m ³)	1,50 Tn/m ³
Toneladas de residuos	3,75 Tn
Estimación de volumen de tierras procedentes de la excavación	13,50 m ³
Presupuesto estimado de la obra	2.850,00 €
Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	70,00 € (entre 1,00 - 2,50 % del PEM)

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados de la composición en peso de los RCDs que van a vertederos, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

RCDs Nivel I				
		Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		20,25	1,50	13,50

RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0,050	0,19	1,30	0,14
2. Madera	0,040	0,15	0,60	0,25
3. Metales	0,025	0,09	1,50	0,06
4. Papel	0,003	0,01	0,90	0,01
5. Plástico	0,015	0,06	0,90	0,06
6. Vidrio	0,005	0,02	1,50	0,01
7. Yeso	0,002	0,01	1,20	0,01
TOTAL estimación	0,140	0,53		0,55
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	0,040	0,15	1,50	0,10
2. Hormigón	0,120	0,45	1,50	0,30
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,540	2,03	1,50	1,35
4. Piedra	0,050	0,19	1,50	0,13
TOTAL estimación	0,750	2,81		1,88
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,070	0,26	0,90	0,29
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	0,15	0,50	0,30
TOTAL estimación	0,110	0,25		0,59

En el punto 6,4 del Plan RCD de la CAM 2002-2011 se estima que, de la totalidad de residuos de una obra nueva, el 32% son tierras y productos inertes no recuperables que pasaran a deposito, el 20% serán de tipología variada entregados a cada gestor y el 48% pasara a plantas de reciclaje, con un rechazo estimado del 17%.

1.6 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere.

Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- Todos los agentes interventores en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.

- Utilización de elementos prefabricados.
- Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación a posteriori incrementa los costes de gestión.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

1.7 OPERACIONES DE SEPARACIÓN, REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Operaciones de separación de los residuos en obra.

En base al artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón 160 Tm
- Ladrillos, tejas, cerámicos 80 Tm
- Metal 2 Tm
- Madera 1 Tm
- Vidrio 1 Tm
- Plástico 0,5 Tm
- Papel y Cartón 0,5 Tm

Adicionalmente, se aplicarán las siguientes medidas propuestas:

- Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
- Segregación en obra nueva.
- Separación “in situ” de los RCD marcados en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008,
- Aunque no se superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.

Operaciones de reutilización y valoración

Dadas las características de la obra, no se prevé en principio la reutilización ni valoración “in situ” de los residuos, a excepción de parte de las tierras procedentes de la excavación de zanjas, que se reutilizaran en la propia obra, yendo la otra parte a vertedero autorizado.

Sin embargo, se procurará la reutilización en las propias instalaciones de aquellos elementos retirados y desmontados que se encuentren en buenas condiciones, como, por ejemplo, cables o tubos de las canalizaciones. En cualquier caso, se llevará a cabo la separación selectiva de los residuos que se generen para favorecer su valorización y reutilización en la propia instalación u otras externas a la obra.

Operaciones de reutilización y valoración

Mediante la separación de las distintas fracciones de residuos se facilitará la gestión posterior, estando previsto el siguiente destino para cada una de ellas:

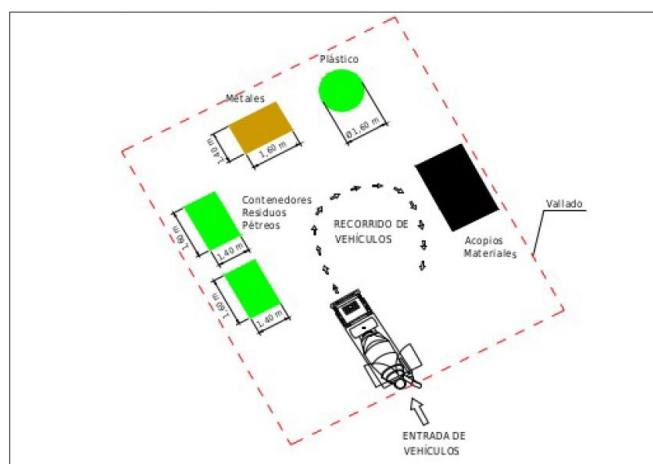
INSTALACIONES PREVISTAS

Tipo de RCD	Destino previsto
Excedentes de excavaciones	Vertedero
RCD de naturaleza pétreo	Planta de reciclaje / Vertedero de RCD
Metales, plásticos, maderas, papel y cartón	Entrega a empresa de reciclaje (Gestor autorizado de residuos no peligrosos)
Potencialmente peligrosos y otros	Entrega a Gestor autorizado de residuos peligrosos
Basuras	Gestión a través de los servicios de recogida municipal

Para una correcta gestión de los RCDs generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (petreos, plasticos...).
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón.
- Contenedores para residuos urbanos.

A continuación, se incluye, a nivel esquemático, el detalle de las instalaciones previstas:



DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO



PRESUPUESTO									
CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO TERRENO PLANTA									
SUBCAPÍTULO 0101 LIMPIEZA DEL TERRENO									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01T6690100	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO CON MEDIOS MECÁNICOS Limpieza y desbroce de terreno con medios mecánicos. Medida la superficie en verdadera magnitud.	1	52243,13			52243,13	52243,13	0,03 €	1.567,29 €
020301	COMPACTACION SUPERFICIAL REALIZADA CON PISÓN MECÁNICO Compactación superficial realizada con pisón mecánico al 95% Proctor en 20 cm de profundidad, incluso p.p. de regado y refino de la superficie final. Medida la superficie en verdadera magnitud.	2 Trafos	44,00			44,00	44,00	0,50 €	22,00 €
TOTAL, SUBCAPÍTULO 0101 LIMPIEZA DEL TERRENO									1.589,29 €
SUBCAPÍTULO 0102 VALLADO PERIMETRAL									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
15WCC0001	CERRAMIENTO POSTES CADA 3m Y MALLA GALV. Cerramiento realizado con postes cada 3 m de perfiles tubulares galvanizados de 50 mm de diámetro interior y malla galvanizada de simple torsión con 2,40 m de altura, incluso tirantes, garras y p.p. de cimentación y ayudas de albañilería. Medida la superficie ejecutada.	1	1696,32			1696,32	1696,32	5,09 €	8.634,27 €
01203	PUERTA DOS HOJAS ABATIBLES MALLA ST 6x2, 35 m Ud. Puerta de dos hojas abatibles de dimensión total 6x2,35 m. con malla de simple torsión y marco de tubos de acero galvanizado de diámetro 60 mm y 1,5 mm., incluidos los dos postes de sujeción, tirantes, cerrojo para montaje de candado, y pp de material y piezas auxiliares para su completa instalación. Elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.	2				1,00	2,00	601,21 €	1.202,42 €
TOTAL, SUBCAPÍTULO 0102 VALLADO PERIMETRAL									9.836,69 €
TOTAL, CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO TERRENO PLANTA									11.425,98 €
CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL									
SUBCAPÍTULO 0201 VIALES INTERNOS									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02301	COMPACTACION SUPERFICIAL REALIZADA CON PISÓN MECÁNICO Compactación superficial realizada con pisón mecánico al 95% proctor, en 20 cm de profundidad, incluso p.p. de regado y refino de la superficie final. Medida la superficie en verdadera magnitud. Camino perimetral.	1	1696,32	2,50		4240,80	4240,80	0,50 €	2.120,40 €
020302	FIRME DE PIEDRA MACHACADA; COMPACRADO CON M. MECANICOS Firme de piedra machacada de 20 cm de espesor compactado con medios mecánicos, incluso p.p. de extendido. Medida la superficie ejecutada. Camino de acceso	1	30,00	2,50		75,00	75,00	2,60 €	195,00 €
TOTAL, SUBCAPÍTULO 0201 VIALES INTERNOS									2.315,40 €



SUBCAPÍTULO 0202 CANALIZACIONES Y EXCAVACIONES									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
020201	CANALIZACION ENTERRADA PARA BT EN CC								
	ml. Canalización enterrada para Baja Tensión en corriente continua para cableado solar de dimensiones 350x750 mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 750 mm, suministro y colocación de tubo tipo PEAD de diámetro 63mm, cinta señalizadora, capa de arena final y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos.	1	6641,60			6641,60	6641,60	7,23 €	48.018,77 €
020202	CANALIZACION ENTERRADA PARA BT EN CA								
	ml. Canalización enterrada para Baja Tensión en corriente alterna de dimensiones 510x950 mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 950mm, suministro y colocación de tubo tipo PEAD de diámetro 190 mm, cinta señalizadora, capa de arena final y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos.	1	1521,67			1521,67	1521,67	10,56 €	16.068,84 €
020303	ARQUETA REGISTRABLE PREF. HM 57x57x70 cm								
	Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con paredes de 10 cm de espesor y con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 57x57x70 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón, con junta de coma perimetral produciendo un cierre hermético, y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/32/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	25,00				25,00	25,00	77,34 €	1.933,50 €
20204	EXC. POZOS TIERRA C. MEDIA, M.MECÁNICOS, PROF. MAX 4m								
	Excavación, en pozos, de tierras de consistencia media realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medido el volumen en perfil natural. Arquetas	25,00	0,67	0,67	0,80	0,36	8,98	1,41 €	12,66 €
TOTAL, SUBCAPÍTULO 0202 CANALIZACIONES Y EXCAVACIONES									66.033,76 €
SUBCAPÍTULO 0203 CIMENTACIONES									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02031	CIMENTACION CT y CS								
	Ud. Realización in situ de cimentación formada por losas de cimentación de hormigón armado HA-25/P/40/IIA, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, suministrado y puesta en obra, vertido con grúa, armadura de acero B 400 S con una cuantía de 50 Kg/m ³ , incluso ferrallado, separadores, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado. Se incluye excavación, señalización, retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado.	2 CT	10,52	6,36		66,91	81,40 €	155,87 €	12.687,54 €
		1 CS	4,30	3,37		14,49			
20302	HINCADO POSTES SEGUIDOR								
	Ud. Hincado directo. Suministro e instalación de hincas con instalación directa en el terreno mediante hincapostes hasta la profundidad indicada en los ensayos.	1302,00				1302,00	1302,00	17,11 €	22.277,22 €
20303	HORMIGON EN MASA HM-20/P/40/I EN CIENTOS								
	Hormigón en masa HM-20/P/40/I, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, en cimientos, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de vibrado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado.	25,00	0,67	0,67	0,10	0,04	1,12	58,60 €	65,76 €
TOTAL, SUBCAPÍTULO 0203 CIMENTACIONES									35.030,52 €
TOTAL, CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL									103.379,68 €



CAPÍTULO 03 INSTALACION FOTOVOLTAICA									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0300	SUMINISTRO Y MONTAJE ESTRUCTURA FIJA								
	Ud. Suministro, transporte, montaje e instalación de estructura de soporte de acero galvanizado tipo seguidor 2V para módulos fotovoltaicos modelo CS7N-700MS o similar. Incluso hincado de pilares soporte de la estructura hasta la profundidad indicada en los ensayos y conexiones atornilladas para componentes estructurales. Medida la cantidad ejecutada.	191,00				191,00	191,00	722,40 €	137.978,40 €
302	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE POTENCIA 700 Wp								
	Ud. Suministro, transporte, montaje e instalación de módulo fotovoltaico de silicio monocristalino con marco de aluminio de 700 Wp modelo CS7N-700MS o similar con dimensiones 2384x1303 mm, con una garantía por parte del fabricante de 25 años. Incluso colocación, montaje, conexionado y p.p. de pequeño material. Totalmente instalado y funcionando.	6510,00				6510,00	6510,00	98,52 €	641.365,20 €
303	STRING BOX HASTA 12 ENTRADAS								
	Ud. String box con capacidad hasta para 12 string, tipo Sunbox PVS-12MH-BD o similar, sin monitorización con protección de fusible de entrada para strings, seccionador de corte en carga manual con intensidad de 400A y protección mediante fusibles NH3 para la línea de conexión con el inversor además de protección contra sobretensiones tipo 2 para nivel de aislamiento 1500V. Totalmente instalado y funcionando.	33,00				33,00	33,00	579,47 €	19.122,51 €
304	INVERSOR FOTOVOLTAICO CENTRAL 125 kW								
	Ud. Suministro, transporte, montaje e instalación de inversor de conexión a red de 125 kW de potencia nominal modelo Sungrow SG125HV-20 o similar con protección galvánica equivalente, protección contra sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones, conforme a reglamentación vigente.	33,00				33,00	33,00	2.965,70 €	97.868,10 €
	TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA								896.334,21 €
CAPÍTULO 04 INSTALACION ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0401	CABLE SOLAR 1x6mm2 Cu TIPO H1ZZZ2-K								
	ml. Cable Solar 1x6 mm2 tipo H1ZZZ2-K o similar, de cobre y 1,5 kV, para conexión de los strings y los inversores. Suministro, instalación y conexión incluido terminales, conectores MC4, y pequeño material. Medida la longitud ejecutada.	2	6641,60			6641,60	13283,20	1,27 €	16.869,66 €
0402	CABLE SOLAR 1x95 mm2 Cu TIPO XZ1-AI								
	ml. Cable Solar 1x95 mm2 tipo XZ1-AI o similar, de aluminio y 1,5 kV, para conexión de los strings y los inversores. Suministro, instalación y conexión incluido terminales, conectores, y pequeño material. Medida la longitud ejecutada.	2	33,00			33,00	66,00	2,51 €	165,66 €
0403	CABLE BAJA TENSION 1x240 mm2 AI TIPO RV-AI								
	ml. Cable baja tensión 1x240 mm2 tipo RV-AI o similar, de aluminio y 1,5 kV, para conexión de los inversores con los centros de transformación. Suministro, instalación y conexión, incluido terminales de conexión y pequeño material. Medida la longitud ejecutada.	3	1521,67			1521,67	4565,01	3,51 €	16.023,19 €
	TOTAL, CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN								33.058,51 €

CAPÍTULO 05 INSTALACION ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN										
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
0500	RED MT ENTERRADA 3x240 mm² Al 12/20 kV ml. Red eléctrica de media tensión enterrada, realizada con cables conductores de RHZ1-12/20 kV de 3(1x240) Al mm ² de sección, con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado, pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductor pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea, en zanja de 60 cm. de ancho y 100 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 25 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm., colocación de cinta de señalización, incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.	1	1715,37				1715,37	1715,37	53,33 €	91.480,68 €
0501	CASETA PREFABRICADA CT (4,460 x 2,380 m) Caseta prefabricada para CT, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 4.460x2.380x3.045 mm., formado por: envolvente de hormigón armado vibrado, modelo PFU-4 de Ormazabal o similar, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envolvente. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso alumbrado normal y de emergencia, elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte en los transformadores y accesos al local, así como acerado perimetral de 1.00 m de ancho de 10 cm de espesor con mallazo interior.	2					2	2,00	9.192,62 €	18.385,24 €
0502	CASETA PREFABRICADA CS (8,080 x 2,380 x 2,585 m) Ud.Caseta prefabricada para CS, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 8080x2380x2585 mm., formado por: envolvente de hormigón armado vibrado, modelo PFU-7 de Ormazabal o similar, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envolvente. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso alumbrado normal y de emergencia, elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte en los transformadores y accesos al local, así como acerado perimetral de 1.00 m de ancho de 10 cm de espesor con mallazo interior.	1					1,00	1,00	2.745,69 €	2.745,69 €
0503	TRANSFORMADOR ACEITE MT/BT 1125 kVA Transformador de media a baja tensión de 1125 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 30 kV., tensión secundaria 800V., regulación +- 2,5% +- 5%, +-10% ; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 6%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm ² . Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	1					1	1,00	10.619,15 €	10.619,15 €



05031	TRANSFORMADOR ACEITE MT/BT 2875 kVA								
	Transformador de media a baja tensión de 2875 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 30 kV., tensión secundaria 800V., regulación +- 2,5% +- 5%, +-10%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 6%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	1				1,00	1,00	13.420,15 €	13.420,15 €
0504	MONTAJE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN								
	Ud. Montaje y ensamblaje de CTs. Incluye instalación de transformador, celdas de media tensión, protecciones y servicios auxiliares.	2				2,00	2,00	417,40 €	834,80 €
0505	MODULO LINEA SF6 TELEMANDADA								
	Módulo de línea telemandada s/normativa Iberdrola para corte y aislamiento íntegro, con aparellaje en dieléctrico de gas SF6, de 370 mm. de ancho, 1.800 mm. de alto y 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados, los siguientes aparatos y materiales: un interruptor III, con posiciones Conexión - Seccionamiento - Puesta a tierra, (conectado, desconectado, y puesta a tierra), de 24 kV de tensión nominal, 400 A. de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 40 kA. cresta, y capacidad de corte de 400 A. y mando manual tipo B; tres captosres capacitivos de presencia de tensión de 24 kV.; embarrado para 400 A.; pletina de cobre de 30x3 mm. para puesta a tierra de la instalación. Accesorios y pequeño material. Instalado.	3				3,00	3,00	3.801,77 €	11.405,31 €
0507	MODULO SERVICIOS AUXILIARES								
	Módulo de servicios auxiliares equipado con un transformador de tensión para suministro en BT a los equipos de telemando y comunicaciones del centro de seccionamiento, según normativa de la Cplá, totalmente instalado y conexionado.	1				1,00	1,00	2.068,06 €	2.068,06 €
0508	MODULO DE PROTECCION I. AUTOMATICO, ARMARIO PROTECCION HOMOPOLARES								
	Módulo de protección con interruptor automático, con aparellaje en dieléctrico de gas SF6, de 480 mm. de ancho, 1.950 mm. de alto y 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados, los siguientes aparatos y materiales: un interruptor automático III en SF6, de 24 kV. de tensión nominal, 400 A. de intensidad nominal, y 12,5 kA. de intensidad de cortocircuito, mando manual con bobina de disparo asociada al relé de protección, y contactos auxiliares; un seccionador III con posiciones Conexión - Seccionamiento - Puesta a tierra, (conectado, desconectado, y puesta a tierra), de 24 kV. de tensión nominal, 400 A. de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 40 kA. cresta, y capacidad de corte de 400 A. de apertura y cierre rápido, y mando manual; un relé de protección de 3F+N autoalimentado; tres transformadores de intensidad toroidales para protección de fases y homopolar; tres captosres capacitivos de presencia de tensión de 24 kV.; embarrado para 400 A.; pletina de cobre de 30x3 mm. para puesta a tierra de la instalación, incluyendo cuadro de protecciones homopolares según normativa Iberdrola, accesorios y pequeño material. Instalado.	1				1,00	1,00	12.147,27 €	12.147,27 €



0509	MODULO MEDIDA 3 TRANSFORMADORES								
	Módulo de medida para tres transformadores de tensión e intensidad, de 800 mm. de ancho, 1.865 mm. de alto y 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexonados los siguientes aparatos y materiales: tres transformadores de tensión relación x/110 V., de 50 VA., en clase 0,5.; tres transformadores de intensidad relación x/5A de 15 VA., en clase 0,5; interconexión de potencia con módulos contiguos; pletina de cobre de 30x3 mm. para puesta a tierra de la instalación. Accesorios y pequeño material. Instalado.	1			1,00	1,00	5.127,55 €		5.127,55 €
0510	ARMARIO MEDIDA M.T.								
	Armario para medida en media tensión, en instalación interior o intemperie, formada por los siguientes elementos: envolvente de poliéster reforzada con fibra de vidrio, con panel de poliéster troquelado para montaje de equipos de medida, dispositivo de comprobación según normas de Cia Suministradora, placa transparente precintable de policarbonato con mirilla practicable de acceso a maxímetro.	1			1,00	1,00	2.076,24 €		2.076,24 €
0511	CABLE COMUNICACIONES								
	m. Suministro y montaje de cable de comunicaciones FO	1	1248,80		1248,80	1248,80	25,09 €		31.332,27 €
0512	TERMINALES 1x240 mm²								
	Ud. Conjunto de terminal enchufable para conexión de celda SF6 12/20 kV 1x240 Al	6	3,00		3,00	18,00	572,38 €		10.302,84 €
0513	CUADRO GENERAL BAJA TENSION INVERSORES 600 V								
	Cuadro General de Baja Tensión Inversores, constituido por armario metálico estanco con capacidad para alojar el siguiente equipamiento: 1 Embarrado de entrada con pletinas de cobre desnudo para 1.600 A 7 Interruptores automáticos de 4x 160 1 Interruptor automático de 4x 1600 A/25 kA 1 Interruptor automático de 4x 50A/15 kA 1 Voltímetro 0-1000 V con conmutador R-S-T 1 Amperímetro 0-1600 A con transformadores de intensidad 1 Puesta a tierra con conductor de cobre desnudo de 50 mm ² Totalmente instalado y funcionando	1			1,00	1,00	2.814,71 €		2.814,71 €
0514	CUADRO GENERAL DE SERVICIOS AUXILIARES 400V								
	Cuadro de Baja Tensión para Servicios Auxiliares, constituido por armario metálico estanco con capacidad para alojar el siguiente equipamiento: 1 Interruptor automático de 4x 40A/10 kA 1 Limitador de sobretensiones transitorias y permanentes 3 Interruptor diferencial de 2x 40 A/30 mA 1 Interruptor automático magnetotérmico de 2x 10 A 2 Interruptor automático magnetotérmico de 2x 16 A 1 Puesta a tierra con conductor de cobre aislado de 16 mm ² y pica de 2 metros. Totalmente instalado y funcionando	1			1,00	1,00	603,64 €		603,64 €
0515	PUENTE BAJA TENSION								
	Línea de interconexión entre cuadro general de inversores y bornas de BT del transformador constituida por conductores unipolares de aluminio XLPE-0,6/1 kV de 3[3(1x240)]+2(1x240)mm ² de sección en instalación al aire, incluyendo p.p. de terminales y pequeño material, totalmente instalado	1	3,00		3,00	3,00	122,46 €		367,38 €
0516	SECCIONADOR TELEMANDADO								
	Seccionador telemandado, 36 KV 400 A. según normas cia. suministradora.	1			1,00	1,00	5.731,39 €		5.731,39 €
0517	SECCIONADOR UNIPOLAR "CUT-OUT", 24kV 400A								
	Seccionador unipolar tipo "cut-out" con fusibles de expulsión ,15 KV 400 A. según normas cia. Suministradora.	1			1,00	1,00	363,96 €		363,96 €
TOTAL, CAPÍTULO 05 INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSION									221.826,33 €



CAPÍTULO 06 INSTALACION PUESTA A TIERRA									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0600	SUMINISTRO E INSTALACION DE CIRCUITO DE RED A TIERRA								
	ml. Suministro e instalación de circuito de red de tierra compuesto de conductor desnudo de cobre 1x35 mm2 en fondo de zanja normalizada, con empalmes y derivaciones mediante soldadura luminotécnica.	1	2497,59			2497,59	2497,59	2,34 €	5.844,36 €
	TOTAL, CAPÍTULO 06 INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA								5.844,36 €
CAPÍTULO 07 CONTROL Y COMUNICACIONES									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0700	SISTEMA DE MONITORIZACION, CONTROL Y COMUNICACIONES								
	PA.Sistema de Control y comunicaciones formado por: - Cable de fibra óptica monomodo de 12 fibras para transmisión de señales y datos para control, maniobra y automatismos para la comunicación entre el CT y el edificio de operación. - Rack de comunicaciones, con router multifunciones tipo RB2011 o similar Ethernet switches y módulos de alta velocidad, server y otros pequeños equipos, para la conexión de los centros de transformación con el sistema de control y comunicación central de la planta fotovoltaica. - Sistema SCADA para monitorización y control de la planta i/RS485, incluyendo conexión de los equipos mediante cable RS485. - Estación Meteorológica para mediciones de rendimiento. Compuesto por: Báculo de 4 m para sensores, sensor velocidad y dirección de viento, piranómetro secondary standard para medición de GHI, piranómetro secondary standard para medición de radiación en el plano de los módulos FV, sensor de humedad y temperatura ambiente PT100, incluyendo protector de radiación solar, sensor de temperatura de módulos FV. - Sistema de control central de planta "Power Plant Controller". - SAI marca Endata, Salicru o similar.	1				1,00	1,00	6.097,97 €	6.097,97 €
	TOTAL, CAPÍTULO 07 CONTROL Y COMUNICACIONES								6.097,97 €



CAPÍTULO 08 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0800	SISTEMA SEGURIDAD ANTI INTRUSIÓN								
	PA. Suministro y montaje de sistema perimetral de seguridad y videovigilancia incluyendo postes de acero galvanizado para montaje de videocámaras, sistema de control de acceso, sistema de antintrusión personal, CCTV incluso cámaras con visión infrarroja, focos infrarrojos con sus lámparas, red de datos de seguridad, centros de seguridad local, respuestos para montaje y puesta en servicio, almacenamiento, embalaje y transporte, totalmente instalado. Incluso medios de elevación, accesorios, preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar una correcta instalación, calibrado y pruebas con CRA.	1					1,00	5.279,34 €	5.279,34 €
	TOTAL, CAPÍTULO 08 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA								5.279,34 €

CAPÍTULO 09 GESTION DE RESIDUOS									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
17TTT00100	RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 5 km								
	Retirada de tierras inertes en obra de nueva planta a vertedero autorizado situado a una distancia máxima de 5 km, formada por: selección, carga, transporte, descarga y canon de vertido. Medido el volumen esponjado.	1 (Desbroce)	2497,59				2497,59	0,84 €	2.097,98 €
		1 (Excavación pozos)	5,39				5,39	0,84 €	4,53 €
17RRR00430	RETIRADA EN CONTENEDOR 3 m3 RESIDUOS MIXTOS DEMOL. 5 km								
	Retirada en contenedor de 3 m3 de residuos mixtos en obra de demolición a planta de valorización situada a una distancia máxima de 5 km, formada por: carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el volumen esponjado.	1	121,50				121,50	4,44 €	539,46 €
	TOTAL, CAPÍTULO 09 GESTIÓN DE RESIDUOS								2.641,96 €



CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD										
SUBCAPÍTULO 1001 PROTECCIONES INDIVIDUALES										
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
L01066	CASCO DE SEGURIDAD ABS O PEAD CON ANAGRAMA, BLANCO Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros de aireación y el anagrama en 7 colores, incluido en el precio. Color blanco. Norma UNE-EN 397.	10					10,00	10,00	1,97 €	19,70 €
L01154	BOTAS DE SEGURIDAD CATEGORIA S2 Botas de seguridad en piel (Clase I); piel grabada, no de serraje; puntera 200 J (SB); antiestática (A); protección del talón contra choques (E); suela antideslizante con resaltes; resistente a la penetración y absorción del agua (WRU). Categoría: S2(SB+A+E+WRU).	10					10,00	10,00	13,54 €	135,40 €
L01187	GUANTES CUERO PROTECCION MECANICA Y TERMICA Guantes de protección mecánica y térmica. Confeccionado en cuero serraje de color amarillo. Normas EN-420, EN-388, EN-407, niveles de protección mecánica: A3,B2,C4, D1 y niveles de protección térmica: A4, B1, C3, D1.	10					10,00	10,00	8,12 €	81,20 €
L01087	GAFAS MONTURA UNIVERSAL, ADAPTABLE SOBRE GAFA CORRECTORA Gafas de montura universal. Campo de uso: líquidos; gotas; proyecciones; partículas mayores de 5 micras. Resistencia a impactos de baja energía (F); ocular de visión lateral ininterrumpida, con filtro de protección (3-1,2), Clase Óptica 1 (trabajos continuos); resistencia al deterioro superficial por partículas finas (K); tratamiento antiempañamiento; adaptable sobre gafas correctoras; posibilidad de anclaje para cordón de sujeción. Normas UNE-EN 166, UNE-EN 170.	10					10,00	10,00	3,82 €	38,20 €
L01081	MASCARILLA AUTOFILTRANTE PLEGADA, PARTICULAS, UN USO, CLASE FFP3 Mascarilla autofiltrante plegada, con válvula; de un solo uso; para protección contra partículas sólidas y líquidas. Clase FFP3 (SL) 50xTLV. Norma UNE-EN 149	10					10,00	10,00	2,48 €	24,80 €
L01075	PROTECTOR AUDITIVO OREJERAS Protector auditivo de orejeras, compuesto por dos casquetes ajustables con elementos almohadillados; sujetos por arnés; recambiables; atenuación media mínima de 28 dBA. Normas UNE-EN 352-1, UNE-EN 458.	10					10,00	10,00	7,63 €	76,30 €
L01100	CHALECO ALTA VISIBILIDAD CLASE 2 Chaleco alta visibilidad de color amarillo fluorescente, de clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retroreflexión de las bandas.	10					10,00	10,00	2,54 €	25,40 €
19SIT90002	ARNES ANTICAIDAS DE POLIESTER Árnés anticaídas de poliéster, anillas de acero, cuerda de longitud y mosquetón de acero, con hombreras y perneras regulables según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	5					5,00	5,00	4,30 €	21,50 €
TOTAL, SUBCAPÍTULO 1001 PROTECCIONES INDIVIDUALES										422,50 €



SUBCAPÍTULO 1002 PROTECCIONES COLECTIVAS									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
L01049	CORDON BALIZAMIENTO, COLOCADO								
	Cordón de balizamiento, incluidos soportes de 2,5 m, colocado	1	100,00			100,00	100,00	0,67 €	67,00 €
19SIW00001	DISPOSITIVO ANTICAIDA Y DESCENSOS								
	Dispositivo anticaída para ascensos y descensos verticales, compuesto por elemento metálico deslizante con bloqueo instantáneo en caso de caída y cuerda de amarre a cinturón de 10 mm de diám. Y 4 m de longitud con mosquetón homologado según n.T.R., según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	4				4,00	4,00	8,40 €	33,60 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 1002 PROTECCIONES COLECTIVAS								100,60 €
SUBCAPÍTULO 1003 PRIMEROS AUXILIOS									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
L01059	BOTIQUÍN PORTÁTIL DE OBRA								
	Botiquín portátil de obra para primeros auxilios, conteniendo el material que especifica el RD 486/1997	2				2,00	2,00	29,72 €	59,44 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 1003 PRIMEROS AUXILIOS								59,44 €
	TOTAL, CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD								582,54 €
	TOTAL, PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL								1.328.769,22 €

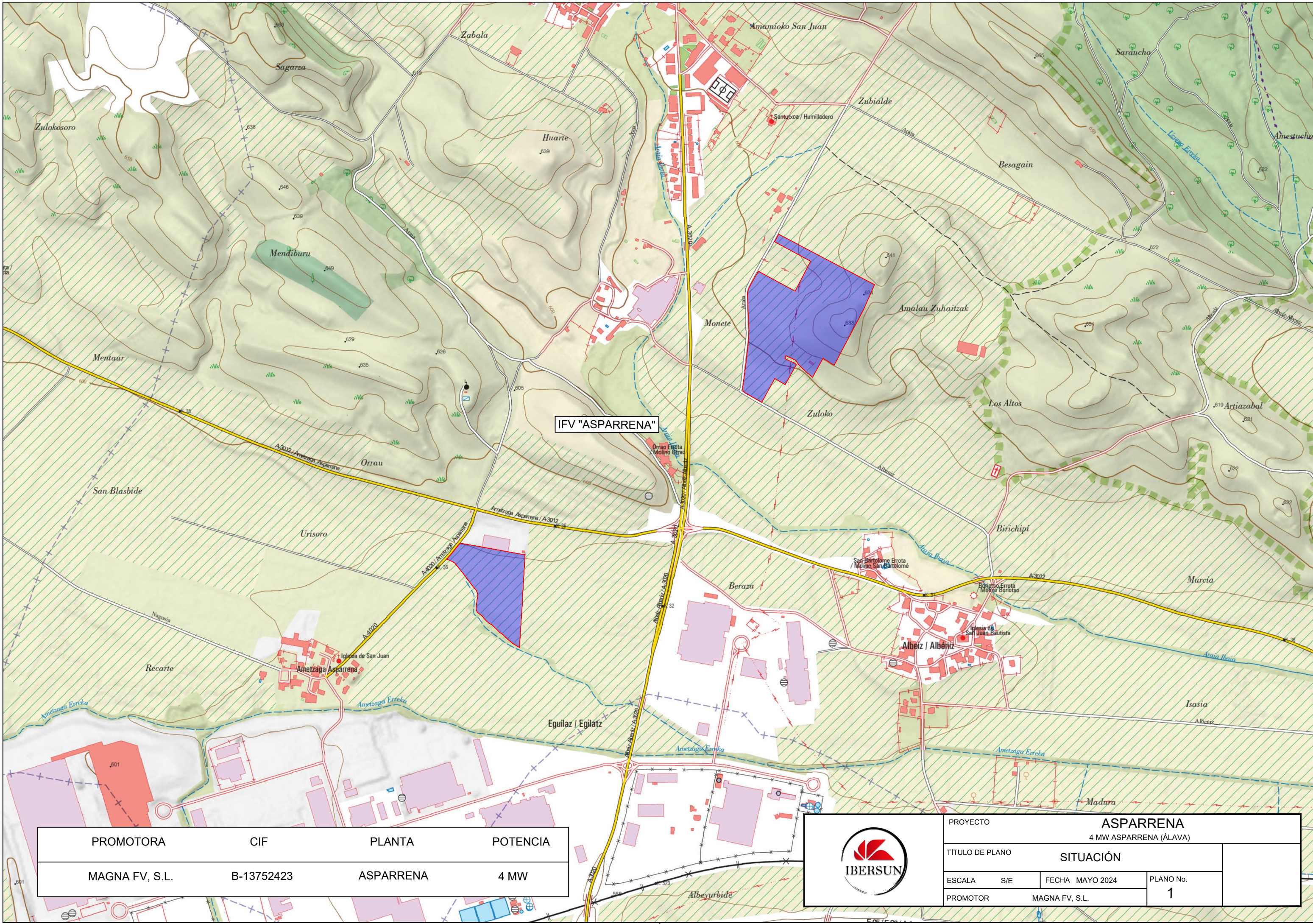


RESUMEN DEL PRESUPUESTO		
CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO TERRENO PLANTA		11.425,98 €
CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL		103.379,68 €
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		896.334,21 €
CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN		33058,51 €
CAPÍTULO 05 INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN		221.826,33 €
CAPÍTULO 06 INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA		5.844,36 €
CAPÍTULO 07 CONTROL Y COMUNICACIONES		6.097,97 €
CAPÍTULO 08 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA		5.279,34 €
CAPÍTULO 09 GESTIÓN DE RESIDUOS		2.641,96 €
CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD		582,54 €
TOTAL, EJECUCIÓN MATERIAL		1.253.412,37 €
14% Gastos generales		175.477,73 €
6 % Beneficio industrial		75.204,74 €
Suma de G.G. y B.I.		250.682,47 €
21 % IVA		315.859,92 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		1.819.954,76 €

Tabla. Resumen de presupuesto.


El presupuesto de la instalación asciende a un total de un millón novecientos veintinueve mil trescientos setenta y dos euros con noventa y un céntimos (1.819.954,76 €).

DOCUMENTO N°5: PLANOS

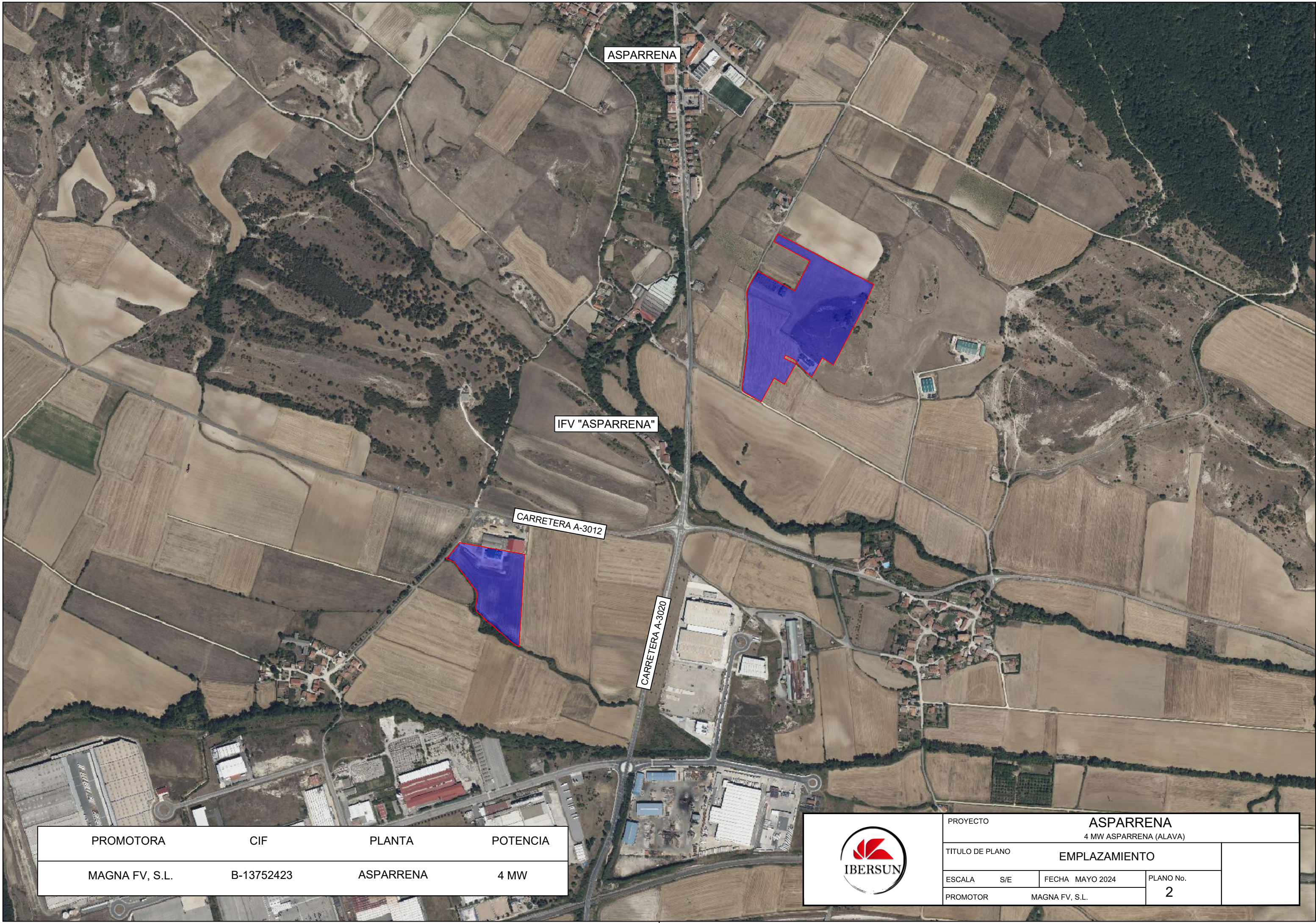


IFV "ASPARRENA"

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW



PROYECTO		ASPARRENA	
		4 MW ASPARRENA (ÁLAVA)	
TITULO DE PLANO		SITUACIÓN	
ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No.
			1




ASPARRENA

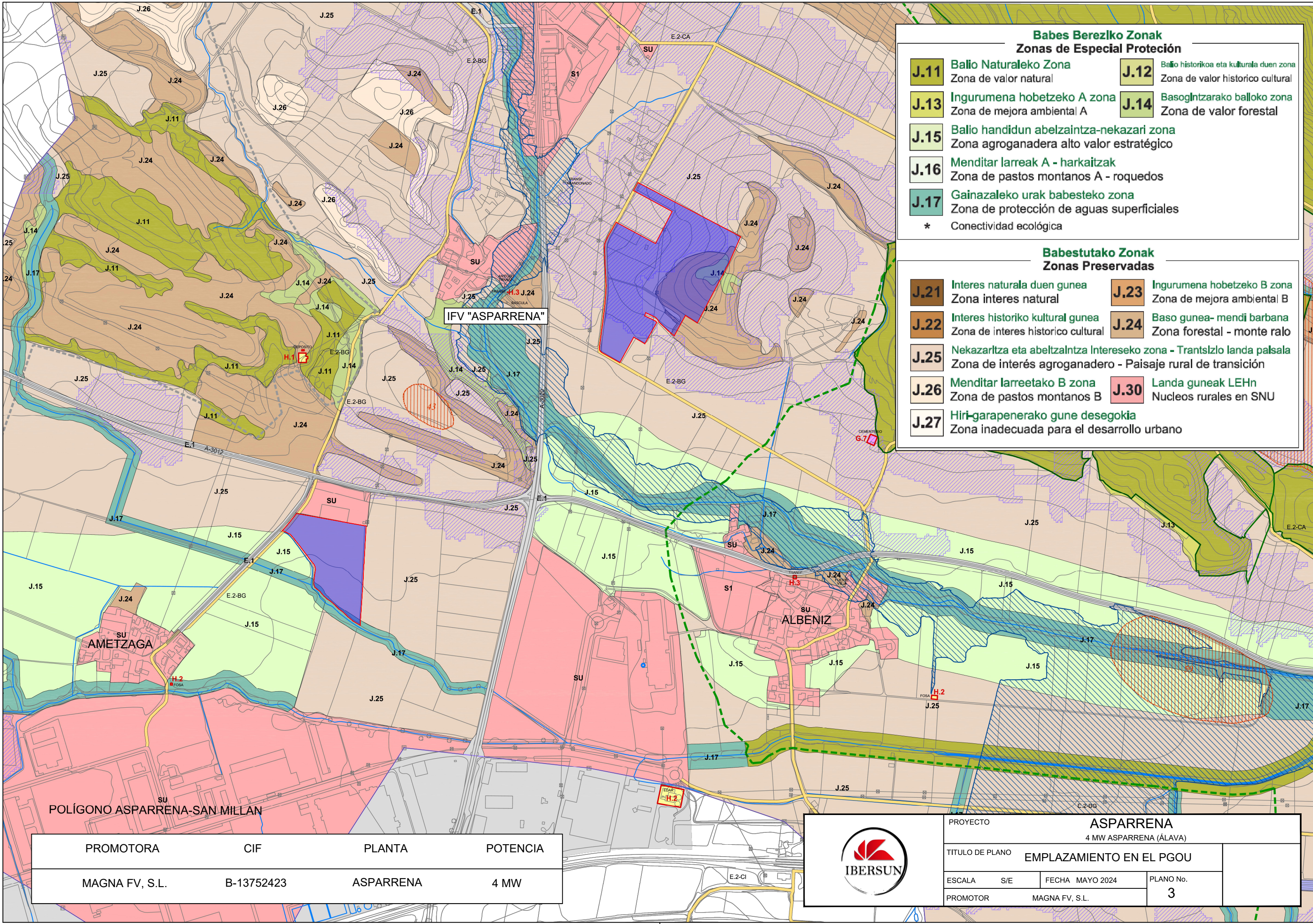
IFV "ASPARRENA"

CARRETERA A-3012

CARRETERA A-3020

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

	PROYECTO			ASPARRENA	
				4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
			TITULO DE PLANO		
			EMPLAZAMIENTO		
ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024	PLANO No.	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.			2	



Babes Bereziko Zonak
Zonas de Especial Protección

- J.11** **Balio Naturaleko Zona**
Zona de valor natural
- J.12** **Balio historikoa eta kulturala duen zona**
Zona de valor historico cultural
- J.13** **Ingurumena hobetzeko A zona**
Zona de mejora ambiental A
- J.14** **Basogintzarako balloko zona**
Zona de valor forestal
- J.15** **Balio handidun abelzaintza-nekazari zona**
Zona agroganadera alto valor estratégico
- J.16** **Menditar larreak A - harkaitzak**
Zona de pastos montanos A - roquedos
- J.17** **Gainazaleko urak babesteko zona**
Zona de protección de aguas superficiales
- * Conectividad ecológica

Babestutako Zonak
Zonas Preservadas

- J.21** **Interes naturala duen gunea**
Zona interes natural
- J.22** **Interes historiko kultural gunea**
Zona de interes historico cultural
- J.23** **Ingurumena hobetzeko B zona**
Zona de mejora ambiental B
- J.24** **Baso gunea- mendi barbara**
Zona forestal - monte ralo
- J.25** **Nekazaritza eta abeltzaintza Intereseko zona - Trantsizio landa paisala**
Zona de interés agroganadero - Paisaje rural de transición
- J.26** **Menditar larreetako B zona**
Zona de pastos montanos B
- J.30** **Landa guneak LEHn**
Nucleos rurales en SNU
- J.27** **Hiri-garapenerako gune desegokia**
Zona inadecuada para el desarrollo urbano

IFV "ASPARRENA"

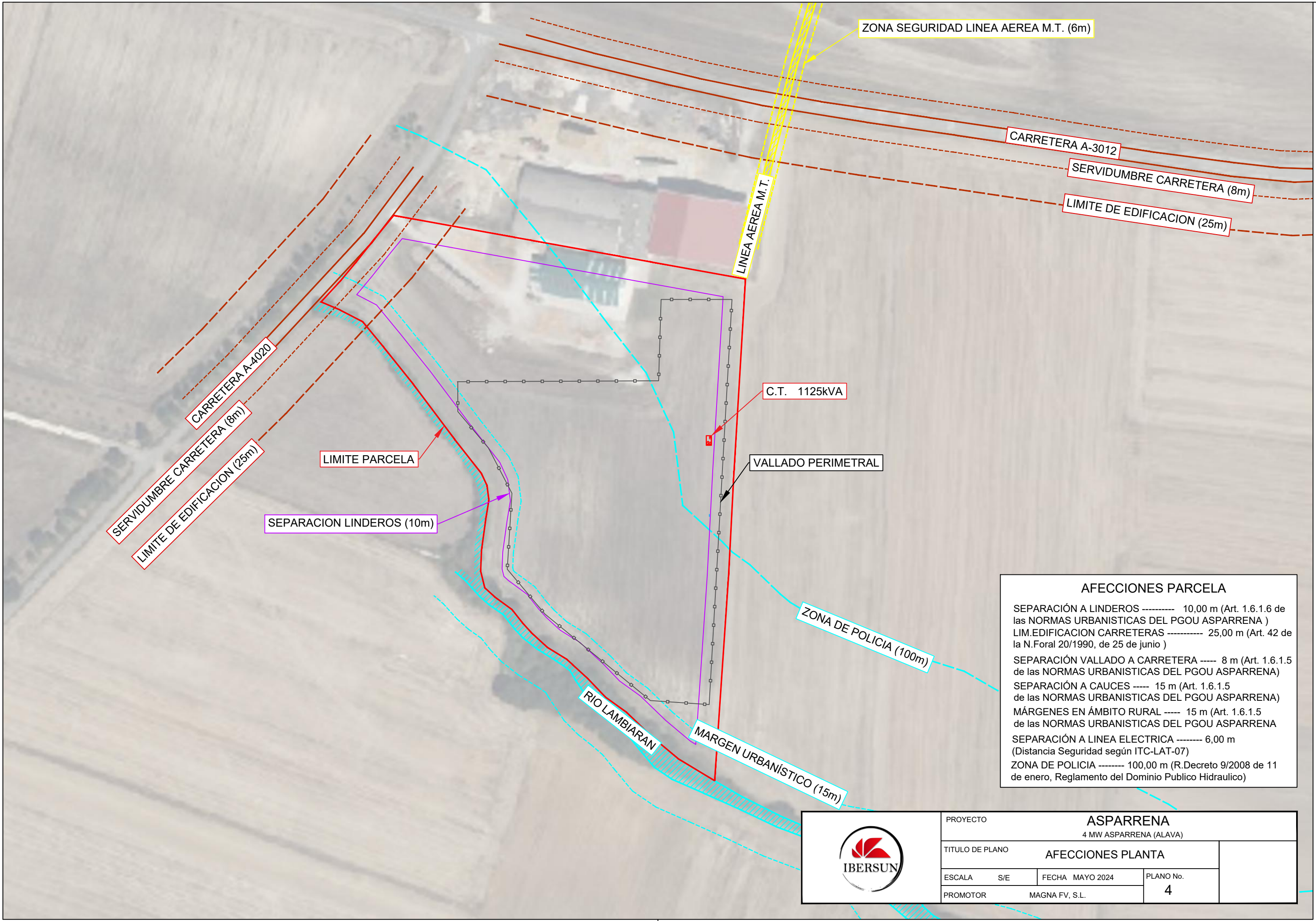
ALBENIZ

AMETZAGA

POLÍGONO ASPARRENA-SAN MILLAN

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

PROYECTO		ASPARRENA	
		4 MW ASPARRENA (ÁLAVA)	
TITULO DE PLANO		EMPLAZAMIENTO EN EL PGOU	
ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No.
			3



ZONA SEGURIDAD LINEA AEREA M.T. (6m)

CARRETERA A-3012

SERVIDUMBRE CARRETERA (8m)

LIMITE DE EDIFICACION (25m)

LINEA AEREA M.T.

CARRETERA A-4020

SERVIDUMBRE CARRETERA (8m)

LIMITE DE EDIFICACION (25m)

LIMITE PARCELA

SEPARACION LINDEROS (10m)

C.T. 1125kVA


VALLADO PERIMETRAL

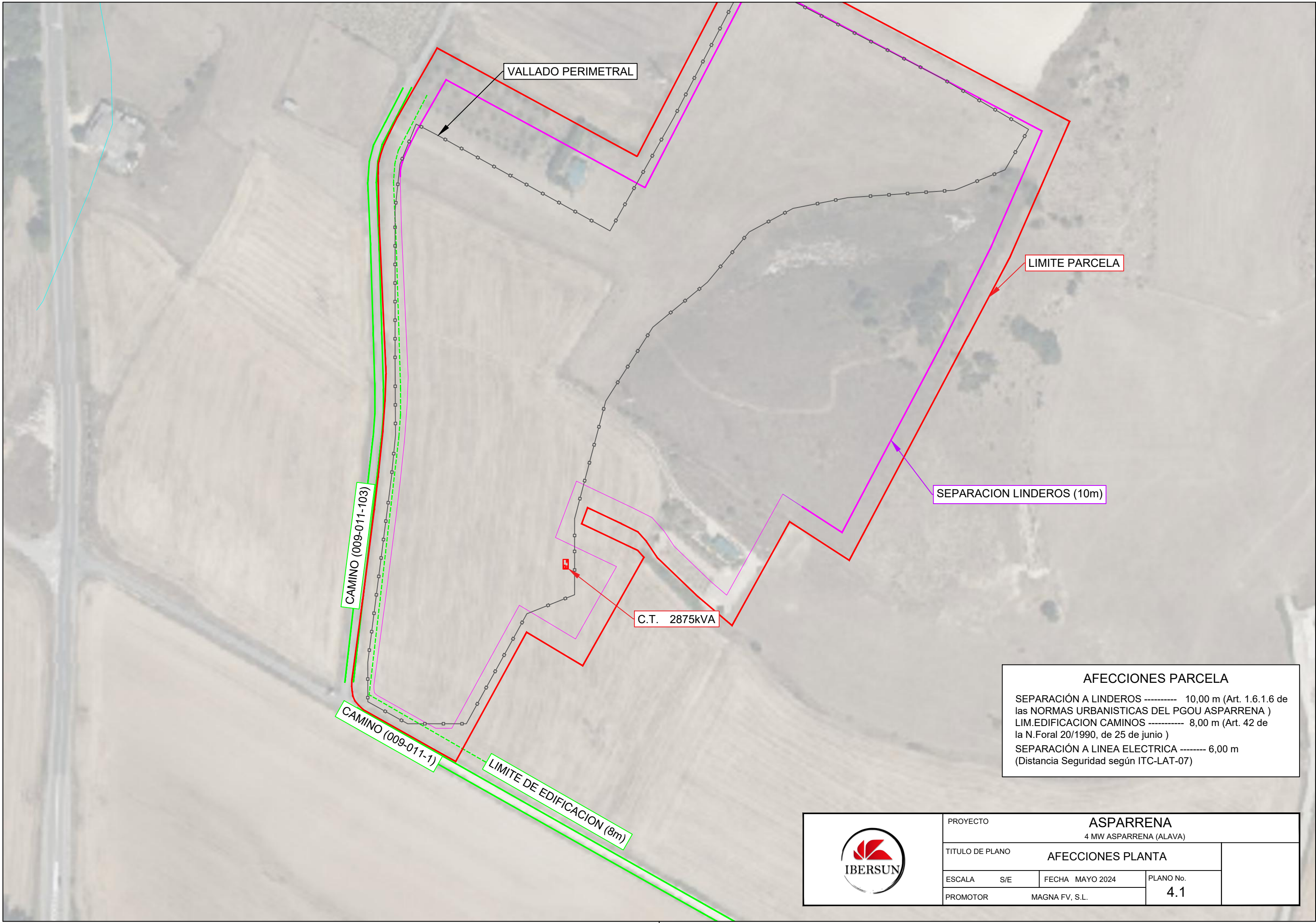
ZONA DE POLICIA (100m)

RIO LAMBIARAN


MARGEN URBANÍSTICO (15m)

AFECCIONES PARCELA	
SEPARACIÓN A LINDEROS	10,00 m (Art. 1.6.1.6 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA)
LIM.EDIFICACION CARRETERAS	25,00 m (Art. 42 de la N.Foral 20/1990, de 25 de junio)
SEPARACIÓN VALLADO A CARRETERA	8 m (Art. 1.6.1.5 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA)
SEPARACIÓN A CAUCES	15 m (Art. 1.6.1.5 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA)
MÁRGENES EN ÁMBITO RURAL	15 m (Art. 1.6.1.5 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA)
SEPARACIÓN A LINEA ELECTRICA	6,00 m (Distancia Seguridad según ITC-LAT-07)
ZONA DE POLICIA	100,00 m (R.Decreto 9/2008 de 11 de enero, Reglamento del Dominio Publico Hidraulico)

	PROYECTO ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
	TITULO DE PLANO AFECCIONES PLANTA		
	ESCALA S/E	FECHA MAYO 2024	PLANO No. 4
	PROMOTOR MAGNA FV, S.L.		

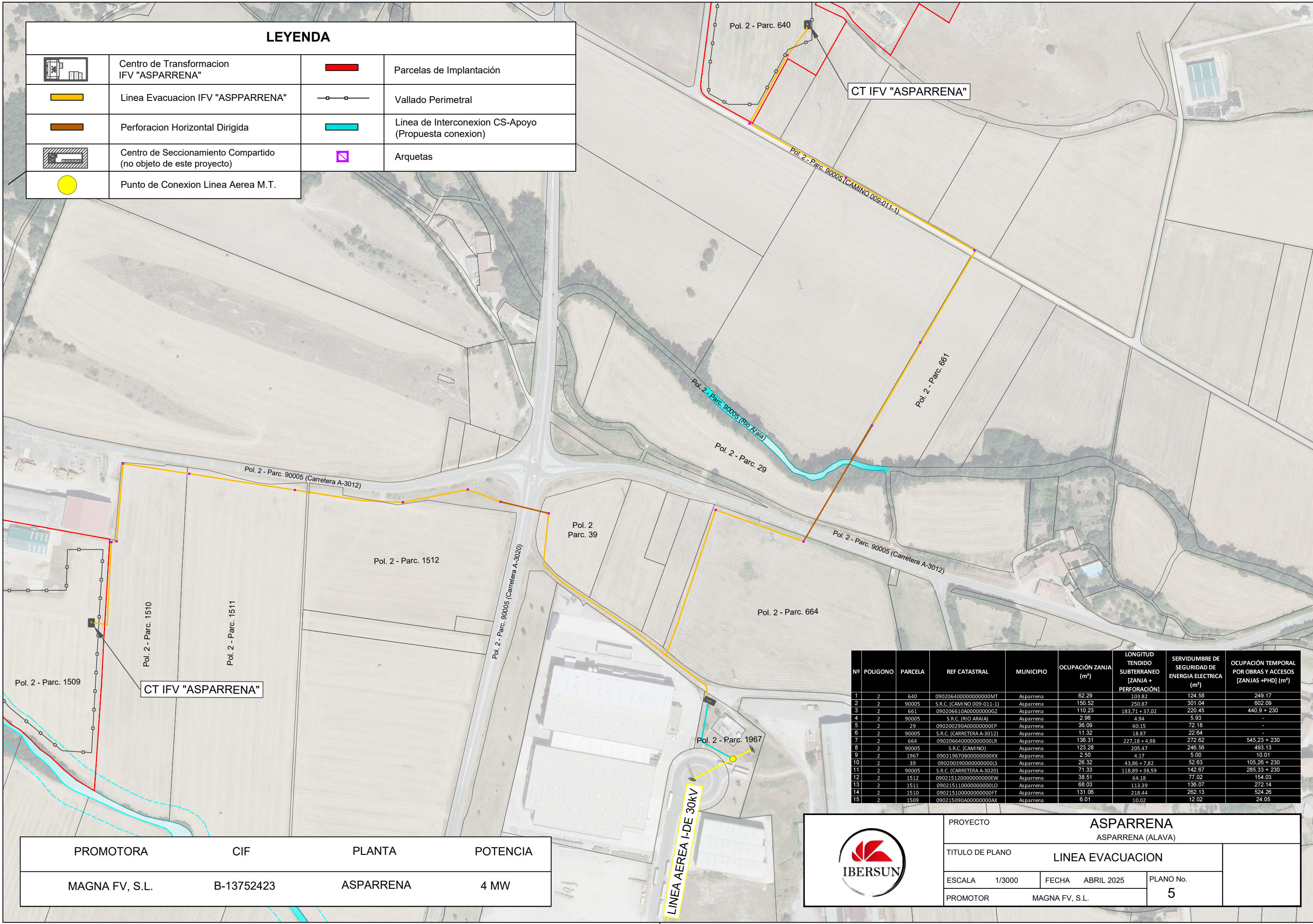


AFECCIONES PARCELA	
SEPARACIÓN A LINDEROS -----	10,00 m (Art. 1.6.1.6 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA)
LIM.EDIFICACION CAMINOS -----	8,00 m (Art. 42 de la N.Foral 20/1990, de 25 de junio)
SEPARACIÓN A LINEA ELECTRICA -----	6,00 m (Distancia Seguridad según ITC-LAT-07)

	PROYECTO			ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO			AFECCIONES PLANTA	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024	PLANO No.
	PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		4.1	

LEYENDA

	Centro de Transformación IFV "ASPARRENA"		Parcelas de Implantación
	Línea Evacuación IFV "ASPARRENA"		Vallado Perimetral
	Perforación Horizontal Dirigida		Línea de Interconexión CS-Apoyo (Propuesta conexión)
	Centro de Seccionamiento Compartido (no objeto de este proyecto)		Arquetas
	Punto de Conexión Línea Aérea M.T.		








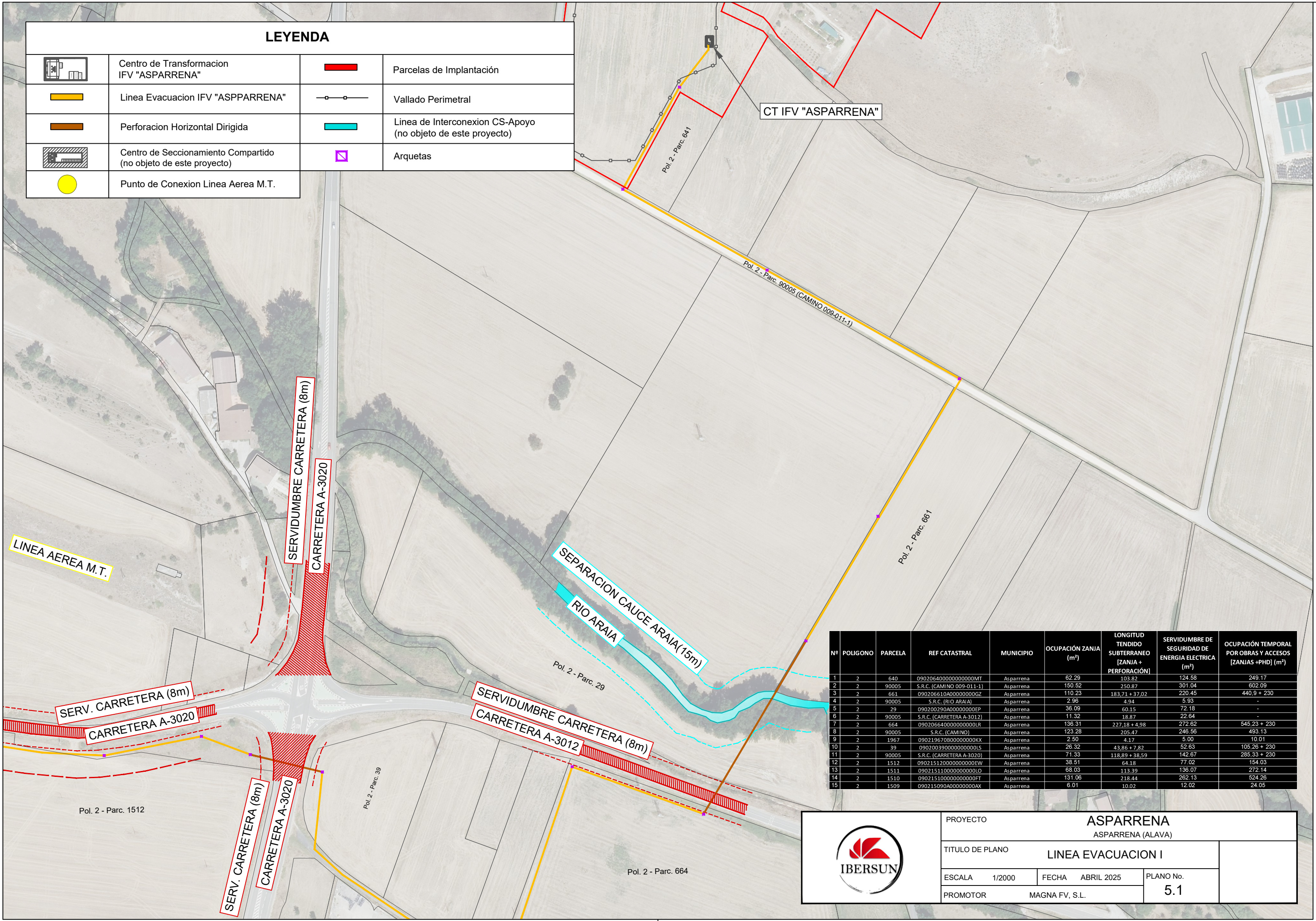
Nº	POLIGONO	PARCELA	REF CATASTRAL	MUNICIPIO	OCUPACIÓN ZANJA (m²)	LONGITUD TENDIDO SUBTERRANEO [ZANJA + PERFORACIÓN]	SERVIDUMBRE DE SEGURIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL POR OBRAS Y ACCESOS [ZANJAS +PHD] (m²)
1	2	640	0902064000000000MT	Asparrena	62,29	103,82	124,58	249,17
2	2	90005	S.R.C. (CAMINO 009-011-1)	Asparrena	150,52	250,87	301,04	602,09
3	2	661	090206610A00000000GZ	Asparrena	110,23	183,71 + 37,02	220,45	440,9 + 230
4	2	90005	S.R.C. (RIO ARAIA)	Asparrena	2,96	4,94	5,93	-
5	2	29	090200290A00000000EP	Asparrena	36,09	60,15	72,18	-
6	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3012)	Asparrena	11,32	18,87	22,64	-
7	2	664	090206640000000000LR	Asparrena	136,31	227,18 + 4,98	272,62	545,23 + 230
8	2	90005	S.R.C. (CAMINO)	Asparrena	123,28	205,47	246,58	493,13
9	2	1967	090219670800000000KX	Asparrena	2,50	4,17	5,00	10,01
10	2	39	090200390000000000LS	Asparrena	26,32	43,86 + 7,82	52,63	105,26 + 230
11	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3020)	Asparrena	71,33	118,89 + 38,59	142,67	285,33 + 230
12	2	1512	090215120000000000EW	Asparrena	38,51	64,18	77,02	154,03
13	2	1511	090215110000000000LO	Asparrena	68,03	113,39	136,07	272,14
14	2	1510	090215100000000000FT	Asparrena	131,06	218,44	262,13	524,26
15	2	1509	090215090A00000000AX	Asparrena	6,01	10,02	12,02	24,05

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW


PROYECTO		ASPARRENA ASPARRENA (ALAVA)	
TÍTULO DE PLANO		LINEA EVACUACION	
ESCALA	1/3000	FECHA	ABRIL 2025
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No. 5

LEYENDA

	Centro de Transformacion IFV "ASPARRENA"		Parcelas de Implantación
	Linea Evacuacion IFV "ASPPARRENA"		Vallado Perimetral
	Perforacion Horizontal Dirigida		Linea de Interconexion CS-Apoyo (no objeto de este proyecto)
	Centro de Seccionamiento Compartido (no objeto de este proyecto)		Arquetas
	Punto de Conexion Linea Aerea M.T.		



Nº	POIGONO	PARCELA	REF CATASTRAL	MUNICIPIO	Ocupación ZANJA (m²)	LONGITUD TENDIDO SUBTERRANEO [ZANJA + PERFORACIÓN]	SERVIDUMBRE DE SEGURIDAD DE ENERGIA ELECTRICA (m²)	Ocupación TEMPORAL POR OBRAS Y ACCESOS [ZANJAS +PHD] (m²)
1	2	640	0902064000000000MT	Asparrena	62.29	103.82	124.58	249.17
2	2	90005	S.R.C. (CAMINO 009-011-1)	Asparrena	150.52	250.87	301.04	602.09
3	2	661	090206610A00000000GZ	Asparrena	110.23	183.71 + 37.02	220.45	440.9 + 230
4	2	90005	S.R.C. (RIO ARAIA)	Asparrena	2.96	4.94	5.93	-
5	2	29	090200290A00000000EP	Asparrena	36.09	60.15	72.18	-
6	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3012)	Asparrena	11.32	18.87	22.64	-
7	2	664	090206640000000000LR	Asparrena	136.31	227.18 + 4.98	272.62	545.23 + 230
8	2	90005	S.R.C. (CAMINO)	Asparrena	123.28	205.47	246.56	493.13
9	2	1967	090219670B0000000000KX	Asparrena	2.50	4.17	5.00	10.01
10	2	39	090200390000000000LS	Asparrena	26.32	43.86 + 7.82	52.63	105.26 + 230
11	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3020)	Asparrena	71.33	118.89 + 38.59	142.67	285.33 + 230
12	2	1512	090215120000000000FEW	Asparrena	38.51	64.18	77.02	154.03
13	2	1511	090215110000000000LO	Asparrena	68.03	113.39	136.07	272.14
14	2	1510	090215100000000000FT	Asparrena	131.06	218.44	262.13	524.26
15	2	1509	090215090A00000000AX	Asparrena	6.01	10.02	12.02	24.05



PROYECTO		ASPARRENA	
		ASPARRENA (ALAVA)	
TITULO DE PLANO		LINEA EVACUACION I	
ESCALA	1/2000	FECHA	ABRIL 2025
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No. 5.1

LEYENDA

	Centro de Transformación IFV "ASPARRENA"		Parcelas de Implantación
	Línea Evacuación IFV "ASPARRENA"		Vallado Perimetral
	Perforación Horizontal Dirigida		Línea de Interconexión CS-Apoyo (no objeto de este proyecto)
	Centro de Seccionamiento Compartido (no objeto de este proyecto)		Arquetas
	Punto de Conexión Línea Aérea M.T.		

LÍNEA AEREA I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES

SERVIDUMBRE CARRETERA (8m)
CARRETERA A-3020

SERVIDUMBRE CARRETERA (8m)
CARRETERA A-3012

LÍMITE EDIFICACION (25m)

CT IFV "ASPARRENA"

Pol. 2 - Parc. 1509

Pol. 2 - Parc. 1510

Pol. 2 - Parc. 1511

Pol. 2 - Parc. 1512

Pol. 2 - Parc. 39

Nº	POLIGONO	PARCELA	REF CATASTRAL	MUNICIPIO	OCUPACIÓN ZANJA (m²)	LONGITUD TENDIDO SUBTERRANEO [ZANJA + PERFORACIÓN]	SERVIDUMBRE DE SEGURIDAD DE ENERGIA ELECTRICA (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL POR OBRAS Y ACCESOS [ZANJAS +PHD] (m²)
1	2	640	0902064000000000MT	Asparrena	62.29	103.82	124.58	249.17
2	2	90005	S.R.C. (CAMINO 009-011-1)	Asparrena	150.52	250.87	301.04	602.09
3	2	661	090206610A00000000GZ	Asparrena	110.23	183.71 + 37.02	220.45	440.9 + 230
4	2	90005	S.R.C. (RIO ARAJA)	Asparrena	2.96	4.94	5.93	-
5	2	29	090200290A00000000EP	Asparrena	36.09	60.15	72.18	-
6	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3012)	Asparrena	11.32	18.87	22.64	-
7	2	664	090206640000000000LR	Asparrena	136.31	227.18 + 4.98	272.62	545.23 + 230
8	2	90005	S.R.C. (CAMINO)	Asparrena	123.28	205.47	246.56	493.13
9	2	1967	090219670B00000000KX	Asparrena	2.50	4.17	5.00	10.01
10	2	39	090200390000000000LS	Asparrena	26.32	43.86 + 7.82	52.63	105.26 + 230
11	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3020)	Asparrena	71.33	118.89 + 38.59	142.67	285.33 + 230
12	2	1512	090215120000000000EW	Asparrena	38.51	64.18	77.02	154.03
13	2	1511	090215110000000000LO	Asparrena	68.03	113.39	136.07	272.14
14	2	1510	090215100000000000FT	Asparrena	131.06	218.44	262.13	524.26
15	2	1509	090215090A00000000AX	Asparrena	6.01	10.02	12.02	24.05

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

PROYECTO		ASPARRENA ASPARRENA (ALAVA)	
TITULO DE PLANO		LINEA EVACUACION II	
ESCALA	1/1250	FECHA	ABRIL 2025
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No. 5.2

LEYENDA

	Centro de Transformacion IFV "ASPARRENA"		Parcelas de Implantación
	Linea Evacuacion IFV "ASPPARRENA"		Vallado Perimetral
	Perforacion Horizontal Dirigida		Linea de Interconexion CS-Apoyo (no objeto de este proyecto)
	Centro de Seccionamiento Compartido (no objeto de este proyecto)		Arquetas
	Punto de Conexion Linea Aerea M.T.		

Pol. 2 - Parc. 664

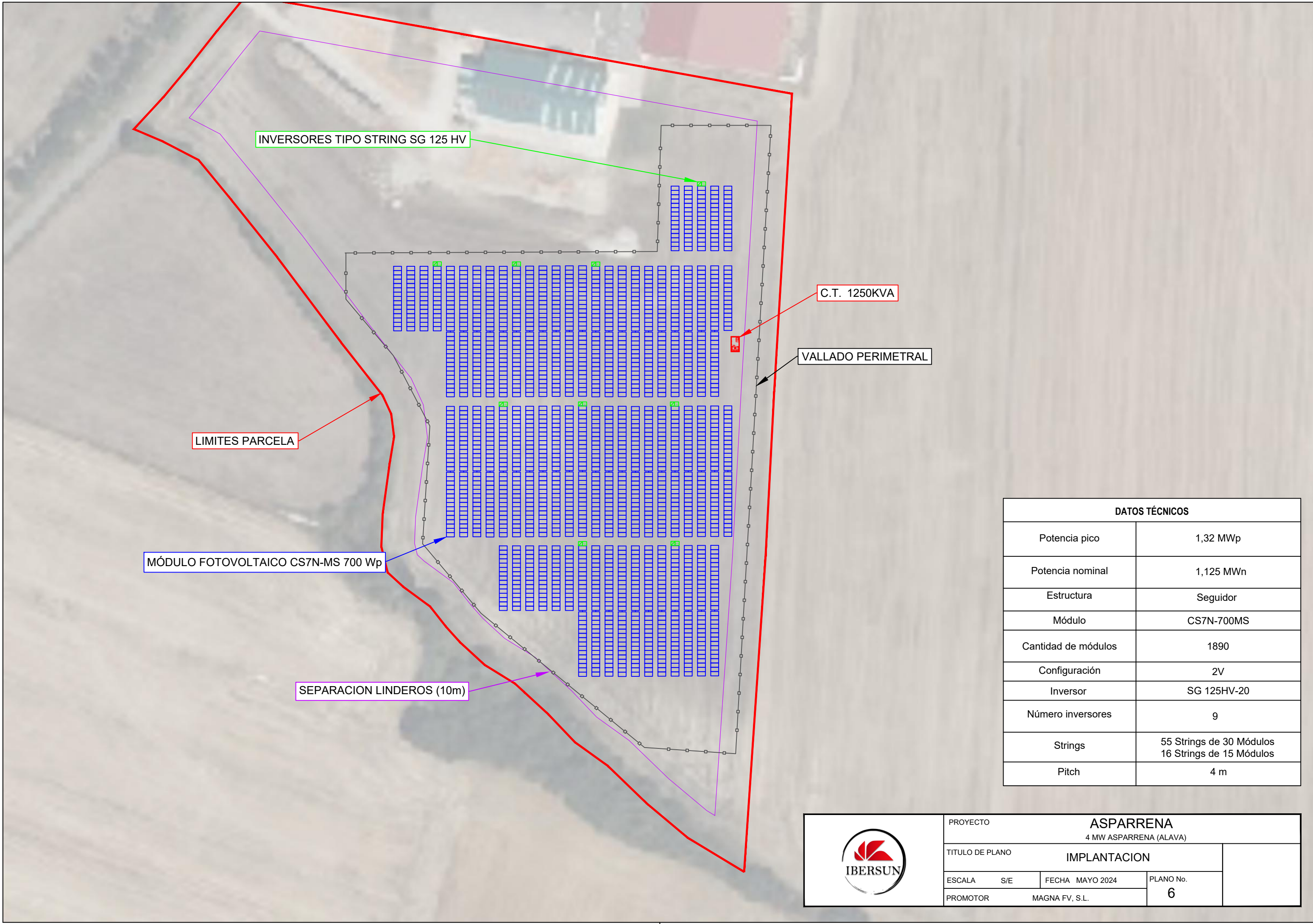
Pol. 2 - Parc. 1967

LINEA AEREA I-DE 30KV


Nº	POLIGONO	PARCELA	REF CATASTRAL	MUNICIPIO	OCUPACIÓN ZANJA (m²)	LONGITUD TENDIDO SUBTERRANEO [ZANJA + PERFORACIÓN]	SERVIDUMBRE DE SEGURIDAD DE ENERGIA ELECTRICA (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL POR OBRAS Y ACCESOS [ZANJAS +PHD] (m²)
1	2	640	0902064000000000MT	Asparrena	62.29	103.82	124.58	249.17
2	2	90005	S.R.C. (CAMINO 009-011-1)	Asparrena	150.52	250.87	301.04	602.09
3	2	661	090206610A00000000GZ	Asparrena	110.23	183,71 + 37,02	220.45	440,9 + 230
4	2	90005	S.R.C. (RIO ARAIA)	Asparrena	2.96	4.94	5.93	-
5	2	29	090200290A00000000EP	Asparrena	36.09	60.15	72.18	-
6	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3012)	Asparrena	11.32	18.87	22.64	-
7	2	664	090206640000000000LR	Asparrena	136.31	227,18 + 4,98	272.62	545,23 + 230
8	2	90005	S.R.C. (CAMINO)	Asparrena	123.28	205.47	246.56	493.13
9	2	1967	090219670B00000000KX	Asparrena	2.50	4.17	5.00	10.01
10	2	39	090200390000000000LS	Asparrena	26.32	43,86 + 7,82	52.63	105,26 + 230
11	2	90005	S.R.C. (CARRETERA A-3020)	Asparrena	71.33	118,89 + 38,59	142.67	285,33 + 230
12	2	1512	090215120000000000EW	Asparrena	38.51	64.18	77.02	154.03
13	2	1511	090215110000000000LO	Asparrena	68.03	113.39	136.07	272.14
14	2	1510	090215100000000000FT	Asparrena	131.06	218.44	262.13	524.26
15	2	1509	090215090A00000000AX	Asparrena	6.01	10.02	12.02	24.05

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

	PROYECTO			ASPARRENA	
				ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO			LINEA EVACUACION	
	ESCALA	1/1000	FECHA	ABRIL 2025	PLANO No.
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.			5.3	



DATOS TÉCNICOS	
Potencia pico	1,32 MWp
Potencia nominal	1,125 MWn
Estructura	Seguidor
Módulo	CS7N-700MS
Cantidad de módulos	1890
Configuración	2V
Inversor	SG 125HV-20
Número inversores	9
Strings	55 Strings de 30 Módulos 16 Strings de 15 Módulos
Pitch	4 m

	PROYECTO			ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO			IMPLANTACION	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024	PLANO No.
	PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		6	

SEPARACION LINDEROS (10m)

LIMITES PARCELA


VALLADO PERIMETRAL

INVERSORES TIPO STRING SG 125 HV

MÓDULO FOTOVOLTAICO CS7N-MS 700 Wp

C.T. 2875KVA

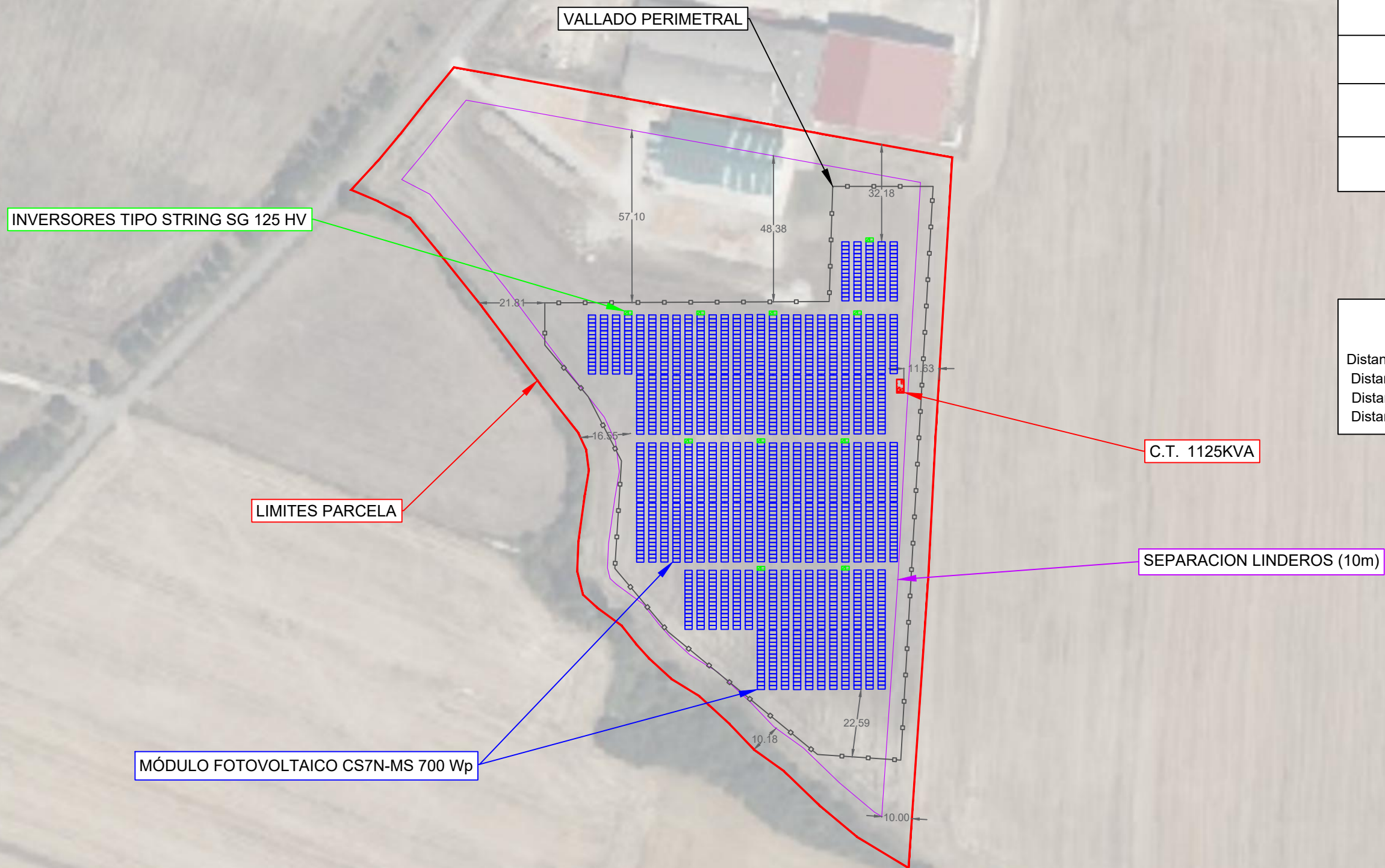
DATOS TÉCNICOS	
Potencia pico	3,23 MWp
Potencia nominal	2,875 MWn
Estructura	Seguidor
Módulo	CS7N-700MS
Cantidad de módulos	4620
Configuración	1V
Inversor	SG 125HV-20
Número inversores	23
Strings	136 Strings de 30 Módulos 36 Strings de 15 Módulos
Pitch	4 m


	PROYECTO		ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO		IMPLANTACION	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
	PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No. 6.1

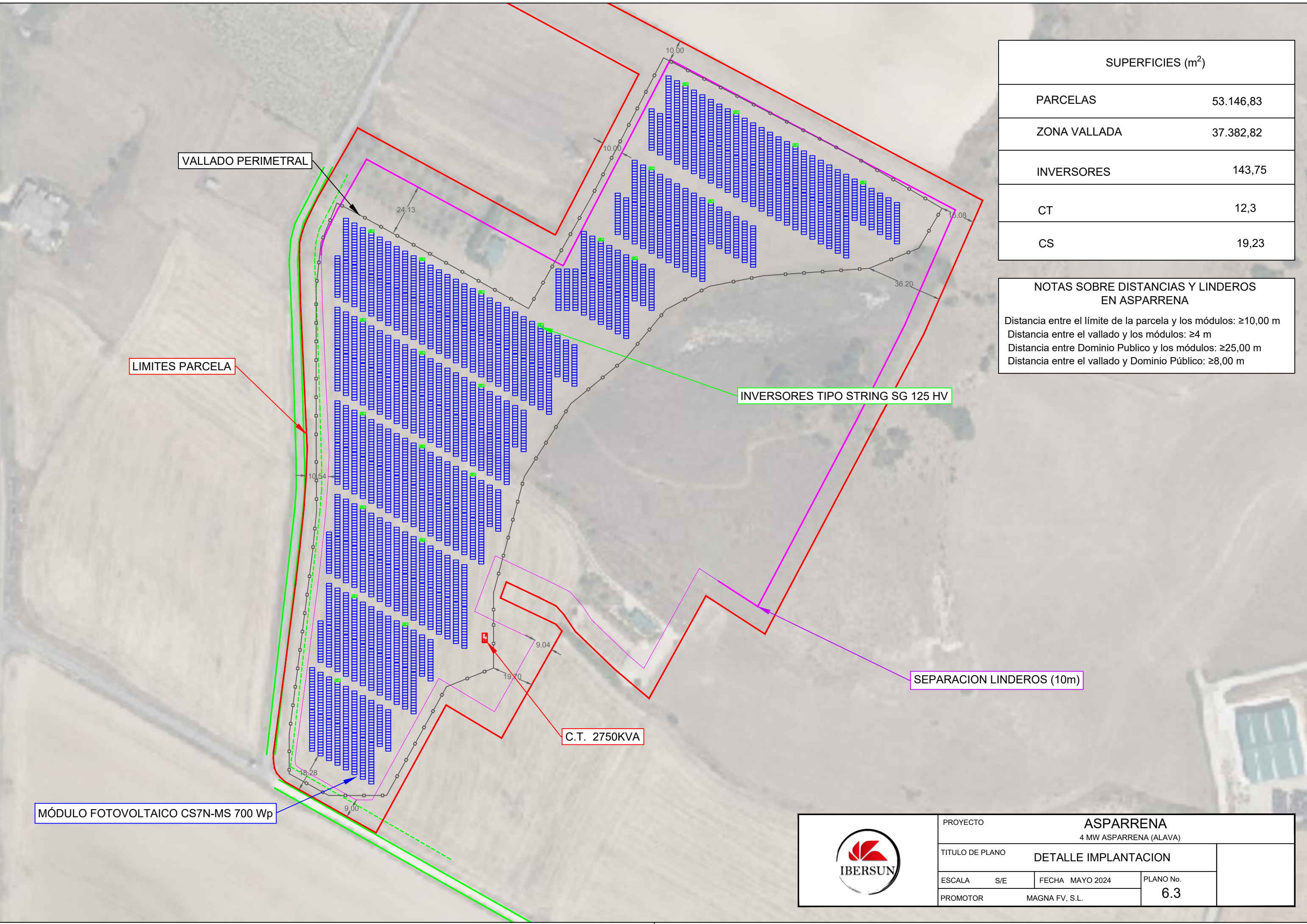
SUPERFICIES (m ²)	
PARCELAS	22.250,34
ZONA VALLADA	14.860,31
INVERSORES	62,5
CT	12,3
CS	19,23

NOTAS SOBRE DISTANCIAS Y LINDEROS EN ASPARRENA

Distancia entre el límite de la parcela y los módulos: $\geq 10,00$ m
 Distancia entre el vallado y los módulos: ≥ 4 m
 Distancia entre Dominio Público y los módulos: $\geq 25,00$ m
 Distancia entre el vallado y Dominio Público: $\geq 8,00$ m



	PROYECTO			ASPARRENA	
				4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO			DETALLE IMPLANTACION	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024	PLANO No.
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.			6.2	



SUPERFICIES (m ²)	
PARCELAS	53.146,83
ZONA VALLADA	37.382,82
INVERSORES	143,75
CT	12,3
CS	19,23

NOTAS SOBRE DISTANCIAS Y LINDEROS EN ASPARRENA

Distancia entre el límite de la parcela y los módulos: $\geq 10,00$ m
 Distancia entre el vallado y los módulos: ≥ 4 m
 Distancia entre Dominio Publico y los módulos: $\geq 25,00$ m
 Distancia entre el vallado y Dominio Público: $\geq 8,00$ m

VALLADO PERIMETRAL


LIMITES PARCELA

INVERSORES TIPO STRING SG 125 HV

SEPARACION LINDEROS (10m)

C.T. 2750KVA

MÓDULO FOTOVOLTAICO CS7N-MS 700 Wp

	PROYECTO			ASPARRENA	
				4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO			DETALLE IMPLANTACION	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024	PLANO No.
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.				

ZANJA LÍNEA DE B.T.

INVERSORES TIPO STRING SG 125 HV

SEPARACION LINDEROS (10m)

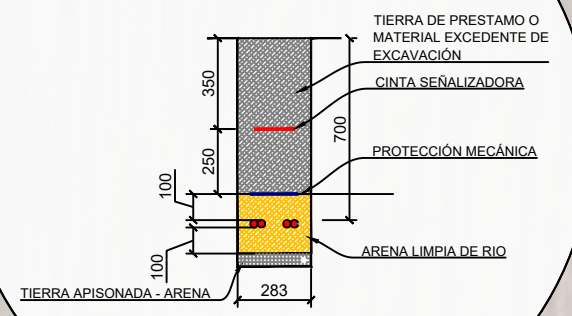
LIMITES PARCELA

LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
SUBTERRÁNEA 30 KV
RHZ1-18/30KV H16.3(1X240)mm2 AL

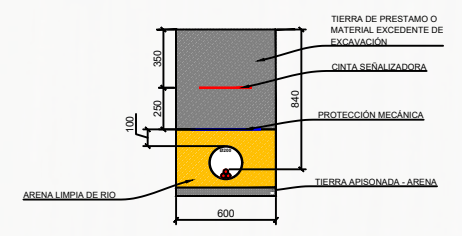
C.T. 1125KVA

VALLADO PERIMETRAL

DETALLE ZANJA BT



DETALLE ZANJA LINEA



PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

	PROYECTO		ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO		ZANJAS	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
	PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No. 7

ZANJA LÍNEA DE B.T.

INVERSORES TIPO STRING SG 125 HV

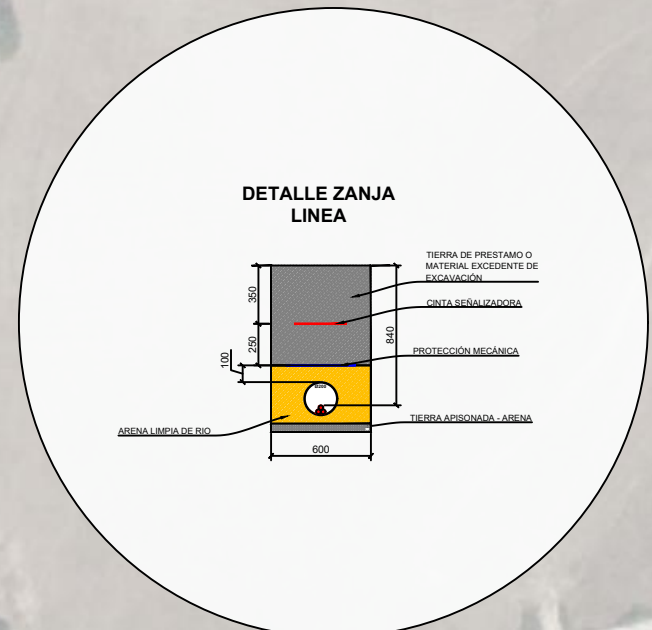
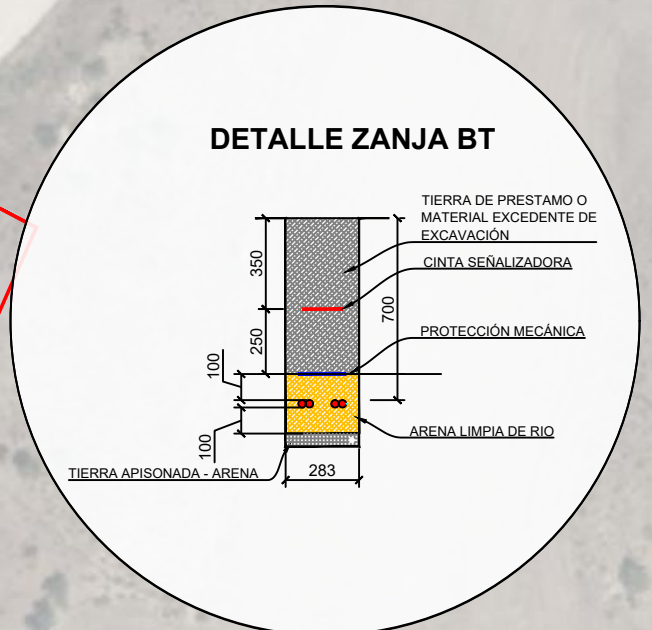
SEPARACION LINDEROS (10m)

LIMITES PARCELA

VALLADO PERIMETRAL

C.T. 2875KVA

LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
SUBTERRÁNEA 30 KV
RHZ1-18/30KV H16.3(1X240)mm2 AL



PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

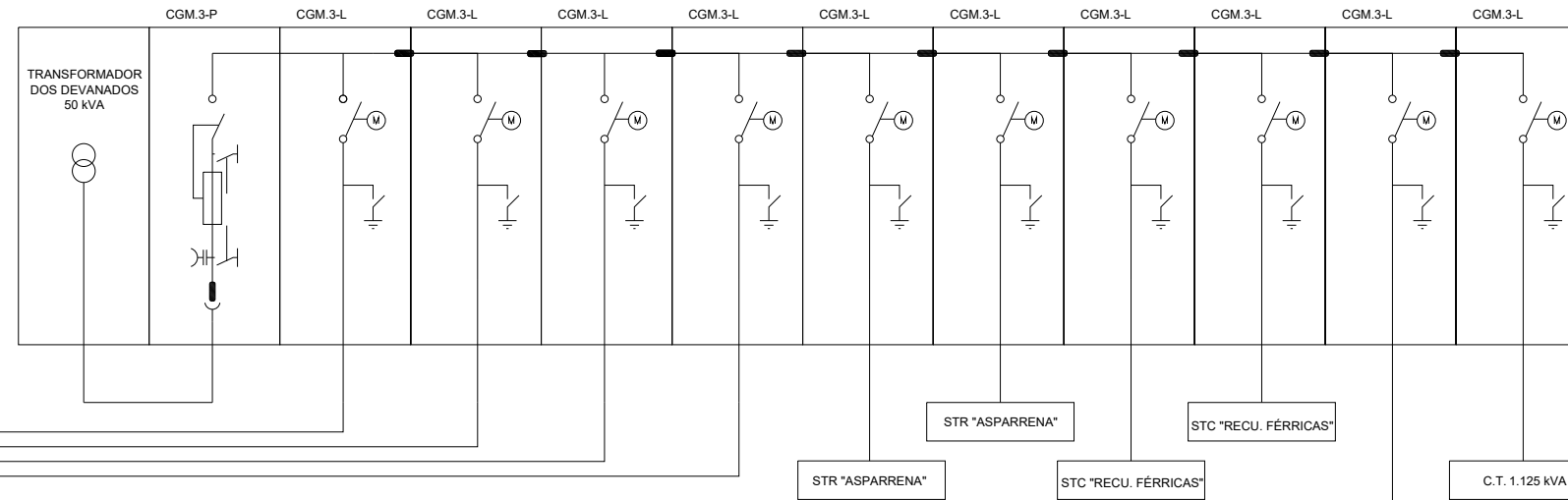
	PROYECTO		ASPARRENA	
			4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO		ZANJAS	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		7.1	

LÍNEA ALSASUA-GAMARRA 1 de 30 kV

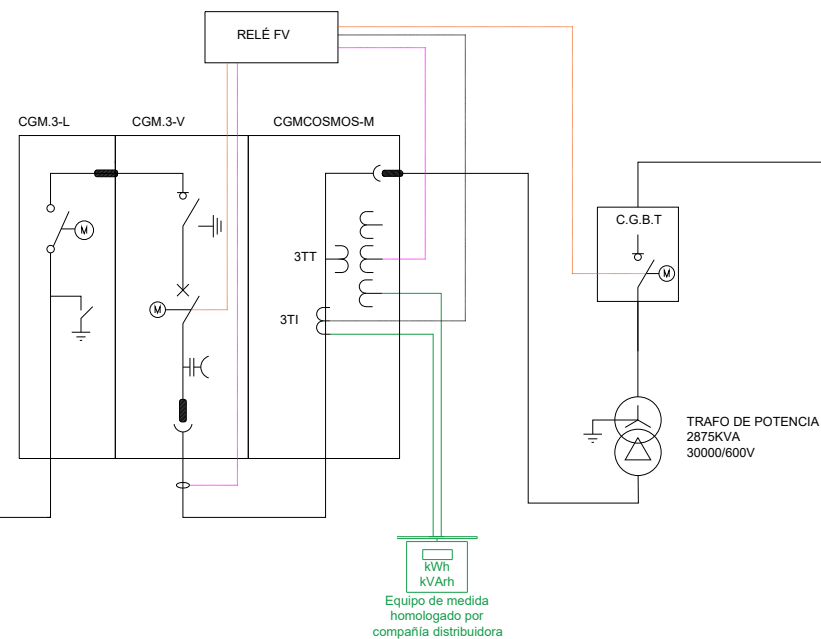
LÍNEA ALSASUA-GAMARRA 2 de 30 kV

CENTRO SECCIONAMIENTO IFV "ASPARRENA"

TELEMANDADO



CENTRO TRANSFORMACION



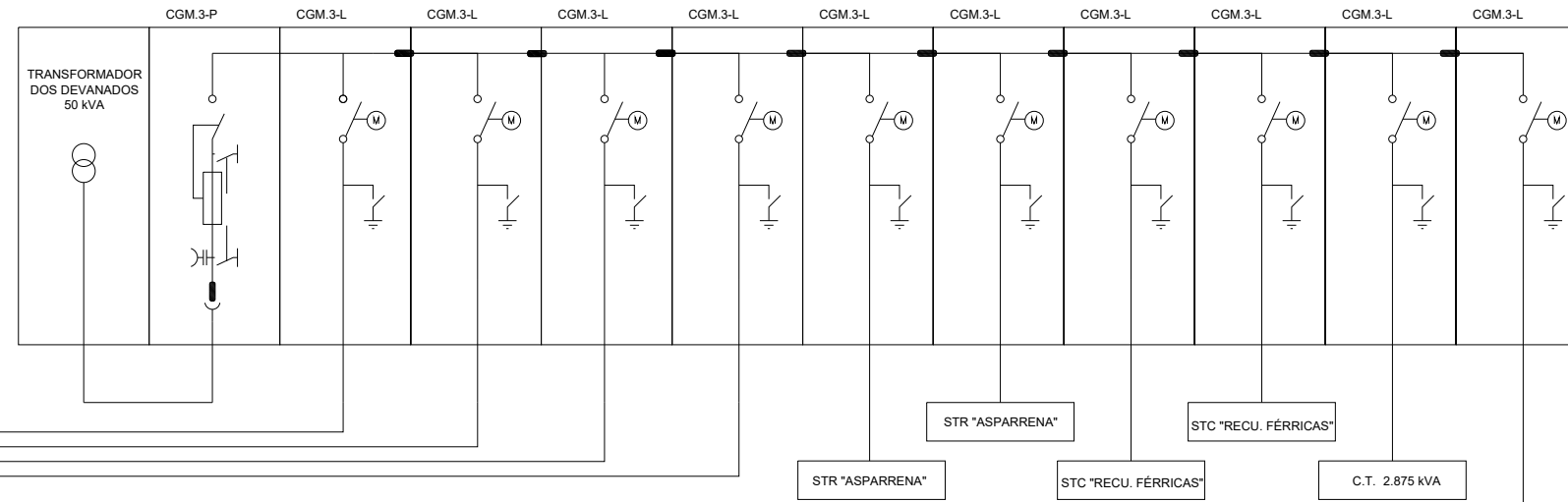
PROYECTO		ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ÁLAVA)	
TITULO DE PLANO		UNIFILAR CS Y CT	
ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.	PLANO No.	9

LÍNEA ALSASUA-GAMARRA 1 de 30 kV

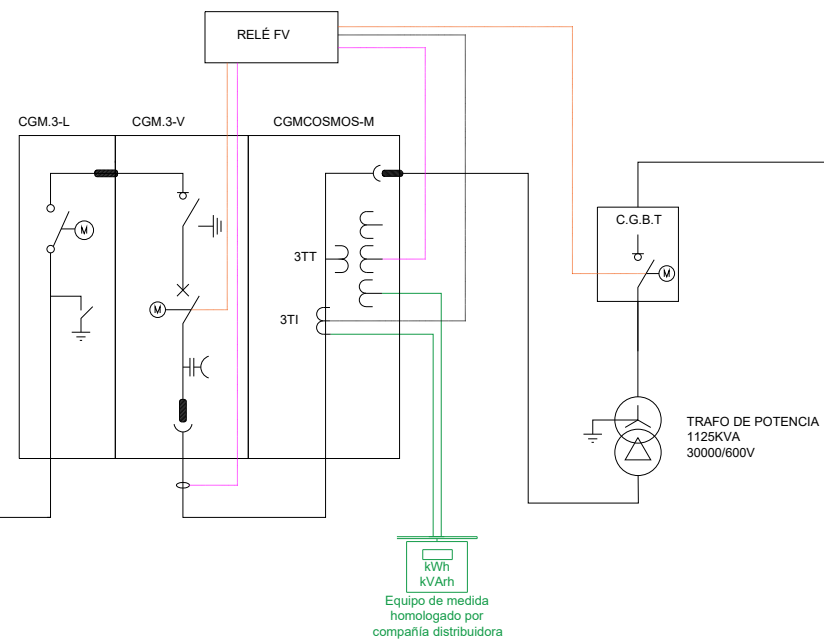
LÍNEA ALSASUA-GAMARRA 2 de 30 kV

CENTRO SECCIONAMIENTO IFV "ASPARRENA"

TELEMANDADO

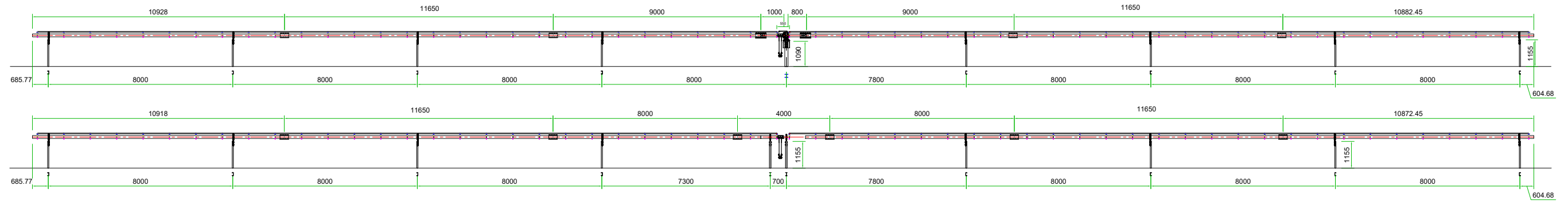


CENTRO TRANSFORMACION

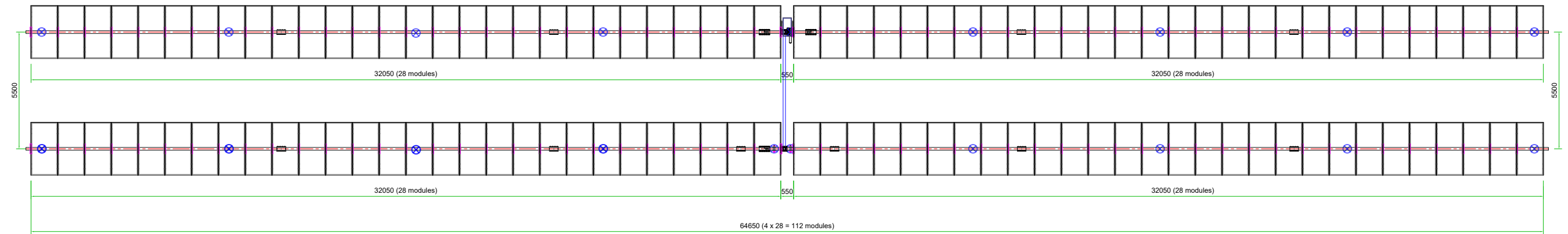


PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ÁLAVA)		
TITULO DE PLANO	UNIFILAR CS Y CT		
ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.	PLANO No.	9.1

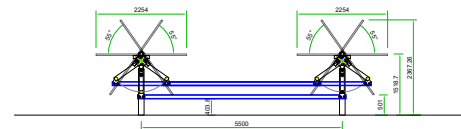
VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

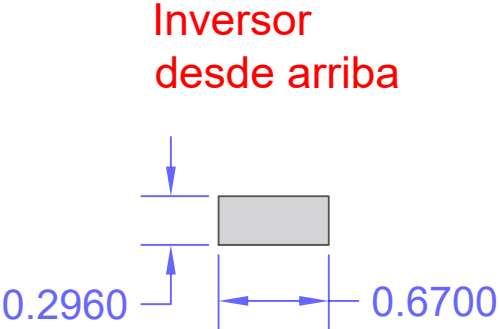
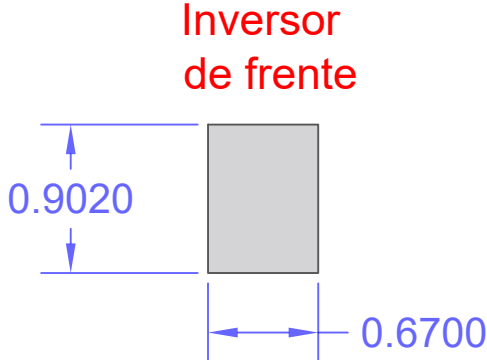
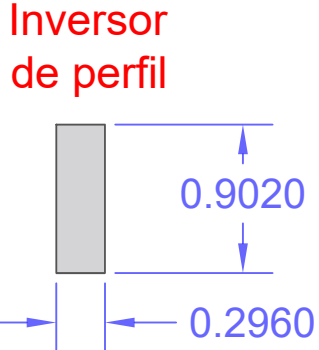
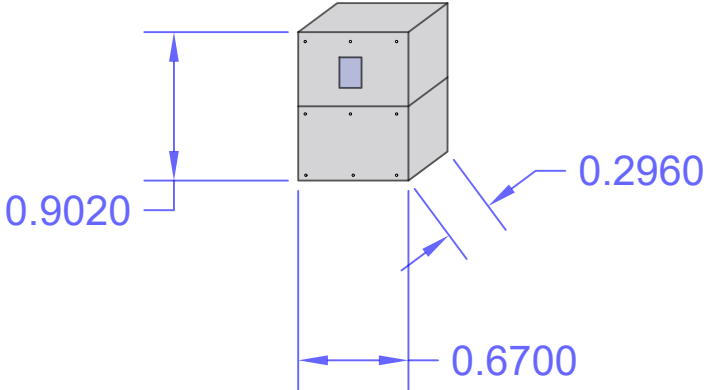


VISTA LATERAL

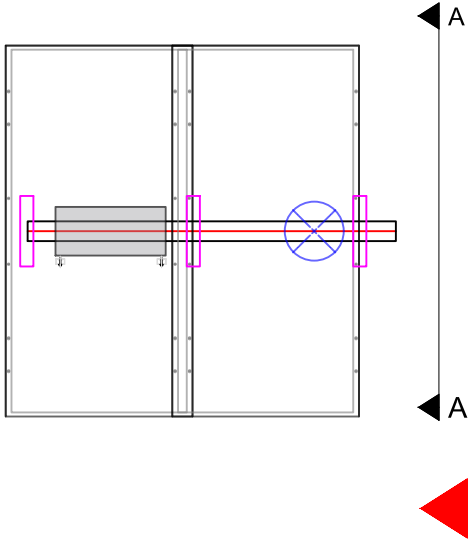
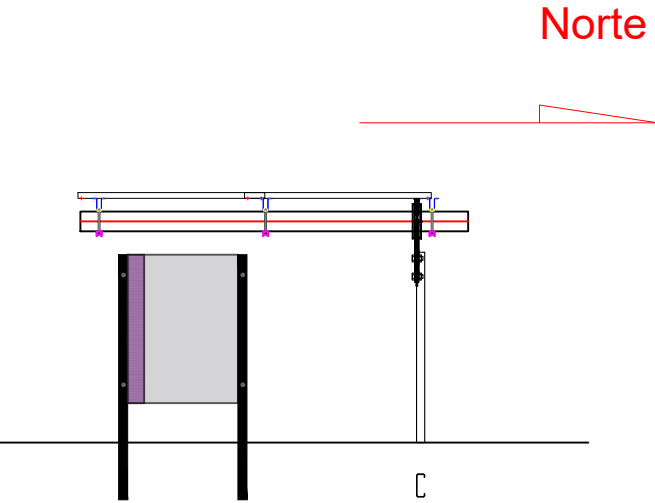
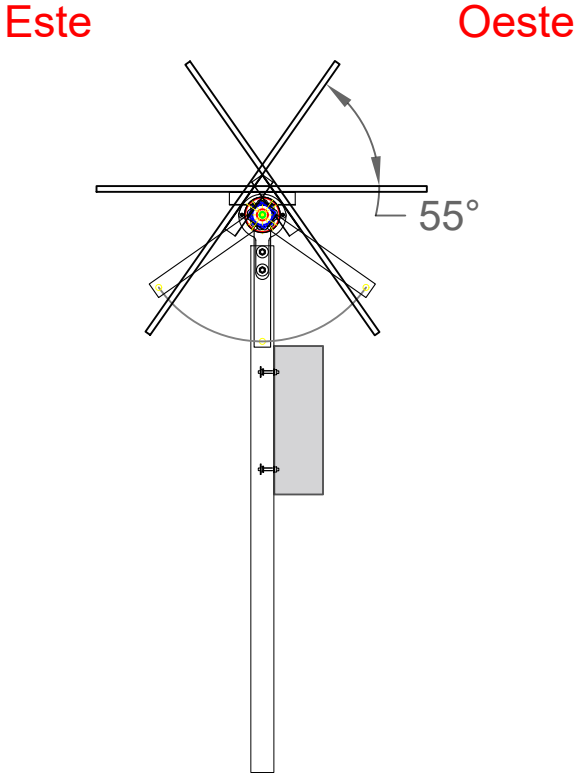


PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE DE SEGUIDOR SOLAR		
ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No. 10

Detalle del inversor

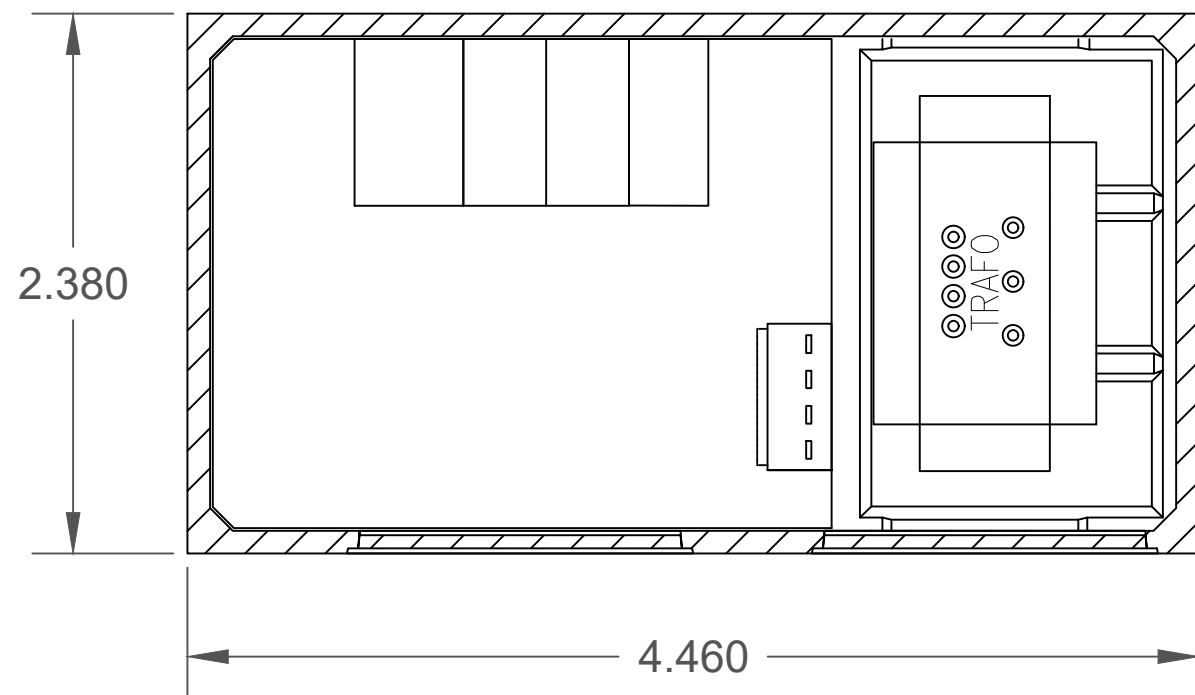
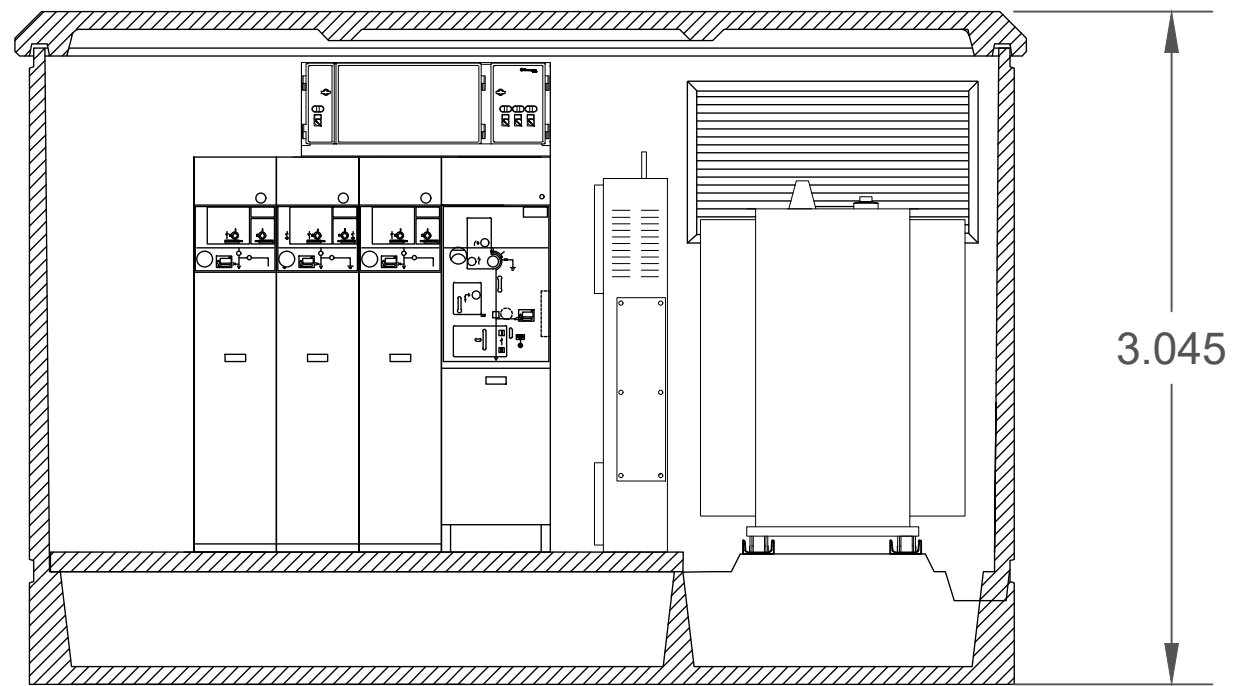


Inversor montado bajo estructura de seguidor

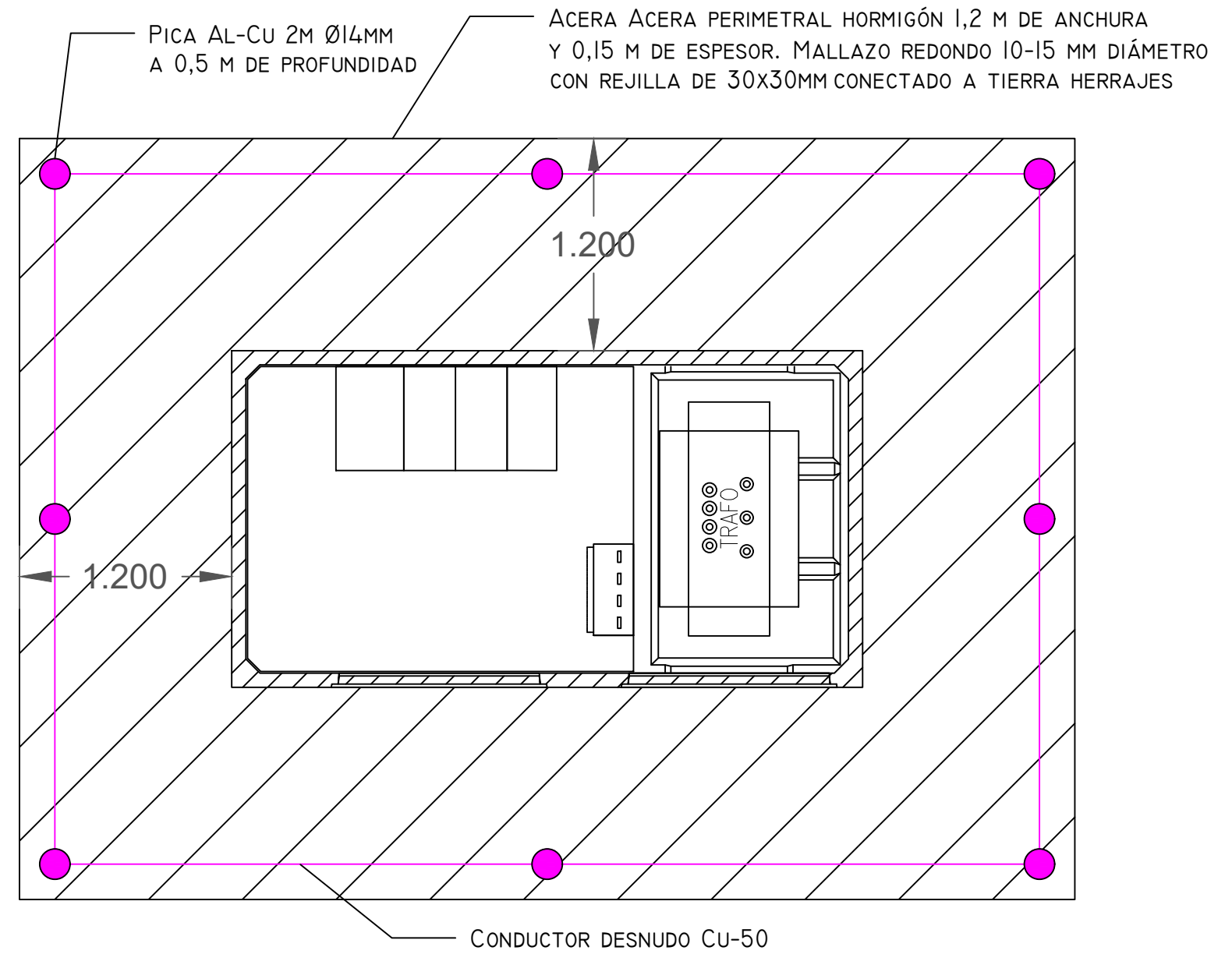



	PROYECTO ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
	TITULO DE PLANO DETALLE DE INVERSOR		
	ESCALA S/E	FECHA MAYO 2024	PLANO No. 11
	PROMOTOR MAGNA FV, S.L.		11

VISTAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

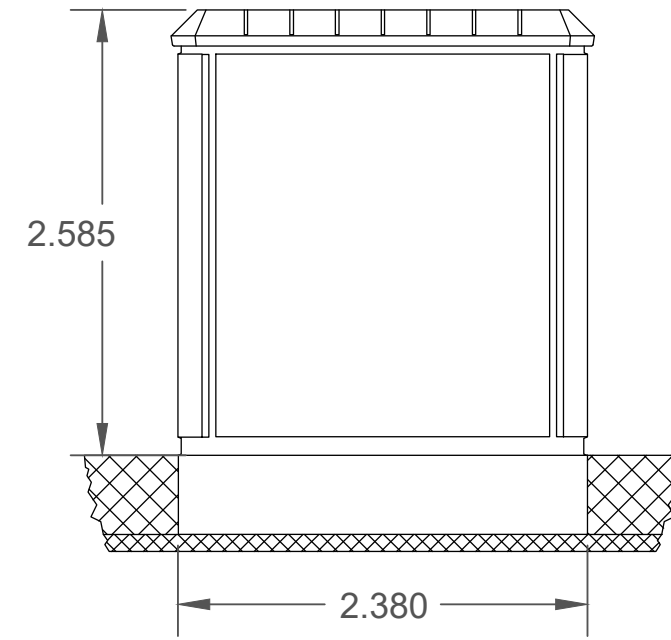
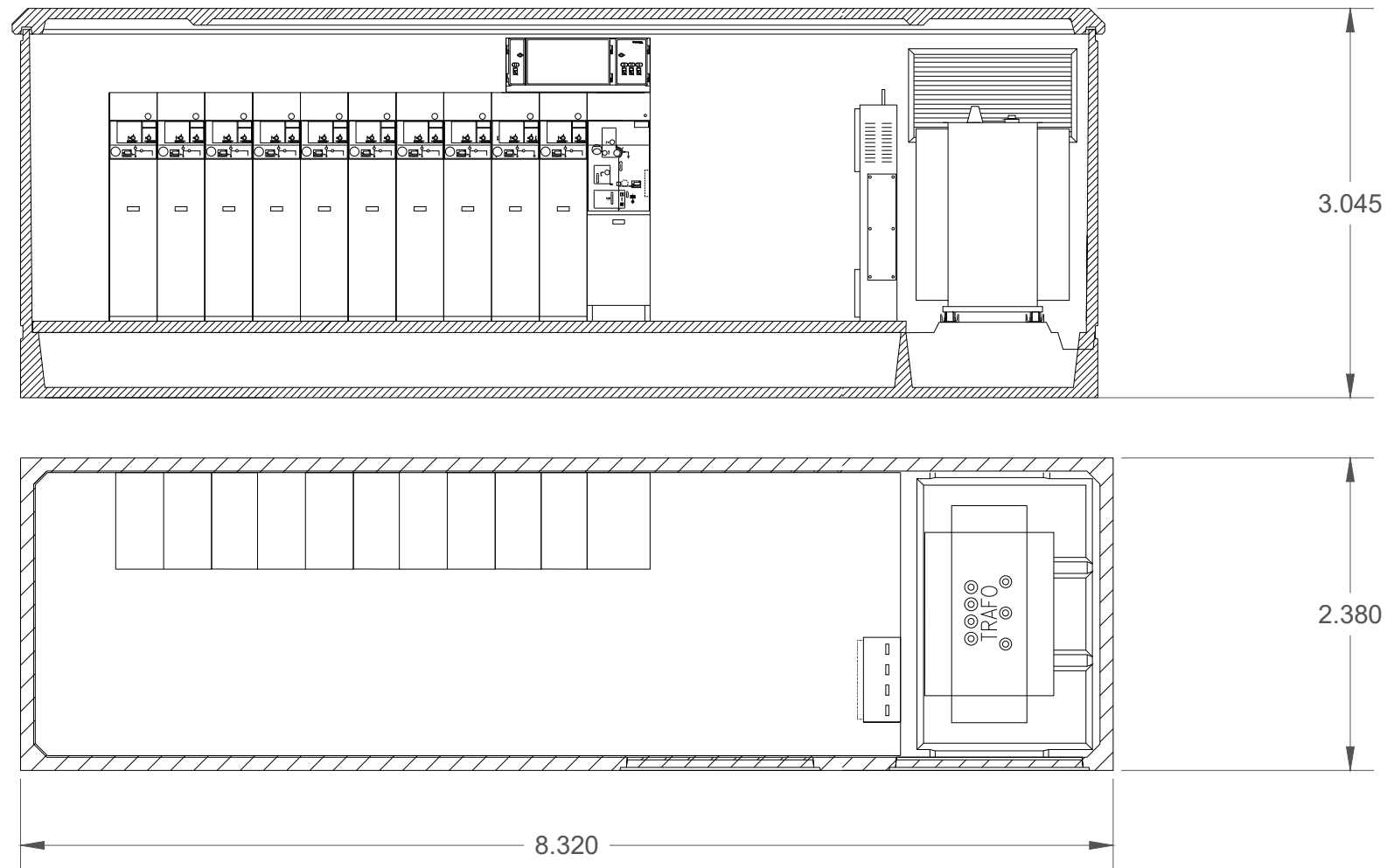


DETALLE PUESTA A TIERRA DEL C.T. (S/E)



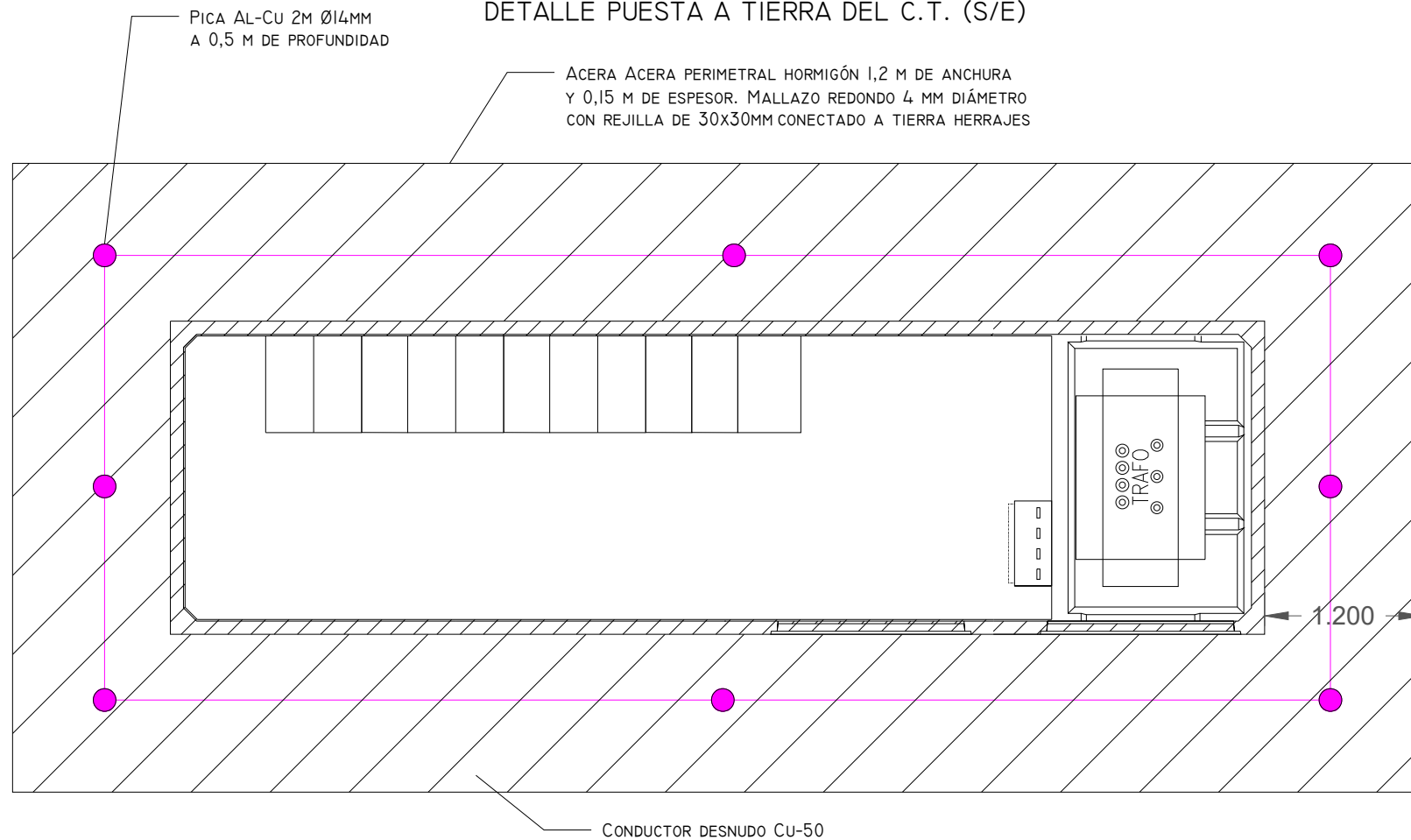
	PROYECTO		ASPARRENA	
			4 MW ASPARRENA (ÁLAVA)	
	TITULO DE PLANO		CENTRO DE TRANSFORMACION	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No.	12


VISTAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

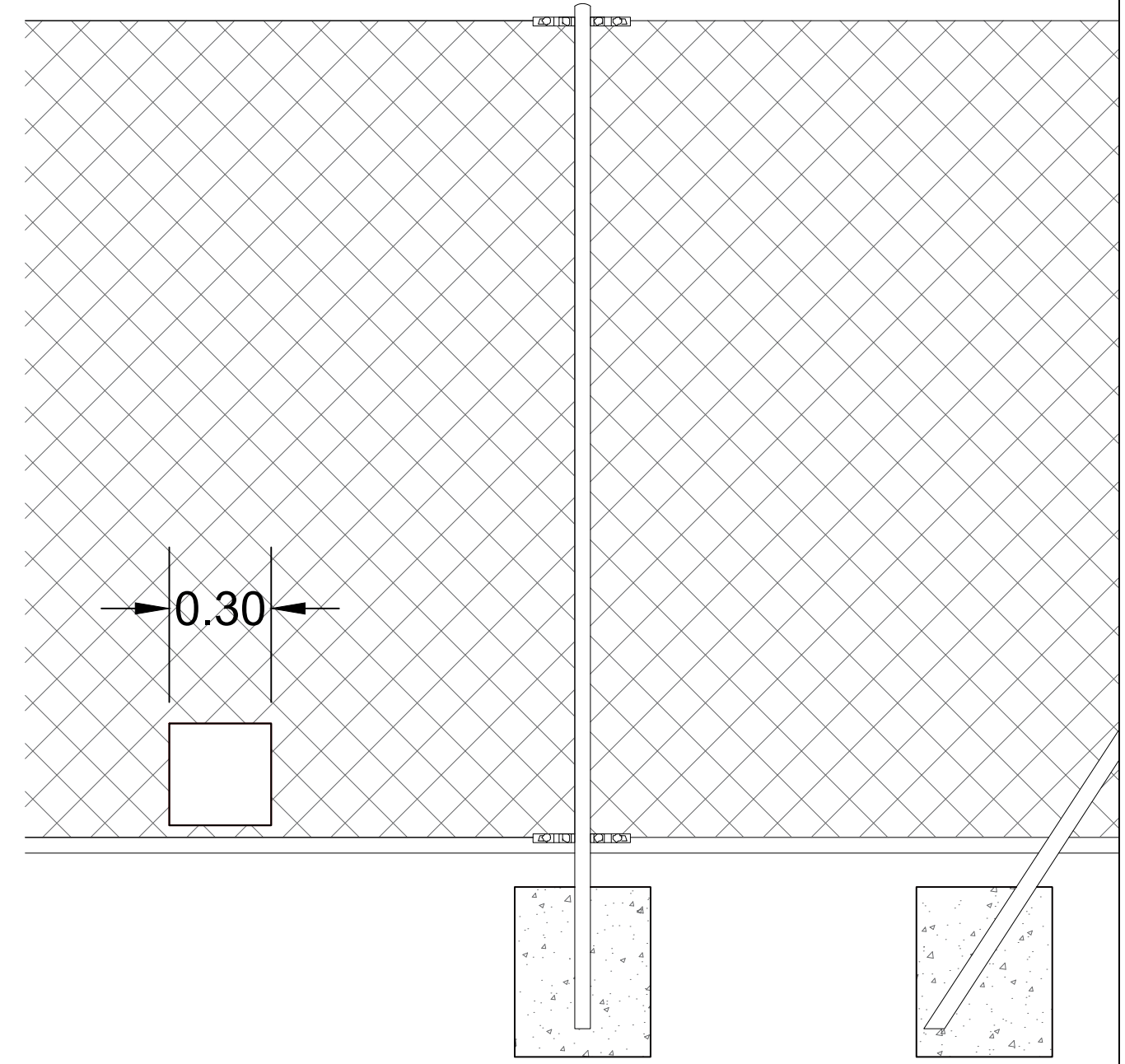
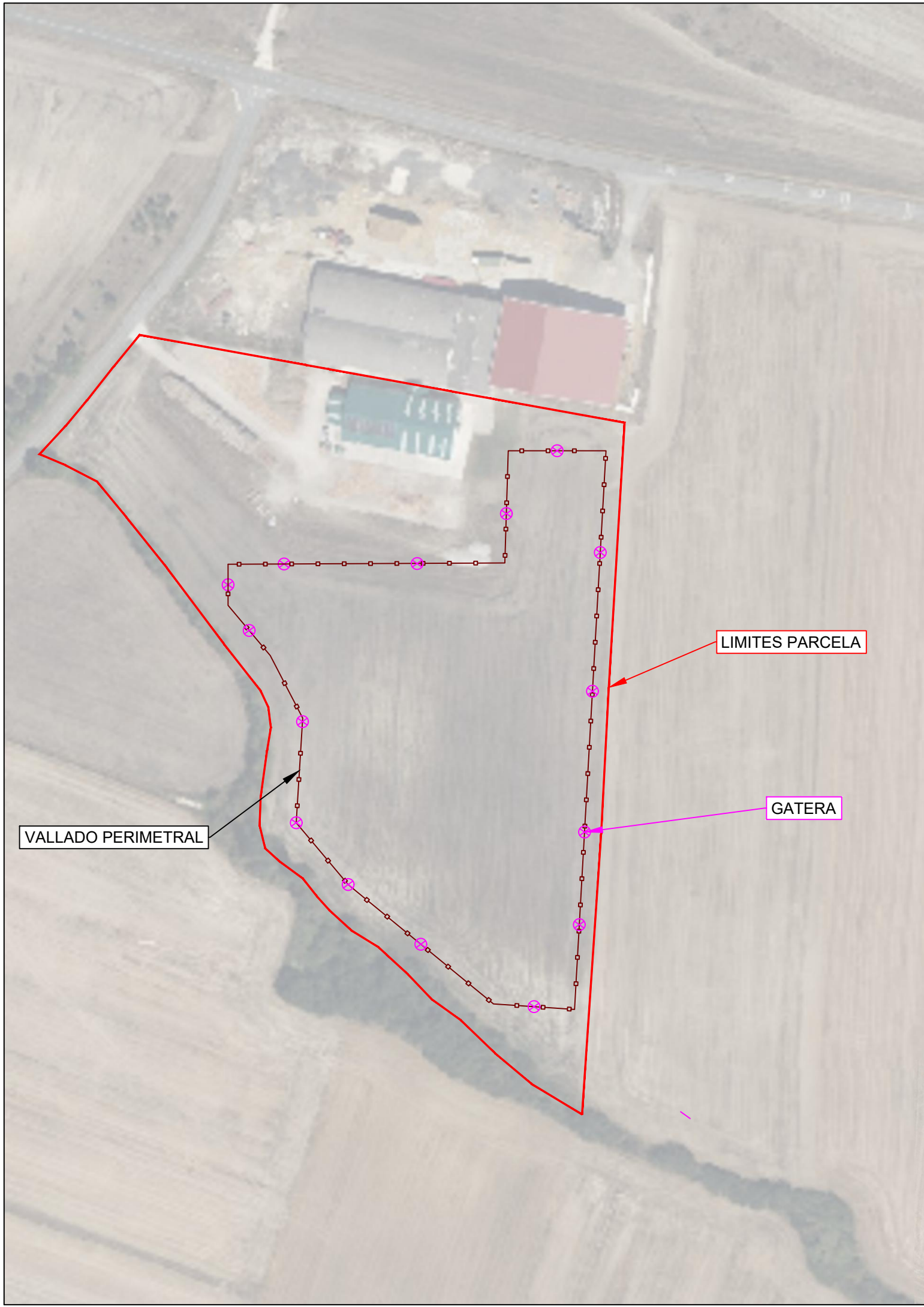


DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
8.32 m ancho x 2.62 m fondo x 0.56 m profund.

DETALLE PUESTA A TIERRA DEL C.T. (S/E)




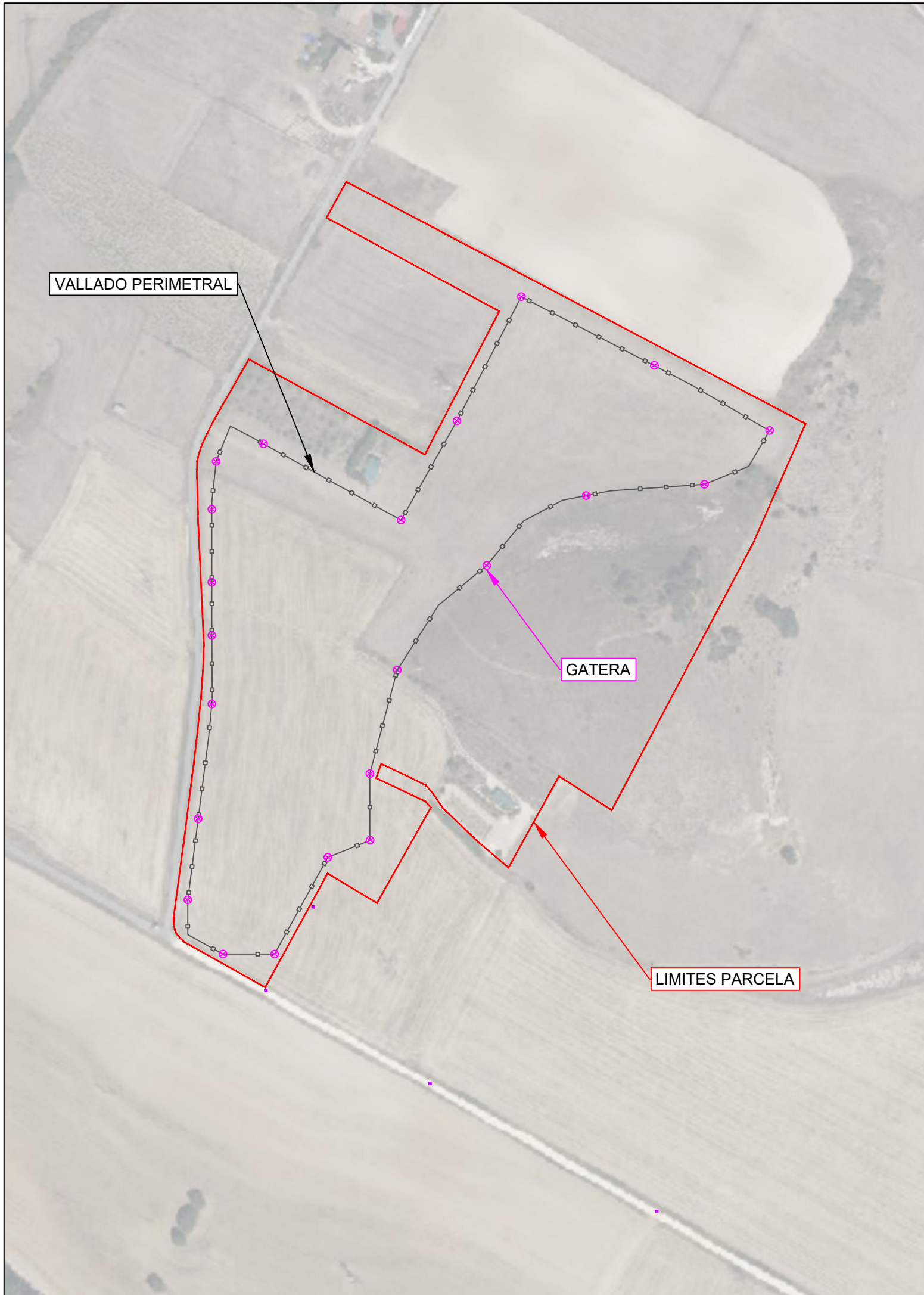
	PROYECTO		ASPARRENA	
			4 MW ASPARRENA (ÁLAVA)	
	TITULO DE PLANO		CENTRO DE SECCIONAMIENTO	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.			13



NOTAS SOBRE VALLADO

Con el objeto de preservar el medio, el vallado dispondra de pequeños accesos (gateras) de 0,30 x 0,30 m instalados cada 50 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona

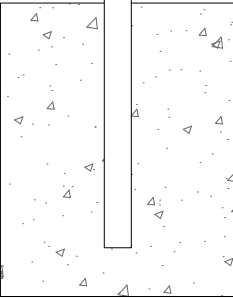
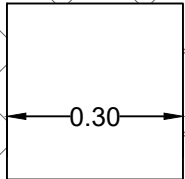
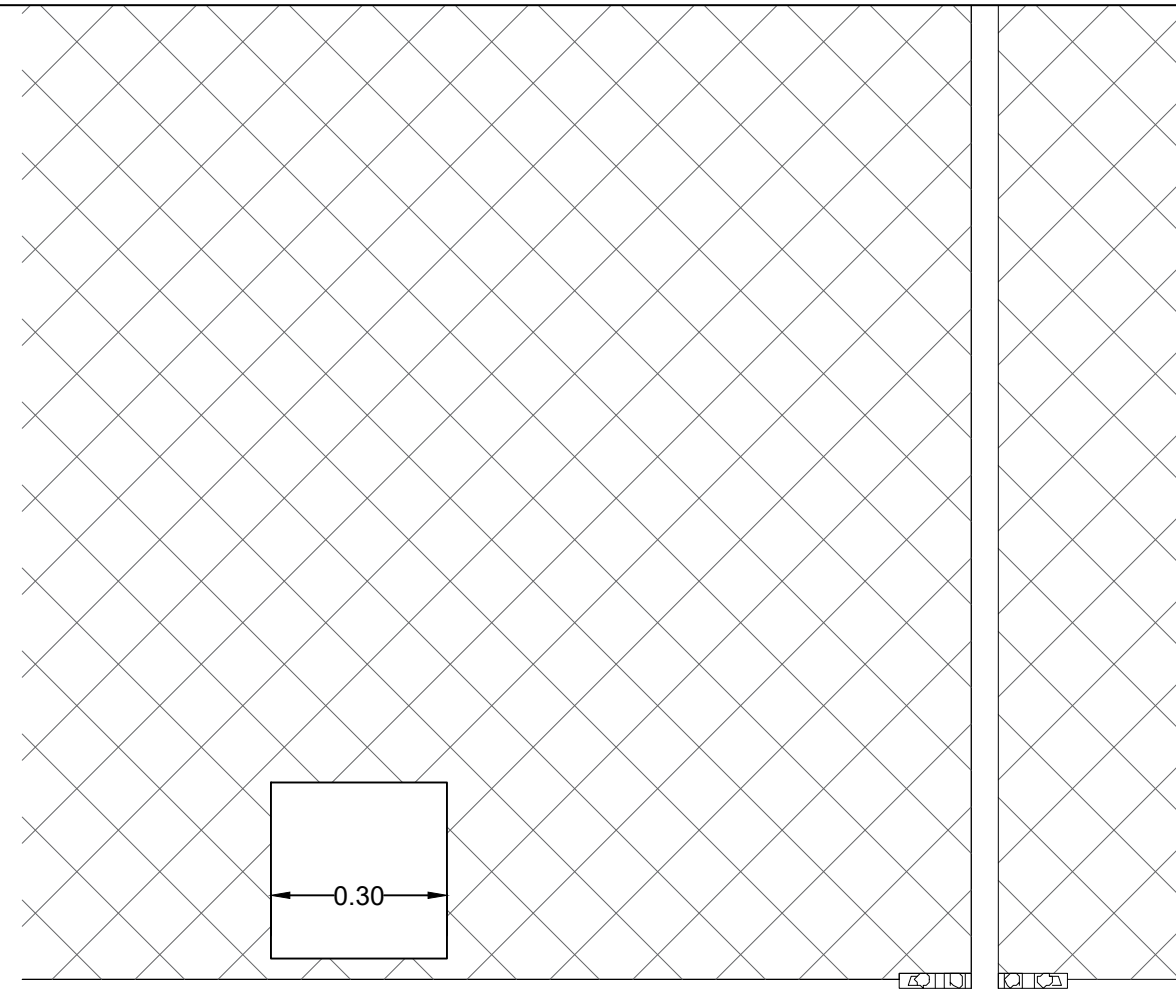
	PROYECTO			ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO			UBICACION GATERAS	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024	PLANO No.
	PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		14	




VALLADO PERIMETRAL

GATERA

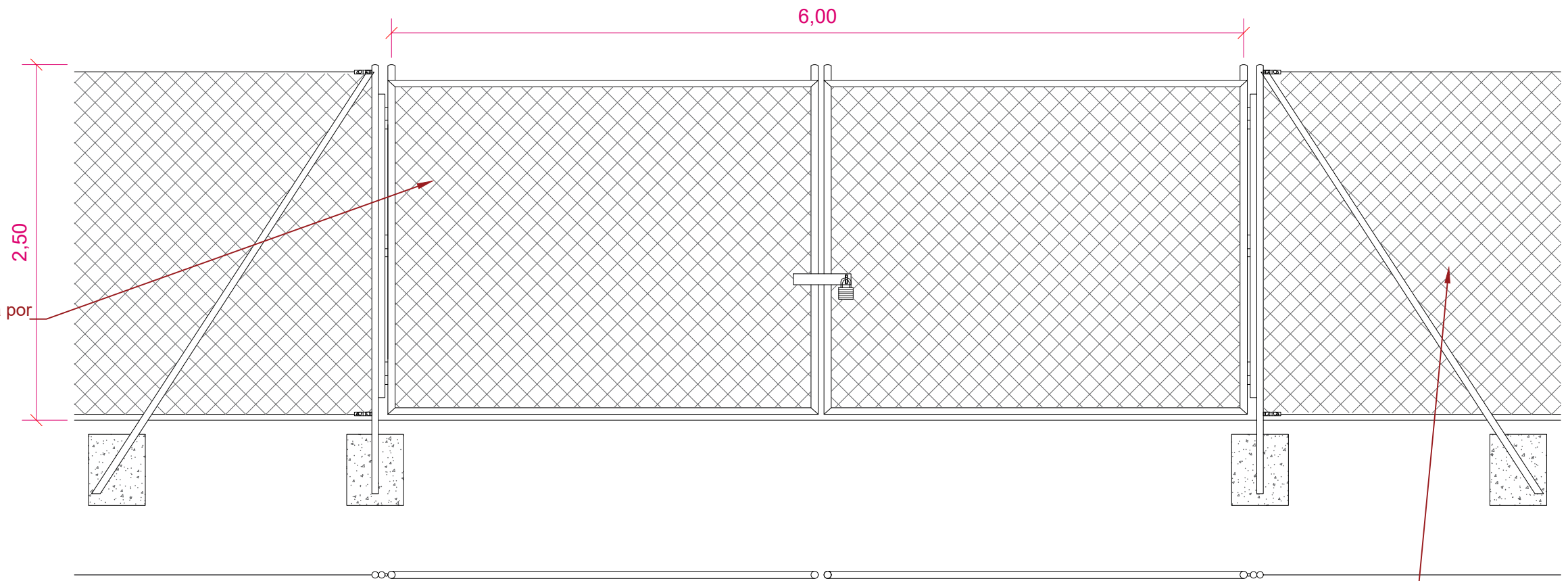
LIMITES PARCELA



NOTAS SOBRE VALLADO
 Con el objeto de preservar el medio, el vallado dispondra de pequeños accesos (gateras) de 0,30 x 0,30 m instalados cada 50 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona

	PROYECTO		ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO		UBICACION GATERAS	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
	PROMOTOR	MAGMA FV, S.L.		PLANO No. 14.1

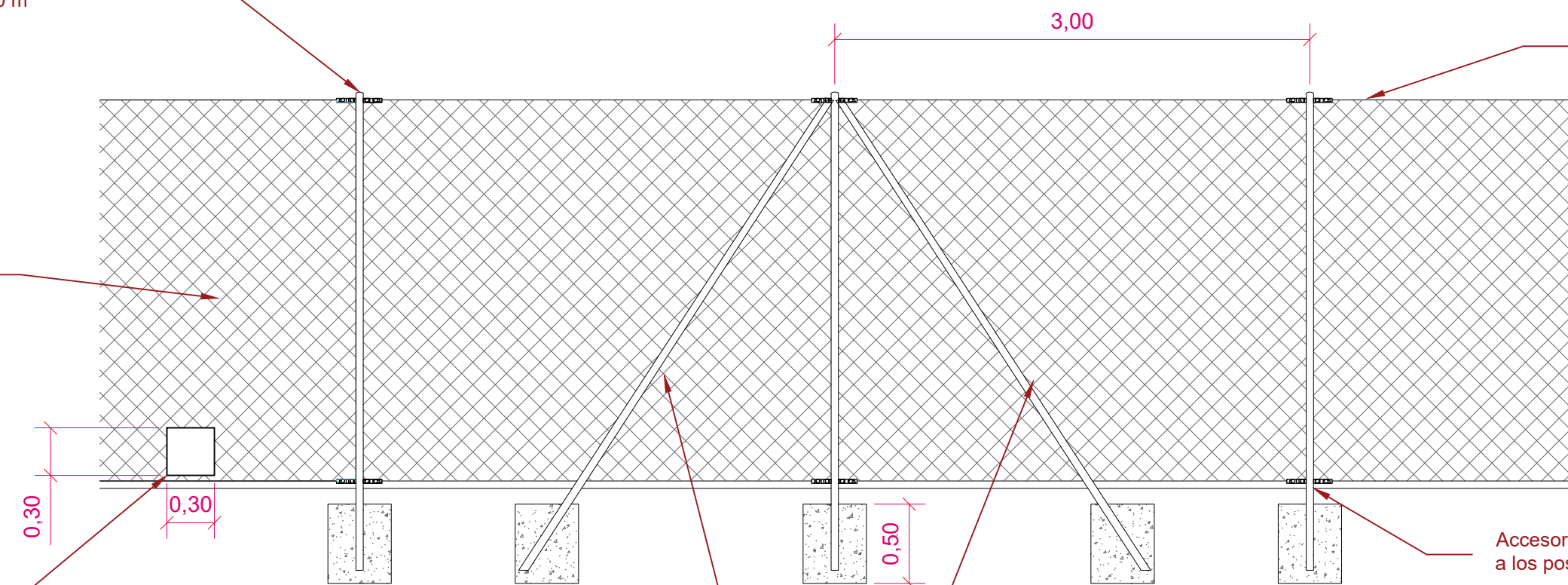
Puerta conformada por tubos de acero galvanizado de Ø60 x 1,5 mm compuesta por dos hojas con cierre de seguridad.



Malla de simple torsión galvanizada de forma romboidal fabricada con alambre de 45 kg/mm de diámetro 2,7 mm y ancho de malla de 50 mm

Postes de acero galvanizado de Ø60 x 1,5 mm colocados cada 3 m, con cimentación mediante dado de hormigón de 0,50 m x 0,40 m

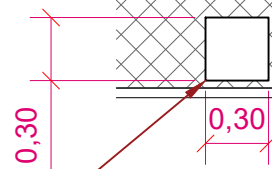
Malla de simple torsión galvanizada de forma romboidal fabricada con alambre de 45 kg/mm de diámetro 2,7 mm y ancho de malla de 50 mm




Alambre de tensión de Ø 2,5 mm

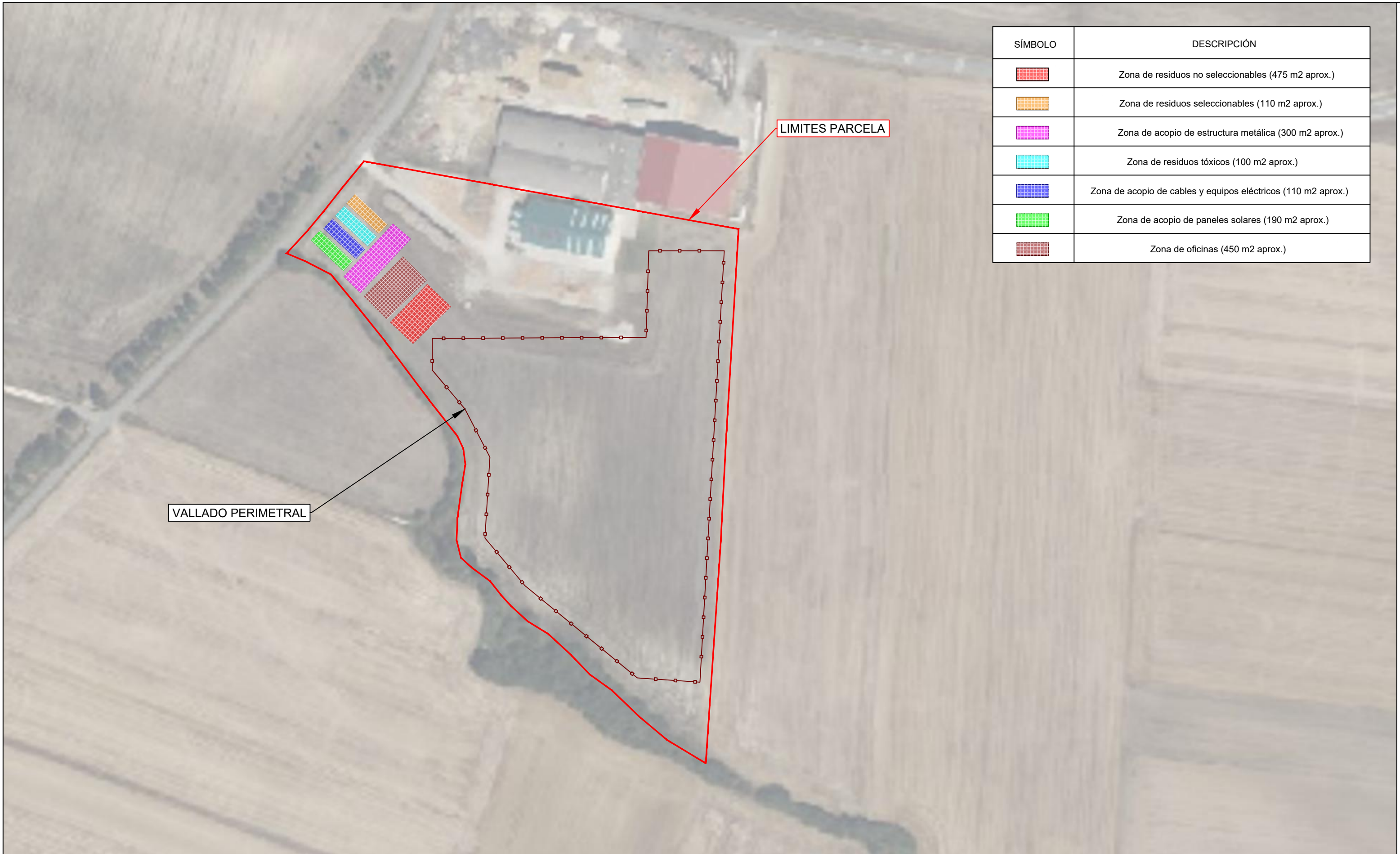
Accesorios intercambiables acoplados a los postes sin soldaduras.






Paso de Fauna (Gatera)



Colocar postes inclinados cada 21 m de longitud de vallado si fuese necesario

	PROYECTO			ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO			DETALLE VALLADO	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024	PLANO No.
	PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		15	




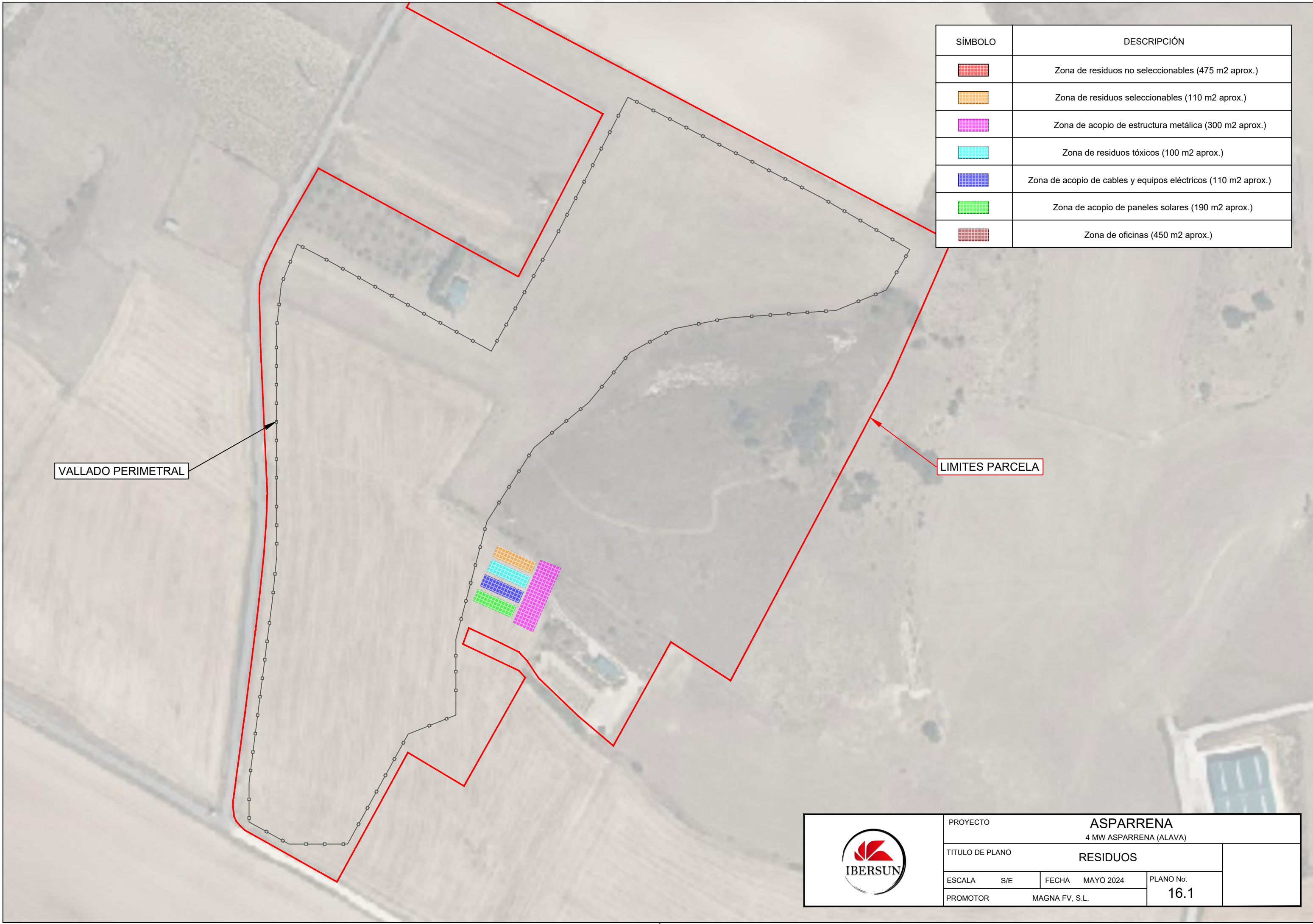
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Zona de residuos no seleccionables (475 m2 aprox.)
	Zona de residuos seleccionables (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de estructura metálica (300 m2 aprox.)
	Zona de residuos tóxicos (100 m2 aprox.)
	Zona de acopio de cables y equipos eléctricos (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de paneles solares (190 m2 aprox.)
	Zona de oficinas (450 m2 aprox.)








VALLADO PERIMETRAL

LIMITES PARCELA

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

	PROYECTO			ASPARRENA	
				4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO			RESIDUOS	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024	PLANO No.
PROMOTOR		MAGNA FV, S.L.			



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Zona de residuos no seleccionables (475 m2 aprox.)
	Zona de residuos seleccionables (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de estructura metálica (300 m2 aprox.)
	Zona de residuos tóxicos (100 m2 aprox.)
	Zona de acopio de cables y equipos eléctricos (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de paneles solares (190 m2 aprox.)
	Zona de oficinas (450 m2 aprox.)

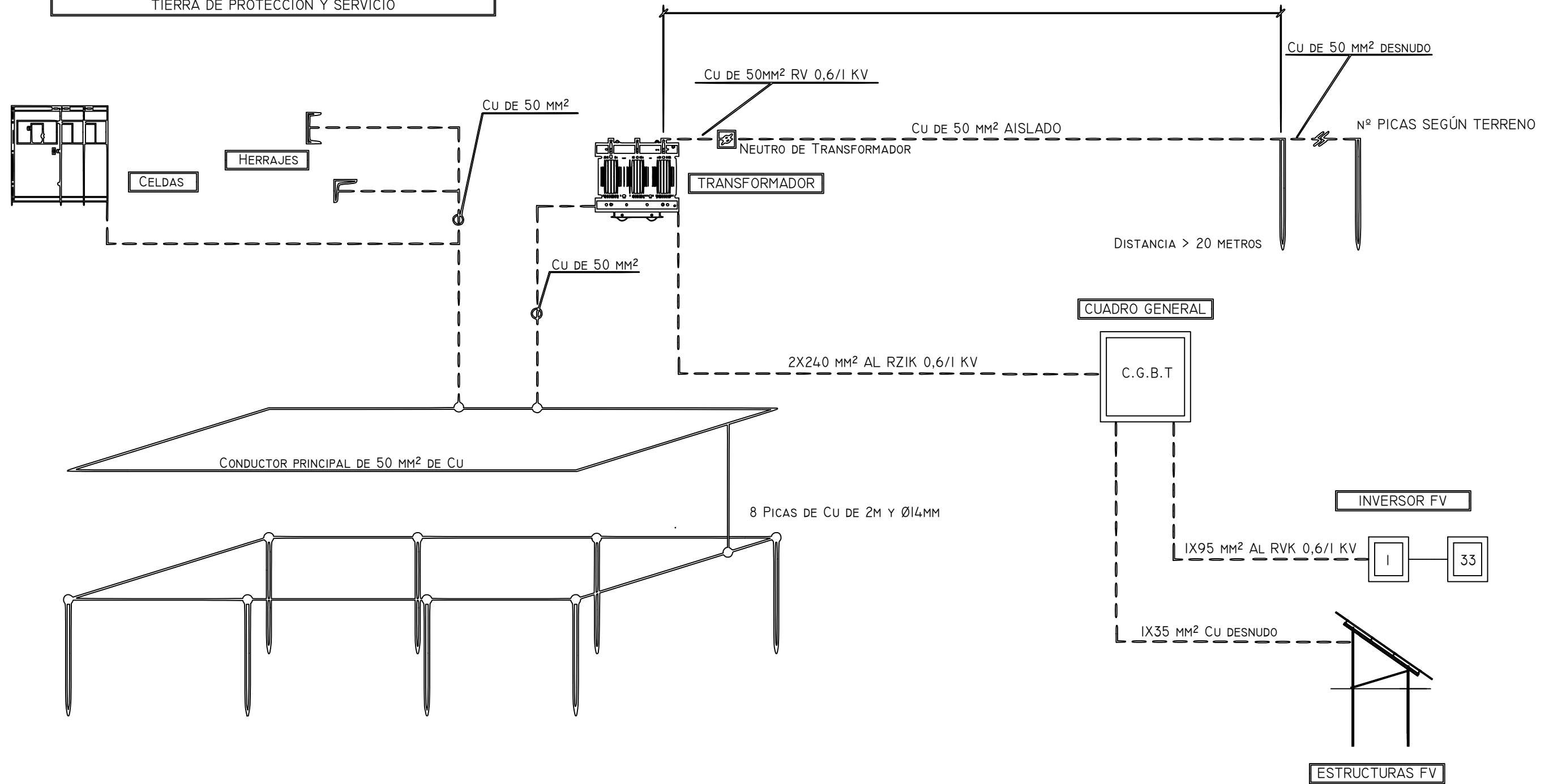
VALLADO PERIMETRAL


LIMITES PARCELA



PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	RESIDUOS		
ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		PLANO No. 16.1

ESQUEMA GENERAL DE TOMA DE TIERRA DE PROTECCION Y SERVICIO



	PROYECTO		ASPARRENA	
			4 MW ASPARRENA (ÁLAVA)	
	TITULO DE PLANO		PUESTAS A TIERRA	
	ESCALA	S/E	FECHA	MAYO 2024
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.			17

Getxo, abril de 2025
Graduado en Ingeniería Eléctrica

Fdo.: Pablo A. Cuela Murguía
Colegiado nº 9978