



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Encargado por:
SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.

CIF: B-88.230.537
c/ Goya, 6, Planta 2
28.001 Madrid, España

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA “FV SIERRA PLANA II”

Ref.- 342105302-330
Comunidad afectada: ARAGÓN
Provincia: HUESCA
Término Municipal de Jaca

Junio 2021



INGENIERIA Y PROYECTOS INNOVADORES SL

C/Rosa Chacel 8, Local. 50018 – Zaragoza

Tel: +00 34 976 432 423

CIF: B50996719

ÍNDICE PROYECTO

DOCUMENTO 01. MEMORIA

ANEXO 1. Coordinadas Perimetrales

ANEXO 2. Cálculos Eléctricos

ANEXO 3. Estudio de Producción

ANEXO 4. Ficha Técnica Módulos FV

ANEXO 5. Ficha Técnica Inversores

ANEXO 6. Ficha Técnica Estructura

ANEXO 7. Estudio de Campos Electromagnéticos

ANEXO 8. Relación de Bienes y Derechos Afectados

ANEXO 9. Gestión de Residuos

ANEXO 10. Informe de Viabilidad de Acceso a REE

ANEXO 11. Evaluación de riesgo de caída de rayos

DOCUMENTO 02. PLANOS

DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

DOCUMENTO 04. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 01. MEMORIA

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 0001937 Ingeniero Civil en Ingeniería de Edificación VISADO: VD02361-21A FECHA: 7/7/21 E-VISADO</p>
--	---	--

ÍNDICE

1	OBJETO DEL PROYECTO.....	3
2	PROMOTOR.....	4
3	ALCANCE.....	5
4	NORMATIVA DE APLICACIÓN	6
5	RESUMEN.....	13
5.1	JUSTIFICACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	13
5.2	CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	13
5.3	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO SOLAR PRESENTE	14
5.4	EVALUACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PRODUCIDA	15
5.5	UBICACIÓN DE LA PLANTA.....	16
6	ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO	16
7	RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS.....	18
8	RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS.....	19
9	DATOS REFERIDOS A LA ORDENACIÓN DE LA PLANTA	19
10	DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y RUTA DE ACCESO.....	20
10.1	UTILIZACIÓN TEMPORAL PARA ACCESO DURANTE OBRAS	20
11	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA	21
11.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PLANTA	23
11.2	CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA GENERADA	26
	Disponibilidad de irradiación	26
11.3	RENDIMIENTO.....	27
11.4	EQUIPOS PRINCIPALES.....	29
	Dimensionado del campo fotovoltaico.....	29
	Módulos fotovoltaicos	32
	Estructura fotovoltaica: Seguidor a un eje.....	34
	Cajas de Nivel 1.....	36
	Inversor 36	
	Centro de Transformación e Inversión	39
	Transformadores	40
	Celdas de media tensión.....	42
	Estación meteorológica.....	44
	Instalaciones eléctricas.....	45
	Cableado de Baja Tensión.....	46
	Cableado Corriente Continua de String.....	46
	Cableado Corriente Continua de cajas de agrupación a inversor.....	47
	Cableado Media Tensión Corriente Alterna.....	48
	Cables de comunicaciones	48
	Zanjas, arquetas y bandejas	49

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 0001937 INGENIERO CIVIL EN ELECTRICIDAD Y ENERGÍA VISADO: VD02361-21A DEFECHA: 7/7/21 E-VISADO</p>
--	---	---

	Canaletas y tubos de protección	49
	Cable de tierra	50
	Cuadros eléctricos	50
	Cajas CC de baja tensión	51
	Equipos de protección	51
	Caídas de tensión	58
	Servicios auxiliares	58
11.5	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	58
11.6	INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES	60
11.7	SEGURIDAD.....	61
	Vallado perimetral	62
11.8	OBRA CIVIL.....	63
	Construcción de la instalación	63
	Estructuras de hormigón.....	65
	Estructuras de acero.....	65
	Movimiento de tierra	65
	Accesos y caminos	66
	Adecuación para Centro de Control y Almacén.....	66
12	CUMPLIMIENTO DE CÓDIGO DE RED.....	67
13	RED DE MEDIA TENSIÓN	69
	13.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	69
	13.2 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA.....	70
	13.3 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE POTENCIA.....	70
	13.4 CIRCUITOS ELÉCTRICOS	74
15	EMPLAZAMIENTO DE LA SET SIERRA PLANA 1 220/30 KV	76
16	EMPLAZAMIENTO DE LA SET SIERRA PLANA 2 220/30 KV	76
17	SISTEMA DE MEDIDA DE ENERGÍA PARA FACTURACIÓN.....	77
18	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	78
19	MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	78
20	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	79
21	CONCLUSIÓN.....	80

<p align="center">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
---	--	--

1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la descripción de la configuración de la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II", en el término municipal de Jaca, provincia de Huesca. El acceso a las instalaciones se podrá realizar desde la autovía A-23 entorno al p.k.416, luego haciendo uso de la carretera hacia Espuéndolas y a través de la red rural de caminos existentes que parten de la mencionada carretera.

La generación de energía eléctrica producida por la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" se destinará a la venta a red.

Se redacta el proyecto técnico administrativo para obtener autorización administrativa previa y autorización administrativa de construcción.

Nombre Planta	"FV Sierra Plana II"
Titular	Solar Alto Gállego, S.L.U. C.I.F.: B-88230537
Dirección	C/Goya, 6, Planta 2, 28001, Madrid, España
Término Municipal	Jaca
Potencia instalada	54.478,2 kW _p
Capacidad de acceso	45.530 kW _{ac}
Módulos	Jinko JKM545M-72-HL4-TV, de 545 W _p (99.960 unidades) o similar
Inversores	30 INGETEAM Ingecon Sun 1665TL B640 1.663 kVA (30°C y cosφ=1) o similar
Red Media Tensión	30 kV
Nº de circuitos MT	4 circuitos
Tipo de conductor	XLPE 18/30kV, Al, 50 Hz

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

2 PROMOTOR

El presente Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" se realiza a petición de la empresa Solar Alto Gállego, S.L.U., promotor del mismo.

Los datos del promotor son:

- Razón Social: Solar Alto Gállego, S.L.U.
- CIF: B-88230537
- Domicilio Social: C/Goya, 6, Planta 2, 28001, Madrid, España
- Persona de contacto: Ignacio Ordoñez Alonso
- Teléfono: +34 911 714 151
- Email: iordonez@sun.co

<p align="center">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Coleg. : 0001937 ING. J. LUIS CABELERO MEDINA VISA : VD02361-21A DE HUESCA : 7/7/21 E-VISADO</p>
---	--	--

3 ALCANCE

El alcance del proyecto engloba:

- Características generales de la planta e implantación
- Reglamento y disposiciones generales
- Equipos
 - Módulo fotovoltaico
 - Estructura metálica
 - Inversores
 - Centros de transformación en Inversión (CTI)/ Centro de Control
 - Estación meteorológica
- Instalaciones Eléctricas
 - Cableado de BT
 - Cableado de MT
 - Cables de comunicaciones
 - Zanjas y Arquetas
 - Canaletas y tubos de protección
 - Cable de tierra
 - Cuadros Eléctricos
 - Servicios auxiliares
 - Sistemas de monitorización
 - Infraestructura de comunicaciones
 - Sistema de seguridad
 - Obra civil (Diseño y construcción)
 - Stock de material

La nueva Subestación SET Sierra Plana 2 220/30 kV y la línea eléctrica aérea de evacuación 220 kV hasta la subestación SET Sierra Plana 1 220/30kV y la línea eléctrica aérea de evacuación 220kV hasta la SET existente SET Biescas 220 kV, compartidas con otros promotores los cuales se encuentran realizando proyectos de energías renovables en la misma zona, serán objeto de los correspondientes proyectos independientes.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

4 NORMATIVA DE APLICACIÓN

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presente toda normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

GENERAL

- Normas UNE de obligado cumplimiento en el M. Fomento.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- P.H.E.: Ley 16/1985, de 25 de junio (B.O.E. del 29), del Patrimonio Histórico Español, desarrollado parcialmente por el Real Decreto 111/1986 de 10 de enero (B.O.E. del 28).
- 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 de 13 de febrero de 2008).
- LC: Ley de Carreteras de 29 de septiembre, 37/2015.
- Reglamento General de Carreteras, aprobado por Real Decreto 1812/1994 de 2 de septiembre B.O.E. de 23 de septiembre de 1994.
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican 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.
- Ley 54/2003 de prevención de riesgos laborales (B.O.E. nº298, 13-12-03).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- Real Decreto 780/1998, que modifica el Real Decreto 39/1997, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- 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.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre 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 de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera (2002).
- Real Decreto 486/1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (B.O.E. nº97, 23-4-97) y todas las actualizaciones que lo afectan.
- Orden ITC/1316/2008, de 7 de mayo, por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria 02.1.02 «Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, 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.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

OBRA CIVIL

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación. (NCSR-02, 27-9-02).
- Instrucción de acero estructural (RD 751/2011).
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.-Remates de obras.
- O.C. 301/89 T Sobre señalización de obra.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 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
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Instrucción 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero y Orden FOM/185/2017).
- Norma 3.1-IC "Trazado", Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero.
- Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera (O.C. 17/03).

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se apruébala Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Recomendaciones para el control de calidad de obras en carreteras, D.G.C. 1978.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC-16), aprobado por Real Decreto 256/2016, de 10 de junio (BOE del 25 de junio).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las Tuberías de Abastecimiento de Aguas.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (Orden de 15 de septiembre de 1986).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, del Ministerio de Obras Públicas (PG-3-75). aprobado por Orden Ministerial de 6 de Febrero de 1976 (B.O.E. de 7 de Julio) con las modificaciones introducidas en diversos artículos por la Orden Ministerial de 21 de Enero de 1988 y posteriores (Parte 2, Parte 7 en el 2000).
- Recomendaciones para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa, T.H.M., del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las obras".
- Orden FOM 534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras (BOE de 5 de abril de 2014).
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM 3460/2003).
- Durabilidad del hormigón: Estudio sobre Medida y Control de su permeabilidad

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE N° 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C IDAE julio 2011.
- Orden de 5 de febrero de 2008, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación de expedientes de instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.
- Orden de 25 de Junio de 2004, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón, sobre el procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.
- Orden de 7 de Noviembre de 2005, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación y la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas en redes de distribución.
- Orden de 7 de Noviembre de 2006, Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación del otorgamiento y la autorización administrativa de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico – LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos así como las prescripciones técnicas de Red Eléctricas de España.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- 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.
- Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Jaca, aprobado definitivamente en marzo de 2006.
- El Decreto-Legislativo 1/2014, de 8 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Urbanismo de Aragón.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

5 RESUMEN

5.1 Justificación de la implantación de la planta fotovoltaica

Las crecientes necesidades de energía, la mayor preocupación por el medio ambiente, la naturaleza y la calidad de vida, obligan a investigar nuevas fuentes de energía limpias y renovables que contribuyan a una oferta energética sólida, diversificada y eficaz con garantías de abastecimiento y sin connotaciones negativas. La energía proporcionada por el sol resulta ser una vía alternativa a las fuentes convencionales. Se utilizan para este fin las más recientes tecnologías desarrolladas, siempre bajo el criterio de un máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

Esta zona es estimada de interés desde el punto de vista solar ya que el estudio del potencial solar de ésta y las medidas llevadas a cabo así lo garantizan.

5.2 Criterios de elección del emplazamiento

El emplazamiento de la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" parece constituir un excelente lugar para la explotación comercial de la energía solar ya que:

- La zona está bien orientada con respecto a la trayectoria solar, estos criterios han sido confirmados por software de simulación (PVSyst) que asegura la existencia de una radiación suficientemente buena para la explotación de la planta.
- El acceso al emplazamiento y en el emplazamiento es sencillo y se aprovecha la red de carreteras y caminos existentes en la zona.
- La tipología del terreno permite la instalación de los módulos fotovoltaicos y demás estructuras asociadas a la planta fotovoltaica realizando acondicionados de terreno mínimos. Se ha seleccionado una zona de terrenos con escasa vegetación o cultivo.
- No existen valles u obstáculos similares alrededor que generen sombras sobre la instalación y deriven en pérdidas de energía.
- La zona elegida esta fuera de zonas de protección especial de flora o fauna.
- El emplazamiento seleccionado cuenta con capacidad de evacuación de la energía a la red eléctrica de manera viable económica y técnicamente.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

5.3 Descripción del recurso solar presente

Para la planificación de una instalación de aprovechamiento solar, se debe partir de una estimación lo más precisa posible de radiación para el emplazamiento previsto. Un buen pronóstico de ubicación y de rendimiento apoya la decisión del futuro explotador de la instalación.

Se debe tener en cuenta que para alcanzar la superficie terrestre, la radiación solar emitida, debe atravesar la atmosfera donde experimenta diversos fenómenos de reflexión, absorción y difusión que disminuyen la energía final recibida.

La radiación global incidente sobre una superficie inclinada en la superficie terrestre se puede calcular como la suma de tres componentes: la componente directa, la componente difusa y la componente de albedo (o reflejada).

Para determinar la producción de energía en el emplazamiento, se ha utilizado PVSyst como programa principal.

Una vez finalizado en análisis del recurso es muy importante analizar la topografía y la influencia de las sombras que causan los diferentes elementos y/o los mismos paneles sobre otros.

Además, es importante analizar el tipo de módulo e inversor, ya que esto nos permitirá predecir otro conjunto de perdidas adicionales en el sistema eléctrico como son perdidas por temperatura, suciedad, cableado, mismatch (pérdidas por compatibilidad en las magnitudes de corriente y tensión de los módulos), etc.

En la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" se instalarán módulos bifaciales de 545 Wp, sobre estructura con seguidor horizontal a un eje (seguimiento este-oeste), cuyas características se describen en apartados posteriores en este proyecto.

El programa PVSyst calcula la producción (anual y específica) del sistema diseñado y otros factores importantes, como el PR (Performance Ratio) y las pérdidas a lo largo del año. La base de datos utilizada para determinar el recurso de energía en el emplazamiento ha sido la proporcionada por SolarGIS.

Mes	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C
Enero	60.7	5.56
Febrero	88.9	2.25
Marzo	135.2	7.59
Abril	158.5	8.92
Mayo	196.4	13.30
Junio	215.1	19.66
Julio	228.4	20.91
Agosto	195.9	21.35
Septiembre	146.5	16.55
Octubre	99.2	13.17
Noviembre	62.7	6.51
Diciembre	53.7	4.31
Anual	1641.2	11.74

5.4 Evaluación de la energía eléctrica producida

Los módulos elegidos son del fabricante JINKO SOLAR, modelo JKM545M-72HL4-TV, de 545 Wp, 1.500 V, cuyas características generales se incluyen en los anexos.

Por otra parte, los inversores son del fabricante INGETEAM, modelo INGECON SUN 1665 TL B640 (1.663 kVA a 30°C y Cos $\phi=1$).

Se escoge una estructura con seguidor horizontal a un eje (seguimiento este-oeste), con inclinación $\pm 50^\circ$, orientada hacia el sur (0° de azimut) y con 2 ó 4 cadenas de 28 módulos montadas sobre él.

Como resultado, la producción del proyecto es:

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Mes	Energía Generada (MWh)	PR (%)
Enero	4.349	93,7
Febrero	6.515	95,9
Marzo	9.061	92,1
Abril	9.852	87,8
Mayo	11.899	85,5
Junio	12.704	83,7
Julio	13.637	83,4
Agosto	12.062	85,9
Septiembre	9.611	89,3
Octubre	6.783	92,0
Noviembre	4.477	94,0
Diciembre	3.857	93,8
Anual	104.805	88,1

5.5 Ubicación de la planta

Las coordenadas UTM del centro aproximado de la ubicación son las siguientes:

- Coordenadas UTM-ETRS89 (Zona 30 N):

X: 709.600 m - Y: 4.715.220 m

Las coordenadas de los límites de la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" se encuentran definidas en el "Anexo I: Coordenadas Perimetrales" y están gráficamente representadas en el plano "030 Ortofoto"

6 ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

La Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" se asienta en el término municipal de Jaca, provincia de Huesca. El instrumento vigente de planeamiento urbanístico donde se contemplan las normas específicas aplicables para cada tipo de suelo, es el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Jaca.

El PGOU de Jaca fue aprobado definitivamente en julio de 1997. Los terrenos correspondientes a los emplazamientos del municipio de Jaca están clasificados como Suelo No Urbanizable Común. De acuerdo al PGOU de Jaca, en sus normas urbanísticas

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

(artículo 126.2), las instalaciones de utilidad público o interés social son usos compatibles en suelo no urbanizable

El **Decreto-Legislativo 1/2014, de 8 de julio**, de Urbanismo del Gobierno de Aragón establece en los artículos 34 y 35 referentes a la autorización de usos en suelo no urbanizable genérico que en "Suelo no urbanizable genérico" podrán autorizarse usos que "puedan considerarse de interés público", y en el artículo 37 referente al régimen del suelo no urbanizable especial, que podrán autorizarse usos sin lesionar el valor específico que se quiere proteger, aplicando los procedimientos establecidos en los artículos 34 y 35.

Asimismo, la naturaleza de este proyecto de instalación de utilidad pública le viene reconocida por lo dispuesto en el artículo 54 de la **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

"Se declaran de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica".

Por lo tanto el Suelo No Urbanizable es compatible con la instalación de la planta fotovoltaica "FV Sierra Plana II".

Por último, en atención al PGOU de Jaca artículo 93, que regula las servidumbres a caminos rurales y vías pecuarias, y aunque no se trate de edificaciones, se ha considerado:

- De paneles solares y centros de transformación a:
 - Caminos: mínimo 10 metros del eje
 - Linderos: mínimo 5 metros
 - Vías pecuarias: 8 metros del borde exterior de la vía pecuaria
- De vallado a:
 - Caminos: mínimo 3 metros del límite del camino o 5 metros del eje (tomando siempre el más restrictivo)
 - Linderos: mínimo 1 metro.
 - Vías pecuarias: 8 metros adicionales del borde de la vía pecuaria.

7 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS

La relación de parcelas afectadas se describe a continuación, mediante las referencias catastrales:

PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II"																				
DATOS PARCELA						CT		ESTACIÓN METEOROLÓGICA	EDIFICIO O&M	VALLADO FV	MODULOS	ZANJAS BT DENTRO DEL VALLADO	ZANJAS MT DENTRO DEL VALLADO	ZANJAS BT FUERA DEL VALLADO	ZANJAS MT FUERA DEL VALLADO	SERVIDUM BRE DE ZANJA	CAMINOS DENTRO DEL VALLADO	CAMINOS FUERA DEL VALLADO	OCUPACION DEFINITIVA	OCUPACION TEMPORAL
Nº DE ORDEN	REF. CATASTRAL	POL.	PARC.	SUP. PARCELA (m²)	T.M.	ENUM.	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)
1	22178H00600002	6	2	147710	Jaca	CT02	52,07	EM1		107340,38	68669,50	1049,77	418,43		3,00	18,00	1659,54	12,00	107343,38	18,00
2	22178H00600008	6	8	136643	Jaca	CT09 CT10	104,14		85,00	107551,46	84271,60	1133,80	621,42		22,43	163,26	1465,58		107573,89	163,26
3	22178H00609003	6	9003	30596	Jaca									5,00	14,99	119,97			19,99	119,97
4	22178H00609006	6	9006	37580	Jaca					6258,01		22,12	19,54				84,34		6258,01	
5	22178H00609008	6	9008	8795	Jaca					6943,74		5,16	13,48						6943,74	
6	22178H00609009	6	9009	4720	Jaca					3673,66			5,08				20,14		3673,66	
7	22178H00610001	6	10001	386032	Jaca	CT03 CT06	104,14	EM2		174064,10	104023,62	1793,97	521,55	3,46	862,62	5189,23	916,76	26,86	174930,18	5189,23
8	22178H00610007	6	10007	668130	Jaca	CT04 CT05	104,14			265322,56	163327,67	2262,84	821,49	4,58	7,47	72,29	1843,76	29,64	265334,61	72,29
9	22178H00610009	6	10009	188932	Jaca	CT07 CT08	91,89	EM3		150199,25	105244,24	1755,04	251,17				1154,73		150199,25	
10	22178H00620001	6	20001	10941	Jaca					10311,62	5253,56								10311,62	
11	22178H00620007	6	20007	91539	Jaca					73793,53	61256,90	884,19	218,73		33,25	199,41	964,55	133,21	73826,78	199,41
12	22178H00630001	6	30001	215944	Jaca	CT01	39,82			63589,95	30187,44	543,60	52,87				414,06		63589,95	
TOTALES							496,20		85,00	969.048,26	622.234,53	9.450,49	2.943,76	13,04	943,76	5.762,16	8.523,46	201,71	970.005,06	5.762,16

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

8 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Los organismos que se verían afectados por las instalaciones de la Planta Fotovoltaica y para los cuales se preparan las correspondientes separatas, son:

- Ayuntamiento de Jaca
- E-distribución Redes Digitales, S.L.U.
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Confederación Hidrográfica del Ebro
- Instituto Aragonés de Gestión Ambiental INAGA
- Compañía distribuidora de gas ENAGAS

9 DATOS REFERIDOS A LA ORDENACIÓN DE LA PLANTA

La superficie total de las poligonales de los vallados de la planta es de 96,90 hectáreas.

La cimentación de la estructura que soportará los módulos fotovoltaicos consistirá en hincas de acero clavadas directamente en el suelo, con una profundidad de entre 1,5 m y 2 m (salvo que futuros estudios geológicos recomienden otra cimentación).

Con objeto de facilitar las labores de construcción, operación y mantenimiento, así como reducir las sombras que causan unos módulos sobre otros y optimizar la producción de los paneles, se establece una separación entre ejes de los seguidores (pitch) de 11 m, quedando pasillos de 6,36 m entre filas en dirección N-S.

En el interior de la instalación, se tienen viales principales que sirven para comunicar los CTI y el edificio de operación y mantenimiento. A estos viales, se les dotará de las dimensiones y condiciones de trazado necesarias para la circulación de los vehículos de montaje y mantenimiento.

Los caminos de la planta tienen una anchura de 4 m y un radio mínimo de 7 m (para acceder a los CTI), y se añade una capa de 30 cm de zahorra para mejorar la capacidad portante del pavimento.

Para facilitar drenaje se añaden cunetas de 1 m de anchura y 0,5 m de profundidad.

Las zanjas para el cable discurrirán por las orillas de los caminos, y/o entre las estructuras fotovoltaicas sin la necesidad de un trazado aparte.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Para considerar todos estos elementos en el diseño de la planta, se han aplicado los siguientes criterios de diseño:

- La distancia entre seguidores, cuando discurre un camino entre ambas, será de 16 m. para permitir la ocupación del propio camino y CTI más la ocupación de las obras de drenaje más la ocupación de las canalizaciones eléctricas.
- La distancia de los paneles al límite exterior de la planta será como mínimo 5 m para ser ocupados por la valla de seguridad y su puesta a tierra y la instalación de cámaras de vigilancia.
- En el perímetro exterior de la planta se ha previsto la reposición de los viales de acceso que podrían quedar afectados por la construcción de la misma.

10 DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y RUTA DE ACCESO

Las infraestructuras que existen en el área de estudio son las siguientes:

- Líneas Eléctricas.
- Autovía A-23
- Gasoducto
- El acceso a las instalaciones se podrá realizar desde la autovía A-23 en torno al p.k.416, luego haciendo uso de la carretera hacia Espuëndolas y a través de la red rural de caminos existentes que parten de la mencionada carretera.

10.1 Utilización temporal para acceso durante obras

Las obras, durante la fase de construcción, transitarán por el acceso desde la autovía A-23 en torno al p.k.416, luego haciendo uso de la carretera hacia Espuëndolas y a través de la red rural de caminos existentes que parten de la mencionada carretera.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

11 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA

Los principales elementos que se conforman la planta son:

- Generador fotovoltaico: formado por los paneles fotovoltaicos, elementos de sujeción y soporte.
- Conexiones: formado por el cableado de BT y MT, cajas de nivel I y conexión, interruptores fusibles.
- Centro de Transformación e Inversión (CTI): compuesto por el sistema inversor y cuadro general de baja tensión, transformador de MT y celdas de media tensión de salida del equipo.
- Transmisión de datos: compuesto por sensores y un sistema de adquisición de datos
- Sistema de monitorización y control de potencia activa.
- Elementos auxiliares: Elementos no indispensables para el funcionamiento de la planta, pero necesarios en todo caso, entre otros:
 - Viales y obras de drenaje
 - Cerramiento perimetral
 - Sistema de seguridad perimetral

El generador fotovoltaico está formado por una serie de módulos del mismo modelo conectados eléctricamente entre sí, que se encargan de transformar la energía del Sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar que incide sobre ellos.

Los módulos se conectan primero en serie, formando cadenas o "strings" de un número fijo de módulos, y agrupando estas cadenas en paralelo, en unos cuadros de conexión denominados cajas de nivel 1, Cajas de Nivel o String boxes, donde se agrupan los strings sumando la corriente de los mismos y evacuando la misma en un conductor de sección mayor que va a los inversores, todavía en corriente continua. Las cajas de nivel contendrán también parte de los elementos de protección de la parte de continua de la instalación.

La corriente producida se conduce desde las cajas de nivel al inversor, que utilizando tecnología de potencia, la convierte en corriente alterna a la misma frecuencia y tensión que la red eléctrica y la evacúa hacia el transformador BT/MT, que se conecta a una agrupación de inversores en un conjunto denominado Centro de Transformación e Inversión (CTI).

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado: 0001937</p> <p>VISADO: VD02361-21A</p> <p>FECHA: 7/7/21</p> <p>E-VISADO</p>
--	---	---

La salida de MT del transformador a su vez se conecta con las celdas de protección de MT de cada CTI, y ahí, por medio de una red subterránea de 30 kV, se conectará a la subestación SET Sierra Plana 2 220/30 kV, la cual elevará la tensión de generación a la tensión de 220 kV.

Posteriormente la energía se evacuará mediante una línea eléctrica aérea en 220 kV hasta la subestación SET Sierra Plana 1 220/30kV. Desde esta SET se conectará mediante una línea eléctrica aérea con la SET existente SET Biescas 220 kV. Tanto la SET Sierra Plana 2 220/30kV, SET Sierra Plana 1 220/30kV como las LAAT 220 kV hasta SET Sierra Plana 1 220/30kV y hasta SET Biescas 220 kV son infraestructuras compartidas con otros promotores los cuales se encuentran desarrollando proyectos de energías renovables en la misma zona, y serán objeto de los correspondientes proyectos independientes.

La energía generada, medida por su correspondiente contador, se verterá a la red de transporte tal y como se define en las normativas oportunas. Para ello, en la sala de celdas correspondiente de la SET Sierra Plana 2 220/30 kV se colocará un contador de energía de salida, en configuración redundante de tipo 1, para que mida la energía vertida a la red.

Las protecciones del sistema irán conforme al Real Decreto 1699/2011 y 1955/2000 así como a las normas particulares de Red Eléctrica de España. El cableado y los elementos de protección serán conformes al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (e Instrucciones Complementarias) y a las Normas Particulares de Red Eléctrica de España.

La Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" estará compuesto por un total de 99.960 módulos fotovoltaicos bifaciales de 545 W_p agrupados en strings de 28 módulos, obteniendo una potencia total instalada de 54.478,20 kW_p .

La estructura solar sobre la que se instalan los módulos fotovoltaicos, es un seguidor a un eje y orientado perfectamente al sur (azimut 0°). La separación entre ejes de alineaciones prevista es de 11 m y sobre ellas se colocarán dos o cuatro strings en función de la implantación. La configuración de la estructura será de 2 módulos en vertical y 28 ó 56 módulos en horizontal (2V28 ó 2V56), en total se instalarán 171 seguidores 2V28 y 807 seguidores 2V56.

La planta contará con 10 Centros de Transformación e Inversión (CTI); 2 CTs contarán con 4 inversores y un transformador, 6 CT contará con 3 inversores y un transformador, 2 CT contará con 2 inversores y un transformador.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Los módulos fotovoltaicos se agruparán en cadenas de 28 módulos en serie (strings). Estos grupos de módulos se conectarán mediante conductores de cobre a las cajas de agrupación de strings, las cuales recogerán un máximo de 12 ó 14 strings. Desde las cajas de agrupación de strings, se tenderán líneas de aluminio hasta los inversores. Los inversores transforman la corriente continua generada por los módulos en corriente alterna, estarán situados dentro del centro de transformación y contarán con los equipamientos necesarios para su correcto funcionamiento y evitar la degradación, como puede ser cuadros generales, filtros, equipos de ventilación, pintura especial, etc. Desde los inversores, se llegará al transformador, el cual será de tipo aceite.

Mediante el transformador se aumenta la tensión del sistema desde el voltaje de salida de inversores 640 V, hasta la tensión de la red de MT, 30 kV, para su posterior conexión con la SET Sierra Plana 2 220/30 kV. Para acometer a la SET Sierra Plana 2 220/30 kV se ha diseñado una red de MT con topología radial formada por 4 circuitos diferentes que irán "cosiendo" los diferentes CTI.

Desde los CTI, los circuitos de la red radial de media tensión en líneas subterráneas se conectarán a un Centro de Seccionamiento que agrupará todos los circuitos, ubicado dentro de la nueva subestación SET Sierra Plana 2 220/30 kV.

Se prevé que exista un sistema de monitorización para registro de datos de funcionamiento de la instalación con el objetivo de facilitar la explotación de la planta.

11.1 Características generales de la planta

La planta constará de una potencia pico total de 54.478,20 kW_p. Consistirá en la instalación de 99.960 módulos fotovoltaicos bifaciales de 545 Wp en estructura con seguidor a un eje (seguimiento Este-Oeste) y con orientación 0° (sur).

Se estima que las horas equivalentes serán aproximadamente 1.924 kWh/kW_p, por lo que la energía media generada neta de la planta sería de 104.805 MWh el 1º año. Las características de la planta 'FV Sierra Plana II' de 54,478 MW_p son las siguientes:

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado: 0001937</p> <p>VISADO: VD02361-21A</p> <p>DEFECHA: 7/7/21</p> <p>E-VISADO</p>
--	---	---

Nombre de la Planta	FV Sierra Plana II
Ubicación	Población cercana: Espuéndolas (Jaca)
	Coordenadas UTM-ETRS89 (Huso 30): X: 709.600 - Y: 4.715.220
Tipo de tecnología	Silicio monocristalino, célula partida, bifacial
Módulos	Potencia unitaria: 545 Wp
	Nº de módulos: 99.960
Inversor	1.663 kVA @30°C
	Nº de inversores: 30
Estructura	Seguidor solar a un eje N-S
Potencia pico instalación	54.478,20 kWp
Capacidad de acceso	45,53 MW (limitado por PPC)
Producción año 1 (MWh)	104.805

Para la presente configuración se proyecta instalar un total de 30 inversores INGETEAM Ingecon Sun 1665 TL B640 de 1.663 kVA (30°C y $\cos\phi=1$), 640 Vac. Como se detalla en el apartado 12 de esta memoria, y en el Anexo de cálculos eléctricos, se estima que la potencia aparente de inversor necesaria o número de inversores, para dar cumplimiento a los requerimientos de tensión y reactiva que finalmente establezca el Código de Red, queda cubierta con esta capacidad de inversión, no obstante, la SET Sierra Plana 2 220/30 kV estará preparada para la instalación de una batería de condensadores, u otros equipos a conectar en MT en caso de que fuera necesario suplementar el rango de funcionamiento de los inversores elegidos.

Seguidamente se presenta la configuración de la planta con 30 inversores de 1.663 kVA (30°C y $\cos\phi=1$)

Planta compuesta por 10 sub-instalaciones:

- 2 Sub-campos tipo 1 de 3.500 kVA formado por:
 - 1 Centro de Transformación e Inversión
 - 1 transformador de 3.500 kVA
 - 2 inversores de 1.663 kVA (a 30°C y $\cos\phi=1$)
 - Cadenas de 28 módulos en serie (232 ó 234 cadenas en función del sub-campo)

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 0001937 INGENIERO CIVIL EN ELECTRICIDAD Y ENERGÍA VISADO: VD02361-21A DEFECHA: 7/7/21 E-VISADO</p>
--	---	---

- 6 Sub-campo tipo 2 de 5.200 kVA formado por:
 - 1 Centro de Transformación e Inversión
 - 1 transformador de 5.200 kVA
 - 3 inversores de 1.663 kVA (a 30°C y cosφ=1)
 - Cadenas de 28 módulos en serie (360 cadenas)
- 2 Sub-campo tipo 3 de 7.000 kVA formado por:
 - 1 Centro de Transformación e Inversión
 - 1 transformador de 7.000 kVA
 - 4 inversores de 1.663 kVA (a 30°C y cosφ=1)
 - Cadenas de 28 módulos en serie (472 cadenas)

Total de la planta:

- 30 inversores de 1.663 kVA (a 30°C y cosφ=1) cada uno.
- 99.960 módulos de 545 Wp.
- 3.570 cadenas de módulos de 28 módulos en serie.
- 268 cajas de agrupación de strings aproximadamente.

A continuación se muestra una tabla resumen de la configuración de la planta:

	Nº INVERSORES	POT. APARENTE (kVA) a 30°C	Nº STRINGS	Nº PANELES	POT. PICO (kWp)
CT1	2	3.500	232	6.496	3.540,32
CT2	3	5.200	360	10.080	5.493,60
CT3	3	5.200	360	10.080	5.493,60
CT4	4	7.000	472	13.216	7.202,72
CT5	3	5.200	360	10.080	5.493,60
CT6	3	5.200	360	10.080	5.493,60
CT7	3	5.200	360	10.080	5.493,60
CT8	2	3.500	234	6.552	3.570,84
CT9	3	5.200	360	10.080	5.493,60
CT10	4	7.000	472	13.216	7.202,72
SUBTOTAL	30	52.200	3.570	99.960	54.478,20
TOTAL	30	45.530 (Capacidad de Acceso a red, limitada por PPC)	3.570	99.960	54.478,20

11.2 Cálculo de producción de energía generada

Disponibilidad de irradiación

El cálculo de producción se realiza tomando valores de radiación solar y temperatura en Jaca, proporcionados por la de base de datos mencionadas anteriormente. En la siguiente tabla se muestran los datos de radiación y temperatura:

Mes	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C
Enero	60.7	5.56
Febrero	88.9	2.25
Marzo	135.2	7.59
Abril	158.5	8.92
Mayo	196.4	13.30
Junio	215.1	19.66
Julio	228.4	20.91
Agosto	195.9	21.35
Septiembre	146.5	16.55
Octubre	99.2	13.17
Noviembre	62.7	6.51
Diciembre	53.7	4.31
Anual	1641.2	11.74

Tras tener en cuenta las pérdidas en BT, MT y autoconsumos, la energía generada por la planta y el PR (Performance Ratio) son:

Mes	Energía Generada (MWh)	PR (%)
Enero	4.349	93,7
Febrero	6.515	95,9
Marzo	9.061	92,1
Abril	9.852	87,8
Mayo	11.899	85,5
Junio	12.704	83,7
Julio	13.637	83,4
Agosto	12.062	85,9
Septiembre	9.611	89,3
Octubre	6.783	92,0
Noviembre	4.477	94,0
Diciembre	3.857	93,8
Anual	104.805	88,1

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Según los datos observados la producción anual esperada es de **104.805 MWh**.

11.3 Rendimiento

Para calcular el rendimiento energético de la instalación o "performance ratio", PR, se tiene en cuenta lo siguiente:

1.- La dependencia de la eficiencia de los módulos fotovoltaicos con la temperatura.

La temperatura es uno de los factores más influyentes en el funcionamiento de una instalación fotovoltaica. La potencia pico de los módulos se mide en laboratorio con una radiación solar de 1000 W/m², una temperatura en la célula solar de 25°C y un espectro solar tipo AM 1,5 que es el normal en Europa.

Sin embargo, estas condiciones de laboratorio son difícilmente reproducibles en el funcionamiento cotidiano del módulo solar. En especial en lo que se refiere a la temperatura de la célula solar, que normalmente está 20°C por encima de la temperatura ambiente. Este sobrecalentamiento del módulo solar hace que su rendimiento y, por lo tanto, la potencia útil que es capaz de generar, disminuya.

La temperatura media de la célula durante las horas de sol se calcula de la siguiente manera:

$$T_{célula} = T_{amb} + (T_{onc} - 20) * I / 800$$

T_{amb}: es la temperatura del ambiente en las horas de sol.

T_{onc}: es la temperatura de operación nominal del módulo que corresponde a una irradiación solar de 800W/m², con viento de velocidad de 1 m/s y 20°C de temperatura ambiente.

I: es la irradiancia solar media del mes considerado.

$$\% \text{ Pérdidas por temperatura} = T_{célula} * \text{Coef}_{pérdidas}$$

Las zonas que tengan viento permitirán a los módulos evacuar mejor el calor, con el que el rendimiento se verá mejorado.

2.-Las pérdidas en el cableado debido a caídas de tensión.

Las pérdidas en el cableado proceden de la parte de corriente continua y la parte de corriente alterna.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p style="text-align: center;">E-VISADO</p>
--	---	---

Los conductores de la parte de CC deberán tener un valor promedio de caída de tensión inferior de 1,3%, del mismo modo que los cables de CA en MT deberán tener un valor promedio de caída de tensión inferior al 0,5%.

Los cálculos de caída de tensión (CDT) obtenidos para la parte de CC BT de los Centros de Transformación tipo estudiados, dan como resultado un valor promedio de caída de tensión CC de 0,84%.

La caída de tensión de CA en BT es muy reducida ya que el parque está diseñado con Centros de Transformación e Inversión de MT en los que los inversores se encuentran junto a los transformadores.

En cuanto a las pérdidas en la red de media tensión, hay que tener en cuenta que la instalación se divide en 4 circuitos de MT, los cuales conectan los CTI con la subestación. Así se consigue reducir las caídas de tensión, cuyo valor promedio de la planta es de 0,34%.

3.-Pérdidas por suciedad.

Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0% tras un día de lluvia y llegar al 4% cuando los módulos acumulan mucha suciedad. Sin embargo, esto no sólo depende de la cantidad de lluvia, sino también de la inclinación de los paneles, la proximidad a zonas industriales, carreteras, etc. La presencia de una capa de polvo uniforme sobre el vidrio templado del módulo dará lugar a una disminución de la corriente y tensión entregada por el generador fotovoltaico. Por otro lado, la presencia de suciedades localizadas (como puede ser el caso de hojas y/o excrementos de aves) da lugar a un aumento de las pérdidas de conexión y a las pérdidas por formación de puntos calientes. Se recomienda prever en los dimensionamientos fotovoltaicos pérdidas en el rango de 2% por suciedad y polvo

4.-Eficiencia energética del inversor.

El inversor, que es el componente que mediante transformaciones electrónicas convierte la energía en corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna, tiene unos rendimientos específicos.

La eficiencia tiene en cuenta los diferentes rendimientos del inversor a distinta carga del sistema. Además el inversor hace el seguimiento del punto de máxima potencia por sucesivas aproximaciones, por lo que en ese proceso se produce una ligera pérdida de eficiencia. Se considera una eficiencia máxima de los inversores del 98,9%

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p style="text-align: center;">E-VISADO</p>
--	---	---

5.- Pérdidas por sombras

Las estructuras solares deben tener la separación entre ellas suficiente para evitar pérdidas por sombreados, sin embargo siguen existiendo pérdidas en la componente difusa de la radiación que llega a los módulos fotovoltaicos debido al efecto de unos bastidores con otros.

Estas pérdidas se minimizan al escoger una distancia de separación suficiente entre ejes de estructuras, para esta instalación se escogió una separación de 11 m entre ejes, lo que permite tener un ocupación de terreno mínima y unas pérdidas por sombreado bajas.

6.- Las pérdidas por acoplamiento

Son pérdidas energéticas originadas por la conexión de módulos fotovoltaicos de potencias ligeramente diferentes para formar una cadena.

Esto tiene su origen en el hecho de que, si conectamos dos o varios módulos en serie con diferentes corrientes, el módulo de menor corriente limitará la corriente de la serie completa, haciendo de cuello de botella de corriente. El efecto en esa serie será que la potencia de cada módulo se limitará a la potencia del módulo de menor potencia que es el que crea ese cuello de botella de corriente.

Estas pérdidas se reducirán mediante una instalación ordenada en potencia (o en corrientes en el punto de máxima potencia) de los módulos fotovoltaicos, así como la utilización de diodos de bypass, por lo que se consideran valores en torno al 1% - 2,5% para las mismas.

7.- Las pérdidas del transformador

Se consideran unas pérdidas totales (en vacío y en carga) del transformador BT/MT de un 0,8% para los transformadores de los centros de transformación.

Con todos estos datos, el Coeficiente de Rendimiento o Performance Ratio aproximado para la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" se estima en 88,09%.

11.4 Equipos principales

Dimensionado del campo fotovoltaico

Los elementos que constituyen principalmente la instalación fotovoltaica son los módulos fotovoltaicos y los inversores.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 0001937 INGENIERO CIVIL EN EL R. DE MEDINA VISADO: VD02361-21A FECHA: 7/7/21 E-VISADO</p>
--	---	--

El generador fotovoltaico de 54.478,20 kWp está compuesto por 99.960 módulos Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545 Wp divididos en 3.570 series de 28 módulos.

La potencia del inversor debe ajustarse a la potencia del módulo. No obstante, los datos de potencia de los módulos (W_p) se refieren a las Condiciones Estándar de Medida (STC: 1000 W/m², 25°C, AM=1,5), que son condiciones ideales de laboratorio y rara vez se dan en la práctica. Las tablas siguientes recogen las características principales de ambos equipos, módulos e inversores:

Características del módulo fotovoltaico bifacial Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV	
Potencia	545 Wp
Eficiencia	21,13%
Tensión de circuito abierto Voc	49,65 V
Corriente de cortocircuito Isc	13,94 A
Corriente punto de máxima potencia Vmpp	41,07 V
Corriente punto de máxima potencia Impp	13,27 A
Longitud	2274 mm
Anchura	1134 mm
Coef. Temp. Tensión de circuito abierto	-0,280%/°C
Coef. Temp. Corriente de cortocircuito	+0,048%/°C
Coef. Temp. De potencia	-0,350%/°C
Máxima ganancia por tecnología bifacial	25%

Características eléctricas del inversor INGETEA Ingecon Sun 1665TL B640	
Potencia de salida nominal (AC)	1.663kVA (30°C y Cosφ=1)
Tensión, Frecuencia nominal	640 V, 50 Hz
Máximo rendimiento del inversor	98,6 %
Min. Tensión MPP	922V
Max. Tensión MPP	1300 V
Máxima tensión del sistema	1.500 V
Máxima Intensidad en Corriente Continua	1.850 A
Número de entradas MPPT	15

Las tensiones resultantes de cada serie de módulos tienen que cumplir los valores máximos y mínimos de tensión de los inversores, dichos valores de tensión deberán

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p style="text-align: center;">E-VISADO</p>
--	---	---

calcularse en las condiciones más desfavorables de temperatura de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos.

La tensión máxima en los módulos fotovoltaicos es la tensión en circuito abierto que se producirá cuando las células alcancen la mínima temperatura. Para el cálculo de dicho valor se ha considerado los efectos de la temperatura ambiente mínima diurna en el emplazamiento según datos meteorológicos anuales de la base de datos Meteoronorm. De dichos datos se ha obtenido que la temperatura ambiente mínima sería de -2,4 °C.

Por tanto, se calcula la tensión de circuito abierto de una cadena de 28 módulos en serie a la temperatura mínima. En la siguiente tabla se muestra que el valor de tensión de circuito abierto en el módulo fotovoltaico para la suma total de tensión de 28 módulos en serie no supera los 1.500 V de tensión máxima admitida a la entrada del inversor.

Según IEC 60364-7-712	
Ku	1,07672
Voc max panel	53,46
Voc max string	1496,85

Del mismo modo la tensión mínima de las series de módulos debe ser superior a la tensión mínima requerida por el inversor para funcionar correctamente. La tensión mínima en los módulos fotovoltaicos es la tensión MPPT que se producirá cuando las células alcancen la máxima temperatura, para el cálculo de dicha tensión se ha considerado que la temperatura ambiente máxima será 33,4°C, con lo que la tensión V_{mpp} de los módulos fotovoltaicos será 40,10 V y por consiguiente la tensión de cada serie de 28 módulos será:

$$V_{mpp}(33,4^{\circ}\text{C}) = 28 * 40,10 = 1.122,91 \text{ V} > V_{min}(922 \text{ V})$$

Asimismo, las sumas de las intensidades resultantes de cada rama de módulos tienen que cumplir los valores técnicos del inversor. Los módulos fotovoltaicos utilizados en este proyecto son bifaciales que según ficha técnica el lado trasero recoge hasta un 25% de la energía que le llega, y considerando un albedo del 20%, se traduce en un aumento de la intensidad del 5%. La corriente total debe ser menor que la corriente máxima de entrada admitida por el inversor:

Para el inversor INGETEAM Ingecon Sun 1665TL B640, se tiene un máximo de 120 strings,

$$I_{mpp} = 120 * 13,27 * 1,05 = 1.672,02 \text{ A} < I_{maxMPP}(1.850 \text{ A})$$

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p style="text-align: center;">E-VISADO</p>
--	---	---

Módulos fotovoltaicos

Los módulos solares seleccionados para este proyecto tendrán una potencia pico de 545Wp. La elección de esta potencia va ligada a las demandas y ofertas del mercado respecto a las potencias y capacidades de fabricación de los proveedores, por lo que dicha potencia podrá verse modificada durante la fase de construcción en función de la disposición del mercado.

Estos paneles se caracterizan por su elaboración y componentes de calidad. Contarán con células monocristalinas de silicio que permiten un excelente rendimiento, incluso con poca radiación solar. Las células solares estarán encapsuladas en EVA (Acetato de Etileno-Vinilo) resistente a la radiación ultravioleta.

El marco será de una aleación de aluminio anticorrosivo y a prueba de torsión, de forma que los módulos sean estables y puedan ser montados en diversas posiciones. La cubierta de los módulos estará hecha de vidrio solar templado de alta transmisividad. Este vidrio garantiza, por una parte, una alta transparencia y, por otra, protege las células solares de agentes atmosféricos como granizo, nieve y hielo.

En lo referente a la potencia unitaria escogida, se ha intentado escoger una potencia que dentro del mercado sea suficientemente elevada para disminuir lo máximo posible el número de elementos como son soportes, conexiones, etc. Además se tendrá en cuenta la capacidad de suministro de acuerdo a las exigencias del cliente.

Cada panel llevará una caja de conexión en la parte posterior con cable solar de 4 mm² de longitud mínima 1,2 m y conectores compatibles con los conectores MC4 para realizar las asociaciones entre módulos fotovoltaicos. Los paneles se conectarán en grupos de 28 paneles en serie. Cada grupo de paneles en serie se conectará a una entrada de la caja de agrupación de corriente continua mediante cable Cu tipo solar de 6 mm².

Con el objetivo de tener identificados los módulos de cada campo solar, se registrarán todos los módulos mediante pistola de código de barras.

Los módulos vendrán de fábrica previamente clasificados por intensidad y se distribuirán en planta de tal modo que los de un mismo grupo se instalarán en una misma serie con el fin de no perjudicar la intensidad de la propia serie.

La recepción de los módulos deberá ser acompañada de su correspondiente Flash Report, de manera que se instalarán siguiendo la numeración y las características indicadas en él.

Los módulos fotovoltaicos empleados en este proyecto son de la marca Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545 W_p y sus características se presentan a continuación, estas podrán variar según la disponibilidad del mercado:

SPECIFICATIONS										
Module Type	JKM525M-72HL4-TV		JKM530M-72HL4-TV		JKM535M-72HL4-TV		JKM540M-72HL4-TV		JKM545M-72HL4-TV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (P _{max})	325Wp	391Wp	530Wp	394Wp	555Wp	399Wp	540Wp	402Wp	541Wp	405Wp
Maximum Power Voltage (V _{mp})	40.63V	37.74V	40.71V	37.88V	40.61V	37.98V	40.93V	38.06V	41.07V	38.18V
Maximum Power Current (I _{mp})	12.93A	10.35A	13.02A	10.41A	13.11A	10.46A	13.20A	10.35A	13.27A	10.42A
Open-circuit Voltage (V _{oc})	49.07V	46.50V	49.35V	46.58V	49.42V	46.65V	49.49V	46.71V	49.65V	46.80V
Short-circuit Current (I _{sc})	13.44A	11.02A	13.71A	11.07A	13.79A	11.14A	13.87A	11.20A	13.94A	11.26A
Module Efficiency STC (%)	20.36%		20.56%		20.75%		20.94%		21.13%	
Operating Temperature(°C)	-47°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficient of P _{max}	-0.20%/°C									
Temperature coefficient of V _{oc}	-0.20%/°C									
Temperature coefficient of I _{sc}	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Global Factor	70±5%									

Para la selección e instalación de los módulos fotovoltaicos se debe cumplir además con las recomendaciones del PCT-IDAE:

- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer las siguientes normas:
 - UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente. Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- La estructura del generador se conectará a tierra.
- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

Estructura fotovoltaica: Seguidor a un eje

La estructura soporte de los paneles está diseñada para orientar la superficie de los módulos fotovoltaicos en dirección este-oeste en función del movimiento del sol durante el día.

Su diseño facilita el montaje, mantenimiento, desmantelamiento y sustitución de paneles. Los materiales que constituyen del sistema de fijación de los paneles disminuyen las dilataciones térmicas de manera que evitan la transmisión de cargas a la estructura.

El suministro, construcción y montaje de las estructuras de la planta y su fijación al terreno mediante hincado directo quedará definido en la fase de construcción por el propio fabricante. En los casos particulares en que el terreno dé rechazo al hincado, se emplearán alternativas como el pretaladro. La estructura soporte será diseñada de acuerdo a los coeficientes de seguridad y de combinación de hipótesis indicadas en la normativa local e internacional (predominando la primera) y deberán cumplir las especificaciones técnicas que a continuación se exponen:

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado: 0001937</p> <p>INGENIERO CIVIL EN LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA INDUSTRIAL</p> <p>VISADO: VD02361-21A</p> <p>FECHA: 7/7/21</p> <p>E-VISADO</p>
--	---	--

- Los módulos se instalarán en estructuras que soportarán 2 filas de paneles en posición vertical (2V) y llevarán 28 ó 56 módulos por fila. La distancia entre estructuras (pitch) será de 11,0 m de eje a eje de estructura.
- Acero galvanizado en caliente con un espesor de galvanizado ajustado a las normas ISO correspondientes que asegure una vida útil mínima de 35 años.
- La tornillería o materiales de fijación (pernos, tornillos, tuercas, arandelas, anclajes etc.) deberán estar galvanizados, asegurando una protección adecuada contra la corrosión durante la vida útil de la planta fotovoltaica.
- El material de la estructura de soporte debe resistir la exposición a temperaturas ambiente comprendidas entre -20°C y 55°C.
- Cumplirán todas las especificaciones de las normas locales, incluido el CTE. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- Se considerará una fijación mediante hincado directo del pilar, la profundidad de estas soluciones y su posibilidad dependerá de los resultados obtenidos en las pruebas a realizar por el fabricante del seguidor seleccionado.
- En general el terreno en que se ubicará el proyecto fotovoltaico apenas tiene pendiente, aun así se garantizará que cada mesa se instale con una inclinación menor a la máxima permitida por la ficha técnica del fabricante y de forma que se permita la posición de ángulo máximo del seguidor.
- Se cumplirán además las siguientes recomendaciones establecidas en el PCT-IDAE:
 - El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
 - Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
 - La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
 - La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado: 0001937</p> <p>INGENIERO CIVIL EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA</p> <p>VISADO: VD02361-21A</p> <p>FECHA: 7/7/21</p> <p>E-VISADO</p>
--	---	--

- Al ser mesas solares estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

Cajas de Nivel 1

Las cajas de nivel 1 permitirán realizar la concentración en paralelo de las cadenas de módulos, llamadas también series o strings del campo solar.

Estas cajas agruparán un conjunto de series que estarán protegidas en el polo positivo por fusible de 20 A y 1,500 Vdc (el polo negativo se aterrará en el inversor). Estas cajas estarán provistas de descargador de sobretensiones tipo II y de un seccionador manual de corte en carga de 315 A.

Esta protección se considerará lo suficientemente sobredimensionada para que el efecto de la temperatura, que reduce su rango de funcionamiento, no afecte a las pérdidas por efecto Joule, ni a los disparos intempestivos. Las cajas de nivel 1 deberán estar preparadas para trabajar a la intemperie en condiciones severas de temperatura, radiación solar y humedad. Se fabricarán con un grado de protección mínimo IP 65 y con envolvente tipo poliéster o similar. La totalidad de estas cajas se instalará con métodos de fijación adecuados.

Las cajas estarán equipadas con dispositivos de medición para la monitorización de corriente de string. Asimismo, cada caja contendrá un switch de comunicaciones que permitirá la conexión de cada caja con el centro de transformación al que pertenece donde estará alojado el cuadro de control del bloque correspondiente.

Inversor

Los inversores son los encargados de cambiar el voltaje de entrada de corriente continua proveniente del campo fotovoltaico a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna con la magnitud y frecuencia necesaria para conectarlos a los transformadores internos de las estaciones de transformación.

Se instalarán 30 inversores INGETEAM Ingecon Sun 1665TL B640, pudiendo variar la marca, modelo y potencia de los inversores en función de la disponibilidad del mercado, los inversores se distribuirán entre las 10 sub instalaciones de la planta fotovoltaica.

El inversor funciona como una fuente de corriente, es auto conmutado, realiza seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador y no funciona en modo aislado. Además cumple con las directivas de Seguridad eléctrica y Compatibilidad

Electromagnética certificadas por el fabricante incorporando protecciones frente a cortocircuitos en alterna, tensión de red fuera de rango, frecuencia de red fuera de rango, sobretensiones, perturbaciones presentes en la red.

Estos equipos serán utilizados y programados para que cumplan en todo momento con el vigente "Código de Red" de España y con el desarrollo esperado del mismo en cumplimiento de los reglamentos aprobados en la Unión Europea y en desarrollo actualmente en España.

Los inversores, estarán preparados para trabajar en ambientes como el del emplazamiento seleccionado.

Las características técnicas más relevantes del inversor se exponen en la tabla siguiente, las cuales podrán variar en función de los equipos con disponibilidad del mercado:

	1640TL B63D	1665TL B64D	1690TL B65D	1740TL B67D	1800TL B69D
Input (DC)					
Recommended PV array power range**	1,670 - 2,128 kWp	1,646 - 2,102 kWp	1,672 - 2,196 kWp	1,775 - 2,263 kWp	1,775 - 2,330 kWp
Voltage range MPP**	900 - 1,300 V	920 - 1,300 V	937 - 1,300 V	925 - 1,300 V	904 - 1,300 V
Maximum voltage**	1,400 V				
Maximum current	1,650 A				
W inputs with fuse holders	0 up to 10 up to 17 with the combiner box				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 800 A / 1,500 V (max 60 mm x 50)				
Terminal connections	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPP	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
Input protections					
Overvoltage protection	Type II surge arrester (Type I - if optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protection	10 to 15 pairs of DC fuses (optional) / insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency push button				
Output (AC)					
Power (PS4 @30°C / @50°C)	1,637 kW / 1,633 kW	1,663 kW / 1,665 kW	1,690 kW / 1,570 kW	1,791 kW / 1,667 kW	1,790 kW / 1,633 kW
Current (PS4 @30°C / @50°C)	1,500 A / 1,350 A				
Power (PS6 @27°C / @50°C)**	1,637 kW / 1,668 kW	1,663 kW / 1,670 kW	1,689 kW / 1,695 kW	1,791 kW / 1,581 kW	1,790 kW / 1,581 kW
Current (PS6 @27°C / @50°C)**	1,500 A / 1,375 A				
Rated voltage**	600 V IT System	640 V IT System	690 V IT System	670 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor**	1				
Power Factor adjustable	Yes, Sinus-1,637 kW	Yes, Sinus-1,663 kW	Yes, Sinus-1,689 kW	Yes, Sinus-1,791 kW	Yes, Sinus-1,790 kW
TTHD (Total Harmonic Distortion)**	< 5%				
Output protections					
Overvoltage protection	Type II surge arrester				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with a 100 ms AC disconnect				
Other protection	AC short-circuit and overload				
Features					
Maximum efficiency	98.0%				
Current efficiency	99.5%				
Max. consumption (at 20°C)	4,200 W				
Stand-by or night consumption**	90 W				
Average power consumption per day	7,000 W				

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

La operación de los inversores se realiza de manera automática. El inversor vigila continuamente tanto la tensión y corriente del generador fotovoltaico como el estado de la red de corriente alterna. Cuando los módulos fotovoltaicos generan suficiente potencia el inversor se sincroniza con la red y comienza a inyectar potencia.

Los inversores fotovoltaicos tienen una potencia de entrada variable que les permite extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico es capaz de generar. Este mecanismo de extracción de la máxima potencia del campo fotovoltaico está implementado en el llamado sistema de búsqueda del punto de máxima potencia (MPPT). La calidad del algoritmo de búsqueda del punto de máxima potencia es determinante a la hora de evaluar la calidad de un inversor fotovoltaico. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.

Además del caso en que los paneles no produzcan energía suficiente el inversor se desconectará en los supuestos siguientes:

- Fallo de red eléctrica: 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.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración forzada con ventilador.

En cuanto a la contribución de los inversores a la estabilidad de la red eléctrica de REE, los inversores pueden entregar potencia reactiva capacitiva e inductiva, según requerimientos de red, contribuir a la estabilidad de tensión y frecuencia de la red además de reaccionar ante huecos de tensión de red según exigencias de la compañía eléctrica. Este asunto se detalla en el apartado 12 la presente memoria.

<p align="center">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
---	--	--

Centro de Transformación e Inversión

Se distribuirán 10 Centros de Transformación e Inversión (CTI) de media tensión, que tendrán la misión de elevar la tensión de salida de los inversores para minimizar las pérdidas, antes de enviar la energía generada por la instalación fotovoltaica a la subestación.

Este conjunto de equipos está ubicado en la misma plataforma, en la que se encontrarán el transformador, CGBT, y las celdas MT y los inversores descritos anteriormente.

Los equipos estarán distribuidos en una losa de manera que las puertas de acceso estén lo más cerca posible al vial para facilitar las labores de operación y mantenimiento.

En esta misma losa se instalarán:

- Cuadro de protecciones de corriente alterna con equipo de medida
- 1 cuadro de servicios auxiliares
- 1 armario para el sistema de control
- Convertidores de Cable de comunicaciones a fibra óptica.
- Armario de control
- Transformador de Potencia refrigerado en aceite
- Celdas de media tensión (tipo SF6)
- Equipos de ventilación que permiten el correcto funcionamiento de la aparamenta.
- Sistema UPS.
- Transformador de SSAA de 15 kVA o similar.
- Red de tierras de protección y servicio

El acceso se realizará a través de los viales interiores de la planta, garantizado el libre e inmediato acceso en todo momento para el personal de mantenimiento de planta y sus empresas colaboradoras. Las envolventes de los cuadros y/o tratamientos serán los adecuados para intemperie.

Estarán adecuadamente sellados y tendrán el aislamiento térmico necesario para garantizar la operación de los inversores y el resto de la aparamenta integrada. Todas las partes metálicas (aparellaje, armaduras, etc.) se encuentran conectadas equipotencialmente al colector general de tierra de herraje o protección, mediante cable de Cobre.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Alrededor de la losa se dispondrá de electrodos de tierra, para conseguir una resistencia de tierra conforme a normativa, las líneas de tierra hasta los electrodos estarán constituidas por cable Cu desnudo de 50 mm² de sección.

Se integrarán también los siguientes equipos y protecciones:

- Cuadro de protección en corriente alterna: a la salida del inversor se instalará un cuadro de corriente alterna donde se ubicará la protección magnetotérmica según se muestra en planos.
- Como medida de protección complementaria de las personas frente a choques eléctricos, existe una toma de tierra para conectar las masas metálicas de todos los equipos. De esta forma, se evita que aparezcan tensiones peligrosas entre éstas y tierra, que puedan ser dañinas para las personas.
- Protección frente a sobretensiones: para la protección de los equipos electrónicos contra las sobretensiones inducidas ocasionadas por descargas atmosféricas en las proximidades o por fluctuaciones de la red eléctrica. Estos descargadores de sobretensión estarán integrados en el propio inversor (parte de CC), en las cajas CA y en el cuadro de protecciones de CA.
- Protecciones integradas en el inversor: cada equipo inversor lleva incorporadas unas protecciones de manera que en todo momento se cumpla con la normativa vigente y con el "Código de Red".

Los centros de transformación se unirán entre sí a través de varios circuitos subterráneos de MT que llegarán a la nueva SET Sierra Plana 2 220/30 kV. En la subestación se instalarán celdas de línea, para la recepción de la totalidad de los circuitos provenientes de la planta. La tensión de salida de los CTI será de 30 kV y la frecuencia de 50 Hz. En la nueva subestación colectora SET Sierra Plana 2 220/30 kV se procederá a la elevación de la tensión a 220 kV.

Transformadores

Estarán ubicados en una plataforma o "skid" específicamente diseñado para que permita la contención y retirada de aceite en caso de fuga acorde a las normas y estándares locales

<p align="center">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
---	--	--

Los transformadores del CTI serán trifásicos del tipo sumergidos en aceite, con devanados de cobre o aluminio, pantalla metálica de puesta a tierra entre los devanados de AT y BT, y refrigerados por circulación natural del aceite (ONAN). Además, deberán ser adecuados para operación en intemperie y a la altura sobre el nivel del mar del emplazamiento. Estos transformadores estarán dotados de cambiador de tomas operable sin carga y desenergizado (NLTC) ubicado en el devanado de alta tensión y en cualquier caso deberán ser aptos para entregar la potencia requerida con el cambiador de derivaciones en cualquier posición. La siguiente tabla resume las características generales de los transformadores propuestos:

- ONAN
- Para instalación en exterior
- 50 Hz
- Pérdidas en vacío del 0,1% y del 0,9% en el cobre
- Temperatura ambiente entre -20 y 40°C
- Sensor de temperatura tipo PT-100
- Aislamiento galvánico y con salida de bornes para PAT (Puesta A Tierra) de pantalla electrostática
- Depósito de retención de aceite
- IEC 62271-202
- IEC 62271-200
- IEC 60076
- IEC 61439-1
- Marcado CE, directiva EMC (Electromagnetic Compatibility)

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p style="text-align: center;">T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Celdas de media tensión

Los CTI contarán con celdas de media tensión para la maniobra y operación de los diferentes circuitos de generación.

Las cabinas y todos sus componentes serán de diseño normalizado del fabricante y sus características constructivas eléctricas, mecánicas, ambientales y de seguridad estarán certificadas por laboratorios oficiales. Las cabinas y todos sus componentes cumplirán con los requisitos establecidos por las normas y reglamentos aplicables para las condiciones de servicio especificadas.

Las cabinas serán de diseño normalizado y lo más compactas posible, con objeto de minimizar el espacio requerido. Serán accesibles sólo por el frente.

Las cabinas, en lo que respecta a la estructura, estarán fabricadas con chapa de acero laminado, adecuadamente doblada, reforzada y punzonada a fin de construir una estructura autoportante compacta y con la rigidez mecánica suficiente para resistir las sollicitaciones eléctricas, mecánicas y térmicas a las que puedan verse sometidas en servicio.

Las cabinas serán accesibles, desde el frente, mediante puertas abatibles con bisagras y estarán preparadas para su montaje directo sobre el suelo.

Las Celdas de Media Tensión serán de uso interior trifásicas de tecnología compacta con aislamiento en gas SF6 (GIS – Gas Insulated Switchgear), con grado de protección IP3X constituidas por un conjunto determinado de celdas en función de la posición que ocupen en la red de MT de la planta solar.

La tipología de las celdas dependerá de la situación de cada CTI dentro del ramal en el que está conectado, contando en el caso general de un CTI intermedio con:

- Una celda de remonte para conexión a CTI anterior.
- Una celda de línea con seccionador manual de corte en carga, para conexión a CTI siguiente.
- Una celda de protección con interruptor automático para la protección del transformador comandado por un relé con las funciones de protección 50, 51, 50N, 51N.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Las características principales de estas celdas son las siguientes:

- Tipo de Celda Blindada SF6
- Servicio: Continuo interior
- Tensión de aislamiento asignada: 36 kV
- Tensión Nominal 30 kV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 70 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 170 kV
- Frecuencia Industrial 50 Hz
- Intensidad asignada de servicio continuo:
 - Derivación celda de línea 400 A
 - Barras 400 A
- Intensidad de cortocircuito asignada 20 kA (1 s)
- La entrada y salida de cables podrá ser por la parte inferior de las Celdas de Media Tensión.
- En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje.
- Mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo.
- El equipo se diseñará de modo de evitar el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento.
- Las celdas serán a prueba de arco interno.
- Dispondrán de capacidad de operación ante el uso de señales digitales de entrada.
- Cumplirán con toda la reglamentación vigente sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas, así como el Reglamento Electrotécnico para BT.

Las características constructivas de cada celda son análogas, variando únicamente la aparamenta instalada en cada una de ellas de acuerdo con las necesidades para cada tipo de servicio. La aparamenta con la que va dotada cada tipo de celda es la siguiente:

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- Celda de remonte
 - Tres terminales unipolares para conexión de cables.
- Celda de Línea
 - Un interruptor manual.
 - Un seccionador de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra.
 - Tres terminales unipolares para conexión de cables.
- Celda de transformador de potencia
 - Un interruptor automático.
 - Un seccionador de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra.
 - Tres transformadores de intensidad.
 - Tres terminales unipolares para conexión de cables.
 - Un relé con las funciones de protección 50, 51, 50N, 51N

Estación meteorológica

Las estaciones meteorológicas a instalar tienen como objeto la toma de datos meteorológicos en el emplazamiento. Se instalarán al menos tres estaciones meteorológicas, que constarán de sensores para medir los siguientes parámetros:

- Irradiación en el plano horizontal
- Irradiación en el plano de los módulos
- Humedad relativa
- Velocidad y dirección del viento
- Precipitación
- Presión atmosférica
- Temperatura del módulo
- Temperatura ambiente

Cada estación meteorológica contendrá:

- Unidad de Adquisición de Datos Sistema Datalogger de registro y transmisión de datos.
- Unidad de Transmisión de datos a ordenador central. Opción GPRS-IP.
- Registro de parámetros en data-logger.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary Standar en el plano de los módulos, según el movimiento del seguidor.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary situado en el plano horizontal.
- Sensores de temperatura y humedad relativa del aire.
- Torreta y mástil. Soporte tubular superior ajustable a 1.5 m de longitud, pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón y otros accesorios de montaje.
- Termopares para la medición de los datos de temperatura de la célula.
- Células de referencia calibradas por cada plano de orientación de módulos
- Pluviómetro
- Veleta y Anemómetro
- Barómetro
- Juego de cables de interconexión para el enlace de los sensores a la estación, recarga externa y comunicaciones
- La Estación dispondrá de un sistema de panel fotovoltaico y batería para su alimentación eléctrica. También se le dotará de una conexión a la red de servicios auxiliares.
- La estación deberá estar conectada al CTI más próximo para alimentación y conexión al sistema de control de la planta.

Instalaciones eléctricas

Según el pliego de condiciones técnicas del IDAE, el cableado cumplirá los puntos siguientes:

- Cableado de CC de las cadenas de módulos a las cajas de nivel
- Cableado de CC de las cajas de nivel a inversor
- 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 CC tendrán la sección suficiente para que el valor promedio de caída de tensión sea inferior del 1,3 %.
- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado: 0001937</p> <p>INGENIERO CIVIL EN ELECTRICIDAD</p> <p>VISADO: VD02361-21A</p> <p>FECHA: 7/7/21</p> <p>E-VISADO</p>
--	---	--

- 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.

Cableado de Baja Tensión

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación y se dimensionará bajo el criterio de minimización de pérdidas.

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, debe soportar la exposición a radiación solar directa, trabajar de forma continua a 120°C 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 están especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección (clase II).

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

Cableado Corriente Continua de String

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.

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, para dicha conexión se utilizará cable solar unipolar de Cobre electrolítico estañado. Por tanto se utilizará cable de tipo solar H1Z2Z2-K. Los cables de string podrán ir fijados a la estructura o a un cable fiador.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

El cable solar tendrá las siguientes características:

- No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Tensión 1,5kV/1,5kV CC y 1kV/1kV AC según norma EN 50618
- Clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228
- 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: ISO 4892

Cableado Corriente Continua de cajas de agrupación a inversor

Las conexiones eléctricas en baja tensión en continua van de las cajas de agrupación de strings a los inversores.

Desde las cajas de agrupación de strings hasta los inversores, en corriente continua, se dispondrá del tipo de cable 1,5/1,5 kV CC (1/1 kV CA) de 400 mm² de aluminio.

Las características de estos cables serán:

- Aislamiento 1,5 kV como mínimo
- Aislamiento XLPE
- Cubierta PVC 90°C
- Resistencia a la abrasión
- Libre de halógenos
- Rango de trabajo: -40°C a +90°C
- Temperatura de cortocircuito 250 °C

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).

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Cableado Media Tensión Corriente Alterna

En este apartado se detallan las características de cada uno de los circuitos discurren subterráneos por el lateral de los caminos o entre filas de estructura, con cables de 240, 300, 400, 500 y 630 mm² en aluminio, cable XLPE, enlazando las celdas de cada CTI con las celdas de 30 kV de la nueva SET Sierra Plana 2 220/30 kV. Por la misma canalización se prevé un cable de enlace de tierra o de acompañamiento de 1x50mm² en cobre desnudo, que une los CTI con la SET Sierra Plana 2 220/30 kV.

Paralelamente por la misma zanja de las líneas citadas de MT, se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control de la Planta Fotovoltaica.

Con respecto al cable de MT sus características serán:

- Será cable de aluminio de 18/30 kV
- Serán del tipo XLPE
- 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)
- Montaje subterráneo entre CTI, con arena de río y placa de señalización
- No se colocarán empalmes entre tramos entre CTI.

Cables de comunicaciones

Los cables de transmisión de datos deberán resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV si no están protegidos con tubo y cualquier otra inclemencia medioambiental.

- En el caso de comunicaciones por fibra óptica se utilizará fibra óptica monomodo 9/125.
- Todos los cables de comunicación irán protegidos bajo tubo de PVC
- La FO monomodo podrá ir sin entubar siempre y cuando la cubierta del cable esté preparada para ello.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Zanjas, arquetas y bandejas

Las zanjas, tendrán, unas dimensiones desde 0,6 a 1,2 m de ancho y desde 1,1 a 1,7 m de profundidad, en las cuales se instalarán las líneas de BT, MT, red de tierra y comunicaciones según el tramo. Se colocará una banda de señalización a mínimo 0,25 m y otra de protección a mínimo 0,50 m del nivel definitivo del suelo.

Siempre que sea posible y cuando el conductor de CC sea de sección baja se preferirá llevar por bandeja o fijado a la estructura.

Se contemplan los siguientes rellenos:

RELLENO.

Esta capa de relleno deberá ser compactada mecánicamente en capas de 20 cm. y deberá ser seleccionado para no contener gravas de tamaño mayor a 3", restos de escombros, sales solubles y materia orgánica.

CAMA DE APOYO

Los tubos irán sobre cama de arena inerte de río de 0,05 m y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 0,10 m por encima del tubo superior y envolviéndolos completamente.

ARQUETAS

- Se deberán colocar arquetas 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.

Canaletas y tubos de protección

Los tubos de protección/canaletas deben ser de material resistente al agua y a la radiación UV.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Los extremos de los recubrimientos de los cables no deben ser puntiagudos. Los cables deben ser protegidos del esfuerzo mecánico. Los tubos de protección deben ser sellados con un material resistente a la penetración del agua y resistente a la radiación UV y que no permita el paso de roedores.

Cable de tierra

La red de tierras de protección de BT se realizarán con cable de Cu de 35 mm² desnudo tendido sobre las zanjas de BT, para ir conectando a él todas las estructuras metálicas (estructuras soporte, carcasas de cuadros, bandejas porta cables, etc). De cada bastidor bajará un cable desnudo de 35 mm² en la que irá conectada una pica de puesta a tierra (ver plano "530 Puesta a tierra").

Las cajas de protección de continua se conectarán con cable de Cu de 35 mm² desnudo. A lo largo del trazado perimetral del vallado se colocará un cable de Cu de 16mm² desnudo conectado a la estructura del vallado. Así mismo estará conectado al resto del circuito de tierras para conformar una puesta a tierra común.

Para justificar que R_t es lo suficientemente baja ($R_t < 2\Omega$) se cumplirá lo especificado en los reglamentos. Cuando finalice la obra, se medirán las tensiones de paso y contacto y se asegurará que su valor sea inferior a los valores marcados por la ITC-RAT-13.

- El cable de tierra que conforme los anillos de tierras deberá tener una sección mínima de 35 mm² de cobre en la parte de BT. En la parte de MT se colocará cable de 50 mm² de cobre.
- Se realizarán las mediciones de la resistencia de PAT que deberá ser inferior a la máxima admisible previo a la puesta en marcha de las instalaciones.
- Se instalará una red de tierras común para toda la instalación mediante cable de cobre de sección adecuada directamente enterrado en la zanja de cables y/o sobre bandeja portacables. Con este cable se realizará un circuito que garantice un valor de puesta a tierra inferior a 2 ohmios. El circuito de tierra de herrajes será único.

Cuadros eléctricos

- Los cuadros serán verificados, probados y ensayados según la normativa vigente. Se entregarán con su correspondiente protocolo de ensayos, verificación y pruebas y su correspondiente juego de planos desarrollados.
- Se entregará declaración de conformidad certificado IP, de tensión de aislamiento y rigidez dieléctrica.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- Deberán marcarse los componentes del cuadro así como sus cables según lo especificado en los planos desarrollados. Respecto a éstos se respetarán los colores prescritos en la normativa.
- Características de los armarios de cuadros de BT
 - Para instalaciones exteriores en material poliéster y en interiores en chapa.
 - Serán auto-extinguibles.
 - Las cajas de intemperie cumplirán con IP65, mientras que las de interior tendrán un mínimo de IP20.
 - Grado de protección contra impactos mecánicos externos IK10.
 - Resistentes a la temperatura: -40° C y 100 horas a + 50 ° C.
 - Entrada y salida de cables por la parte inferior por medio de prensaestopas. Estos serán de distintos diámetros ubicados en la parte inferior de las cajas con un IP68.
 - El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas a su diseño.
 - Apertura por medio de puerta abatible con llave.
 - Se realizarán los ensayos relativos a los riesgos del fuego.
 - En caso de cierre con tornillos estos deberán ser imperdibles.
 - No presentarán agujeros o prensaestopas sin sellar, para impedir la entrada de agua y así no perder la estanqueidad.
 - Todos los armarios dispondrán de una clema o barra de conexión a tierra.
 - Las bornas que se empleen en la parte CC serán capaces de soportar una tensión de al menos 1.500Vcc.
 - Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, estructuras, módulos, inversores, motores, etc) de contactos directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento.
 - Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante planchas de material aislante tipo metacrilato y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.

Cajas CC de baja tensión

Cumplirán todas las especificaciones de la norma:

- UNE-EN relativa a los Cuadros eléctricos de baja tensión

Equipos de protección

En el esquema unifilar puede distinguirse la parte de corriente continua y la de corriente alterna. A continuación se describen las protecciones en cada uno de los circuitos

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente, según Real Decreto 1699/2011 y 1955/2000, así como con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluyendo lo siguiente:

- Interruptor general de apertura manual en el punto de conexión, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de continua de la instalación.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Este interruptor dispondrá de los relés de protección siguientes:
 - Protección de mínima tensión, uno por fase, ajustados a 0,85 Um en instantáneo. Puede estar incorporado en el inversor
 - Protección de máxima tensión, ajustado a 1,1 Um. Puede estar incorporado en el inversor.
- Un relé de máxima y mínima frecuencia, ajustado a 51 y 49 Hz. Puede estar incorporado en el inversor.

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.

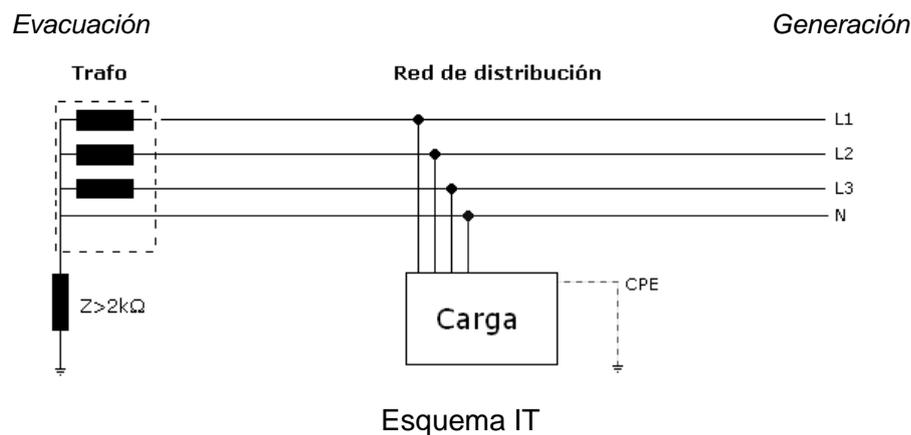
<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<div style="text-align: right;"> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado: 0001937</p> <p>INGENIERO CIVIL EN ELECTRICIDAD Y ENERGÍA</p> <p>VISADO: VD02361-21A</p> <p>DEFECHA: 7/7/21</p> <p>E-VISADO</p> </div>
--	---	---

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 sobre intensidades.
- 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 sobre intensidades, así como de las especificaciones de la aparatamenta 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 IT (ver figura correspondiente), es decir, no hay ningún punto de la evacuación conectado directamente a tierra y las masas de la instalación de generación están puestas directamente a tierra.



En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p style="text-align: center;">E-VISADO</p>
--	---	---

la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la evacuación (generalmente el neutro) y tierra.

Por ello, en estas redes se permite tener una falta monofásica a tierra sin disparo de las protecciones. Pero es reglamentario disponer de relés detectores de falta a tierra (relés de aislamiento) que avisen de la existencia de una falta a tierra para su rápida detección y eliminación.

Protección contra contactos directos

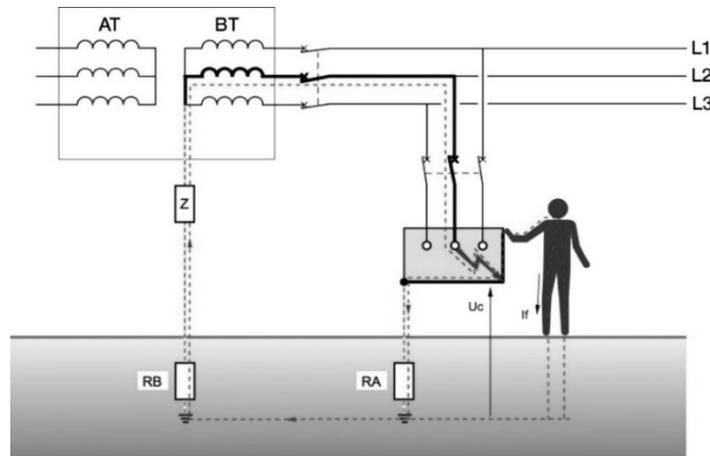
Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Siguiendo las indicaciones de la REBT-BT-24, que indica los medios que se pueden emplear y que están definidos 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 los centros de seccionamiento y protección (Cajas de Nivel o CN). 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. La distribución y forma en que estarán interconectados las Cajas de nivel. que se utilizarán en la instalación se adjuntan en el plano "500 Esquema Unifilar de Baja Tensión".

Protección contra contactos indirectos

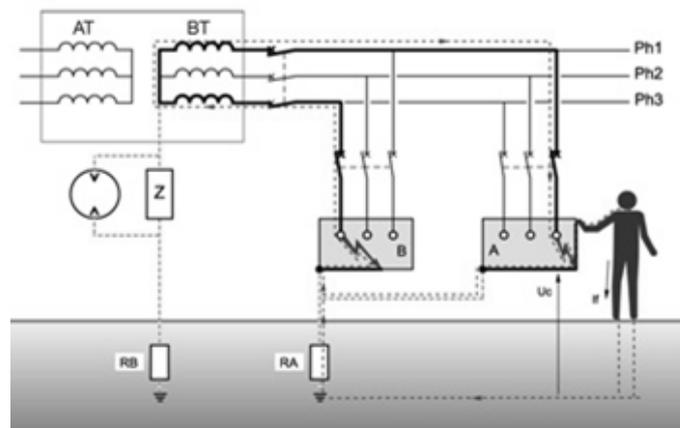
Al tratarse de un esquema IT, en caso de que exista un solo defecto a masa o tierra, la corriente de fallo es de poca intensidad y no es imperativo el corte. Sin embargo, tal y como indica el REBT-BT-24 se tomarán medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos simultáneos, las medidas en cuestión serán:

- Controladores permanentes de aislamiento situados en el inversor para la entrada de corriente continua y en el cuadro de protección de entrada al transformador para la salida de corriente alterna, estos controladores de aislamiento activarán una señal acústica o visual en caso de un primer defecto fase-tierra que avise de la existencia de la falta para su rápida detección y eliminación, dando orden de apertura en caso de un segundo defecto. La continuidad de la explotación ante un primer defecto a tierra se produce ya que al no existir bucle de defecto (circuito cerrado) no se produce intensidad de defecto y por consiguiente no hay disparo de los aparatos de corte por intensidad de defecto, por lo que la instalación puede seguir funcionando con normalidad.



Protección contra contactos directos.

- Dispositivos de protección de máxima corriente. En caso de que después de un primer defecto fase-tierra se produzca un segundo, se produce entonces un cortocircuito que provoca la intervención de los dispositivos de corte y desconexión automática.



<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Protección contra contactos indirectos.

- Circuitos de módulos a Cajas de Nivel o CN: las cajas dispondrán de protección en cada entrada por medio de fusibles de 20 A 1.500 Vcc.
- El inversor lleva integrado un sistema de protecciones entre las que se encuentra además de la monitorización del aislamiento, la protección integrada contra sobre corriente y sobretensión.

Protección contra sobre intensidad

El REBT en su ITC-BT-22 exige que todo circuito se encuentre protegido contra los defectos de las sobre intensidades 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.

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.

Las Cajas de Nivel o CN dispondrán de un descargador de sobretensiones tipo II, que se corresponde con un nivel de protección de sobretensión de 4 kV, y que deriva a tierra cuando $U > 1.500 \text{ V}$, su necesidad deriva de las sobretensiones que se producen en caso de un defecto a tierra.

Protecciones en corriente continua.

Para asegurar la imposibilidad de accidentes por contactos indirectos en la parte de continua de la instalación, el inversor dispone de detección de fallos de aislamiento.

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

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p style="text-align: center;">T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p style="text-align: center;">E-VISADO</p>
--	---	---

componentes de la parte de corriente continua serán de aislamiento clase II, esto incluye: módulos, cableado, cajas de conexión, etc.

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

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 las cajas de nivel) y a través de varistores de vigilancia térmica.

Se utilizarán además a la entrada del inversor fusibles de calibre adecuado, para proteger el polo positivo y negativo del ramal principal, considerando corrientes de rama de cada una a temperatura de operación en los peores casos, así como para servir de elemento de corte de entrada de energía procedente del campo fotovoltaico hasta los inversores.

Puesta a tierra

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 16 mm situadas en las esquinas de los edificios.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

La tierra de servicio estará formada por picas 2 m de largo y con un diámetro de 16 mm conectadas con un cable de Cu aislado de 50 mm².

Las tierras de servicio y protección estarán unidas entre sí, y entre las tierras del resto de centros de la planta, formando una configuración de tierra única para toda la Planta Fotovoltaica.

Caídas de tensión

- El cable de MT, deberá limitar las pérdidas de tensión a un valor promedio menor del 0,5%.
- El cable de BT en corriente continua no deberá superar un valor promedio del 1,3%.
- No se permitirá la realización de empalmes tanto en BT como en MT.
- Previo a la puesta en marcha, todos los cables deberán ser megados y pasar los ensayos de rigidez dieléctrica de cubierta y aislamiento.

Servicios auxiliares

Se dispondrá de un sistema de SS.AA. para alimentar los equipos de la planta: centros de transformación, equipos de control, seguridad, comunicaciones, estación meteorológica, etc. Estará dimensionada para cubrir todas las necesidades. Para ello se definirá un sistema de SS.AA. de potencia adecuada a las necesidades. Este sistema constará de:

- Transformador
- Cuadro de auxiliares en cada CTI
- Cable de auxiliares hasta las estaciones meteorológicas y equipos de seguridad

11.5 Sistema de monitorización

El sistema de control de la instalación fotovoltaica permitirá controlar desde un PC todas las diferentes variables de la instalación fotovoltaica: parámetros de funcionamiento del inversor e histórico de datos. Esta comunicación es posible mediante tarjetas integrables en los inversores que permiten la comunicación entre la instalación fotovoltaica y un PC.

En esta instalación fotovoltaica se ha optado por la comunicación vía PLC y fibra óptica, por lo que los elementos que se instalarán serán:

- Cable de comunicaciones de fibra óptica entre los CTI y el PC.
- Tarjetas de entradas analógicas en los CTI correspondientes para la lectura de variables meteorológicas externas provenientes de las estaciones meteorológicas.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

En la sala de control del promotor se instalará un PC para visualizar las variables de la instalación y gestionarla lo más eficientemente posible. En el PC se instalará un software que permita la integración de inversores y dispositivos para el control bajo un mismo software. Este software posibilita:

- Configuración individual de cada uno de los inversores de la instalación.
- Visualización on-line de las variables internas del inversor.
- Visualización de todos los inversores de la planta en una misma pantalla.
- Posibilidad de captura y archivo en disco del histórico de datos.
- Representación del histórico de datos en forma de tablas o gráficas de diversos tipos.
- Almacenamiento de datos.
- Módem configurable para el envío de alarmas por SMS.

La relación de variables visualizables on-line y que son memorizadas por el inversor son las siguientes:

- Energía total entregada a la red.
- Tiempo total en estado operativo.
- Número total de conexiones a red.
- Número total de errores.
- Estado de las alarmas.
- Estado de funcionamiento interno.
- Tensión de los paneles solares.
- Corriente y potencia de los paneles solares.
- Corriente y potencia de salida a la red.
- Coseno de Phi.
- Signo del seno de Phi.
- Tensión de la red.
- Frecuencia de la red.
- Fecha y hora actual.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

En el display informativo aparecen los parámetros más importantes de la instalación:

- Energía acumulada.
- Energía diaria.
- Potencia instantánea.
- Irradiancia.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.
- Velocidad del viento.

El fondo de pantalla es personalizable y la presentación de datos en pantallas en formato TFT, LCD, etc.

El sistema de control será el encargado de adquirir los datos desde los PLCs de campo, visualizarlos y almacenarlos, además, estará comunicado con el SCADA del despacho de producción de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral de la planta.

Con la información suministrada por la red de PLCs, el sistema local de supervisión y mando SCADA tendrá una visión completa del estado de la planta y permitirá un mejor aprovechamiento del mismo, permitiendo detectar averías en tiempo real, tomar medidas correctoras que eviten la inutilización de un equipo y la correspondiente pérdida de producción así como la adopción de medidas correctoras que eviten la inutilización de un inversor y la correspondiente pérdida de producción.

11.6 Infraestructura de comunicaciones

El sistema de comunicaciones se centralizará desde el centro de control y acogerá los circuitos de fibra óptica del sistema perimetral de seguridad y los circuitos provenientes de los centros de transformación. En el plano "450 Arquitectura de Comunicaciones", se detallan los equipos conectados a cada circuito y el tipo de cable a utilizar.

Todos los cables empleados en las comunicaciones de la planta fotovoltaica deberán cumplir con la normativa indicada a continuación:

- UNE-EN 60793: Fibra óptica
- UNE-EN 50173: Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- Instrucciones Técnicas Complementarias del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permita mantener operativo el sistema de control y monitorización y sistema de seguridad ante posibles cortes de alimentación durante un mínimo de una hora.

11.7 Seguridad

Se instalará un sistema perimetral de seguridad basado en el perímetro de videovigilancia formado por cámaras térmicas y cámaras analógicas, de visión estándar distribuida alrededor del perímetro de la Planta que detectará cualquier intento de acceso no autorizado.

El sistema avisará a la central de recepción de alarmas o al administrador de seguridad personal cuando se detecte una intrusión además de iniciar la grabación.

El sistema comprenderá; cámaras de imágenes térmicas fijas, cámaras de visión estándar móvil y software automático para el procesamiento y análisis de imágenes en tiempo real utilizando algoritmos de detección y máscaras discriminando falsas alarmas y sin la participación directa humana.

El papel de las cámaras móviles es rastrear los movimientos de los intrusos una vez que se ha generado una alarma de intrusión.

El sistema se compondrá de los siguientes elementos:

- Cámaras térmicas fijas sobre báculos de 4 metros de altura.
- Cámaras analógicas fijas sobre báculos de 4 metros de altura.
- Cámaras móviles estándar Tipo Domo sobre báculos de 6 metros de altura.
- Báculos (Postes) metálicos instalados sobre cimientos donde se instalarán las cámaras.
- Placas de comunicaciones ubicadas en los postes de las cámaras para la fuente de alimentación y enlace con la red de comunicaciones del sistema.
- Centro de control y pantalla de vigilancia para los operadores.
- Dispositivos para el procesamiento y análisis de imágenes.
- Sistema de grabación de vídeo.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- Rack para la instalación de videoanálisis, grabadoras de vídeo y elementos auxiliares ubicados en el edificio control y almacén dentro de la planta fotovoltaica.
- Fuente de alimentación ininterrumpida (UPS): al menos 6 horas de suministro.

Sistema de análisis de vídeo

Todas las cámaras estarán conectadas a un sistema de análisis de vídeo inteligente responsable del procesamiento de las imágenes térmicas y analógicas y utilizando los algoritmos de análisis de vídeo correspondientes para generar las alarmas correspondientes.

Este sistema cuenta con análisis de vídeo basado en algoritmos de inteligencia artificial y es responsable de una detección de intrusión tanto de enviar alarma al Centro de Control de la Planta como a la central de recepción alarmas (CRA) para activar el Protocolo de intervención relevante.

Grabador de vídeo

Las cámaras, además de estar conectadas al sistema de análisis de vídeo, se conectarán a una grabadora de vídeo donde se almacenará la información recopilada durante el tiempo de monitorización, los 7 días de la semana y 24 horas al día.

Para optimizar el espacio de almacenamiento y el ancho de banda, puede establecer tres modos de grabación; continuos, programados y eventos.

El sistema estará equipado, así como un disco duro adicional de 4 Tb de capacidad de expansión de memoria para aumentar la capacidad de almacenamiento durante un período de al menos 15 días en calidad normal.

Vallado perimetral

Se instalará alrededor de toda la planta vallado de malla cinégetica, garantizando la permeabilidad del vallado para el paso de fauna de pequeño tamaño dejando un espacio libre desde el suelo de, al menos, 15 cm y con cuadros de tamaño máximo de 300 cm². El vallado perimetral respetará en todo momento los caminos públicos en toda su anchura y trazado, y deberá carecer de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similares que puedan dañar a la fauna del entorno.

En los cruces con barrancos el vallado deberá ser permeable según RD 638/2016.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

11.8 Obra civil

Construcción de la instalación

Los materiales y elementos que deben integrar la obra o que intervienen directamente en la ejecución de los trabajos a utilizar se regirán por normativas nacionales y estándares y métodos internacionales recogidos a continuación:

- Código Técnico de la Edificación (CTE) de marzo 2006.
- Hormigón estructural EHE-08 (RD 1247/2008).
- Eurocódigo:
 - EN 1990 Eurocódigo. Bases de diseño estructural.
 - EN 1991 Eurocódigo 1. Acciones en estructuras.
 - EN 1992 Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón.
 - EN 1993 Eurocódigo 3. Proyecto de estructuras de acero.
 - EN 1994 Eurocódigo 4. Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.

Se procurará la instalación de modelos prefabricados. Esta especificación se considerará para el centro de control y seguridad, almacén y garita de control de acceso.

Cumplirán todas las especificaciones de la normativa vigente.

Centro de control:

Se acondicionará un edificio prefabricado para albergar los equipos eléctricos, de instrumentación y control de la presente instalación. El edificio, en la medida de lo posible, no generará sombras en ningún campo fotovoltaico debido a su ubicación a una distancia adecuada de los módulos de la planta.

El edificio contará con los espacios y equipos necesarios para albergar dos puestos de trabajo permanentes y que contribuyan al correcto funcionamiento de la planta, además se dispondrá de los servicios sanitarios adecuados adjuntos a este centro para el personal encargado de la operación y mantenimiento.

Se dotará al edificio de sistema de climatización que garantice el correcto funcionamiento de los equipos que acoja.

El edificio contará con:

- Al menos oficinas con 2 puestos de trabajo.
- Canalizaciones eléctricas para alimentar el alumbrado y servicios varios.
- Sistemas de ventilación y climatización

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- Sistema contra incendios de acuerdo a normativa vigente.
- Línea telefónica.
- Una sala de Racks de comunicaciones climatizada
- Un circuito específico para alimentación de equipos informáticos el cual será conectado a un sistema de UPS (Uninterrupted Power System).

Anexo al edificio prefabricado de control se ubicará otro prefabricado con vestuario y aseo.

El edificio estará dividido en dos compartimentos independientes, uno para hombres y otro para mujeres, en cada compartimento contará con:

- Canalizaciones eléctricas para alimentar el alumbrado y servicios varios.
- Zona de vestuario
- Cuarto de baño
- Lavabo
- Ducha
- Extractor
- Termo de agua caliente compartido para ambos vestuarios

Para la recogida de aguas residuales de procedentes de los baños de dispondrá de una fosa séptica prefabricada (contenedor estanco de poliéster), de 1000 litros de capacidad, con decantador digestor y tapa de registro para inspección y mantenimiento.

Para abastecer de agua a los aseos, se dispondrá un depósito de agua con capacidad de 6.000 litros.

Almacén de la planta:

Durante el periodo de ejecución se acondicionarán zonas de acopio de material, donde se albergarán los materiales y una vez terminada la planta el stock de piezas de repuesto se albergará en pequeño almacén destinado a dicho uso.

- Dicho almacén consistirá en un edificio prefabricado para albergar el material de stock
- El almacén estará acondicionado para cumplir las exigencias mínimas de higiene y salubridad, así como la reglamentación específica urbanística y de instalaciones

La instalación eléctrica contará con un circuito específico directo desde el Cuadro de distribución General de SSAA.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Estructuras de hormigón

Se implantarán losas de hormigón armado para la instalación de los centros de transformación y losetas de hormigón para los postes de las cámaras de seguridad. Se cumplirán las siguientes características:

- Grados de hormigón: 20, 25 y 30
- Aceros: B500S

Estructuras de acero

Las hincas de la estructura portante de los módulos fotovoltaicos serán de acero galvanizado. Cada seguidor 2V56 estará soportado por 10 hincas, y los seguidores 2V28 estarán soportados por 6 hincas. Se cumplirán las siguientes características:

- Aceros: S355JR- S275JR

Movimiento de tierra

En función del tipo de terreno se realizarán diferentes labores para adecuarlo a la instalación de los seguidores fotovoltaicos y al trazado de los caminos internos y de acceso a la planta.

Los excedentes del movimiento de tierras se distribuirán uniformemente por toda la planta con lo que no se trasladarán sobrantes a vertedero.

Limpieza y desbroce:

- Limpieza y eliminación de la vegetación existente, así como escombros, materiales de otras construcciones, montículos y cualquier vegetación que se haya desarrollado en la zona de actuación del proyecto.
- En los casos con afloramientos se realizará el descabezado de estos.

Caminos:

- Terraplén con material adecuado o seleccionado de préstamo, extendido, humectación y compactación, incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, totalmente terminado.
- Excavación de la explanación y cunetas en todo tipo de terrenos reperfilado y acabado con motoniveladora, compactación de fondo si procede, incluso acopio de material para su posterior utilización en tareas de relleno o terraplenado, transporte a lugar de empleo.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p style="text-align: center;">E-VISADO</p>
--	---	---

Adecuación del terreno para instalación de seguidores:

Se realizarán los desmontes y terraplenes mínimos requeridos para adecuar el terreno a las pendientes máximas permitidas para la instalación de las estructuras que soportan los módulos fotovoltaicos.

Accesos y caminos

Se trazarán caminos que permitan el acceso a las parcelas ocupadas por la planta y a todos los Centros de Transformación. Tendrán una anchura mínima de 4 m y un perfilado de cuneta triangular para la escorrentía de aguas lluvias, apto para equipos pesados que puedan circular durante construcción y mantenimiento.

Se realizará una aportación de una capa de zahorra artificial con material de préstamo de 30 cm en los viales interiores,

El firme será suficientemente resistente y se hará el acondicionamiento adecuado para el tránsito de los vehículos pesados y maquinaria que se deban utilizar durante la ejecución y posterior mantenimiento de la instalación.

La composición de los caminos debe estar definida de acuerdo a las características de los vehículos y a las condiciones geológicas del terreno.

El sistema de drenaje que debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua del terreno. Debe ser calculado y diseñado consultando los datos meteorológicos y geológicos de la zona de la instalación aportando el pertinente estudio de drenaje o hidrogeológico. Se requerirá para los componentes del sistema de drenaje, las especificaciones técnicas, certificaciones y garantías disponibles considerando un periodo de retorno adecuado a la vida útil del proyecto, teniendo en cuenta siempre que se pueda se deberá respetar al máximo la orografía natural del terreno.

Adecuación para Centro de Control y Almacén

En las zonas de ubicación de casetas, centro de control, etc. y lugares que lo requieran, se aportará una capa de zahorra artificial con material de préstamo de 30 cm para garantizar, de este modo, la calidad mínima del terreno en toda la superficie.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

12 CUMPLIMIENTO DE CÓDIGO DE RED

La Comisión de la Unión Europea aprobó el Reglamento 2016/631 de requisitos de conexión de generadores a la red, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) el pasado 27 de abril de 2016, y fue objeto de una posterior corrección de errores publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) el pasado 16 de diciembre de 2016. Este Reglamento es de aplicación en la actualidad tras un período transitorio de tres años.

Hasta la entrada en vigor del Reglamento 2016/631, el marco normativo aplicable en España estaba definido en los Procedimientos de Operación (P.O.) del Gestor de la Red de Transporte, Red Eléctrica de España (REE), concretamente en su P.O. 12.2 que, junto con Reales Decretos (RD), especialmente el RD 413/2014, y otros P.O. complementarios, recogían, en sus diferentes apartados, la normativa, criterios y limitaciones que debían cumplir, las instalaciones de generación de electricidad en lo relativo a su conexión a la red.

Si bien el Reglamento 2016/631 es de directa aplicación a los estados miembros de la UE, requiere de cierto desarrollo nacional para definir el detalle de algunos de los requisitos técnicos. Dichos desarrollos se regulan en el Real Decreto 647/2020, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.

Así mismo la Orden TED/749/2020 aprueba los requisitos técnicos para la conexión a la red de transporte o de distribución de electricidad que deberán cumplir las instalaciones de generación y las de demanda eléctrica.

Adicionalmente se ha desarrollado un grupo de trabajo liderado por Red Eléctrica de España para definir la Norma Técnica de Supervisión (NTS). Esta norma será un documento que desarrollará aquellos aspectos del Título IV "Conformidad" del Reglamento 2016/631, que son necesarios para verificar que los módulos de generación de electricidad (MGE) a los que es de aplicación dicho Reglamento, cumplen con los requisitos técnicos.

El cumplimiento de dichos requisitos técnicos quedará reflejado tanto en un certificado final de MGE, que emitirá un certificador autorizado, como en los escritos de conformidad que emitirá el Gestor de la Red Pertinente (GRP) para los requisitos evaluados por el mismo.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Dentro de la norma, se han considerado de aplicación los criterios de la NTS por ser los más restrictivos para la planta.

De acuerdo a todas las normas y órdenes comentadas, se establecerán una serie de valores o rangos de funcionamiento para las centrales, como pueden ser el control de voltaje, control de potencia reactiva, control de frecuencia u otros. Algunos de estos parámetros contemplados en la norma son:

Requerimientos de Carga/Velocidad y/o Frecuencia/Potencia:

Se requerirá que toda planta de generación sea capaz de operar de manera estable conectado a la red y entregando potencia activa bajo la acción de su Controlador de Carga/Velocidad o Frecuencia/Potencia para variaciones de frecuencia dentro de los límites de operación en sobrefrecuencia y subfrecuencia, al menos durante los tiempos que se establezcan.

Requerimientos de estabilidad de tensión:

El diseño de la planta de generación tendrá que adaptarse a los requerimientos de estabilidad que establece.

Requerimientos de inyección de potencia:

Se asegurará que la planta puede operar de forma permanente entregando o absorbiendo potencia reactiva en el Punto de Conexión a la red (PCR), siempre y cuando esté disponible su recurso primario, para tensiones en el rango de Estado Normal, en los casos particulares que se indique.

Este último requisito es el que condiciona en gran medida el número de inversores a instalar en el proyecto. Según se prevé, de acuerdo con la NTS, al RD 647/2020, la Orden TED/749/2020 y lo establecido en el Reglamento 2016/631, la planta debe ser capaz de entregar una potencia reactiva de al menos un 40% de su potencia activa máxima, según Tipo de conexión (Tipo A o B), ya sea en forma capacitiva o inductiva.

La citada potencia activa máxima se define por parte de Red Eléctrica de España como:

“De acuerdo al Reglamento 2016/631, la capacidad máxima o P_{MAX} es la potencia activa máxima que puede producir un MGE, menos la demanda asociada exclusivamente a la facilitación del funcionamiento de dicho MGE y no suministrada a la red con arreglo a lo especificado en el acuerdo de conexión o según lo acordado entre el gestor de red pertinente y el propietario de la instalación de generación de electricidad. Esta capacidad

<p align="center">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
---	--	--

máxima así definida coincidirá con la capacidad de acceso otorgada en el permiso de acceso.”

El cálculo de detalle respecto a los requerimientos de potencia reactiva se recoge en el apartado 6 del anexo de cálculos eléctricos.

De esa manera, los inversores instalados permitirán a la planta gestionar demandas derivadas de los requisitos de conexión a la red, incluidos aspectos de control de tensión y/o gestión de energía o potencia reactiva sin penalizar la energía o potencia activa exportada.

Para controlar el funcionamiento de los inversores y el cumplimiento del código de red, el conjunto de los mismos se coordinará de manera centralizada en el Centro de Control de la planta fotovoltaica FV Sierra Plana 2, a través de un controlador central (Power Plant Controller o PPC) que se comunicará mediante fibra óptica con la nueva Subestación SET Sierra Plana 2 220/30 kV. En este caso, el PPC controlará la entrega de potencia activa y reactiva de la planta, siguiendo en todo momento las consignas del Operador del Sistema.

13 RED DE MEDIA TENSIÓN

Estará compuesta por circuitos eléctricos en 30 kV que tienen su inicio en los Centros de Transformación e Inversión de la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" y finalizan en las celdas correspondientes de Media Tensión ubicadas en el parque interior de 30 kV de la SET Sierra Plana 2 220/30 kV. Dicho recorrido puede observarse en los planos adjuntos al presente proyecto.

13.1 Características de la instalación

Las características generales de la conexión serán las siguientes:

Tensión nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
30 kV	36 kV	U ₀ /U (kV)	U _p (kV)
		18/30	170

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p style="text-align: center;">T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Donde:

Uo: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

Up: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

13.2 Canalización Subterránea

El recorrido de estos circuitos de la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" a SET Sierra Plana 2 220/30 kV se realizará mediante una zanja de aproximadamente 0,6 a 0,9 m de ancho, y hasta 1,2 m de profundidad donde se instalarán los circuitos de M.T. red de tierras y comunicaciones. Se colocará una banda de señalización a 0,30 m y otra de protección a 0,80 m del nivel definitivo del suelo.

Relleno.

La capa de relleno deberá ser compactada mecánicamente en capas de 20 cm. y deberá ser seleccionado de modo de no contener gravas de tamaño mayor a 3", restos de escombros, sales solubles y materia orgánica.

Cama de Apoyo.

Los cables irán enterrados directamente sobre cama de arena de río de 0,05 m y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 0,20 m por y envolviéndolos completamente. Este relleno consiste en una capa de suficiente espesor de arena compactada en forma manual que forme la base de apoyo, para el siguiente nivel o piso de cables.

13.3 Características del cable de potencia

El cable de potencia debe ser capaz de estar en servicio y soportar las variaciones en tensión y frecuencia de la red de media tensión de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional e internacional vigente.

El cable conectará las celdas MT de la Planta Fotovoltaica y las celdas de MT de la subestación elevadora SET Sierra Plana 2 220/30 kV.

<p align="center">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
---	--	--

Las características principales de la red de Media Tensión a la cual deberán de operar el cable serán las siguientes:

- Tensión nominal 30 kV
- Tensión máxima 36 kV
- Intensidad de cortocircuito simétrico 24 kA
- Frecuencia nominal 50 Hz

Las características principales del cable de potencia, para los circuitos correspondientes a las líneas de evacuación pertenecientes a la Planta Fotovoltaica, serán de cable unipolar de aluminio con las siguientes características:

- Conductor: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
 - Secciones utilizadas: 240, 300, 400, 500 y 630 mm²
 - Material: Aluminio
- Semicond. Interior: capa extrusionada de material conductor.
 - Espesor nominal: 28.3 mm
- Aislamiento
 - Material: XLPE ó HEPR
 - Espesor nominal: 4,5 mm
 - Diam. sobre aislamiento: 51.7 mm
- Semicond. exterior
 - Espesor nominal: 1,5 mm
- Cinta obturante
- Pantalla hilos de cobre: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
 - Seccion: 16 mm²
- 7Contraespira
- Protección longitudinal contra el agua: cordones cruzados higroscópicos o cinta hinchante.
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica de color rojo.

Por otro lado los terminales y conectores deben ser capaces de estar en servicio y soportar las variaciones en tensión y frecuencia de la red de media tensión de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional e internacional vigente.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p style="text-align: center;">E-VISADO</p>
--	---	---

Empalmes cable eléctrico

Se llevarán a cabo los empalmes unipolares necesarios los cuales deberán de ser definidos como consecuencia de las longitudes del recorrido respecto a las longitudes de las bobinas de cable para el transporte.

Dichos empalmes serán definidos como empalmes termorretráctiles y se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Tal y como se ha indicado, cuando la longitud de la línea subterránea obligue a empalmar conductores subterráneos, estos se conectarán por medio de empalmes compuestos por un cuerpo premodelado que se instala encima de los dos extremos de cable para asegurar la continuidad del aislamiento principal. Con carácter general el control de gradiente de campo y la reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizarán de acuerdo en la técnica de fabricación correspondiente al diseño. El cuerpo aislante con deflectores semiconductores estará siempre ensayado antes de su suministro.

El manguito de unión cumplirá con la norma UNE 21021, efectuándose el engastado de las piezas metálicas mediante compresión por punzonado profundo escalonado o compresión circular hexagonal.

Los empalmes se realizara en función de los conductores y las pantallas se conectan entre sí en el interior del empalme. En estos empalmes las pantallas se conectan a través de un cable concéntrico y una caja de puesta a tierra.

Los empalmes a efectuar a lo largo del recorrido, serán unipolares, siendo no aceptada la tecnología de instalación contráctil por calor, sin embargo el tipo de presentación será monobloc o integral, según lo indicado en UNE 211027 capítulo 5, cumpliendo características indicadas en el capítulo 7 de la citada norma y además:

- Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable, tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando cavidades de aire.
- El manguito metálico de empalme, que se incluirá en el suministro, será de tecnología por apriete mecánico según UNE 211 024 no admitiéndose que incorporen piezas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar si no son extraíbles con movimiento voluntario.
- El empalme estará contenido en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

<p align="center">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
---	--	--

Se proporcionará una certificación para cada empalme que incluya como mínimo la siguiente información:

- Tipo de empalme
- Prueba de resistencia de aislamiento (pantalla a tierra y conductor a pantalla) antes de la unión.
- Kit utilizado incluyendo el número de serie.
- Herramienta de decapado utilizada incluyendo el número de serie.
- Área de la sección transversal del conductor.
- Prueba de resistencia de aislamiento (pantalla a tierra y conductor a pantalla) después de la unión.
- Instrucciones del fabricante del kit de unión.
- Empalmador.
- Fecha de finalización.

Terminales cable eléctrico

Se llevarán a cabo la realización de terminales tipo interior a conectar a las celdas de media tensión correspondiente en ambos extremos de la línea subterránea.

Los conectores para los cables de potencia serán compatibles con el modelo de celda y las características de los pasatapas que incorporan.

Los conectores también vendrán definidos en función de las características y secciones de los cables de potencia que vayan a ser conectados en dichas celdas.

Deberán ser capaces de conducir en forma permanente la intensidad nominal para la que han sido diseñados. Estarán diseñados para soportar cortocircuitos con los valores de intensidad térmica y dinámica, simultáneamente a la aplicación de los máximos esfuerzos sobre ellos, siendo en todo momento capaces de permanecer estables.

Algunas de las características que deben de cumplir serán las siguientes:

- No precisa de herramientas especiales, encintados adicionales ni rellenos.
- Debe poder instalarse en cualquier posición.
- Deben permitir no ser necesario conservar las distancias mínimas entre fases.
- Podrá darse tensión inmediatamente después de su ejecución.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

- Conectables a pasatapas según EN-50181.
- Servicio en interior.
- El conector deberá de estar completamente apantallado
- Aptos para una intensidad nominal de 1250 A.
- Maniobrables sin tensión.
- Aptos para cables de aislamiento seco XLPE ó HEPR.
- Debe permitir la conexión de las pantallas de cable mediante semiconductor extrusionada o encintada y metálica de hilos o cintas.

13.4 Circuitos Eléctricos

A continuación, se reflejan los diferentes circuitos de evacuación en 30 kV, y sus conexiones desde los CTI de la planta fotovoltaica hasta las celdas correspondientes ubicadas en el interior del edificio de la nueva subestación SET Sierra Plana 2 220/30 kV:

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 1

Temperatura Terreno = 25 °C Resist. Térm. Terreno = 1,5 K·m/W s = 200 mm Frecuencia = 50 Hz

De CT	a CT	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka-Kp)	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caída tensión acum	Pot pérdida acum
		kW	kW	A	%	km		m			mm2	A	%	kW
1	2	3500	3500	72,584	21,2	0,404	1	1,10	0,9918	1	240	342,155	0,034	1,073
2	3	5200	8700	180,422	63,5	0,401	2	1,10	0,8232	1	240	283,988	0,116	7,652
3	SET-1	5200	13900	288,260	84,6	2,630	4	1,10	0,6744	1	500	340,568	0,624	62,723

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 2

Temperatura Terreno = 25 °C Resist. Térm. Terreno = 1,5 K·m/W s = 200 mm Frecuencia = 50 Hz

De CT	a CT	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka-Kp)	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caída tensión acum	Pot pérdida acum
		kW	kW	A	%	km		m			mm2	A	%	kW
6	5	5200	5200	107,838	38,0	0,215	2	1,10	0,8232	1	240	283,988	0,027	1,260
5	SET-1	5200	10400	215,677	82,0	1,272	4	1,10	0,6744	1	300	263,013	0,280	23,981

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 3

Temperatura Terreno = 25 °C Resist. Térm. Terreno = 1,5 K·m/W s = 200 mm Frecuencia = 50 Hz

De CT	a CT	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka-Kp)	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caída tensión acum	Pot pérdida acum
		kW	kW	A	%	km		m			mm2	A	%	kW
4	7	7000	7000	145,167	58,1	0,887	3	1,10	0,7240	1	240	249,773	0,147	9,421
7	8	5200	12200	253,006	89,1	0,184	2	1,10	0,8232	1	240	283,988	0,201	15,357
8	SET-1	3500	15700	325,589	84,0	0,839	4	1,10	0,6744	1	630	387,775	0,351	32,167

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 4

Temperatura Terreno = 25 °C Resist. Térm. Terreno = 1,5 K·m/W s = 200 mm Frecuencia = 50 Hz

De CT	a CT	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka-Kp)	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caída tensión acum	Pot pérdida acum
		kW	kW	A	%	km		m			mm2	A	%	kW
9	10	5200	5200	107,838	46,3	0,186	4	1,10	0,6744	1	240	232,665	0,023	1,090
10	SET-1	7000	12200	253,006	84,3	0,366	4	1,10	0,6744	1	400	300,104	0,096	8,470

14 INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN HACIA SET BIESCAS 220 kV

Con la finalidad de poder evacuar toda la energía generada por la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II" en la subestación SET Biescas 220 kV, se proyecta la conexión desde la nueva SET Sierra Plana 2 220/30 kV a través de una futura línea eléctrica aérea de 220 kV hasta la nueva SET Sierra Plana 1 220/30 kV. Y de la nueva SET Sierra Plana 1 220/30 kV se proyecta otra línea eléctrica aérea de 220 kV hasta la SET Biescas 220 kV. Tanto las nuevas SET como las nuevas LAAT mencionadas son infraestructuras compartidas con otros promotores que se encuentran desarrollando proyectos de energías renovables en la misma zona, y son objeto de proyectos independientes.

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado: 0001937</p> <p>VISADO: VD02361-21A</p> <p>FECHA: 7/7/21</p> <p>E-VISADO</p>
--	---	---

15 EMPLAZAMIENTO DE LA SET SIERRA PLANA 1 220/30 kV

La nueva SET Sierra Plana 1 220/30 kV estará ubicada en una parcela próxima a la planta fotovoltaica "FV Sierra Plana I", en el Término Municipal de Sabiñánigo en la provincia de Huesca.

Término Municipal	Provincia
Sabiñánigo	Huesca

En la siguiente tabla se indican las coordenadas geográficas UTM, Datum ETRS89, referidas al HUSO 30, de los vértices de la Subestación.

Coordenadas SET SIERRA PLANA 1 220/30 kV U.T.M. (Huso 30 - ETRS89)		
V1	717.540,29	4.713.274,37
V2	717.500,49	4.713.205,44
V3	717.447,23	4.713.236,19
V4	717.487,03	4.713.305,12

16 EMPLAZAMIENTO DE LA SET SIERRA PLANA 2 220/30 kV

La nueva SET Sierra Plana 2 220/30 kV estará ubicada en una parcela próxima a la planta fotovoltaica "FV Sierra Plana II", en el Término Municipal de Jaca en la provincia de Huesca.

Término Municipal	Provincia
Jaca	Huesca

La subestación se halla en el término municipal de Jaca (Huesca). En la siguiente tabla se indican las coordenadas geográficas UTM, Datum ETRS89, referidas al HUSO 30, de los vértices de la Subestación, su ubicación se muestra en el plano "040 Planta General".

Coordenadas SET SIERRA PLANA 2 220/30 kV U.T.M. (Huso 30 - ETRS89)		
V1	709.903,02	4.714.460,79
V2	709.895,79	4.714.419,41
V3	709.849,49	4.714.427,50
V4	709.856,72	4.714.468,88

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado: 0001937</p> <p>VISADO: VD02361-21A</p> <p>DEFECHA: 7/7/21</p> <p>E-VISADO</p>
--	---	---

17 SISTEMA DE MEDIDA DE ENERGÍA PARA FACTURACIÓN

En la SET Sierra Plana 2 220/30 kV se realizará el contaje para la venta de energía generada por la planta. Para ello, se instalará un equipo de medida principal más un equipo de medida redundante de acuerdo con las prescripciones del Reglamento de Puntos de Medida, este equipo se instalará en la sala de celdas de la subestación.

El equipo de medida de la planta estará formado por un armario de doble aislamiento conteniendo en su interior un contador principal y uno redundante, registrador homologado y un módulo de comunicaciones con la UCS.

El equipo de medida será un contador de tipo estático combinado para medir energía activa y reactiva de clase 0,2 y cuatro sistemas de medida para redes trifásicas a cuatro hilos, homologado, con contacto de sentido de la energía y sus respectivos emisores de impulsos, más el correspondiente registrador de acuerdo con el R.D. 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Punto de Medida del Sistema Eléctrico. Estos contadores serán de tipo 1.

La consulta y lectura a distancia de las medidas de energía y potencia del contador de facturación se podrá realizar localmente o bien a distancia mediante las comunicaciones adecuadas y utilizando un programa de acceso específico del fabricante. También se enviarán los impulsos desde los contadores de la planta al sistema de registro centralizado.

El cableado entre los transformadores y el equipo de medida de la planta será a base de cable de cobre flexible de 1000V de tensión nominal y de sección a definir en el proyecto de detalle para cumplir con las caídas de tensión reglamentarias. Los cables se protegerán con tubo corrugado de PVC separando los correspondientes a las tensiones e intensidades por conductos independientes. En todo caso se han de cumplir las normas particulares de la compañía distribuidora de la zona.

El equipo estará formado por un armario de material aislante conteniendo:

- Dos contadores de clase 0,2, 4 hilos, con medida de energía activa en ambos sentidos y reactiva en los cuatro cuadrantes, el registrador para hasta 4 contadores, y los dispositivos de transmisión al concentrador secundario
- Regleta de comprobación.
- Toma de corriente.
- Gestor de comunicaciones para la medida.

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	--

Las distintas variables de la medida fiscal deben de integrarse en el control de la subestación, de forma que también queden integradas en el centro de control, a la vez que se las dotará de módem para su interrogación por las empresas eléctricas u operador de mercado que sea preceptivo.

18 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución estimado para el proyecto es de 12 meses más la puesta en servicio

	AÑO 0			AÑO 1												
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
REDACCIÓN PROYECTO																
CONSTRUCCIÓN																
EXPLANACIÓN Y ACCESOS																
ZANÍAS																
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA																
SET y LAT																
PUESTA EN SERVICIO																

19 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Para minimizar la afección de posibles incendios cada uno de los centros de transformación de la planta fotovoltaica y los edificios de operación y mantenimiento contarán con un pulsador de alarma conectado al sistema SCADA y un extintor de CO2 eficiencia 89B de 5 kg.

Los vehículos de mantenimiento también dispondrán de extintores portátiles ABC, eficiencia 27A, 183B, C, de 6 kg.

El sistema se diseñará de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente para prevención de incendios.

20 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	COMPONENTES PRINCIPALES	10.822.903,20	65,23
-01.01	-SUMINISTRO DE MODULOS.....	9.402.166,20	
-01.02	-SUMINISTRO CENTROS TRANSFORMACIÓN.....	1.248.600,00	
-01.03	-SUMINISTRO CAJAS DE CORRIENTE CONTINUA.....	172.137,00	
2	OBRA CIVIL	1.871.029,15	11,28
-02.01	-ACONDICIONAMIENTO.....	752.935,86	
-02.03	-CIMENTACIONES.....	205.668,00	
-02.04	-ZANJAS.....	522.840,50	
-02.05	-SEGURIDAD Y CONTROL.....	389.584,79	
3	SUMINISTROS ELECTRICOS	884.486,19	5,33
-03.01	-CONEXIÓN ELÉCTRICA STRINGS A CAJA CC.....	147.575,64	
-03.02	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CAJAS CC A CTs.....	337.796,64	
-03.03	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN A SUBESTACIÓN.....	242.137,80	
-03.04	-SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	99.597,09	
-03.05	-CONSUMOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL.....	5.779,83	
-03.06	-SISTEMA DE COMUNICACIONES.....	51.599,19	
4	INSTALACIÓN ELECTRICA	549.873,98	3,31
-04.01	-CONEXIÓN ELÉCTRICA STRINGS A CAJA CC.....	227.655,46	
-04.02	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CAJAS CC A CTs.....	194.523,32	
-04.03	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN A SUBESTACIÓN.....	102.886,20	
-04.04	-SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	11.709,85	
-04.05	-CONSUMOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL.....	3.966,55	
-04.06	-SISTEMA DE COMUNICACIONES.....	9.132,60	
5	ENSAMBLAJE MECANICO	2.084.058,90	12,56
-05.01	-ENSAMBLAJE MECÁNICO DE ESTRUCTURA Y MÓDULOS.....	2.084.058,90	
6	MONITORIZACION	157.470,00	0,95
7	CCTV	136.829,50	0,82
8	SEGURIDAD Y SALUD	54.000,00	0,33
9	GESTIÓN DE RESIDUOS	31.250,25	0,19
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	16.591.901,17	
	21,00 % I.V.A.....	3.484.299,25	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	20.076.200,42	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	20.076.200,42	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de VEINTE MILLONES SETENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <div data-bbox="1220 51 1540 224" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado : 0001937 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA</p> <p>VISA Nº : VD02361-21A DE FOLIA 7/721</p> <p>VISADO</p> </div>
--	---	---

21 CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto y con los Anexos y planos que se adjuntan, se considera suficientemente descrita la instalación a realizar, solicitando las autorizaciones administrativas previstas en la legislación vigente para su instalación y puesta en servicio.

Junio 2021



José Luis Ovelleiro Medina.
Ingeniero Industrial.
Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:
Ingeniería y Proyectos Innovadores, S.L.
B-50996719



Anexo 1. Coordenadas Perimetricas

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  Nº Colegio: 33302-01A-1937 DUE: ISOLAR GALLEGO, S.L.U. VISADO: VD02361-21A DE FECHA: 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	---

OBJETO

El objeto del presente documento es el de mostrar y dar a conocer las coordenadas de la Planta Fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" ubicada en el término municipal de Jaca, Huesca.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en <https://coiiar.e-gestion.es>

A continuación se muestra la tabla con los vértices de la Planta Fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II".

PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II"											
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)											
VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y	VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y	VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y	VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V001	708.673,11	4.716.169,83	V042	708.783,09	4.716.096,22	V083	709.343,80	4.715.274,69	V124	710.015,57	4.715.161,53
V002	708.776,70	4.716.181,26	V043	708.774,28	4.716.130,82	V084	709.361,58	4.715.328,41	V125	710.000,00	4.715.122,51
V003	708.877,30	4.716.211,02	V044	708.728,53	4.716.146,96	V085	709.374,59	4.715.365,95	V126	709.980,73	4.715.094,36
V004	708.926,95	4.716.211,15	V045	708.671,89	4.716.159,07	V086	709.401,61	4.715.367,50	V127	709.974,12	4.715.062,30
V005	709.015,74	4.716.244,56	V046	709.598,55	4.716.388,11	V087	709.454,51	4.715.335,70	V128	709.913,84	4.715.056,57
V006	709.207,32	4.716.307,26	V047	709.728,03	4.716.415,05	V088	709.475,16	4.715.340,01	V129	709.894,17	4.715.149,12
V007	709.369,49	4.716.350,96	V048	709.799,45	4.716.419,14	V089	709.471,96	4.715.378,91	V130	709.179,96	4.714.977,86
V008	709.389,97	4.716.346,31	V049	709.822,85	4.716.308,76	V090	709.530,48	4.715.416,49	V131	709.597,55	4.714.998,78
V009	709.413,99	4.716.362,61	V050	709.884,83	4.716.206,08	V091	709.579,35	4.715.514,70	V132	709.977,13	4.715.002,68
V010	709.495,88	4.716.383,33	V051	709.801,48	4.716.153,61	V092	709.661,07	4.715.457,18	V133	709.963,46	4.714.974,47
V011	709.534,21	4.716.369,77	V052	709.753,68	4.716.121,13	V093	709.736,48	4.715.515,45	V134	709.929,72	4.714.953,40
V012	709.586,87	4.716.369,43	V053	709.694,65	4.716.080,90	V094	709.782,08	4.715.453,38	V135	709.928,32	4.714.921,78
V013	709.585,06	4.716.338,33	V054	709.676,09	4.716.083,48	V095	709.797,96	4.715.418,64	V136	709.946,06	4.714.891,07
V014	709.567,89	4.716.196,38	V055	709.641,15	4.716.072,37	V096	709.830,64	4.715.379,06	V137	709.940,91	4.714.867,71
V015	709.549,64	4.716.048,75	V056	709.645,62	4.716.040,69	V097	709.843,42	4.715.331,47	V138	709.923,69	4.714.851,69
V016	709.539,31	4.715.940,95	V057	709.612,88	4.716.027,03	V098	709.899,30	4.715.054,31	V139	709.927,19	4.714.826,63
V017	709.500,87	4.715.941,25	V058	709.615,65	4.716.010,87	V099	709.694,68	4.715.042,17	V140	709.914,45	4.714.789,07
V018	709.479,40	4.715.954,86	V059	709.725,82	4.716.040,70	V100	709.647,76	4.715.046,57	V141	709.924,24	4.714.733,80
V019	709.424,37	4.715.945,85	V060	709.787,57	4.716.078,91	V101	709.614,57	4.715.040,34	V142	709.919,26	4.714.683,69

**SOLAR ALTO
GALLEGO,
S.L.U.**

Proyecto Técnico Administrativo
Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"
T.M. Jaca (Huesca)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD02361-21A
DE FECHA : 7/7/21
E-VISADO

PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II"
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y									
V020	709.380,02	4.715.944,44	V061	709.822,66	4.716.092,01	V102	709.491,56	4.715.033,56	V143	709.933,09	4.714.650,87
V021	709.286,58	4.715.957,97	V062	709.840,89	4.716.077,87	V103	709.052,70	4.715.007,33	V144	709.970,68	4.714.635,72
V022	709.282,93	4.715.973,76	V063	709.829,72	4.716.019,28	V104	709.018,82	4.715.027,93	V145	709.964,51	4.714.567,49
V023	709.296,97	4.716.015,23	V064	709.782,69	4.716.002,62	V105	709.021,11	4.715.078,57	V146	709.940,22	4.714.552,48
V024	709.332,87	4.716.027,55	V065	709.822,31	4.716.004,01	V106	709.010,17	4.715.097,11	V147	709.920,05	4.714.510,74
V025	709.345,41	4.716.050,62	V066	709.870,57	4.716.015,91	V107	709.010,90	4.715.134,05	V148	709.924,61	4.714.479,47
V026	709.297,97	4.716.060,47	V067	709.875,16	4.715.990,04	V108	709.009,95	4.715.145,19	V149	709.959,74	4.714.450,88
V027	709.256,41	4.716.048,89	V068	709.866,95	4.715.982,25	V109	709.854,37	4.715.345,52	V150	709.856,72	4.714.468,88
V028	709.218,98	4.716.068,17	V069	709.781,13	4.715.958,45	V110	709.862,44	4.715.369,86	V151	709.849,49	4.714.427,50
V029	709.232,92	4.716.085,36	V070	709.713,79	4.715.953,28	V111	709.902,11	4.715.418,13	V152	709.796,95	4.714.436,88
V030	709.388,08	4.716.072,02	V071	709.646,48	4.715.932,19	V112	709.924,57	4.715.432,42	V153	709.469,71	4.714.539,70
V031	709.251,54	4.716.120,43	V072	709.597,80	4.715.913,61	V113	709.969,67	4.715.489,36	V154	709.290,68	4.714.614,18
V032	709.125,98	4.716.116,12	V073	709.547,45	4.715.911,53	V114	709.998,28	4.715.504,65	V155	709.295,70	4.714.640,52
V033	709.116,90	4.716.130,72	V074	709.559,71	4.716.034,87	V115	710.050,54	4.715.495,85	V156	709.290,43	4.714.673,20
V034	709.071,14	4.716.123,70	V075	709.596,01	4.716.337,28	V116	710.063,15	4.715.464,95	V157	709.273,30	4.714.724,93
V035	709.037,99	4.716.128,96	V076	709.016,34	4.715.182,66	V117	710.041,99	4.715.420,95	V158	709.246,48	4.714.788,15
V036	708.965,87	4.716.116,83	V077	709.074,49	4.715.200,40	V118	710.048,80	4.715.371,12	V159	709.224,08	4.714.865,10
V037	708.926,85	4.716.091,28	V078	709.186,04	4.715.220,25	V119	710.061,17	4.715.327,02	V160	709.211,39	4.714.878,82
V038	708.880,17	4.716.102,29	V079	709.181,56	4.715.187,46	V120	710.078,13	4.715.292,86	V161	709.185,24	4.714.916,71
V039	708.853,87	4.716.092,76	V080	709.198,67	4.715.187,46	V121	710.075,27	4.715.255,31			
V040	708.828,30	4.716.099,73	V081	709.203,38	4.715.227,53	V122	710.057,62	4.715.229,81			

**SOLAR ALTO
GALLEGO,
S.L.U.**

Proyecto Técnico Administrativo
Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"
T.M. Jaca (Huesca)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD02361-21A
DE FECHA : 7/7/21
E-VISADO

PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II"
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y									
V041	708.803,47	4.716.090,92	V082	709.308,57	4.715.301,70	V123	710.029,07	4.715.202,33			

A continuación se muestra la tabla con los vértices de la zanja de MT de la Planta Fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II".

ZANJA MT "FV SIERRA PLANA II" COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
Z01	709.570,70	4.716.220,64
Z02	709.581,63	4.716.219,37
Z03	709.549,46	4.715.911,84
Z04	709.528,05	4.715.882,75
Z05	709.509,15	4.715.855,64
Z06	709.508,61	4.715.847,35
Z07	709.510,25	4.715.845,18
Z08	709.517,29	4.715.843,70
Z09	709.530,92	4.715.835,83
Z10	709.606,78	4.715.762,42
Z11	709.630,10	4.715.739,26
Z12	709.657,48	4.715.720,24
Z13	709.702,91	4.715.696,32
Z14	709.809,22	4.715.631,80
Z15	709.897,31	4.715.584,22
Z16	709.924,40	4.715.554,29
Z17	709.924,47	4.715.532,97
Z18	709.913,58	4.715.508,61
Z19	709.885,45	4.715.488,64
Z20	709.861,48	4.715.478,23
Z21	709.837,43	4.715.473,47
Z22	709.830,67	4.715.465,79
Z23	709.829,37	4.715.459,82
Z24	709.839,67	4.715.412,57
Z25	709.851,28	4.715.352,53
Z26	709.853,90	4.715.350,45
Z27	709.869,80	4.715.267,17
Z28	709.856,94	4.715.264,70
Z29	709.603,72	4.715.040,09
Z30	709.604,59	4.714.998,85
Z31	709.845,11	4.714.428,29
Z32	709.848,97	4.714.424,55
Z33	709.862,82	4.714.422,13
Z34	709.863,33	4.714.425,08



Anexo 2. Cálculos Eléctricos

<p align="center">SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p align="center">  E-VISADO </p>
---	---	--

INDICE

1	OBJETO	3
2	NORMATIVA	4
3	CORRIENTES MÁXIMAS EN RÉGIMEN PERMANENTE EN BAJA TENSIÓN.....	6
3.1	CONDUCTOR DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS A CAJAS DE AGRUPACIÓN CC	6
3.2	CONDUCTOR DE CAJAS DE AGRUPACIÓN CC A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	10
4	CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN EN BAJA TENSIÓN	13
4.1	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 1.....	14
4.2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 2.....	19
4.3	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 3.....	27
5	CÁLCULO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN.....	37
6	CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA.....	40
6.1	PUESTA A TIERRA DEL PARQUE FOTOVOLTAICO	40
6.2	PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	45
7	ANÁLISIS P-Q EN EL PUNTO DE CONEXIÓN	50
8	CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	54
8.1	HIPÓTESIS DE DISEÑO.....	54
8.2	MODELIZACIÓN DEL CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	56
9	CÁLCULO DE CONDUCTORES CA BT Y MT PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	58
9.1	CORRIENTES MÁXIMAS EN RÉGIMEN PERMANENTE	58
9.1.1	PLETINAS DE CONEXIÓN CON TRANSFORMADOR.....	58
9.1.2	SALIDA DEL TRANSFORMADOR A LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN.....	61
9.2	CAÍDA DE TENSIÓN	62
9.2.1	CONDUCTOR DE SALIDA DE INVERSOR A PLETINAS DE CONEXIÓN CON TRANSFORMADOR	62
9.2.2	SALIDA DEL TRANSFORMADOR A LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN.....	62

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 33302-01B-1937 DIRECCIÓN DE LA OFICINA VISADO Nº VD02361-21A DE FECHA del 7/7/21 E-VISADO</p>
--	--	---

1 OBJETO

El objeto del presente anexo es la realización de los cálculos eléctricos de los circuitos de baja tensión en corriente continua (BT CC), la red de media tensión, la red de puesta a tierra, cálculos de cortocircuito y la verificación del cumplimiento del código de red de la Planta Fotovoltaica "FV SIERRA PLANA I"

Se calculará la sección necesaria de los conductores de BT CC según criterios de intensidad máxima permisible, además se calculará la caída de tensión de dichos conductores para que no se supere un valor promedio de caída de tensión de 1,3%. Se realizan también los cálculos de la red de puesta a tierra para cumplir con las tensiones máximas de paso y contacto admisibles.

Se realizará el cálculo de los conductores de la red de Media Tensión según los criterios siguientes:

- Intensidad máxima permisible
- Caída de tensión promedio menor del 0,5%
- Pérdida de potencia
- Cortocircuito

Además, se comprobará el dimensionamiento de los conductores de BT y MT de los Centros de Transformación

La Planta Fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" está constituida por 2 Centros de Transformación e Inversión (CTI) de 7.000 kVA a 30°C, 6 Centros de Transformación de 5.200 kVA a 30°C y 2 Centros de Transformación de 3.500 kVA a 30°C.

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiación 1937 DIRECCIÓN TÉCNICA VISADO VD02361-21A DE FECHA 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	---

2 NORMATIVA

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presente toda normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE N° 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C IDAE julio 2011.
- Orden de 23 de mayo de 1995 por la que se crea el Registro de Instalaciones de Producción en Régimen Especial.
- Orden de 25 de Junio de 2004, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón, sobre el procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.
- Orden de 7 de Noviembre de 2005, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación y la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas en redes de distribución.

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	--	--

- Orden de 7 de Noviembre de 2006, Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación del otorgamiento y la autorización administrativa de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.
- Orden de 5 de febrero de 2008, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación de expedientes de instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico –LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos así como las prescripciones técnicas de Red Eléctricas de España.

3 CORRIENTES MÁXIMAS EN RÉGIMEN PERMANENTE EN BAJA TENSIÓN

3.1 CONDUCTOR DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS A CAJAS DE AGRUPACIÓN CC

Este cable se instalará al aire por la estructura del seguidor, atado a la estructura mediante bridas, o enterrado bajo tubo en zanja hasta las cajas de agrupación de cadenas de módulos.

Se analiza la distribución de cadenas de módulos fotovoltaicos para identificar el peor caso y dimensionar la instalación en función de ello. El caso más desfavorable, corresponde al tramo con los conductores enterrados bajo tubo en zanja. Concretamente el tipo de zanja que se muestra a continuación:



Ilustración 1 Zanja de BT CC

Se selecciona cable de cobre de 6 mm² aislamiento XLPE. Según la norma **UNE- 60364-5-52** la intensidad máxima admisible en instalación enterrada bajo tubo para el cable de 6 mm² es **53 A**.

Tabla B.52.3 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 –
Cables aislados con XLPE/EPR, dos conductores cargados, cobre o aluminio –
Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente: 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502

Ilustración 2 Tabla B.52.3 UNE- 60364-5-52

Se deben aplicar factores de corrección según las condiciones de la instalación, dichos factores se obtienen de la norma **UNE- 60364-5-52**.

Considerando una temperatura del terreno de **25°C**, el factor de corrección por temperatura es **0,96**.

Tabla B. 52.15 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en conductos en el suelo

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Ilustración 3 Tabla B.52.15 UNE- 60364-5-52

Se debe aplicar un coeficiente de ajuste debido a la resistividad térmica del terreno. Al no disponer de este dato, se considera **1,5 K.m/W**. El factor de corrección por resistividad del terreno es **1,1**.

Tabla B.52.16 – Factores de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

NOTA 1 Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.5. La precisión global de los factores de corrección es de $\pm 5\%$.

NOTA 2 Los factores de corrección se aplican a los cables en conductos enterrados; para cables tendidos directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K·m/W serán más elevados. Si se necesitan valores más precisos, pueden calcularse por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287.

NOTA 3 Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.

NOTA 4 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60287.

Ilustración 4 Tabla B.52.16 UNE- 60364-5-52

La cantidad de circuitos por zanja y la separación entre ellos también influyen en los coeficientes de ajuste. En este tramo, se instalarán un máximo de 9 circuitos por cada tubo, con lo que el factor de corrección se considera **0,5**.

Tabla B.52.17 – Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares												Para usarse con las corrientes admisibles, referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 a B.52.13 Métodos A a F

Ilustración 5 Tabla B.52.17 UNE- 60364-5-52

Se instalarán hasta 3 tubos separados 0,25 m en zanja, con lo que el factor de corrección es **0,8**.

B) Cables unipolares en conductos individuales no magnéticos				
Número de circuitos unipolares de dos o tres cables	Distancia entre conductos ^b			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90
7	0,53	0,66	0,76	0,87
8	0,50	0,63	0,74	0,87
9	0,47	0,61	0,73	0,86
10	0,45	0,59	0,72	0,85
11	0,43	0,57	0,70	0,85
12	0,41	0,56	0,69	0,84
13	0,39	0,54	0,68	0,84
14	0,37	0,53	0,68	0,83
15	0,35	0,52	0,67	0,83
16	0,34	0,51	0,66	0,83
17	0,33	0,50	0,65	0,82
18	0,31	0,49	0,65	0,82
19	0,30	0,48	0,64	0,82
20	0,29	0,47	0,63	0,81

Ilustración 6 Tabla B.52.19 UNE- 60364-5-52

Aplicando todos los coeficientes de ajuste mencionados, queda una intensidad admisible:

$$I_{adm} = 53 * 0,96 * 1,1 * 0,8 * 0,5 = 22,39 A$$

La máxima corriente circulando por este conductor es la corriente de 1 cadena de módulos de 545 Wp. Al ser un módulo bifacial, considerando 20% de albedo y 25% de factor de bifacialidad, la intensidad a considerar es **14,64 A (Isc, 25°C)**. Se aplica un 125% de su intensidad, según la norma **UNE-60364-7-712, Anexo B apartado B.2:**

$$I_b = 14,64 * 1,25 = 18,30 A$$

Puesto que $I_b = 18,30 A < 22,39 A = I_{adm}$, la elección de cable de 6 mm² Cu para el tramo enterrado bajo tubo queda justificada.

El calibre de la protección necesaria para la protección del cable debido a la corriente inversa que puede circular por el módulo fotovoltaico, debe cumplir con la condición descrita en la norma **UNE 60364-4-43**

$$I_b < I_n < I_{adm} \quad [1]$$

$$18,30 < I_n < 22,39$$

Por tanto, para la función de protección, el fusible será de **20 A**. que está en el rango de fusibles permitidos por el fabricante del módulo.

3.2 CONDUCTOR DE CAJAS DE AGRUPACIÓN CC A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La conexión de las cajas de agrupación de cadenas de módulos al centro de transformación se realizará con conductor de **400 mm²** circuito simple de Aluminio con aislamiento XLPE, este cable se instalará directamente enterrado en zanja hasta el centro de transformación.

Se analiza la distribución de cadenas de módulos fotovoltaicos para identificar el peor caso y dimensionar la instalación en función de ello. El caso más desfavorable, corresponde al tramo con los conductores directamente enterrados en zanja con conductor de **400 mm²** en circuito simple.

La intensidad máxima admisible en instalación directamente enterrada para el cable de **400 mm²** es **455 A**.

Se deben aplicar factores de corrección según las condiciones de la instalación, dichos factores se obtienen de la norma **UNE- 60364-5-52**.

Considerando una temperatura del terreno de **25°C**, el factor de corrección por temperatura es 0,96.

Tabla B. 52.15 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en conductos en el suelo

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Ilustración 7 Tabla B.52.15 UNE- 60364-5-52

Se debe aplicar un coeficiente de ajuste debido a la resistividad térmica del terreno. Al no disponer de este dato, se considera **1,5 K.m/W**. El factor de corrección por resistividad del terreno es **1,28**.

Tabla B.52.16 – Factores de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

NOTA 1 Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.5. La precisión global de los factores de corrección es de ±5%.

NOTA 2 Los factores de corrección se aplican a los cables en conductos enterrados; para cables tendidos directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K·m/W serán más elevados. Si se necesitan valores más precisos, pueden calcularse por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287.

NOTA 3 Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.

NOTA 4 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60287.

Ilustración 8 Tabla B.52.16 UNE- 60364-5-52

La cantidad de circuitos por zanja y la separación entre ellos también influyen en los coeficientes de ajuste. En este tramo, se instalarán un máximo de 12 circuitos enterrados con una separación de 0,25 m entre cada uno, con lo que el factor de corrección se considera **0,59**.

Tabla B.52.18 – Factores de reducción para más de un circuito, cables directamente enterrados – Método de instalación D2 de las tablas B.52.2 a B.52.5 – Cables unipolares o multipolares

Número de circuitos	Distancia entre cables *				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

* Cables multipolares



* Cables unipolares



NOTA 1 Los valores indicados se aplican para una profundidad de instalación de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K·m/W. Estos valores están promediados para las dimensiones de los cables y los tipos de las tablas B.52.2 a B.52.5. Los valores medios, redondeados, pueden comportar un error de hasta el ±10% en ciertos casos. (Si son necesarios valores más precisos, pueden calcularse por los métodos de la Norma IEC 60287-2-1).

NOTA 2 En caso de una resistividad térmica menor que 2,5 K·m/W los factores de corrección en general se pueden incrementar y se pueden calcular con los métodos indicados en la Norma IEC 60287-2-1.

NOTA 3 Si un circuito consta de *m* conductores paralelos por fase, para determinar el factor de reducción, este circuito debería considerarse como *m* circuitos.

Ilustración 09 Tabla B.52.19 UNE- 60364-5-52

Aplicando todos los coeficientes de ajuste mencionados, queda una intensidad admisible:

$$I_{adm} = 455 * 0,96 * 1,28 * 0,59 = 329,87 A$$

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 1937 DIRECCIÓN TÉCNICA VISADO: VD02361-21A DE FECHA: 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	--

La máxima corriente circulando por este conductor es la corriente de 14 cadenas de módulos de 545 Wp, que es **14 x 14,64 = 204,92 A (Isc, 25°C)**. Se aplica un 125% de su intensidad, según la norma **UNE-60364-7-712, Anexo B apartado B.2:**

$$I_b = 204,92 * 1,25 = 256,15 A$$

Puesto que $I_b = 256,15 A < 329,87 A = I_{adm}$, la elección de cable de 400 mm² Al para el tramo directamente enterrado queda justificada.

El calibre de la protección necesaria para la protección del cable debido a sobre intensidades que puedan circular, debe cumplir con la condición descrita en la norma **UNE 60364-4-43** (fórmula 1):

$$I_b < I_n < I_{adm}$$

$$256,15 < I_n < 329,87$$

Por tanto, para la función de protección, el fusible será de **315 A**.

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegio 33302-01B 1937 DIRECCIÓN DE LA OFICINA VISADO Nº VD02361-21A DE FECHA del 7/7/21 E-VISADO</p>
--	--	--

4 CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN EN BAJA TENSIÓN

Tras seleccionar los cables cumpliendo con el criterio de intensidad máxima admisible, se ha procedido a calcular la caída de tensión de los dos tramos de cable en baja tensión y corriente continua:

- Tramo en BT y corriente continua que está compuesto por los cables que van desde las cadenas de módulos (string) hasta la caja de agrupación de cadenas de módulos.
- Tramo en BT y corriente continua que está compuesto por los cables que van desde la salida de las cajas de agrupación de cadenas de módulos hasta los inversores ubicados en los CT.
- Se han estudio tres bloques tipo representativos de la planta.

Se han previsto cables unipolares de cobre de 6 mm² para el tramo que une cadenas de módulos y cajas de agrupación de corriente continua, y conductores de 400 mm² en simple y/o doble circuito por polo entre las cajas de agrupación de corriente continua y los inversores presentes en los centros de transformación, ambos de 0,6/1kV y aislamiento XLPE. La fórmula empleada para estos cálculos es la siguiente:

$$\Delta U = \frac{I * L}{S * \delta} \quad [2]$$

Siendo:

ΔU = caída de tensión (V)

I = intensidad (A)

L = longitud del conductor (m)

S = sección del conductor (mm²)

δ = conductividad del conductor ($\Omega \cdot m / mm^2$), según sea cobre o aluminio

4.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 1

Cálculo de caídas de tensión para el tramo en BT CC entre cadenas de módulos y cajas de agrupación de cadenas de módulos en un centro de transformación tipo 1. El CT Tipo 1 consiste en un Centro de Transformación de 3.500 kVA a 30°C con 2 inversores de 1.663 kVA:

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
1	1	String 1-1-1	1150	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
1	1	String 1-1-2	1150	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
1	1	String 1-1-3	1150	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
1	1	String 1-1-4	1150	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
1	1	String 1-1-5	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	1	String 1-1-6	1150	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
1	1	String 1-1-7	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	1	String 1-1-8	1150	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
1	1	String 1-1-9	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	1	String 1-1-10	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	1	String 1-1-11	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	1	String 1-1-12	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	1	String 1-1-13	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	1	String 1-1-14	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	2	String 1-2-1	1150	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
1	2	String 1-2-2	1150	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
1	2	String 1-2-3	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	2	String 1-2-4	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	2	String 1-2-5	1150	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
1	2	String 1-2-6	1150	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
1	2	String 1-2-7	1150	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
1	2	String 1-2-8	1150	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
1	2	String 1-2-9	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
1	2	String 1-2-10	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	2	String 1-2-11	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
1	2	String 1-2-12	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	2	String 1-2-13	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
1	2	String 1-2-14	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
1	3	String 1-3-1	1150	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
1	3	String 1-3-2	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	3	String 1-3-3	1150	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
1	3	String 1-3-4	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	3	String 1-3-5	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	3	String 1-3-6	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	3	String 1-3-7	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
1	3	String 1-3-8	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	3	String 1-3-9	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
1	3	String 1-3-10	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	3	String 1-3-11	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
1	3	String 1-3-12	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
1	3	String 1-3-13	1150	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
1	3	String 1-3-14	1150	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
2	4	String 1-4-1	1150	13,93	6	0,297	81,0	4,14	0,360
2	4	String 1-4-2	1150	13,93	6	0,297	81,0	4,14	0,360
2	4	String 1-4-3	1150	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
2	4	String 1-4-4	1150	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
2	4	String 1-4-5	1150	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
2	4	String 1-4-6	1150	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
2	4	String 1-4-7	1150	13,93	6	0,447	122,0	6,23	0,542
2	4	String 1-4-8	1150	13,93	6	0,447	122,0	6,23	0,542
2	4	String 1-4-9	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
2	4	String 1-4-10	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
2	4	String 1-4-11	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	4	String 1-4-12	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	4	String 1-4-13	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	4	String 1-4-14	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	5	String 1-5-1	1150	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	5	String 1-5-2	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	5	String 1-5-3	1150	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	5	String 1-5-4	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	5	String 1-5-5	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	5	String 1-5-6	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	5	String 1-5-7	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	5	String 1-5-8	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	5	String 1-5-9	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	5	String 1-5-10	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	5	String 1-5-11	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	5	String 1-5-12	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	5	String 1-5-13	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	5	String 1-5-14	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	6	String 1-6-1	1150	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	6	String 1-6-2	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	6	String 1-6-3	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	6	String 1-6-4	1150	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
2	6	String 1-6-5	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	6	String 1-6-6	1150	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
2	6	String 1-6-7	1150	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	6	String 1-6-8	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	6	String 1-6-9	1150	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	6	String 1-6-10	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	6	String 1-6-11	1150	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	6	String 1-6-12	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	6	String 1-6-13	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	6	String 1-6-14	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	7	String 1-7-1	1150	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
2	7	String 1-7-2	1150	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
2	7	String 1-7-3	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	7	String 1-7-4	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	7	String 1-7-5	1150	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
2	7	String 1-7-6	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	7	String 1-7-7	1150	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
2	7	String 1-7-8	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	7	String 1-7-9	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	7	String 1-7-10	1150	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
2	7	String 1-7-11	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	7	String 1-7-12	1150	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
2	7	String 1-7-13	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	7	String 1-7-14	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
1	8	String 1-8-1	1150	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
1	8	String 1-8-2	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	8	String 1-8-3	1150	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
1	8	String 1-8-4	1150	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	8	String 1-8-5	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
1	8	String 1-8-6	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	8	String 1-8-7	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
1	8	String 1-8-8	1150	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
1	8	String 1-8-9	1150	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
1	8	String 1-8-10	1150	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
1	8	String 1-8-11	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
1	8	String 1-8-12	1150	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
1	9	String 1-9-1	1150	13,93	6	0,451	123,0	6,28	0,546
1	9	String 1-9-2	1150	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
1	9	String 1-9-3	1150	13,93	6	0,451	123,0	6,28	0,546
1	9	String 1-9-4	1150	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
1	9	String 1-9-5	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	9	String 1-9-6	1150	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
1	9	String 1-9-7	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	9	String 1-9-8	1150	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
1	9	String 1-9-9	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	9	String 1-9-10	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	9	String 1-9-11	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	9	String 1-9-12	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	10	String 1-10-1	1150	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
1	10	String 1-10-2	1150	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
1	10	String 1-10-3	1150	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
1	10	String 1-10-4	1150	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
1	10	String 1-10-5	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	10	String 1-10-6	1150	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
1	10	String 1-10-7	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	10	String 1-10-8	1150	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
1	10	String 1-10-9	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	10	String 1-10-10	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	10	String 1-10-11	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	10	String 1-10-12	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	11	String 1-11-1	1150	13,93	6	0,531	145,0	7,40	0,644
1	11	String 1-11-2	1150	13,93	6	0,531	145,0	7,40	0,644
1	11	String 1-11-3	1150	13,93	6	0,619	169,0	8,63	0,750
1	11	String 1-11-4	1150	13,93	6	0,619	169,0	8,63	0,750
1	11	String 1-11-5	1150	13,93	6	0,700	191,0	9,75	0,848
1	11	String 1-11-6	1150	13,93	6	0,700	191,0	9,75	0,848
1	11	String 1-11-7	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	11	String 1-11-8	1150	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
1	11	String 1-11-9	1150	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
1	11	String 1-11-10	1150	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
1	11	String 1-11-11	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	11	String 1-11-12	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	11	String 1-11-13	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	11	String 1-11-14	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	12	String 1-12-1	1150	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
1	12	String 1-12-2	1150	13,93	6	0,136	37,0	1,89	0,164
1	12	String 1-12-3	1150	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
1	12	String 1-12-4	1150	13,93	6	0,136	37,0	1,89	0,164
1	12	String 1-12-5	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	12	String 1-12-6	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	12	String 1-12-7	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	12	String 1-12-8	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	12	String 1-12-9	1150	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
1	12	String 1-12-10	1150	13,93	6	0,136	37,0	1,89	0,164

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
1	12	String 1-12-11	1150	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
1	12	String 1-12-12	1150	13,93	6	0,136	37,0	1,89	0,164
1	13	String 1-13-1	1150	13,93	6	0,366	100,0	5,11	0,444
1	13	String 1-13-2	1150	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
1	13	String 1-13-3	1150	13,93	6	0,366	100,0	5,11	0,444
1	13	String 1-13-4	1150	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
1	13	String 1-13-5	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	13	String 1-13-6	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	13	String 1-13-7	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	13	String 1-13-8	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	13	String 1-13-9	1150	13,93	6	0,377	103,0	5,26	0,457
1	13	String 1-13-10	1150	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
1	13	String 1-13-11	1150	13,93	6	0,377	103,0	5,26	0,457
1	13	String 1-13-12	1150	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
2	14	String 1-14-1	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	14	String 1-14-2	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	14	String 1-14-3	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	14	String 1-14-4	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	14	String 1-14-5	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	14	String 1-14-6	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	14	String 1-14-7	1150	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
2	14	String 1-14-8	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	14	String 1-14-9	1150	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
2	14	String 1-14-10	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	14	String 1-14-11	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	14	String 1-14-12	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	15	String 1-15-1	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	15	String 1-15-2	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	15	String 1-15-3	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	15	String 1-15-4	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	15	String 1-15-5	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	15	String 1-15-6	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	15	String 1-15-7	1150	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
2	15	String 1-15-8	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	15	String 1-15-9	1150	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
2	15	String 1-15-10	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	15	String 1-15-11	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	15	String 1-15-12	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	16	String 1-16-1	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	16	String 1-16-2	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	16	String 1-16-3	1150	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	16	String 1-16-4	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	16	String 1-16-5	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	16	String 1-16-6	1150	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	16	String 1-16-7	1150	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
2	16	String 1-16-8	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	16	String 1-16-9	1150	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
2	16	String 1-16-10	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	16	String 1-16-11	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	16	String 1-16-12	1150	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	17	String 1-17-1	1150	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
2	17	String 1-17-2	1150	13,93	6	0,066	18,0	0,92	0,080
2	17	String 1-17-3	1150	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
2	17	String 1-17-4	1150	13,93	6	0,066	18,0	0,92	0,080
2	17	String 1-17-5	1150	13,93	6	0,330	90,0	4,59	0,400

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Imp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
2	17	String 1-17-6	1150	13,93	6	0,099	27,0	1,38	0,120
2	17	String 1-17-7	1150	13,93	6	0,330	90,0	4,59	0,400
2	17	String 1-17-8	1150	13,93	6	0,099	27,0	1,38	0,120
2	17	String 1-17-9	1150	13,93	6	0,429	117,0	5,97	0,519
2	17	String 1-17-10	1150	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
2	17	String 1-17-11	1150	13,93	6	0,429	117,0	5,97	0,519
2	17	String 1-17-12	1150	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
2	18	String 1-18-1	1150	13,93	6	0,245	67,0	3,42	0,297
2	18	String 1-18-2	1150	13,93	6	0,245	67,0	3,42	0,297
2	18	String 1-18-3	1150	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
2	18	String 1-18-4	1150	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
2	18	String 1-18-5	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	18	String 1-18-6	1150	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	18	String 1-18-7	1150	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
2	18	String 1-18-8	1150	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
2	18	String 1-18-9	1150	13,93	6	0,311	85,0	4,34	0,377
2	18	String 1-18-10	1150	13,93	6	0,289	79,0	4,03	0,351
2	18	String 1-18-11	1150	13,93	6	0,311	85,0	4,34	0,377
2	18	String 1-18-12	1150	13,93	6	0,289	79,0	4,03	0,351

Cálculo de caídas de tensión para el tramo en BT CC entre cajas de agrupación de cadenas de módulos y centro de transformación tipo 1:

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Imp	S	R	L tot	Nº circuitos	ΔU (V)	% ΔU	% ΔU CC total
1	1	DC Combiner 1-1	1150,0	195,07	400	0,061	674	1	11,91	1,036	1,345
1	2	DC Combiner 1-2	1150,0	195,07	400	0,055	604	1	10,67	0,928	1,120
1	3	DC Combiner 1-3	1150,0	195,07	400	0,051	558	1	9,86	0,858	1,079
1	8	DC Combiner 1-8	1150,0	167,20	400	0,023	256	1	3,88	0,337	0,524
1	9	DC Combiner 1-9	1150,0	167,20	400	0,017	188	1	2,85	0,248	0,537
1	10	DC Combiner 1-10	1150,0	167,20	400	0,011	118	1	1,79	0,155	0,443
1	11	DC Combiner 1-11	1150,0	195,07	400	0,013	140	1	2,47	0,215	0,724
1	12	DC Combiner 1-12	1150,0	167,20	400	0,009	96	1	1,45	0,126	0,388
1	13	DC Combiner 1-13	1150,0	167,20	400	0,003	28	1	0,42	0,037	0,299
2	4	DC Combiner 1-4	1150,0	195,07	400	0,042	466	1	8,24	0,716	1,014
2	5	DC Combiner 1-5	1150,0	195,07	400	0,038	418	1	7,39	0,642	0,821
2	6	DC Combiner 1-6	1150,0	195,07	400	0,034	372	1	6,57	0,572	0,794
2	7	DC Combiner 1-7	1150,0	195,07	400	0,027	302	1	5,34	0,464	0,659
2	14	DC Combiner 1-14	1150,0	167,20	400	0,051	560	1	8,48	0,738	0,918
2	15	DC Combiner 1-15	1150,0	167,20	400	0,047	516	1	7,82	0,680	0,860
2	16	DC Combiner 1-16	1150,0	167,20	400	0,043	472	1	7,15	0,622	0,802
2	17	DC Combiner 1-17	1150,0	167,20	400	0,037	406	1	6,15	0,535	0,800
2	18	DC Combiner 1-18	1150,0	167,20	400	0,031	342	1	5,18	0,450	0,675

4.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 2

Cálculo de caídas de tensión para el tramo en BT CC entre cadenas de módulos y cajas de agrupación de cadenas de módulos en un centro de transformación tipo 2. El CT Tipo 2 consiste en un Centro de Transformación de 5.200 kVA a 30°C con 3 inversores de 1.663 kVA:

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Imp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
1	1	String 2-1-1	1150,0	13,93	6	0,110	30,0	1,53	0,133
1	1	String 2-1-2	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	1	String 2-1-3	1150,0	13,93	6	0,110	30,0	1,53	0,133
1	1	String 2-1-4	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	1	String 2-1-5	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
1	1	String 2-1-6	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
1	1	String 2-1-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	1	String 2-1-8	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	1	String 2-1-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	1	String 2-1-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	1	String 2-1-11	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
1	1	String 2-1-12	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
1	1	String 2-1-13	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	1	String 2-1-14	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	2	String 2-2-1	1150,0	13,93	6	0,517	141,0	7,20	0,626
1	2	String 2-2-2	1150,0	13,93	6	0,517	141,0	7,20	0,626
1	2	String 2-2-3	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
1	2	String 2-2-4	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	2	String 2-2-5	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
1	2	String 2-2-6	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	2	String 2-2-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	2	String 2-2-8	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	2	String 2-2-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	2	String 2-2-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	2	String 2-2-11	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
1	2	String 2-2-12	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	3	String 2-3-1	1150,0	13,93	6	0,758	207,0	10,57	0,919
2	3	String 2-3-2	1150,0	13,93	6	0,520	142,0	7,25	0,630
2	3	String 2-3-3	1150,0	13,93	6	0,758	207,0	10,57	0,919
2	3	String 2-3-4	1150,0	13,93	6	0,520	142,0	7,25	0,630
2	3	String 2-3-5	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	3	String 2-3-6	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	3	String 2-3-7	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	3	String 2-3-8	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	3	String 2-3-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	3	String 2-3-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	3	String 2-3-11	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	3	String 2-3-12	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	3	String 2-3-13	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	3	String 2-3-14	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	4	String 2-4-1	1150,0	13,93	6	0,758	207,0	10,57	0,919
2	4	String 2-4-2	1150,0	13,93	6	0,520	142,0	7,25	0,630
2	4	String 2-4-3	1150,0	13,93	6	0,758	207,0	10,57	0,919
2	4	String 2-4-4	1150,0	13,93	6	0,520	142,0	7,25	0,630
2	4	String 2-4-5	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	4	String 2-4-6	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	4	String 2-4-7	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	4	String 2-4-8	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
2	4	String 2-4-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	4	String 2-4-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	4	String 2-4-11	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	4	String 2-4-12	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	4	String 2-4-13	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	4	String 2-4-14	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	5	String 2-5-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	5	String 2-5-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	5	String 2-5-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	5	String 2-5-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	5	String 2-5-5	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	5	String 2-5-6	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
2	5	String 2-5-7	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	5	String 2-5-8	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
2	5	String 2-5-9	1150,0	13,93	6	0,758	207,0	10,57	0,919
2	5	String 2-5-10	1150,0	13,93	6	0,520	142,0	7,25	0,630
2	5	String 2-5-11	1150,0	13,93	6	0,758	207,0	10,57	0,919
2	5	String 2-5-12	1150,0	13,93	6	0,520	142,0	7,25	0,630
2	5	String 2-5-13	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	5	String 2-5-14	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	6	String 2-6-1	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	6	String 2-6-2	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
2	6	String 2-6-3	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	6	String 2-6-4	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
2	6	String 2-6-5	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
2	6	String 2-6-6	1150,0	13,93	6	0,839	229,0	11,69	1,017
2	6	String 2-6-7	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
2	6	String 2-6-8	1150,0	13,93	6	0,839	229,0	11,69	1,017
2	6	String 2-6-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	6	String 2-6-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	6	String 2-6-11	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	6	String 2-6-12	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	6	String 2-6-13	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	6	String 2-6-14	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
3	7	String 2-7-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	7	String 2-7-2	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	7	String 2-7-3	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	7	String 2-7-4	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	7	String 2-7-5	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
3	7	String 2-7-6	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
3	7	String 2-7-7	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
3	7	String 2-7-8	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
3	7	String 2-7-9	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	7	String 2-7-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	7	String 2-7-11	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	7	String 2-7-12	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	8	String 2-8-1	1150,0	13,93	6	0,824	225,0	11,49	0,999
3	8	String 2-8-2	1150,0	13,93	6	0,586	160,0	8,17	0,710
3	8	String 2-8-3	1150,0	13,93	6	0,824	225,0	11,49	0,999
3	8	String 2-8-4	1150,0	13,93	6	0,586	160,0	8,17	0,710
3	8	String 2-8-5	1150,0	13,93	6	0,333	91,0	4,65	0,404
3	8	String 2-8-6	1150,0	13,93	6	0,333	91,0	4,65	0,404
3	8	String 2-8-7	1150,0	13,93	6	0,747	204,0	10,41	0,906
3	8	String 2-8-8	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
3	8	String 2-8-9	1150,0	13,93	6	0,747	204,0	10,41	0,906

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
3	8	String 2-8-10	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
3	8	String 2-8-11	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	8	String 2-8-12	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	9	String 2-9-1	1150,0	13,93	6	0,385	105,0	5,36	0,466
3	9	String 2-9-2	1150,0	13,93	6	0,385	105,0	5,36	0,466
3	9	String 2-9-3	1150,0	13,93	6	0,454	124,0	6,33	0,550
3	9	String 2-9-4	1150,0	13,93	6	0,454	124,0	6,33	0,550
3	9	String 2-9-5	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	9	String 2-9-6	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	9	String 2-9-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	9	String 2-9-8	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	9	String 2-9-9	1150,0	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
3	9	String 2-9-10	1150,0	13,93	6	0,341	93,0	4,75	0,413
3	9	String 2-9-11	1150,0	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
3	9	String 2-9-12	1150,0	13,93	6	0,341	93,0	4,75	0,413
2	10	String 2-10-1	1150,0	13,93	6	1,249	341,0	17,41	1,514
2	10	String 2-10-2	1150,0	13,93	6	1,015	277,0	14,14	1,230
2	10	String 2-10-3	1150,0	13,93	6	1,249	341,0	17,41	1,514
2	10	String 2-10-4	1150,0	13,93	6	1,015	277,0	14,14	1,230
2	10	String 2-10-5	1150,0	13,93	6	0,766	209,0	10,67	0,928
2	10	String 2-10-6	1150,0	13,93	6	0,524	143,0	7,30	0,635
2	10	String 2-10-7	1150,0	13,93	6	0,766	209,0	10,67	0,928
2	10	String 2-10-8	1150,0	13,93	6	0,524	143,0	7,30	0,635
2	10	String 2-10-9	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	10	String 2-10-10	1150,0	13,93	6	0,040	11,0	0,56	0,049
2	10	String 2-10-11	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	10	String 2-10-12	1150,0	13,93	6	0,040	11,0	0,56	0,049
2	11	String 2-11-1	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
2	11	String 2-11-2	1150,0	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
2	11	String 2-11-3	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
2	11	String 2-11-4	1150,0	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
2	11	String 2-11-5	1150,0	13,93	6	0,015	4,0	0,20	0,018
2	11	String 2-11-6	1150,0	13,93	6	0,245	67,0	3,42	0,297
2	11	String 2-11-7	1150,0	13,93	6	0,015	4,0	0,20	0,018
2	11	String 2-11-8	1150,0	13,93	6	0,245	67,0	3,42	0,297
2	11	String 2-11-9	1150,0	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
2	11	String 2-11-10	1150,0	13,93	6	0,341	93,0	4,75	0,413
2	11	String 2-11-11	1150,0	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
2	11	String 2-11-12	1150,0	13,93	6	0,341	93,0	4,75	0,413
2	12	String 2-12-1	1150,0	13,93	6	0,110	30,0	1,53	0,133
2	12	String 2-12-2	1150,0	13,93	6	0,341	93,0	4,75	0,413
2	12	String 2-12-3	1150,0	13,93	6	0,110	30,0	1,53	0,133
2	12	String 2-12-4	1150,0	13,93	6	0,341	93,0	4,75	0,413
2	12	String 2-12-5	1150,0	13,93	6	0,766	209,0	10,67	0,928
2	12	String 2-12-6	1150,0	13,93	6	0,524	143,0	7,30	0,635
2	12	String 2-12-7	1150,0	13,93	6	0,766	209,0	10,67	0,928
2	12	String 2-12-8	1150,0	13,93	6	0,524	143,0	7,30	0,635
2	12	String 2-12-9	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	12	String 2-12-10	1150,0	13,93	6	0,040	11,0	0,56	0,049
2	12	String 2-12-11	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	12	String 2-12-12	1150,0	13,93	6	0,040	11,0	0,56	0,049
2	13	String 2-13-1	1150,0	13,93	6	0,846	231,0	11,79	1,026
2	13	String 2-13-2	1150,0	13,93	6	0,608	166,0	8,47	0,737
2	13	String 2-13-3	1150,0	13,93	6	0,846	231,0	11,79	1,026
2	13	String 2-13-4	1150,0	13,93	6	0,608	166,0	8,47	0,737

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
2	13	String 2-13-5	1150,0	13,93	6	0,942	257,0	13,12	1,141
2	13	String 2-13-6	1150,0	13,93	6	0,707	193,0	9,85	0,857
2	13	String 2-13-7	1150,0	13,93	6	0,942	257,0	13,12	1,141
2	13	String 2-13-8	1150,0	13,93	6	0,707	193,0	9,85	0,857
2	13	String 2-13-9	1150,0	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
2	13	String 2-13-10	1150,0	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
2	13	String 2-13-11	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
2	13	String 2-13-12	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	13	String 2-13-13	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
2	13	String 2-13-14	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	14	String 2-14-1	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	14	String 2-14-2	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	14	String 2-14-3	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	14	String 2-14-4	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	14	String 2-14-5	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	14	String 2-14-6	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	14	String 2-14-7	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	14	String 2-14-8	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	14	String 2-14-9	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
2	14	String 2-14-10	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	14	String 2-14-11	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
2	14	String 2-14-12	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	14	String 2-14-13	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	14	String 2-14-14	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	15	String 2-15-1	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	15	String 2-15-2	1150,0	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
1	15	String 2-15-3	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	15	String 2-15-4	1150,0	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
1	15	String 2-15-5	1150,0	13,93	6	0,605	165,0	8,42	0,733
1	15	String 2-15-6	1150,0	13,93	6	0,605	165,0	8,42	0,733
1	15	String 2-15-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	15	String 2-15-8	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	15	String 2-15-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	15	String 2-15-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	15	String 2-15-11	1150,0	13,93	6	0,839	229,0	11,69	1,017
1	15	String 2-15-12	1150,0	13,93	6	0,601	164,0	8,37	0,728
1	15	String 2-15-13	1150,0	13,93	6	0,839	229,0	11,69	1,017
1	15	String 2-15-14	1150,0	13,93	6	0,601	164,0	8,37	0,728
1	16	String 2-16-1	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	16	String 2-16-2	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	16	String 2-16-3	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	16	String 2-16-4	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	16	String 2-16-5	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	16	String 2-16-6	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	16	String 2-16-7	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	16	String 2-16-8	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	16	String 2-16-9	1150,0	13,93	6	0,839	229,0	11,69	1,017
1	16	String 2-16-10	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
1	16	String 2-16-11	1150,0	13,93	6	0,839	229,0	11,69	1,017
1	16	String 2-16-12	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
1	17	String 2-17-1	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
1	17	String 2-17-2	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
1	17	String 2-17-3	1150,0	13,93	6	0,744	203,0	10,36	0,901
1	17	String 2-17-4	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
1	17	String 2-17-5	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
1	17	String 2-17-6	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	17	String 2-17-7	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	17	String 2-17-8	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	17	String 2-17-9	1150,0	13,93	6	0,832	227,0	11,59	1,008
1	17	String 2-17-10	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
1	17	String 2-17-11	1150,0	13,93	6	0,832	227,0	11,59	1,008
1	17	String 2-17-12	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
1	17	String 2-17-13	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	17	String 2-17-14	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	18	String 2-18-1	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
1	18	String 2-18-2	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
1	18	String 2-18-3	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
1	18	String 2-18-4	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
1	18	String 2-18-5	1150,0	13,93	6	0,605	165,0	8,42	0,733
1	18	String 2-18-6	1150,0	13,93	6	0,605	165,0	8,42	0,733
1	18	String 2-18-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	18	String 2-18-8	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	18	String 2-18-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	18	String 2-18-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	18	String 2-18-11	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
1	18	String 2-18-12	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
1	18	String 2-18-13	1150,0	13,93	6	0,685	187,0	9,55	0,830
1	18	String 2-18-14	1150,0	13,93	6	0,685	187,0	9,55	0,830
1	19	String 2-19-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	19	String 2-19-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	19	String 2-19-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	19	String 2-19-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	19	String 2-19-5	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	19	String 2-19-6	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	19	String 2-19-7	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	19	String 2-19-8	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	19	String 2-19-9	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	19	String 2-19-10	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	19	String 2-19-11	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	19	String 2-19-12	1150,0	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
1	19	String 2-19-13	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	19	String 2-19-14	1150,0	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
1	20	String 2-20-1	1150,0	13,93	6	0,641	175,0	8,93	0,777
1	20	String 2-20-2	1150,0	13,93	6	0,876	239,0	12,20	1,061
1	20	String 2-20-3	1150,0	13,93	6	0,641	175,0	8,93	0,777
1	20	String 2-20-4	1150,0	13,93	6	0,876	239,0	12,20	1,061
1	20	String 2-20-5	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
1	20	String 2-20-6	1150,0	13,93	6	0,751	205,0	10,47	0,910
1	20	String 2-20-7	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
1	20	String 2-20-8	1150,0	13,93	6	0,751	205,0	10,47	0,910
1	20	String 2-20-9	1150,0	13,93	6	0,150	41,0	2,09	0,182
1	20	String 2-20-10	1150,0	13,93	6	0,392	107,0	5,46	0,475
1	20	String 2-20-11	1150,0	13,93	6	0,150	41,0	2,09	0,182
1	20	String 2-20-12	1150,0	13,93	6	0,392	107,0	5,46	0,475
1	21	String 2-21-1	1150,0	13,93	6	0,026	7,0	0,36	0,031
1	21	String 2-21-2	1150,0	13,93	6	0,026	7,0	0,36	0,031
1	21	String 2-21-3	1150,0	13,93	6	0,136	37,0	1,89	0,164
1	21	String 2-21-4	1150,0	13,93	6	0,136	37,0	1,89	0,164
1	21	String 2-21-5	1150,0	13,93	6	0,238	65,0	3,32	0,289
1	21	String 2-21-6	1150,0	13,93	6	0,238	65,0	3,32	0,289

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
1	21	String 2-21-7	1150,0	13,93	6	0,326	89,0	4,54	0,395
1	21	String 2-21-8	1150,0	13,93	6	0,326	89,0	4,54	0,395
1	21	String 2-21-9	1150,0	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
1	21	String 2-21-10	1150,0	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
1	21	String 2-21-11	1150,0	13,93	6	1,037	283,0	14,45	1,256
1	21	String 2-21-12	1150,0	13,93	6	0,802	219,0	11,18	0,972
1	21	String 2-21-13	1150,0	13,93	6	1,037	283,0	14,45	1,256
1	21	String 2-21-14	1150,0	13,93	6	0,802	219,0	11,18	0,972
3	22	String 2-22-1	1150,0	13,93	6	0,344	94,0	4,80	0,417
3	22	String 2-22-2	1150,0	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
3	22	String 2-22-3	1150,0	13,93	6	0,344	94,0	4,80	0,417
3	22	String 2-22-4	1150,0	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
3	22	String 2-22-5	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	22	String 2-22-6	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	22	String 2-22-7	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	22	String 2-22-8	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	22	String 2-22-9	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	22	String 2-22-10	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	22	String 2-22-11	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	22	String 2-22-12	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	22	String 2-22-13	1150,0	13,93	6	0,271	74,0	3,78	0,329
3	22	String 2-22-14	1150,0	13,93	6	0,271	74,0	3,78	0,329
3	23	String 2-23-1	1150,0	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
3	23	String 2-23-2	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	23	String 2-23-3	1150,0	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
3	23	String 2-23-4	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	23	String 2-23-5	1150,0	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
3	23	String 2-23-6	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	23	String 2-23-7	1150,0	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
3	23	String 2-23-8	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	23	String 2-23-9	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
3	23	String 2-23-10	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
3	23	String 2-23-11	1150,0	13,93	6	0,026	7,0	0,36	0,031
3	23	String 2-23-12	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	23	String 2-23-13	1150,0	13,93	6	0,026	7,0	0,36	0,031
3	23	String 2-23-14	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	24	String 2-24-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	24	String 2-24-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	24	String 2-24-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	24	String 2-24-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	24	String 2-24-5	1150,0	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
3	24	String 2-24-6	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	24	String 2-24-7	1150,0	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
3	24	String 2-24-8	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	24	String 2-24-9	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
3	24	String 2-24-10	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	24	String 2-24-11	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
3	24	String 2-24-12	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	24	String 2-24-13	1150,0	13,93	6	0,531	145,0	7,40	0,644
3	24	String 2-24-14	1150,0	13,93	6	0,531	145,0	7,40	0,644
3	25	String 2-25-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	25	String 2-25-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	25	String 2-25-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	25	String 2-25-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	25	String 2-25-5	1150,0	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
3	25	String 2-25-6	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	25	String 2-25-7	1150,0	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
3	25	String 2-25-8	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	25	String 2-25-9	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
3	25	String 2-25-10	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	25	String 2-25-11	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
3	25	String 2-25-12	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	25	String 2-25-13	1150,0	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
3	25	String 2-25-14	1150,0	13,93	6	0,128	35,0	1,79	0,155
3	26	String 2-26-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	26	String 2-26-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	26	String 2-26-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	26	String 2-26-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	26	String 2-26-5	1150,0	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
3	26	String 2-26-6	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	26	String 2-26-7	1150,0	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
3	26	String 2-26-8	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	26	String 2-26-9	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
3	26	String 2-26-10	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	26	String 2-26-11	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
3	26	String 2-26-12	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	26	String 2-26-13	1150,0	13,93	6	0,289	79,0	4,03	0,351
3	26	String 2-26-14	1150,0	13,93	6	0,289	79,0	4,03	0,351
3	27	String 2-27-1	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	27	String 2-27-2	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	27	String 2-27-3	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	27	String 2-27-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	27	String 2-27-5	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	27	String 2-27-6	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	27	String 2-27-7	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	27	String 2-27-8	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	27	String 2-27-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	27	String 2-27-10	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	27	String 2-27-11	1150,0	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
3	27	String 2-27-12	1150,0	13,93	6	0,125	34,0	1,74	0,151
3	27	String 2-27-13	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253
3	27	String 2-27-14	1150,0	13,93	6	0,209	57,0	2,91	0,253

Cálculo de caídas de tensión para el tramo en BT CC entre cajas de agrupación de cadenas de módulos y centro de transformación tipo 2:

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	Nº circuitos	ΔU (V)	% ΔU	% ΔU CC total
1	1	DC Combiner 2-1	1150,0	195,07	400	0,051	568	1	10,04	0,873	1,198
1	2	DC Combiner 2-2	1150,0	167,20	400	0,049	546	1	8,27	0,719	1,044
1	15	DC Combiner 2-15	1150,0	195,07	400	0,027	300	1	5,30	0,461	0,944
1	16	DC Combiner 2-16	1150,0	167,20	400	0,027	302	1	4,57	0,398	0,838
1	17	DC Combiner 2-17	1150,0	195,07	400	0,031	346	1	6,11	0,532	1,105
1	18	DC Combiner 2-18	1150,0	195,07	400	0,029	324	1	5,73	0,498	0,940
1	19	DC Combiner 2-19	1150,0	195,07	400	0,034	370	1	6,54	0,569	0,786
1	20	DC Combiner 2-20	1150,0	167,20	400	0,036	392	1	5,94	0,516	1,187
1	21	DC Combiner 2-21	1150,0	195,07	400	0,012	128	1	2,26	0,197	0,705
2	3	DC Combiner 2-3	1150,0	195,07	400	0,047	524	1	9,26	0,805	1,216
2	4	DC Combiner 2-4	1150,0	195,07	400	0,045	502	1	8,87	0,771	1,182
2	5	DC Combiner 2-5	1150,0	195,07	400	0,043	480	1	8,48	0,738	1,271
2	6	DC Combiner 2-6	1150,0	195,07	400	0,039	436	1	7,70	0,670	1,136
2	10	DC Combiner 2-10	1150,0	167,20	400	0,012	130	1	1,97	0,171	0,953
2	11	DC Combiner 2-11	1150,0	167,20	400	0,012	132	1	2,00	0,174	0,416
2	12	DC Combiner 2-12	1150,0	167,20	400	0,014	152	1	2,30	0,200	0,615
2	13	DC Combiner 2-13	1150,0	195,07	400	0,029	324	1	5,73	0,498	1,314
2	14	DC Combiner 2-14	1150,0	195,07	400	0,027	300	1	5,30	0,461	0,829
3	7	DC Combiner 2-7	1150,0	167,20	400	0,041	458	1	6,94	0,603	0,959
3	8	DC Combiner 2-8	1150,0	167,20	400	0,040	438	1	6,63	0,577	1,235
3	9	DC Combiner 2-9	1150,0	167,20	400	0,008	86	1	1,30	0,113	0,430
3	22	DC Combiner 2-22	1150,0	195,07	400	0,035	384	1	6,79	0,590	0,846
3	23	DC Combiner 2-23	1150,0	195,07	400	0,031	342	1	6,04	0,526	0,777
3	24	DC Combiner 2-24	1150,0	195,07	400	0,031	344	1	6,08	0,529	0,867
3	25	DC Combiner 2-25	1150,0	195,07	400	0,039	434	1	7,67	0,667	0,935
3	26	DC Combiner 2-26	1150,0	195,07	400	0,046	504	1	8,91	0,775	1,071
3	27	DC Combiner 2-27	1150,0	195,07	400	0,054	596	1	10,53	0,916	1,225

4.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 3

Cálculo de caídas de tensión para el tramo en BT CC entre cadenas de módulos y cajas de agrupación de cadenas de módulos en un centro de transformación tipo 3. El CT Tipo 3 consiste en un Centro de Transformación de 7.000 kVA a 30°C con 4 inversores de 1.663 kVA:

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
1	1	String 3-1-1	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
1	1	String 3-1-2	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
1	1	String 3-1-3	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
1	1	String 3-1-4	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
1	1	String 3-1-5	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	1	String 3-1-6	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	1	String 3-1-7	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	1	String 3-1-8	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	1	String 3-1-9	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	1	String 3-1-10	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	1	String 3-1-11	1150,0	13,93	6	0,264	72,0	3,68	0,320
1	1	String 3-1-12	1150,0	13,93	6	0,026	7,0	0,36	0,031
1	1	String 3-1-13	1150,0	13,93	6	0,264	72,0	3,68	0,320
1	1	String 3-1-14	1150,0	13,93	6	0,026	7,0	0,36	0,031
1	2	String 3-2-1	1150,0	13,93	6	0,110	30,0	1,53	0,133
1	2	String 3-2-2	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	2	String 3-2-3	1150,0	13,93	6	0,110	30,0	1,53	0,133
1	2	String 3-2-4	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	2	String 3-2-5	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	2	String 3-2-6	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	2	String 3-2-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	2	String 3-2-8	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	2	String 3-2-9	1150,0	13,93	6	0,520	142,0	7,25	0,630
1	2	String 3-2-10	1150,0	13,93	6	0,520	142,0	7,25	0,630
1	2	String 3-2-11	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
1	2	String 3-2-12	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	2	String 3-2-13	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
1	2	String 3-2-14	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	3	String 3-3-1	1150,0	13,93	6	0,612	167,0	8,53	0,741
1	3	String 3-3-2	1150,0	13,93	6	0,612	167,0	8,53	0,741
1	3	String 3-3-3	1150,0	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
1	3	String 3-3-4	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	3	String 3-3-5	1150,0	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
1	3	String 3-3-6	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	3	String 3-3-7	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	3	String 3-3-8	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
1	3	String 3-3-9	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	3	String 3-3-10	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
1	3	String 3-3-11	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
1	3	String 3-3-12	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
1	3	String 3-3-13	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
1	3	String 3-3-14	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
2	4	String 3-4-1	1150,0	13,93	6	0,605	165,0	8,42	0,733
2	4	String 3-4-2	1150,0	13,93	6	0,605	165,0	8,42	0,733
2	4	String 3-4-3	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	4	String 3-4-4	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
2	4	String 3-4-5	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
2	4	String 3-4-6	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
2	4	String 3-4-7	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	4	String 3-4-8	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	4	String 3-4-9	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	4	String 3-4-10	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	4	String 3-4-11	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	4	String 3-4-12	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	4	String 3-4-13	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	4	String 3-4-14	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	5	String 3-5-1	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	5	String 3-5-2	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	5	String 3-5-3	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	5	String 3-5-4	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	5	String 3-5-5	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	5	String 3-5-6	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	5	String 3-5-7	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	5	String 3-5-8	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	5	String 3-5-9	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	5	String 3-5-10	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	5	String 3-5-11	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	5	String 3-5-12	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	5	String 3-5-13	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
2	5	String 3-5-14	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
2	6	String 3-6-1	1150,0	13,93	6	0,601	164,0	8,37	0,728
2	6	String 3-6-2	1150,0	13,93	6	0,601	164,0	8,37	0,728
2	6	String 3-6-3	1150,0	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
2	6	String 3-6-4	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	6	String 3-6-5	1150,0	13,93	6	0,352	96,0	4,90	0,426
2	6	String 3-6-6	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	6	String 3-6-7	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	6	String 3-6-8	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	6	String 3-6-9	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	6	String 3-6-10	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	6	String 3-6-11	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	6	String 3-6-12	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	6	String 3-6-13	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	6	String 3-6-14	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	7	String 3-7-1	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	7	String 3-7-2	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
2	7	String 3-7-3	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
2	7	String 3-7-4	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
2	7	String 3-7-5	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	7	String 3-7-6	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	7	String 3-7-7	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	7	String 3-7-8	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
2	7	String 3-7-9	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	7	String 3-7-10	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
2	7	String 3-7-11	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	7	String 3-7-12	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	7	String 3-7-13	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	7	String 3-7-14	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
2	8	String 3-8-1	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	8	String 3-8-2	1150,0	13,93	6	0,480	131,0	6,69	0,582
2	8	String 3-8-3	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
2	8	String 3-8-4	1150,0	13,93	6	0,480	131,0	6,69	0,582
2	8	String 3-8-5	1150,0	13,93	6	0,180	49,0	2,50	0,218

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
2	8	String 3-8-6	1150,0	13,93	6	0,180	49,0	2,50	0,218
2	8	String 3-8-7	1150,0	13,93	6	0,147	40,0	2,04	0,178
2	8	String 3-8-8	1150,0	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
2	8	String 3-8-9	1150,0	13,93	6	0,147	40,0	2,04	0,178
2	8	String 3-8-10	1150,0	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
2	8	String 3-8-11	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	8	String 3-8-12	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
2	8	String 3-8-13	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	8	String 3-8-14	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
2	9	String 3-9-1	1150,0	13,93	6	0,289	79,0	4,03	0,351
2	9	String 3-9-2	1150,0	13,93	6	0,289	79,0	4,03	0,351
2	9	String 3-9-3	1150,0	13,93	6	0,176	48,0	2,45	0,213
2	9	String 3-9-4	1150,0	13,93	6	0,176	48,0	2,45	0,213
2	9	String 3-9-5	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
2	9	String 3-9-6	1150,0	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
2	9	String 3-9-7	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
2	9	String 3-9-8	1150,0	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
2	9	String 3-9-9	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	9	String 3-9-10	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
2	9	String 3-9-11	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	9	String 3-9-12	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
2	9	String 3-9-13	1150,0	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
2	9	String 3-9-14	1150,0	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
2	10	String 3-10-1	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	10	String 3-10-2	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	10	String 3-10-3	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	10	String 3-10-4	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
2	10	String 3-10-5	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	10	String 3-10-6	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	10	String 3-10-7	1150,0	13,93	6	0,381	104,0	5,31	0,462
2	10	String 3-10-8	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
2	10	String 3-10-9	1150,0	13,93	6	0,381	104,0	5,31	0,462
2	10	String 3-10-10	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
2	10	String 3-10-11	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
2	10	String 3-10-12	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
2	11	String 3-11-1	1150,0	13,93	6	0,377	103,0	5,26	0,457
2	11	String 3-11-2	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
2	11	String 3-11-3	1150,0	13,93	6	0,377	103,0	5,26	0,457
2	11	String 3-11-4	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
2	11	String 3-11-5	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
2	11	String 3-11-6	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
2	11	String 3-11-7	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	11	String 3-11-8	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
2	11	String 3-11-9	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	11	String 3-11-10	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
2	11	String 3-11-11	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	11	String 3-11-12	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	12	String 3-12-1	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	12	String 3-12-2	1150,0	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
2	12	String 3-12-3	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
2	12	String 3-12-4	1150,0	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
2	12	String 3-12-5	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	12	String 3-12-6	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
2	12	String 3-12-7	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
2	12	String 3-12-8	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
2	12	String 3-12-9	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
2	12	String 3-12-10	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
2	12	String 3-12-11	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
2	12	String 3-12-12	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
3	13	String 3-13-1	1150,0	13,93	6	0,381	104,0	5,31	0,462
3	13	String 3-13-2	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
3	13	String 3-13-3	1150,0	13,93	6	0,381	104,0	5,31	0,462
3	13	String 3-13-4	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
3	13	String 3-13-5	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
3	13	String 3-13-6	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
3	13	String 3-13-7	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	13	String 3-13-8	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
3	13	String 3-13-9	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	13	String 3-13-10	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
3	13	String 3-13-11	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
3	13	String 3-13-12	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
3	14	String 3-14-1	1150,0	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
3	14	String 3-14-2	1150,0	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
3	14	String 3-14-3	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
3	14	String 3-14-4	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
3	14	String 3-14-5	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
3	14	String 3-14-6	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
3	14	String 3-14-7	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	14	String 3-14-8	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
3	14	String 3-14-9	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	14	String 3-14-10	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
3	14	String 3-14-11	1150,0	13,93	6	0,399	109,0	5,56	0,484
3	14	String 3-14-12	1150,0	13,93	6	0,399	109,0	5,56	0,484
3	15	String 3-15-1	1150,0	13,93	6	0,176	48,0	2,45	0,213
3	15	String 3-15-2	1150,0	13,93	6	0,176	48,0	2,45	0,213
3	15	String 3-15-3	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
3	15	String 3-15-4	1150,0	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
3	15	String 3-15-5	1150,0	13,93	6	0,143	39,0	1,99	0,173
3	15	String 3-15-6	1150,0	13,93	6	0,370	101,0	5,16	0,448
3	15	String 3-15-7	1150,0	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
3	15	String 3-15-8	1150,0	13,93	6	0,037	10,0	0,51	0,044
3	15	String 3-15-9	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	15	String 3-15-10	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
3	15	String 3-15-11	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	15	String 3-15-12	1150,0	13,93	6	0,253	69,0	3,52	0,306
3	16	String 3-16-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	16	String 3-16-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	16	String 3-16-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	16	String 3-16-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	16	String 3-16-5	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	16	String 3-16-6	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
3	16	String 3-16-7	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	16	String 3-16-8	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
3	16	String 3-16-9	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
3	16	String 3-16-10	1150,0	13,93	6	0,429	117,0	5,97	0,519
3	16	String 3-16-11	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
3	16	String 3-16-12	1150,0	13,93	6	0,429	117,0	5,97	0,519
3	16	String 3-16-13	1150,0	13,93	6	0,487	133,0	6,79	0,590
3	16	String 3-16-14	1150,0	13,93	6	0,487	133,0	6,79	0,590
3	17	String 3-17-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
3	17	String 3-17-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	17	String 3-17-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	17	String 3-17-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	17	String 3-17-5	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	17	String 3-17-6	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
3	17	String 3-17-7	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	17	String 3-17-8	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
3	17	String 3-17-9	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
3	17	String 3-17-10	1150,0	13,93	6	0,429	117,0	5,97	0,519
3	17	String 3-17-11	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
3	17	String 3-17-12	1150,0	13,93	6	0,429	117,0	5,97	0,519
3	17	String 3-17-13	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	17	String 3-17-14	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	18	String 3-18-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	18	String 3-18-2	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	18	String 3-18-3	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	18	String 3-18-4	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
3	18	String 3-18-5	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
3	18	String 3-18-6	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
3	18	String 3-18-7	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
3	18	String 3-18-8	1150,0	13,93	6	0,275	75,0	3,83	0,333
3	18	String 3-18-9	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	18	String 3-18-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	18	String 3-18-11	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	18	String 3-18-12	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	18	String 3-18-13	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
3	18	String 3-18-14	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
3	19	String 3-19-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	19	String 3-19-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	19	String 3-19-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	19	String 3-19-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	19	String 3-19-5	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	19	String 3-19-6	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	19	String 3-19-7	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	19	String 3-19-8	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	19	String 3-19-9	1150,0	13,93	6	0,198	54,0	2,76	0,240
3	19	String 3-19-10	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
3	19	String 3-19-11	1150,0	13,93	6	0,198	54,0	2,76	0,240
3	19	String 3-19-12	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
3	19	String 3-19-13	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	19	String 3-19-14	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
3	20	String 3-20-1	1150,0	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
3	20	String 3-20-2	1150,0	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
3	20	String 3-20-3	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	20	String 3-20-4	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	20	String 3-20-5	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	20	String 3-20-6	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
3	20	String 3-20-7	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	20	String 3-20-8	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	20	String 3-20-9	1150,0	13,93	6	0,440	120,0	6,13	0,533
3	20	String 3-20-10	1150,0	13,93	6	0,440	120,0	6,13	0,533
3	20	String 3-20-11	1150,0	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
3	20	String 3-20-12	1150,0	13,93	6	0,359	98,0	5,00	0,435
3	20	String 3-20-13	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	20	String 3-20-14	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
3	21	String 3-21-1	1150,0	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
3	21	String 3-21-2	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	21	String 3-21-3	1150,0	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
3	21	String 3-21-4	1150,0	13,93	6	0,443	121,0	6,18	0,537
3	21	String 3-21-5	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	21	String 3-21-6	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	21	String 3-21-7	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
3	21	String 3-21-8	1150,0	13,93	6	0,363	99,0	5,05	0,440
3	21	String 3-21-9	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	21	String 3-21-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	21	String 3-21-11	1150,0	13,93	6	0,018	5,0	0,26	0,022
3	21	String 3-21-12	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
3	21	String 3-21-13	1150,0	13,93	6	0,524	143,0	7,30	0,635
3	21	String 3-21-14	1150,0	13,93	6	0,524	143,0	7,30	0,635
1	22	String 3-22-1	1150,0	13,93	6	0,282	77,0	3,93	0,342
1	22	String 3-22-2	1150,0	13,93	6	0,282	77,0	3,93	0,342
1	22	String 3-22-3	1150,0	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
1	22	String 3-22-4	1150,0	13,93	6	0,202	55,0	2,81	0,244
1	22	String 3-22-5	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	22	String 3-22-6	1150,0	13,93	6	0,121	33,0	1,68	0,147
1	22	String 3-22-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	22	String 3-22-8	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	22	String 3-22-9	1150,0	13,93	6	0,517	141,0	7,20	0,626
1	22	String 3-22-10	1150,0	13,93	6	0,517	141,0	7,20	0,626
1	22	String 3-22-11	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
1	22	String 3-22-12	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
1	22	String 3-22-13	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
1	22	String 3-22-14	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
4	23	String 3-23-1	1150,0	13,93	6	0,198	54,0	2,76	0,240
4	23	String 3-23-2	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
4	23	String 3-23-3	1150,0	13,93	6	0,198	54,0	2,76	0,240
4	23	String 3-23-4	1150,0	13,93	6	0,436	119,0	6,08	0,528
4	23	String 3-23-5	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
4	23	String 3-23-6	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
4	23	String 3-23-7	1150,0	13,93	6	0,117	32,0	1,63	0,142
4	23	String 3-23-8	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
4	23	String 3-23-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	23	String 3-23-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	23	String 3-23-11	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	23	String 3-23-12	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	24	String 3-24-1	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	24	String 3-24-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	24	String 3-24-3	1150,0	13,93	6	0,341	93,0	4,75	0,413
1	24	String 3-24-4	1150,0	13,93	6	0,341	93,0	4,75	0,413
1	24	String 3-24-5	1150,0	13,93	6	0,421	115,0	5,87	0,511
1	24	String 3-24-6	1150,0	13,93	6	0,421	115,0	5,87	0,511
1	24	String 3-24-7	1150,0	13,93	6	0,502	137,0	6,99	0,608
1	24	String 3-24-8	1150,0	13,93	6	0,502	137,0	6,99	0,608
1	24	String 3-24-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	24	String 3-24-10	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	24	String 3-24-11	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	24	String 3-24-12	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	24	String 3-24-13	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	24	String 3-24-14	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	25	String 3-25-1	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
1	25	String 3-25-2	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	25	String 3-25-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	25	String 3-25-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	25	String 3-25-5	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	25	String 3-25-6	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	25	String 3-25-7	1150,0	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
1	25	String 3-25-8	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	25	String 3-25-9	1150,0	13,93	6	0,106	29,0	1,48	0,129
1	25	String 3-25-10	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	25	String 3-25-11	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	25	String 3-25-12	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	25	String 3-25-13	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	25	String 3-25-14	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	26	String 3-26-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	26	String 3-26-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	26	String 3-26-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	26	String 3-26-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	26	String 3-26-5	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	26	String 3-26-6	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	26	String 3-26-7	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	26	String 3-26-8	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	26	String 3-26-9	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	26	String 3-26-10	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	26	String 3-26-11	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
1	26	String 3-26-12	1150,0	13,93	6	0,194	53,0	2,71	0,235
1	26	String 3-26-13	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
1	26	String 3-26-14	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
1	27	String 3-27-1	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	27	String 3-27-2	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
1	27	String 3-27-3	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	27	String 3-27-4	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	27	String 3-27-5	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
1	27	String 3-27-6	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
1	27	String 3-27-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	27	String 3-27-8	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	27	String 3-27-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
1	27	String 3-27-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
1	27	String 3-27-11	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	27	String 3-27-12	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
1	27	String 3-27-13	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
1	27	String 3-27-14	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	28	String 3-28-1	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	28	String 3-28-2	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	28	String 3-28-3	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	28	String 3-28-4	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	28	String 3-28-5	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	28	String 3-28-6	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	28	String 3-28-7	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	28	String 3-28-8	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	28	String 3-28-9	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
4	28	String 3-28-10	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	28	String 3-28-11	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
4	28	String 3-28-12	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	28	String 3-28-13	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
4	28	String 3-28-14	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
4	29	String 3-29-1	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
4	29	String 3-29-2	1150,0	13,93	6	0,509	139,0	7,10	0,617
4	29	String 3-29-3	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	29	String 3-29-4	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	29	String 3-29-5	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	29	String 3-29-6	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	29	String 3-29-7	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	29	String 3-29-8	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	29	String 3-29-9	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
4	29	String 3-29-10	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
4	29	String 3-29-11	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	29	String 3-29-12	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	29	String 3-29-13	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	29	String 3-29-14	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	30	String 3-30-1	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	30	String 3-30-2	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
4	30	String 3-30-3	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	30	String 3-30-4	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
4	30	String 3-30-5	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	30	String 3-30-6	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	30	String 3-30-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	30	String 3-30-8	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	30	String 3-30-9	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
4	30	String 3-30-10	1150,0	13,93	6	0,597	163,0	8,32	0,724
4	30	String 3-30-11	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	30	String 3-30-12	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	30	String 3-30-13	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	30	String 3-30-14	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	31	String 3-31-1	1150,0	13,93	6	0,517	141,0	7,20	0,626
4	31	String 3-31-2	1150,0	13,93	6	0,517	141,0	7,20	0,626
4	31	String 3-31-3	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
4	31	String 3-31-4	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	31	String 3-31-5	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
4	31	String 3-31-6	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	31	String 3-31-7	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	31	String 3-31-8	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	31	String 3-31-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	31	String 3-31-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	31	String 3-31-11	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	31	String 3-31-12	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	31	String 3-31-13	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	31	String 3-31-14	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	32	String 3-32-1	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	32	String 3-32-2	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	32	String 3-32-3	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	32	String 3-32-4	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	32	String 3-32-5	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
4	32	String 3-32-6	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	32	String 3-32-7	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
4	32	String 3-32-8	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	32	String 3-32-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	32	String 3-32-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	32	String 3-32-11	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	32	String 3-32-12	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	32	String 3-32-13	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	ΔU (V)	% ΔU
4	32	String 3-32-14	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
4	33	String 3-33-1	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
4	33	String 3-33-2	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	33	String 3-33-3	1150,0	13,93	6	0,267	73,0	3,73	0,324
4	33	String 3-33-4	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	33	String 3-33-5	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	33	String 3-33-6	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	33	String 3-33-7	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	33	String 3-33-8	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	33	String 3-33-9	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	33	String 3-33-10	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	33	String 3-33-11	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	33	String 3-33-12	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
4	33	String 3-33-13	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	33	String 3-33-14	1150,0	13,93	6	0,355	97,0	4,95	0,431
4	34	String 3-34-1	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	34	String 3-34-2	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	34	String 3-34-3	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	34	String 3-34-4	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	34	String 3-34-5	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	34	String 3-34-6	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	34	String 3-34-7	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	34	String 3-34-8	1150,0	13,93	6	0,033	9,0	0,46	0,040
4	34	String 3-34-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	34	String 3-34-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	34	String 3-34-11	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	34	String 3-34-12	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	35	String 3-35-1	1150,0	13,93	6	0,429	117,0	5,97	0,519
4	35	String 3-35-2	1150,0	13,93	6	0,429	117,0	5,97	0,519
4	35	String 3-35-3	1150,0	13,93	6	0,344	94,0	4,80	0,417
4	35	String 3-35-4	1150,0	13,93	6	0,344	94,0	4,80	0,417
4	35	String 3-35-5	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	35	String 3-35-6	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	35	String 3-35-7	1150,0	13,93	6	0,114	31,0	1,58	0,138
4	35	String 3-35-8	1150,0	13,93	6	0,348	95,0	4,85	0,422
4	35	String 3-35-9	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	35	String 3-35-10	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315
4	35	String 3-35-11	1150,0	13,93	6	0,022	6,0	0,31	0,027
4	35	String 3-35-12	1150,0	13,93	6	0,260	71,0	3,62	0,315

Cálculo de caídas de tensión para el tramo en BT CC entre cajas de agrupación de cadenas de módulos y centro de transformación tipo 3:

Inversor	Caja CC	Tramo	Vmpp	Impp	S	R	L tot	Nº circuitos	ΔU (V)	% ΔU	% ΔU CC total
1	1	DC Combiner 3-1	1150,0	195,07	400	0,046	510	1	9,01	0,784	1,044
1	2	DC Combiner 3-2	1150,0	195,07	400	0,044	486	1	8,59	0,747	1,017
1	3	DC Combiner 3-3	1150,0	195,07	400	0,040	440	1	7,78	0,676	0,993
1	22	DC Combiner 3-22	1150,0	195,07	400	0,013	146	1	2,58	0,224	0,559
1	24	DC Combiner 3-24	1150,0	195,07	400	0,036	394	1	6,96	0,605	0,953
1	25	DC Combiner 3-25	1150,0	195,07	400	0,030	330	1	5,83	0,507	0,720
1	26	DC Combiner 3-26	1150,0	195,07	400	0,024	264	1	4,67	0,406	0,634
1	27	DC Combiner 3-27	1150,0	195,07	400	0,022	242	1	4,28	0,372	0,572
2	4	DC Combiner 3-4	1150,0	195,07	400	0,038	418	1	7,39	0,642	1,013
2	5	DC Combiner 3-5	1150,0	195,07	400	0,036	396	1	7,00	0,609	0,877
2	6	DC Combiner 3-6	1150,0	195,07	400	0,032	352	1	6,22	0,541	0,882
2	7	DC Combiner 3-7	1150,0	195,07	400	0,030	330	1	5,83	0,507	0,776
2	8	DC Combiner 3-8	1150,0	195,07	400	0,064	704	1	12,44	1,082	1,377
2	9	DC Combiner 3-9	1150,0	195,07	400	0,058	642	1	11,35	0,987	1,209
2	10	DC Combiner 3-10	1150,0	167,20	400	0,066	732	1	11,09	0,964	1,160
2	11	DC Combiner 3-11	1150,0	167,20	400	0,062	680	1	10,30	0,896	1,135
2	12	DC Combiner 3-12	1150,0	167,20	400	0,059	656	1	9,94	0,864	1,081
3	13	DC Combiner 3-13	1150,0	167,20	400	0,055	604	1	9,15	0,796	1,035
3	14	DC Combiner 3-14	1150,0	167,20	400	0,053	580	1	8,79	0,764	0,991
3	15	DC Combiner 3-15	1150,0	167,20	400	0,053	580	1	8,79	0,764	0,965
3	16	DC Combiner 3-16	1150,0	195,07	400	0,024	268	1	4,74	0,412	0,733
3	17	DC Combiner 3-17	1150,0	195,07	400	0,018	202	1	3,57	0,310	0,609
3	18	DC Combiner 3-18	1150,0	195,07	400	0,010	114	1	2,01	0,175	0,462
3	19	DC Combiner 3-19	1150,0	195,07	400	0,004	48	1	0,85	0,074	0,376
3	20	DC Combiner 3-20	1150,0	195,07	400	0,001	14	1	0,25	0,022	0,285
3	21	DC Combiner 3-21	1150,0	195,07	400	0,007	80	1	1,41	0,123	0,457
4	23	DC Combiner 3-23	1150,0	167,20	400	0,021	234	1	3,54	0,308	0,589
4	28	DC Combiner 3-28	1150,0	195,07	400	0,018	198	1	3,50	0,304	0,547
4	29	DC Combiner 3-29	1150,0	195,07	400	0,016	176	1	3,11	0,270	0,596
4	30	DC Combiner 3-30	1150,0	195,07	400	0,016	176	1	3,11	0,270	0,584
4	31	DC Combiner 3-31	1150,0	195,07	400	0,020	220	1	3,89	0,338	0,608
4	32	DC Combiner 3-32	1150,0	195,07	400	0,024	264	1	4,67	0,406	0,648
4	33	DC Combiner 3-33	1150,0	195,07	400	0,026	286	1	5,05	0,440	0,656
4	34	DC Combiner 3-34	1150,0	167,20	400	0,030	330	1	5,00	0,435	0,614
4	35	DC Combiner 3-35	1150,0	167,20	400	0,036	396	1	6,00	0,522	0,828

5 CÁLCULO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN

Se han realizado los cálculos necesarios para optimizar los circuitos de media tensión en 30 kV que unen los centros de transformación de la Planta Fotovoltaica "SIERRA PLANA II" con la subestación. Se han previsto 4 circuitos con sección conductor de 240, 300, 400, 500 y 630 mm² de sección, en aluminio, XLPE, dicho número de circuitos podrá ser ampliable según las características de los equipos y materiales disponibles en la fase de construcción del proyecto. Se aplicarán los correctores pertinentes para circuitos directamente enterrados, a una temperatura dada, una separación y una profundidad dadas. Así mismo se aplicará una disminución de la intensidad máxima admitida por el cable que dependerá del número de ternas enterradas y de la profundidad de la zanja.

Factor de corrección por número de ternas enterradas

	Separación (200 mm)
1 terna	1,00000
2 ternas	0,83000
3 ternas	0,73000
4 ternas	0,68000
5 ternas	0,63000
6 ternas	0,61000

Factor de corrección por profundidad de zanja de 1 m

Sección	Factor
≤ 185 mm ²	1,0
> 185 mm ²	1,0

Factor de corrección por resistividad térmica del terreno

Resistividad	Factor
1,5 K·m/W	1

Factor de corrección por temperatura del terreno

Temperatura terreno	Factor
25 °C	1

La fórmula aplicada para determinar la caída de tensión será:

$$\mu\% = \frac{\sqrt{3} \times L \times I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \times 100}{U}$$

Siendo:

$\mu\%$ =	Caída de tensión en %
L =	Longitud en Km
R =	Resistencia del aluminio en Ω/km
X =	Reactancia del aluminio en Ω/km
U =	Tensión nominal en V
$\cos \varphi$ =	0,928
$\sin \varphi$ =	0,372

Con lo expuesto anteriormente se han confeccionado unas tablas de cálculo en la que se comprueba que las líneas colectoras del parque, con las distintas magnitudes expuestas por columnas, resuelven sobradamente los criterios de cálculo siguientes:

- Caída de tensión promedio menor del 0,5%.
- Grado de utilización posible del cable del 95%

Además se prestará especial atención a las pérdidas por efecto Joule, que se calculan con la ecuación para la potencia en sistemas trifásicos:

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

Siendo

V =	Caída de tensión en V
I =	Intensidad que circula por el circuito en A
$\cos \varphi$ =	0,928

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 1

Temperatura Terreno = 25 °C Resist.Térm.Terreno = 1,5 K-m/W s =200 mm Frecuencia =50 Hz

De CT	a CT	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka-Kp)	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caida tensión acum	Pot pérdida acum
		kW	kW	A	%	km		m			mm2	A	%	kW
1	2	3500	3500	72,584	21,2	0,404	1	1,10	0,9918	1	240	342,155	0,034	1,073
2	3	5200	8700	180,422	63,5	0,401	2	1,10	0,8232	1	240	283,988	0,116	7,652
3	SET-1	5200	13900	288,260	84,6	2,630	4	1,10	0,6744	1	500	340,568	0,624	62,723

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 2

Temperatura Terreno = 25 °C Resist.Térm.Terreno = 1,5 K-m/W s =200 mm Frecuencia =50 Hz

De CT	a CT	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka-Kp)	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caida tensión acum	Pot pérdida acum
		kW	kW	A	%	km		m			mm2	A	%	kW
6	5	5200	5200	107,838	38,0	0,215	2	1,10	0,8232	1	240	283,988	0,027	1,260
5	SET-1	5200	10400	215,677	82,0	1,272	4	1,10	0,6744	1	300	263,013	0,280	23,981

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 3

Temperatura Terreno = 25 °C Resist.Térm.Terreno = 1,5 K-m/W s =200 mm Frecuencia =50 Hz

De CT	a CT	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka-Kp)	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caida tensión acum	Pot pérdida acum
		kW	kW	A	%	km		m			mm2	A	%	kW
4	7	7000	7000	145,167	58,1	0,887	3	1,10	0,7240	1	240	249,773	0,147	9,421
7	8	5200	12200	253,006	89,1	0,184	2	1,10	0,8232	1	240	283,988	0,201	15,357
8	SET-1	3500	15700	325,589	84,0	0,839	4	1,10	0,6744	1	630	387,775	0,351	32,167

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 4

Temperatura Terreno = 25 °C Resist.Térm.Terreno = 1,5 K-m/W s =200 mm Frecuencia =50 Hz

De CT	a CT	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka-Kp)	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caida tensión acum	Pot pérdida acum
		kW	kW	A	%	km		m			mm2	A	%	kW
9	10	5200	5200	107,838	46,3	0,186	4	1,10	0,6744	1	240	232,665	0,023	1,090
10	SET-1	7000	12200	253,006	84,3	0,366	4	1,10	0,6744	1	400	300,104	0,096	8,470

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegio 33001937 DIRECCIÓN DE LA RIOJA VISADO VD02361-21A DE FECHA 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	---

6 CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

6.1 PUESTA A TIERRA DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico proporcionará unos niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto. Todas las masas de la instalación a proteger y los conductores accesibles se conectarán a tierra, para evitar que puedan aparecer en un momento dado, diferencias de potencial peligrosas entre ambos. **En este cálculo no se tiene en consideración el efecto del sistema de p.a.t. del centro de transformación.**

La puesta a tierra de la instalación estará formada por una red radial que une las estructuras sobre las que se montan los módulos fotovoltaicos con un conductor de cobre desnudo de 35 mm² directamente enterrado en las zanjas de baja tensión. A su vez este conductor servirá para lo conexión de las Cuadros de agrupación CC al sistema de PaT. Se instalarán picas verticales de cobre con un diámetro de 16,2 mm y una longitud de 2 m para la puesta a tierra de cada Cuadro de agrupación CC.

La puesta a tierra del vallado perimetral de la instalación se realizará mediante la instalación de picas de cobre con un diámetro de 16,2 mm y una longitud de 2 m cada 50 m, estas picas se conectarán a la estructura del vallado mediante conductor de cobre desnudo de 16 mm².

La puesta a tierra del sistema de media tensión se realizará con conductor de cobre desnudo de 50 mm² directamente enterrado en las zanjas de media tensión.

Dado que la red de PaT estará formada por conductores de diferentes secciones, 16, 35 y 50 mm² para realizar los cálculos de tensiones de paso y contacto se ha optado por simplificar la red, de eso modo se simula toda la red con conductor de 16 mm² que es el caso más desfavorable.

La profundidad de la instalación de puesta a tierra es de 1.1 metros. Las uniones entre los conductores de puesta a tierra y/o los electrodos de puesta a tierra, se harán mediante abrazaderas, prensas de unión o soldaduras de alto punto de fusión. Los materiales empleados en estas uniones y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión.

La red de PaT es tal y como se muestra en el siguiente detalle:



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en <https://coiiar.e-gestion.es>

Resistividad del terreno

Al no disponer de un estudio de resistividad eléctrica del terreno de la planta fotovoltaica, se tomará un valor promedio a partir de las mediciones realizadas en campos similares y basados en nuestra experiencia. El terreno de la planta fotovoltaica se ha considerado que presenta el valor de 100 Ω·m.

DATOS DE CÁLCULO		
Resistividad superficial del terreno	ρ_s (Ω·m)	100
Espesor de la capa superficial del terreno	h_s (m)	0,5
Resistividad de la primera capa del terreno	ρ_1 (Ω·m)	100
Espesor de la primera capa del terreno	h_1 (m)	5
Resistividad de la capa más profunda del terreno	ρ_2 (Ω·m)	100
Profundidad de la malla de puesta a tierra	h (m)	1,1
Peso del cuerpo humano	(kg)	50

Tensiones tolerables

En el presente apartado se procede a calcular las tensiones de paso y contacto tolerables. Para ello se efectúan los siguientes cálculos:

Según ITC-RAT 13:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \rho_s}{1000} \right] \quad [3]$$

$$U_F = U_{pe} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right] \quad [4]$$

Donde:

U_{ca} = Valor admisible de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta (1s), valor 107 V.

R_{a1} = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante, valor 2000 Ω.

ρ_s = Resistividad superficial del terreno, valor 100 Ω·m

ITC-RAT 13	
Up (V)	Uc (V)
5.992	230,05

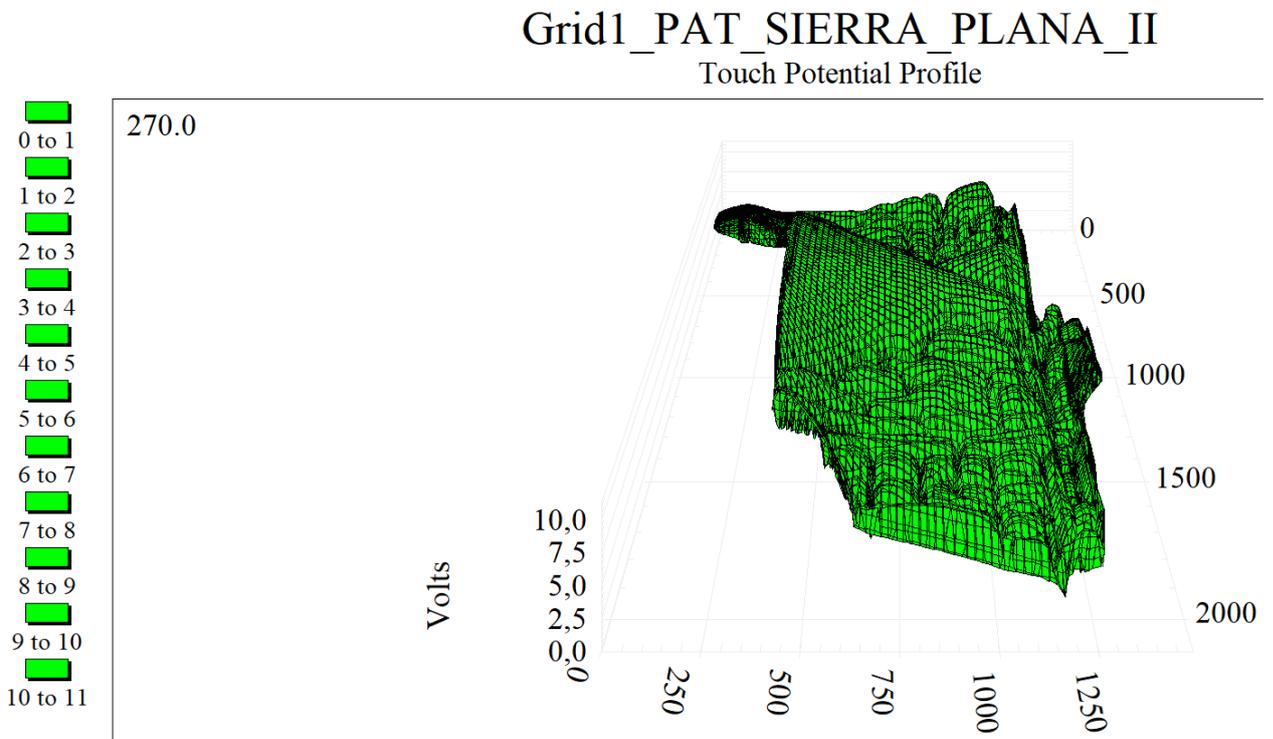
Corrientes de cortocircuito

Se escoge el valor de 0,5 kA, por lo que este valor se utilizará para calcular las tensiones de paso y contacto de la puesta a tierra del parque fotovoltaico.

Cálculo de tensiones de paso y contacto

En este apartado se van presentar los diagramas de tensiones de paso y contacto para toda la planta.

Tensiones de Contacto

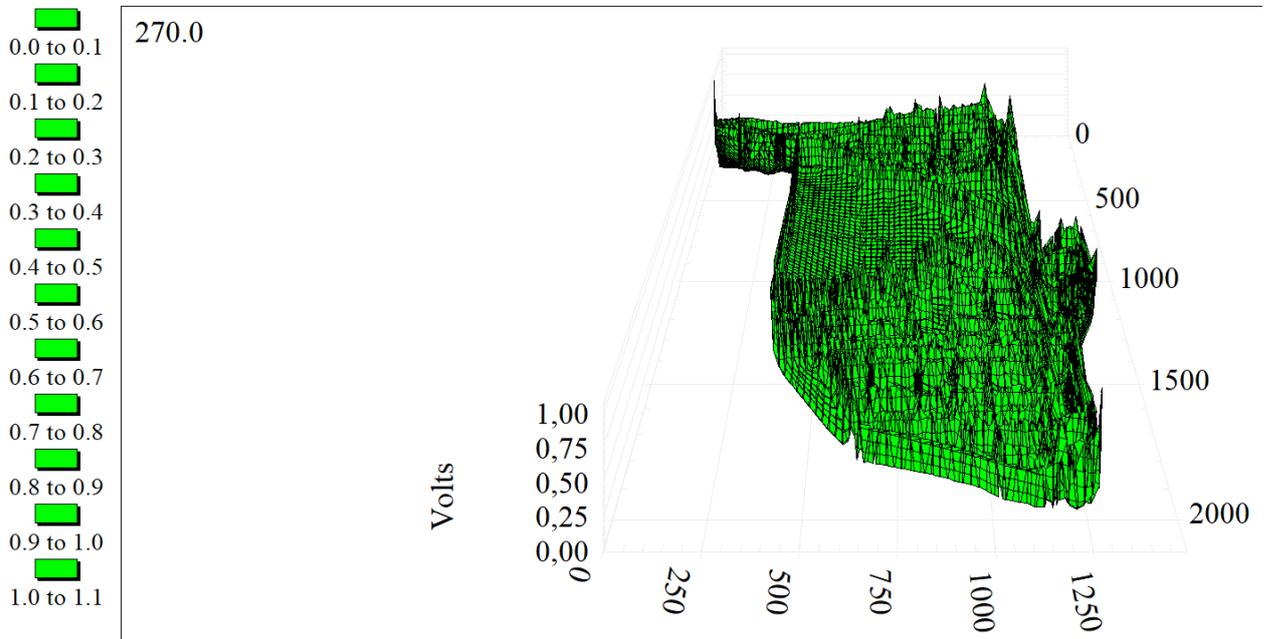


Del estudio de los valores, se obtiene que la tensión de contacto máxima calculada es de 10,9V < 230,05 V (ITC-RAT-13) tensión tolerable, por lo tanto se está del lado de la seguridad.

Tensiones de Paso

Grid1_PAT_SIERRA_PLANA_II

Step Potential Profile



Del estudio de los valores, se obtiene que la tensión de paso máxima calculada es de $1,1V < 5.992V$ (ITC-RAT-13) tensión tolerable, por lo tanto se está del lado de la seguridad.

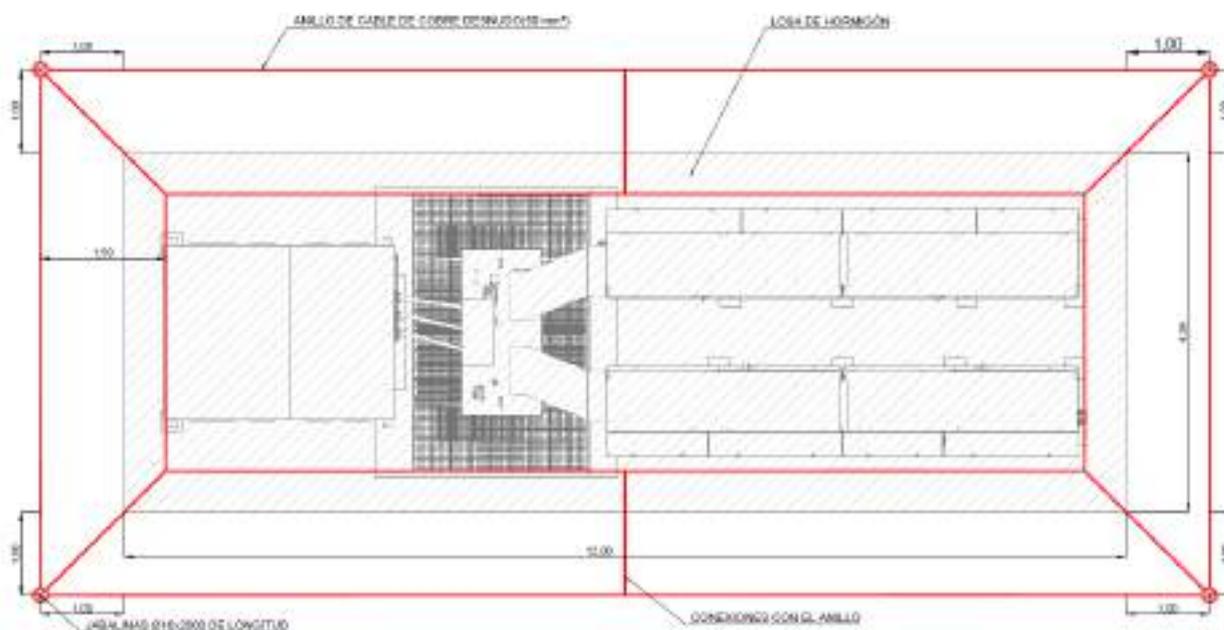
Resistencia de puesta a tierra

Del estudio de la puesta a tierra de la Planta Fotovoltaica "SIERRA PLANA II", se obtiene que la puesta a tierra del parque fotovoltaico tiene un valor inferior al valor requerido de 2Ω , concretamente $R = 0,042 \Omega$.

6.2 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación proporcionará unos niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto. Todas las masas de la instalación a proteger y los conductores accesibles se conectarán a tierra, para evitar que puedan aparecer en un momento dado, diferencias de potencias peligrosas entre ambos. En este cálculo **no se tiene en consideración el efecto del sistema de p.a.t. del parque fotovoltaico.**

La puesta a tierra del centro de transformación estará formada por un anillo de p.a.t. de Cu desnudo de 50 mm² y por una red radial que une las estructuras con un conductor de tierra, tal y como se muestra en el siguiente detalle:



La instalación de puesta a tierra se llevará a cabo mediante cobre desnudo de 50 mm² enterrado. Las uniones entre los conductores de puesta a tierra y/o los electrodos de puesta a tierra, se harán mediante abrazaderas, prensas de unión o soldaduras de alto punto de fusión. Los materiales empleados en estas uniones y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión. La puesta a tierra del Centro de Transformación, está compuesta por 4 picas verticales colocadas en las esquinas de 2 metros de longitud unidas mediante cable de 50 mm² enterrado a 1,0 m de profundidad.

Resistividad del terreno

Al no disponer de un estudio de resistividad eléctrica del terreno donde se ubica el Parque Fotovoltaico y los Centros de Transformación, se tomará un valor promedio a partir de las

<p align="center">SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
---	---	--

mediciones realizadas en campos similares y basados en nuestra experiencia. Se considera un valor de $100 \Omega \cdot m$. para las capas profundas del terreno y para la capa superficial del terreno se considera una capa de grava para obtener una resistividad del terreno de $3.000 \Omega \cdot m$ que ayude a mantener los valores de tensión de contacto y de paso en el centro de transformación dentro de los valores de seguridad.

DATOS DE CÁLCULO		
Resistividad superficial del terreno	$\rho_s (\Omega \cdot m)$	3.000
Espesor de la capa superficial del terreno	$h_s (m)$	0,20
Resistividad de la primera capa del terreno	$\rho_1 (\Omega \cdot m)$	100
Espesor de la primera capa del terreno	$h_1 (m)$	5
Resistividad de la capa más profunda del terreno	$\rho_2 (\Omega \cdot m)$	100
Profundidad de la malla de puesta a tierra	$h (m)$	1
Peso del cuerpo humano	(kg)	50

Tensiones tolerables

En el presente apartado se va a proceder a calcular las tensiones de paso y contacto tolerables para el centro de transformación. Para ello se efectúan los siguientes cálculos:

Según ITC-RAT-13:

Se utilizan las ecuaciones [4] y [5] con los siguientes valores:

U_{ca} = Valor admisible de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta (1s), valor 107 V.

R_{a1} = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante, valor 2000Ω .

ρ_s = Resistividad superficial del terreno, valor $3000 \Omega \cdot m$

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra con una capa adicional de elevada resistividad, se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor, que se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right) \quad [6]$$

Donde:

C_s = Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial, valor 0,8

h_s = Espesor de la capa superficial, en metros, valor 0,2 m.

ρ = Resistividad del terreno natural, 100 Ω .

ρ^* = Resistividad de la capa superficial, 3000 Ω .

ICT-RAT 13	
Vc (V)	Vp (V)
598	20.709

Estos valores se han calculado para una duración de falta de 1s.

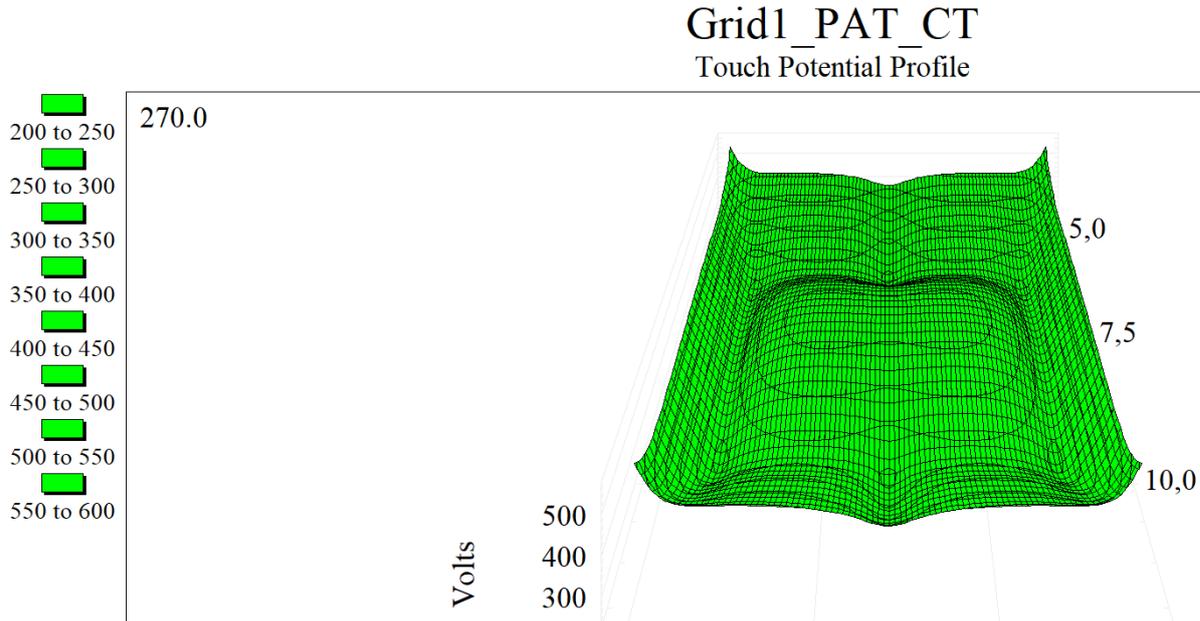
Corrientes de cortocircuito

Se escoge el valor de 0,5 kA, por lo que este valor se utilizará para calcular las tensiones de paso y contacto de la puesta a tierra del centro de transformación.

Cálculo de tensiones de paso y contacto

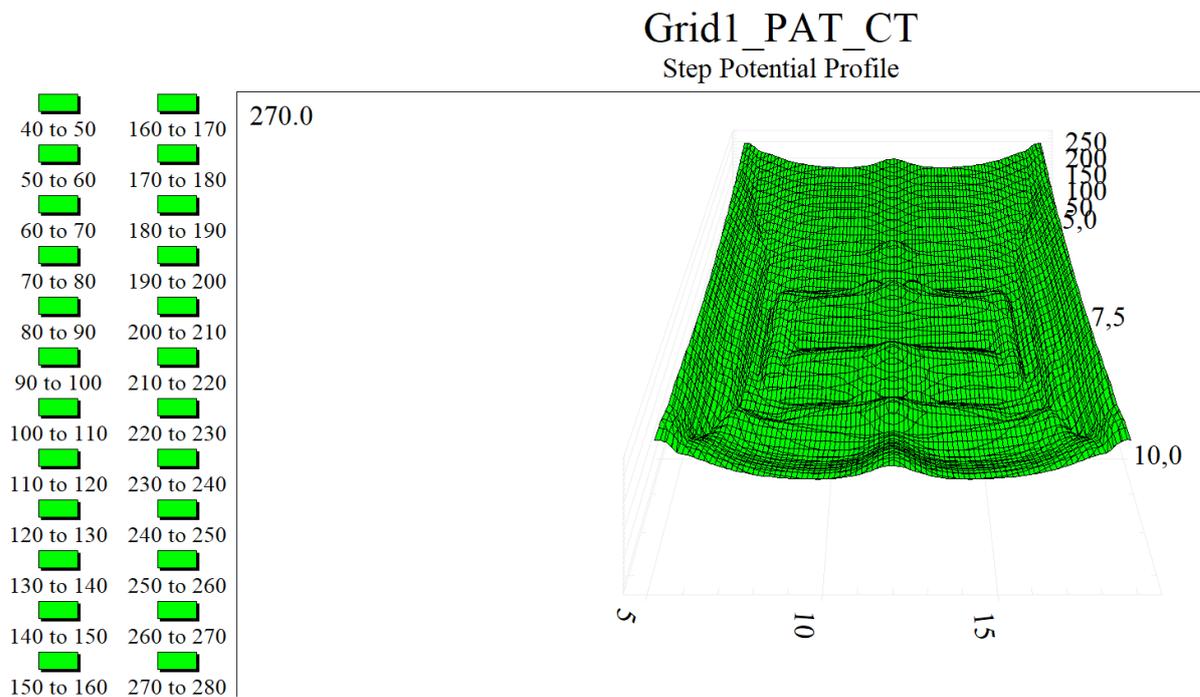
En este apartado se van a presentar los diagramas de tensiones de paso y contacto para la extensión del Centro de Transformación.

Tensiones de Contacto



Del estudio de los valores, se obtiene que la tensión de contacto máxima calculada de 563,6V < 598V (ITC-RAT-13) tensión tolerable, por lo que no se daría tensión de contacto peligrosa en las inmediaciones del centro de transformación.

Tensiones de Paso



<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 1937 DUELO, ISMAEL FRANCISCO VISADO: VD02361-21A DE FECHA: 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	--

Del estudio de los valores, se obtiene que la tensión de paso máxima calculada de 274,3V < 20.709V (ITC-RAT-13) tensión tolerable, por lo que no se daría tensión de paso peligrosa en las inmediaciones del centro de transformación.

Resistencia de puesta a tierra

Del estudio de la puesta a tierra del centro de transformación, se obtiene que la puesta a tierra del centro de transformación tiene un valor de R = 4,13 Ω.

Debido a que la red de puesta a tierra de la planta fotovoltaica y del centro de transformación están interconectadas, forman parte de una red común, por lo que la resistencia total de la puesta a tierra de la planta fotovoltaica se obtiene calculando la resistencia equivalente de ambas instalaciones.

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

Donde:

R_{eq}= Resistencia de puesta a tierra equivalente de la planta fotovoltaica

R₁= Resistencia de puesta a tierra de la planta fotovoltaica, 0,042 Ω

R₂= Resistencia puesta a tierra del centro de transformación, 4,13 Ω

Por lo tanto la resistencia equivalente total de la planta fotovoltaica es **0,0416 Ω, valor menor que el requerido de 2 Ω**

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	--	--

7 ANÁLISIS P-Q EN EL PUNTO DE CONEXIÓN

La Comisión de la Unión Europea aprobó el Reglamento 2016/631 de requisitos de conexión de generadores a la red, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) el pasado 27 de abril de 2016, y fue objeto de una posterior corrección de errores publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) el pasado 16 de diciembre de 2016. Este Reglamento es de aplicación en la actualidad tras un período transitorio de tres años.

Hasta la entrada en vigor del Reglamento 2016/631, el marco normativo aplicable en España estaba definido en los Procedimientos de Operación (P.O.) del Gestor de la Red de Transporte, Red Eléctrica de España (REE), concretamente en su P.O. 12.2 que, junto con Reales Decretos (RD), especialmente el RD 413/2014, y otros P.O. complementarios, recogían, en sus diferentes apartados, la normativa, criterios y limitaciones que debían cumplir, las instalaciones de generación de electricidad en lo relativo a su conexión a la red.

Si bien el Reglamento 2016/631 es de directa aplicación a los estados miembros de la UE, requiere de cierto desarrollo nacional para definir el detalle de algunos de los requisitos técnicos. Dichos desarrollos se regulan en el Real Decreto 647/2020, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.

Así mismo la Orden TED/749/2020 aprueba los requisitos técnicos para la conexión a la red de transporte o de distribución de electricidad que deberán cumplir las instalaciones de generación y las de demanda eléctrica.

Adicionalmente se ha desarrollado un grupo de trabajo liderado por Red Eléctrica de España para definir la Norma Técnica de Supervisión (NTS). Esta norma será un documento que desarrollará aquellos aspectos del Título IV "Conformidad" del Reglamento 2016/631, que son necesarios para verificar que los módulos de generación de electricidad (MGE) a los que es de aplicación dicho Reglamento, cumplen con los requisitos técnicos.

El cumplimiento de dichos requisitos técnicos quedará reflejado tanto en un certificado final de MGE, que emitirá un certificador autorizado, como en los escritos de conformidad que emitirá el Gestor de la Red Pertinente (GRP) para los requisitos evaluados por el mismo.

Dentro de la norma, se han considerado de aplicación los criterios de la NTS por ser los más restrictivos para la planta.

De acuerdo a todas las normas y órdenes comentadas, se establecerán una serie de valores o rangos de funcionamiento para las centrales, como pueden ser el control de voltaje, control de

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	--	--

potencia reactiva, control de frecuencia u otros. Algunos de estos parámetros contemplados en la norma son:

- Requerimientos de Carga/Velocidad y/o Frecuencia/Potencia:

Se requerirá que toda planta de generación sea capaz de operar de manera estable conectado a la red y entregando potencia activa bajo la acción de su Controlador de Carga/Velocidad o Frecuencia/Potencia para variaciones de frecuencia dentro de los límites de operación en sobrefrecuencia y subfrecuencia, al menos durante los tiempos que se establezcan.

- Requerimientos de estabilidad de tensión:

El diseño de la planta de generación tendrá que adaptarse a los requerimientos de estabilidad que establece.

- Requerimientos de inyección de potencia:

Se asegurará que la planta puede operar de forma permanente entregando o absorbiendo potencia reactiva en el Punto de Conexión a la red (PCR), siempre y cuando esté disponible su recurso primario, para tensiones en el rango de Estado Normal, en los casos particulares que se indique.

Este último requisito es el que condiciona en gran medida el número de inversores a instalar en el proyecto. Según se prevé, de acuerdo con la NTS, al RD 647/2020, la Orden TED/749/2020 y lo establecido en el Reglamento 2016/631, la planta debe ser capaz de entregar una potencia reactiva de al menos un 40% de su potencia activa máxima, según Tipo de conexión (Tipo A o B), ya sea en forma capacitiva o inductiva.

La citada potencia activa máxima se define por parte de Red Eléctrica de España como:

“De acuerdo al Reglamento 2016/631, la capacidad máxima o P_{MAX} es la potencia activa máxima que puede producir un MGE, menos la demanda asociada exclusivamente a la facilitación del funcionamiento de dicho MGE y no suministrada a la red con arreglo a lo especificado en el acuerdo de conexión o según lo acordado entre el gestor de red pertinente y el propietario de la instalación de generación de electricidad. Esta capacidad máxima así definida coincidirá con la capacidad de acceso otorgada en el permiso de acceso.”

En el caso del proyecto, la potencia instalada en los inversores garantizará el cumplimiento con la potencia requerida en el punto de conexión, que se establece en el Informe de Viabilidad de Acceso a Red de Red Eléctrica de España y según el Reglamento 2016/631.

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	--	--

De esa manera, los equipos instalados permitirán a la planta de generación gestione demandas derivadas de los requisitos de conexión a la red, incluidos aspectos de control de tensión y/o gestión de energía o potencia reactiva sin penalizar la energía o potencia activa exportada.

De igual forma y en cumplimiento del Real Decreto 647/2020, la planta de generación deberá cumplir con lo dispuesto a la conformidad con los requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de acuerdo al Reglamento (UE) 2016/631 en caso que resulte éste de aplicación o al procedimiento de verificación establecido al efecto en el procedimiento de operación 12.3 en caso que no resulte de aplicación al Reglamento (UE) 2016/631.

Para controlar el funcionamiento de los inversores y su cumplimiento del código de red, el equipo de control de planta, Power Plant Controller [PPC] controlará la entrega de potencia activa y reactiva de la planta de generación, siguiendo en todo momento las consignas del Operador del Sistema.

En el presente apartado se calcula la capacidad de aporte de energía reactiva de la central para cumplir con el requerimiento de inyección de energía reactiva en el punto de conexión.

La potencia Pmax, es la potencia nominal máxima concedida en el punto de conexión de REE, que se corresponde con 45,530 MW. Debido a las características de la evacuación de la planta fotovoltaica, se le aplica el "Caso B" definido en la "Norma Técnica de Supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631" y por tanto, se cumplirá con el requerimiento de reactiva, Q, en el punto de conexión con $\tan(\phi)=0,4$ / $\text{FP}=\cos(\phi)=0,928$ es decir el 40% de Pmax.

Para calcular el número de inversores necesario es preciso considerar, aunque sea de manera simplificada, el comportamiento de la planta desde los propios inversores hasta el punto de conexión.

Los elementos más relevantes a tener en cuenta son:

- Transformadores de los Centros de Transformación e Inversión (CTI): la potencia de estos equipos, según los datos del fabricante, tiene una potencia nominal de 3.500, 5.200 y 7.000 kVA (30°C).
- Capacidad de generación de reactiva de los inversores: Los inversores son equipos cuya limitación de trabajo, a cargas elevadas, es básicamente por intensidad máxima. Pueden por tanto trabajar en cualquier punto P-Q, siempre que la intensidad total no supere su máximo.
- La curva característica de los inversores es simétrica, ya que pueden aportar la misma reactiva tanto de manera inductiva como capacitiva, pero la situación más desfavorable

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	--	--

para la central es la de tener que aportar una reactiva capacitiva en el punto de conexión, puesto que desde los inversores se debe compensar adicionalmente el efecto de los transformadores indicado en los puntos anteriores.

- A continuación se muestran los datos más relevantes a tomar en consideración para el cálculo del aporte de reactiva de la planta.

Datos de partida	
Potencia nominal (activa) en POI (MW)	45,53
Tan (phi) [FP=cosphi]	0,4 [0.928]
Potencia aparente inversor elegido (kVA, 30°C)	1.663
Potencia CC planta FV (MWp)	54,478

Cálculo de consumos y aportes de potencia reactiva	
Q, Potencia reactiva a aportar en PCR/POI	18.212 kVAr Cap
Q, Potencia reactiva consumida por Trafos BT/MT	2.140 kVAr Ind
Q, Potencia reactiva total a cubrir	20.352 kVAr Cap
S, Potencia aparente a instalar en inversores	49.872 kVA
Nº mínimo de inversores a instalar	30 uds

Nota: Se desprecian las pérdidas de las líneas eléctricas de evacuación.

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados anteriores, se plantea una configuración de la planta con 30 inversores 1.663 kVA de potencia unitaria aparente a 30 °C.

8 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

8.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

Con el objeto de verificar las características de la aparamenta eléctrica y conductores en la Planta Fotovoltaica, se ha realizado un estudio detallado de cortocircuito en el sistema de media tensión.

Tal y como se indica en IEC 60909-0, se han considerado las siguientes hipótesis para obtener los máximos valores de corriente de cortocircuito:

El factor c_{max} debe ser aplicado para los casos de alta y media tensión en el escenario más restrictivo (máxima corriente de cortocircuito) tal y como se indica en la Tabla 1 de IEC 60909-0.

Table 1 – Voltage factor c

Nominal voltage U_n	Voltage factor c for the calculation of	
	maximum short-circuit currents $c_{max}^{1)}$	minimum short-circuit currents c_{min}
Low voltage 100 V to 1 000 V (IEC 60038, table I)	1,05 ³⁾ 1,10 ⁴⁾	0,95
Medium voltage >1 kV to 35 kV (IEC 60038, table III)	1,10	1,00
High voltage²⁾ >35 kV (IEC 60038, table IV)		

¹⁾ $c_{max} U_n$ should not exceed the highest voltage U_m for equipment of power systems.
²⁾ If no nominal voltage is defined $c_{max} U_n = U_m$ or $c_{min} U_n = 0,90 \times U_m$ should be applied.
³⁾ For low-voltage systems with a tolerance of +6 %, for example systems renamed from 380 V to 400 V.
⁴⁾ For low-voltage systems with a tolerance of +10 %.

Fórmulas a aplicar

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito simétrica inicial I''_{CC} se aplica la siguiente fórmula:

$$I''_{CC} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{CCT}} = \frac{C \cdot U_N}{\sqrt{3} \sqrt{R_{CC} + X_{CC}^2}} A(efc.)$$

Siendo:

c = factor que considera la verdadera tensión y capacidad de línea y admitancias de cargas en paralelo. Se tomará un valor de 1,1.

U_N = Tensión nominal.

Z_{CC} = Impedancia de cortocircuito total desde el origen hasta el punto de cortocircuito a calcular.

<p align="center">SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
---	---	--

La amplitud o valor de cresta de la corriente de cortocircuito o de choque se calculará por la expresión:

$$I_{ch} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc}$$

Siendo:

$$K = \text{factor de valor: } K = 1,02 + 0,98e^{-R/X}$$

En cuanto los valores de impedancia de cortocircuito, se han considerado los siguientes valores para los transformadores de los centro de transformación 30/0,64 kV y los transformadores de las Subestaciones Sierra Plana 1 y Sierra Plana 2 220/30 kV respectivamente, 8%, 12% y 13%.

La máxima intensidad de cortocircuito que soporta el conductor se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = K \cdot \frac{A}{\sqrt{t}} \cdot \sqrt{\ln\left(\frac{T_0 + T_f}{T_0 + T_i}\right)}$$

Donde:

K: Constante que depende del material [148 para Aluminio].

A: Sección del conductor [mm²]

t: Tiempo de duración del cortocircuito [1 s].

T₀: Coeficiente de temperatura de resistencia a 0°C [228 para Aluminio].

T_f: Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito [250 °C para XLPE].

T_i: Temperatura máxima admisible en conductor en régimen normal de operación [90°C]

I_{cc}: Máxima corriente de cortocircuito.

S_{kss}: Potencia inicial de cortocircuito.

A continuación se recoge en la siguiente tabla los valores máximos admisibles de corriente por conductor según su sección y durante 1s.

Se comparan estos valores con los valores pico de corriente de cortocircuito para el nivel de tensión que une cada circuito de las plantas fotovoltaicas hasta la subestación, y se comprueba que la corriente admisible está por encima de la máxima.

Sección (mm ²)	Corriente Admisible (1s)
240	22,56
400	37,60
500	47,00
630	59,22

En la fase de ingeniería de detalle se deberá hacer la simulación con el aporte exacto de la red y de otras plantas y con el archivo del inversor seleccionado.

8.2 MODELIZACIÓN DEL CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

Se ha modelizado el cálculo de cortocircuito trifásico y a continuación se indican las intensidades de cortocircuito trifásico calculadas para cada nivel de tensión.

Terminal	Elemento Conectado (Rama)	Tensión Nominal (kV)	Sk" (MVA)	Ik" (kA)	ip (kA)	Ith (kA)
B-MT-SP2-C1-CT_01		30	728,539	14,021	29,983	14,125
	TR-SP2-C1-CT_01		10,358	0,199	0,426	
	SP2-C1-CT_01		718,263	13,823	29,560	
B-MT-SP2-C1-CT_02		30	758,623	14,600	32,177	14,724
	TR-SP2-C1-CT_02		15,418	0,297	0,654	
	SP2-C1-CT_01		10,352	0,199	0,439	
	SP2-C1-CT_02		732,974	14,106	31,089	
B-MT-SP2-C1-CT_03		30	789,076	15,186	34,571	15,338
	TR-SP2-C1-CT_03		15,418	0,297	0,675	
	SP2-C1-CT_02		25,737	0,495	1,128	
	SP2-C1-CT_03		748,013	14,396	32,771	
B-MT-SP2-C2-CT_05		30	868,160	16,708	38,266	16,881
	TR-SP2-C2-CT_05		15,418	0,297	0,680	
	SP2-C2-CT_06		15,412	0,297	0,679	
	SP2-C2-CT_05		837,388	16,116	36,910	
B-MT-SP2-C2-CT_06		30	847,656	16,313	36,596	16,465
	TR-SP2-C2-CT_06		15,418	0,297	0,666	
	SP2-C2-CT_06		832,286	16,017	35,932	
B-MT-SP2-C3-CT_04		30	822,066	15,821	35,124	15,961
	TR-SP2-C3-CT_04		20,598	0,396	0,880	
	SP2-C3-CT_04		801,550	15,426	34,248	
B-MT-SP2-C3-CT_07		30	905,274	17,422	42,323	16,251
	TR-SP2-C3-CT_07		15,418	0,297	0,721	

SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.	Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)	
-----------------------------------	---	--

Terminal	Elemento Conectado (Rama)	Tensión Nominal (kV)	Sk" (MVA)	Ik" (kA)	ip (kA)	Ith (kA)
	SP2-C3-CT_04		20,550	0,395	0,961	
	SP2-C3-CT_07		869,307	16,730	40,642	
B-MT-SP2-C3-CT_08		30	923,228	17,768	44,122	16,604
	TR-SP2-C3-CT_08		10,358	0,199	0,495	
	SP2-C3-CT_07		35,938	0,692	1,718	
	SP2-C3-CT_08		876,933	16,877	41,909	
B-MT-SP2-C4-CT_09		30	937,985	18,052	44,045	16,824
	TR-SP2-C4-CT_09		15,418	0,297	0,724	
	SP2-C4-CT_09		922,567	17,755	43,321	
B-MT-SP2-C4-CT_10		30	958,399	18,444	46,119	17,226
	TR-SP2-C4-CT_10		20,598	0,396	0,991	
	SP2-C4-CT_09		15,413	0,297	0,742	
	SP2-C4-CT_10		922,392	17,751	44,386	

Donde:

B-MT: Barra de media tensión

SP2: Sierra Plana 2

Cx: Número de circuito de MT

CT_nn: Número de centro de transformación fotovoltaico

9 CÁLCULO DE CONDUCTORES CA BT Y MT PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Se calcularán los conductores según los siguientes criterios:

- Corriente máxima en régimen permanente
- Caída de tensión
- Corriente de cortocircuito

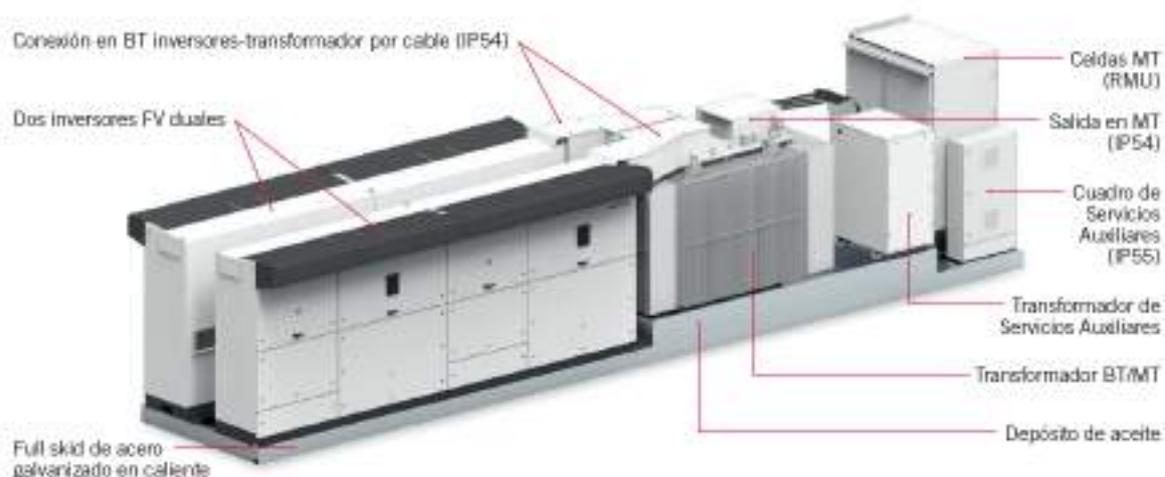
En la siguiente tabla se resumen las características de los equipos tomadas en cuenta para realizar los cálculos del centro de transformación con mayor número de inversores y por lo tanto el peor caso.

Características	Inversor	Transformador
Potencia máxima 30°C, kVA	1.663	7.000
Tensión de salida kV	0,64	30
Intensidad de salida 30°C, A	1.500	134,72

9.1 CORRIENTES MÁXIMAS EN RÉGIMEN PERMANENTE

9.1.1 PLETINAS DE CONEXIÓN CON TRANSFORMADOR

En la planta fotovoltaica se instalarán centros de transformación con distinto número de inversores según la potencia de módulos fotovoltaicos que agrupen, siendo el máximo número de inversores por transformador 4. La configuración de dicho CT se muestra en la siguiente imagen.



La potencia unitaria por inversor será 1.663 kVA. La máxima intensidad de salida del inversor a una tensión de 640 V será **1500 A** (a 30°C).

	1640TL B630	1665TL B640	1690TL B650	1740TL B670	1800TL B690
Input (DC)					
Recommended PV array power range ¹⁾	1,620 - 2,128 kWp	1,640 - 2,302 kWp	1,672 - 2,196 kWp	1,723 - 2,253 kWp	1,775 - 2,330 kWp
Voltage Range MPP ²⁾	595 - 1,300 V	592 - 1,300 V	597 - 1,300 V	595 - 1,300 V	594 - 1,300 V
Maximum voltage ³⁾	1,500 V				
Maximum current	1,850 A				
Nº inputs with fuses ⁴⁾	Fuses: 15 inputs (12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	62 A / 1,500V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MFT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
Input protections					
Overvoltage protection	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load (fuse disconnect)				
Other protections	Up to 13 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency prohibition				
Output (AC)					
Power (P54 @30 °C / @50 °C)	1,637 kW / 1,473 kW	1,663 kW / 1,496.5 kW	1,689 kW / 1,520 kW	1,741 kW / 1,567 kW	1,793 kW / 1,613 kW
Current (P54 @30 °C / @50 °C)	1,500 A / 1,350 A				
Power (P56 @27 °C / @50 °C)	1,637 kW / 1,449 kW	1,663 kW / 1,472 kW	1,689 kW / 1,495 kW	1,741 kW / 1,541 kW	1,793 kW / 1,587 kW
Current (P56 @27 °C / @50 °C)	1,500 A / 1,338 A				
Rated Voltage ⁵⁾	630 V IT System	640 V IT System	650 V IT System	670 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor ⁶⁾	1				
Power Factor adjustable	Yes. Sinus=1,637 kW	Yes. Sinus=1,663 kW	Yes. Sinus=1,689 kW	Yes. Sinus=1,741 kW	Yes. Sinus=1,793 kW
THD (Total Harmonic Distortion) ⁷⁾	<3%				
Output protections					

La conexión de los conductores de salida del inversor con el transformador se hará con pletinas de cobre aisladas flexibles de **120x10 mm²** con 2 pletinas por cada fase.

La máxima intensidad que recibe cada juego de pletinas corresponde a la intensidad de 2 inversores es decir 2x1.500 A a 30°C, con una tensión de salida de 640 V la intensidad de corriente que pasa a través de las pletinas del transformador es **3.000 A**.

La intensidad admisible en las barras se determina según la norma DIN 43671.

		Temperatura ambiente 35 °C · Temperatura final barras 65 °C · Conductividad 58 M/Ωmm² (± 0,01780mm²/m)												CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS								
		Corriente alterna 50 Hz				Corriente continua y alterna 16 2/3 Hz																
Ancho x Espesor	Pintado				Brillante				Pintado				Brillante				J _a cm²	W _a cm²	k cm	J _y cm²	W _y cm²	l _y cm
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
12 x 2	123	202	226		106	182	216		123	202	233		108	182	220		0,0268	0,0480	0,348	0,00000	0,00000	0,0577
15 x 2	148	240	261		128	212	247		148	246	267		128	212	252		0,0563	0,0750	0,433	0,00190	0,0100	0,0577
15 x 3	187	316	361		162	282	301		187	318	367		162	282	305		0,0644	0,113		0,00338	0,0225	0,0866
20 x 2	189	302	310		162	294	298		189	302	321		192	296	303		0,133	0,133		0,00133	0,0133	0,0577
20 x 3	237	364	454		204	348	431		237	384	463		204	348	437		0,200	0,200		0,00450	0,0300	0,0866
20 x 5	319	560	728		274	500	690		320	562	729		274	502	697		0,332	0,333		0,02080	0,0633	0,1440
20 x 10	497	924	1320		427	825	1180		499	932	1300		428	832	1210		0,667	0,667		0,16700	0,3330	0,2890
25 x 3	287	470	526		245	412	499		287	470	536		245	414	506		0,391	0,313		0,00563	0,0375	0,0866
25 x 5	384	662	868		327	595	795		384	664	841		327	590	794		0,651	0,621		0,02800	0,1040	0,1440
30 x 3	337	544	593		285	479	564		337	546	608		285	479	575		0,675	0,490		0,00675	0,0450	0,0866
30 x 5	447	760	944		379	672	896		448	786	950		380	676	887		1,130	0,750		0,03130	0,1250	0,1440
30 x 10	678	1299	1879		573	1060	1480		683	1290	1830		579	1080	1500		2,250	1,500		0,25000	0,5000	0,2890
40 x 3	435	692	725		366	630	690		436	696	748		367	604	708		1,60	0,800		0,00900	0,0600	0,0866
40 x 5	573	952	1140		482	838	1050		576	966	1160		484	848	1100		2,67	1,330	1,15	0,04170	0,1670	0,1440
40 x 10	850	1470	2090	2580	715	1260	1770	2280	865	1530	2000		728	1350	1880		5,53	2,670		0,33300	0,6670	0,2890
50 x 5	697	1148	1330	2010	563	994	1260	1820	703	1170	1370		599	1020	1300		3,21	2,08	1,44	0,0521	0,208	0,144
50 x 10	1020	1720	2370	2950	852	1510	2040	2600	1050	1930	2300		875	1610	2220		10,40	4,17		0,4170	0,833	0,289
60 x 5	828	1330	1510	2310	688	1150	1440	2230	836	1370	1580	2000	895	1190	1500	1870	9,00	3,00	1,70	0,0625	0,250	0,144
60 x 10	1180	1960	2610	3290	985	1720	2300	2900	1230	2130	2720	3580	1690	2670	3390	4280	16,00	6,00		0,5000	1,000	0,289
80 x 5	1070	1880	1830	2830	885	1430	1750	2720	1090	1770	1980	2570	932	1530	1690	2460	21,30	5,30	2,31	0,0833	0,333	0,144
80 x 10	1500	2410	3170	3800	1240	2110	2780	3450	1590	2730	3420	4480	1310	2300	3240	4280	42,70	10,70		0,6670	1,330	0,289
100 x 5	1300	2310	2150	3300	1080	1730	2050	3190	1340	2160	2380	3060	1110	1810	2270	2950	41,70	8,50	2,69	0,1040	0,417	0,144
100 x 10	1810	2850	3720	4530	1490	2480	3260	3980	1940	3310	4100	5310	1600	2890	3900	5150	83,30	16,70		0,8330	1,670	0,289
120 x 10	2700	4130	5360	6320	2200	3590	4880	6530	3010	5090	6130	8010	3470	4400	5860	7110	341,00	42,70	4,62	1,3300	2,670	0,2890
200 x 10	3290	4970	6430	7490	2690	4310	5610	6540	3720	6220	7480	9730	3640	5390	7150	9380	657,00	86,70	5,77	1,6700	3,330	

Ilustración 10 Tabla de cálculo de pletinas

De la tabla anterior obtenemos que para una temperatura ambiente de 35°C y una temperatura final de barras de 65°C, 2 pletinas por fase con dimensiones **120x10 mm²** admiten una intensidad de **3280 A**.

Debido a que la intensidad máxima que circulará por las pletinas se da a 30°C, se debe aplicar un factor de corrección por temperatura ambiente.

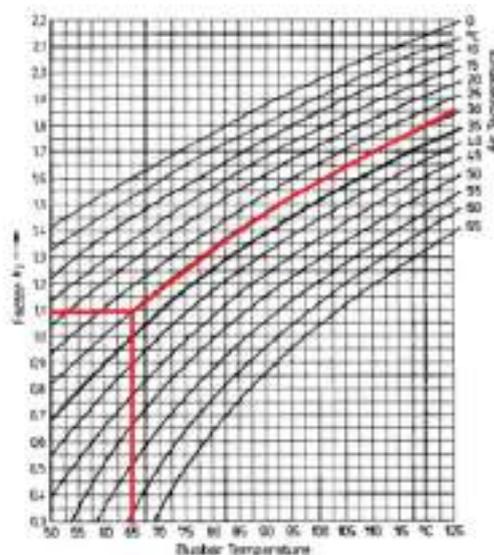


Ilustración 11 Gráfica de ajuste por temperatura

Para una temperatura ambiente de 30°C y una temperatura final de barras de 65°C el **factor de corrección es de 1,1**, con lo que la intensidad admitida por las 2 pletinas por fase con dimensiones **120x10 mm²** es:

$$3280 \times 1,1 = 3.608 \text{ A}$$

Por lo tanto la sección y número de pletinas es adecuada debido a que la intensidad admitida por las pletinas es mayor que la intensidad que circulará por ellas:

$$3.608 \text{ A} > 3.000 \text{ A}$$

9.1.2 SALIDA DEL TRANSFORMADOR A LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

La potencia máxima que deberá evacuar el transformador será la de la salida de 4 inversores, la potencia del transformador será 7.000 kVA a 30°C con lo que la potencia total en el transformador será:

Por lo tanto la intensidad a la salida del transformador a 30 kV será **134,72 A**.

La intensidad admisible para el conductor se obtiene la norma UNE-211435, se selecciona conductor de aluminio para media tensión aislamiento XLPE de 150 mm².

**Tabla A.3.2 – Cables de distribución de 3,6/6kV a 18/30kV
Aislamiento de XLPE y conductor de aluminio**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de aluminio Cables unipolares en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
25	100	90	120
35	120	110	145
50	140	130	170
70	170	160	210
95	205	190	255
120	235	215	295
150	260	245	335
185	295	280	385
240	345	320	455
300	390	365	520
400	445	415	610
Temperatura del terreno en °C	25		
Temperatura del aire en °C	40		
Resistividad térmica del terreno en K · m/W	1,5		
Profundidad soterramiento m	1		
Temperatura del conductor en °C	90		

Se considera instalación al aire libre con una temperatura ambiente de 40°C, por lo tanto la intensidad admisible para conductor de **150 mm²** es **335 A**.

El conductor seleccionado es adecuado ya que la corriente admisible es mayor que la máxima intensidad permanente a la salida del transformador:

$$335 \text{ A} > 138 \text{ A}$$

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegio: 3302-01B ANEXO 2 DIRECCIÓN: SIERRA PLANA VISADO: VD02361-21A DE FECHA: 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	--

9.2 CAÍDA DE TENSIÓN

9.2.1 CONDUCTOR DE SALIDA DE INVERSOR A PLETINAS DE CONEXIÓN CON TRANSFORMADOR

La caída de tensión para este tramo se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta V(\%) = \frac{\sqrt{3} * I * L * [(R * 0,93) + (X * 0,37)]}{N * V_{nom}} * 100$$

Donde:

- I= Intensidad permanente, 3.000 A
- L= Longitud del conductor, Inversor 1= 0,015 km
- R= Resistencia del conductor de cobre de 300 mm² a 90°C, 0,21 Ω/km
- X= Reactancia inductiva del conductor de cobre de 300 mm² a 90°C, 0,2 Ω/km
- N= Número de conductores por fase, 4
- V_{nom}= Tensión de salida del inversor, 640 V
- cos φ: 0,93, sen φ= 0,37

La caída de tensión para el tramo de salida de los inversores es:

$$\Delta V(\%) = \mathbf{0,82\%}$$

9.2.2 SALIDA DEL TRANSFORMADOR A LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

La caída de tensión para este tramo se calcula con la siguiente ecuación:

$$\mu\% = \frac{\sqrt{3} * L * I * (R \cos \varphi + X \sin \varphi) * 100}{U}$$

Donde:

- μ% = Caída de tensión en %.
- L = Longitud en Km, 0,01 km
- I= Intensidad a la salida del transformador 134,72 A
- R = Resistencia del aluminio, 0,265 Ω/km
- X = Reactancia del aluminio en 0,119 Ω/km
- U = Tensión nominal en V, 30.000 V
- cos φ = 0,93, sen φ = 0,37

La caída de tensión para el tramo entre la salida del transformador y las celdas de media tensión es **0,0599%**



Anexo 3. Estudio de Producción (PVSyst)



PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: SUNCO_SIERRA PLANA II

Variante: SUNCO_FV SIERRA PLANA II

Conjunto único de rastreadores, con retroceso

Potencia del sistema: 54.48 MWp

Jaca - Sierra Plana - España

Autor(a)

Ingeniería y Proyectos Innovadores (Spain)



Proyecto: SUNCO_SIERRA PLANA II

Variante: SUNCO_FV SIERRA PLANA II

Ingeniería y Proyectos Innovadores (Spain)



PVsyst V7.2.2

VCO, Fecha de simulación:
16/06/21 16:05
con v7.2.2

Resumen del proyecto

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Jaca - Sierra Plana	Latitud 42.56 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -0.47 °W	
	Altitud 891 m	
	Zona horaria UTC+1	
Datos meteo		
Unnamed Road		
SolarGISv2.2.16 - TMY		

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red	Conjunto único de rastreadores, con retroceso		
Orientación campo FV	Sombreados cercanos	Necesidades del usuario	
Plano de rastreo, eje horizontal N-S	Sombreados lineales	Carga ilimitada (red)	
Azimut del eje 0 °			
Información del sistema		Inversores	
Conjunto FV		Núm. de unidades	30 unidades
Núm. de módulos	99960 unidades	Pnom total	44.88 MWca
Pnom total	54.48 MWp	Límite de potencia de red	42.50 MWca
		Proporción de red lim. Pnom	1.282

Resumen de resultados

Energía producida	104805 MWh/año	Producción específica	1924 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	88.09 %
Energía aparente	112879 MVAh				

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	7
Resultados principales	8
Diagrama de pérdida	9
Gráficos especiales	10



PVsyst V7.2.2

VC0, Fecha de simulación:
 16/06/21 16:05
 con v7.2.2

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Orientación campo FV

Orientación
 Plano de rastreo, eje horizontal N-S
 Azimut del eje 0 °

Conjunto único de rastreadores, con retroceso

Estrategia de retroceso

Núm. de rastreadores 82 unidades
 Conjunto único

Tamaños

Espaciado de rastreador 11.0 m
 Ancho de colector 4.57 m
 Proporc. cob. suelo (GCR) 41.5 %
 Phi min / max +/- 50.0 °

Ángulo límite del retroceso

Límites de phi +/- 65.4 °

Modelos usados

Transposición Perez
 Difuso Importado
 Circunsolar separado

Horizonte

Altura promedio 4.4 °

Sombreados cercanos

Sombreados lineales

Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D
 rastreadores ilimitados

Geometría del modelo bifacial

Espaciado de rastreador 11.00 m
 Ancho de rastreador 4.57 m
 Ángulo límite de rastreo 4 °
 GCR 41.5 %
 Altura del eje sobre el suelo 2.45 m

Definiciones del modelo bifacial

Promedio de albedo de tierra 0.17
 Factor de bifacialidad 70 %
 Fact. sombreado trasero 5.0 %
 Fact. desajuste trasero 10.0 %
 Transparencia del módulo 0.0 %

Valores mensuales de albedo de tierra

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
0.16	0.17	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.17	0.16	0.15	0.15	0.17

Punto de inyección de red

Limitación de potencia de red

Potencia activa 42.50 MWca
 Proporción Pnom 1.282

Factor de potencia

Cos(phi) (principal) 0.928

Características del conjunto FV

Módulo FV

Fabricante Jinkosolar
 Modelo JKM545M-72HL4-TV
 (Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 545 Wp
 Número de módulos FV 99960 unidades
 Nominal (STC) 54.48 MWp

Conjunto #1 - Conjunto FV

Número de módulos FV 6272 unidades
 Nominal (STC) 3418 kWp
 Módulos 224 Cadenas x 28 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 3121 kWp
 U mpp 1046 V
 I mpp 2984 A

Inversor

Fabricante Ingeteam
 Modelo INGECON SUN 1665TL B640 OUTDOOR
 (Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 1496 kVA
 Número de inversores 30 unidades
 Potencia total 44880 kVA

Número de inversores 2 unidades
 Potencia total 2992 kVA

Voltaje de funcionamiento 925-1300 V
 Potencia máx. (=>30°C) 1663 kVA
 Proporción Pnom (CC:CA) 1.14

**PVsyst V7.2.2**

VCO, Fecha de simulación:
16/06/21 16:05
con v7.2.2

Proyecto: SUNCO_SIERRA PLANA II

Variante: SUNCO_FV SIERRA PLANA II

Ingeniería y Proyectos Innovadores (Spain)

**Características del conjunto FV****Conjunto #2 - Subconjunto #2**

Número de módulos FV 6496 unidades
Nominal (STC) 3540 kWp
Módulos 232 Cadenas x 28 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 3233 kWp
U mpp 1046 V
I mpp 3090 A

Número de inversores 2 unidades
Potencia total 2992 kVA

Voltaje de funcionamiento 925-1300 V
Potencia máx. (=>30°C) 1663 kVA
Proporción Pnom (CC:CA) 1.18

Conjunto #3 - Subconjunto #3

Número de módulos FV 6552 unidades
Nominal (STC) 3571 kWp
Módulos 234 Cadenas x 28 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 3260 kWp
U mpp 1046 V
I mpp 3117 A

Número de inversores 2 unidades
Potencia total 2992 kVA

Voltaje de funcionamiento 925-1300 V
Potencia máx. (=>30°C) 1663 kVA
Proporción Pnom (CC:CA) 1.19

Conjunto #4 - Subconjunto #4

Número de módulos FV 80640 unidades
Nominal (STC) 43.95 MWp
Módulos 2880 Cadenas x 28 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 40.13 MWp
U mpp 1046 V
I mpp 38364 A

Número de inversores 24 unidades
Potencia total 35904 kVA

Voltaje de funcionamiento 925-1300 V
Potencia máx. (=>30°C) 1663 kVA
Proporción Pnom (CC:CA) 1.22

Potencia FV total

Nominal (STC) 54478 kWp
Total 99960 módulos
Área del módulo 257768 m²
Área celular 237649 m²

Potencia total del inversor

Potencia total 44880 kVA
Núm. de inversores 30 unidades
Proporción Pnom 1.21

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coi.ar.e-gestion.es



Proyecto: SUNCO_SIERRA PLANA II

Variante: SUNCO_FV SIERRA PLANA II

Ingeniería y Proyectos Innovadores (Spain)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
 Nº.Colegiado.: 0001937
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD02361-21A
DE FECHA : 7/7/21
E-VISADO

PVsyst V7.2.2

VCO, Fecha de simulación:
16/06/21 16:05
con v7.2.2

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto

Fracción de pérdida 1.0 %

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

LID - Degradación Inducida por Luz

Fracción de pérdida 1.5 %

Pérdida de calidad módulo

Fracción de pérdida -1.0 %

Pérdidas de desajuste de módulo

Fracción de pérdida 1.0 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas

Fracción de pérdida 0.1 %

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.989	0.971	0.924	0.729	0.000

Pérdidas de cableado CC

Res. de cableado global 0.31 mΩ

Fracción de pérdida 1.3 % en STC

Conjunto #1 - Conjunto FV

Res. conjunto global 5.0 mΩ

Fracción de pérdida 1.3 % en STC

Conjunto #2 - Subconjunto #2

Res. conjunto global 4.8 mΩ

Fracción de pérdida 1.3 % en STC

Conjunto #3 - Subconjunto #3

Res. conjunto global 4.8 mΩ

Fracción de pérdida 1.3 % en STC

Conjunto #4 - Subconjunto #4

Res. conjunto global 0.39 mΩ

Fracción de pérdida 1.3 % en STC

Pérdidas del sistema.

Pérdidas auxiliares

constante (ventiladores) 60.0 kW

0.0 kW del umbral de potencia

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta transfo MV

Voltaje inversor 640 Vca tri

Fracción de pérdida 0.12 % en STC

Inversor: INGECON SUN 1665TL B640 OUTDOOR

Sección cables (30 Inv.) Cobre 30 x 3 x 1200 mm²

Longitud media de los cables 15 m

Línea MV hasta inyección

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 1200 mm²

Longitud 1324 m

Fracción de pérdida 0.24 % en STC

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coi.ar.e-gestion.es



PVsyst V7.2.2

VC0, Fecha de simulación:
16/06/21 16:05
con v7.2.2

Proyecto: **SUNCO_SIERRA PLANA II**

Variante: **SUNCO_FV SIERRA PLANA II**

Ingeniería y Proyectos Innovadores (Spain)



Pérdidas de CA en transformadores

Transfo MV

Voltaje de red 30 kV

Pérdidas operativas en STC

Potencia nominal en STC 53585 kVA

Pérdida de hierro (Conexión 24/24) 53.58 kW

Fracción de pérdida 0.10 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.06 mΩ

Fracción de pérdida 0.80 % en STC

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en <https://coi.ar.e-gestion.es>



PVsyst V7.2.2

VC0, Fecha de simulación:
 16/06/21 16:05
 con v7.2.2

Definición del horizonte

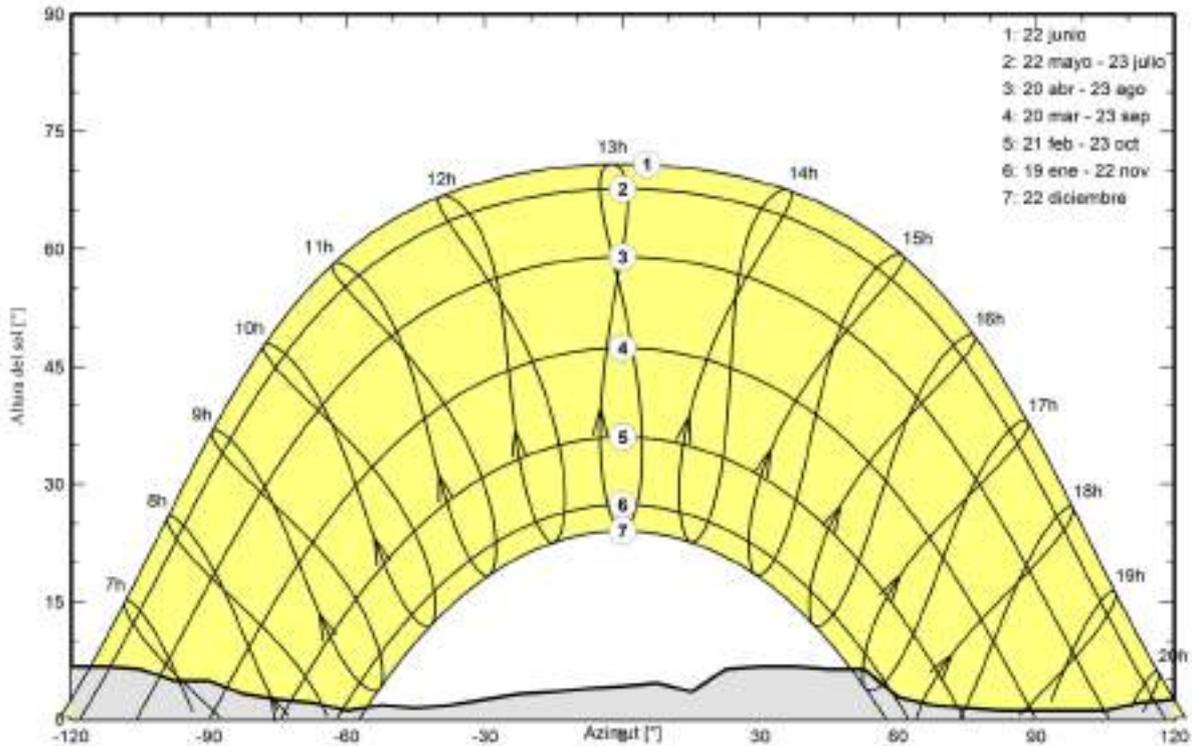
Altura promedio	4.4 °	Factor Albedo	0.85
Factor difuso	0.97	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98
Altura [°]	8.5	6.7	6.7	7.4	7.4	7.1	7.1	7.1	6.7	6.7	6.4	4.9
Azimut [°]	-90	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8
Altura [°]	4.9	3.2	2.5	2.1	1.1	1.8	1.4	1.8	2.5	3.2	3.5	3.9
Azimut [°]	0	8	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83
Altura [°]	4.2	4.6	3.5	6.4	6.7	6.7	6.4	6.4	2.8	1.8	1.4	1.1
Azimut [°]	90	98	105	113	120	128	135	143	150	158	165	173
Altura [°]	1.1	1.1	1.1	2.1	2.5	2.1	3.5	6.4	7.1	7.4	7.8	7.4

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

lat:42.563, lng:-0.46626, exported by solargis.info at 2021-03-03T12:44:26.226Z





Proyecto: SUNCO_SIERRA PLANA II

Variante: SUNCO_FV SIERRA PLANA II

Ingeniería y Proyectos Innovadores (Spain)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
 Nº Colegiado.: 0001937
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
 VISADO Nº : VD02361-21A
 DE FECHA : 7/7/21
E-VISADO

PVsyst V7.2.2

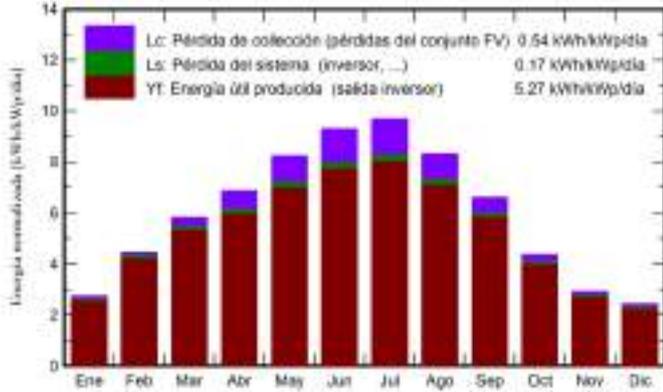
VCO, Fecha de simulación:
 16/06/21 16:05
 con v7.2.2

Resultados principales

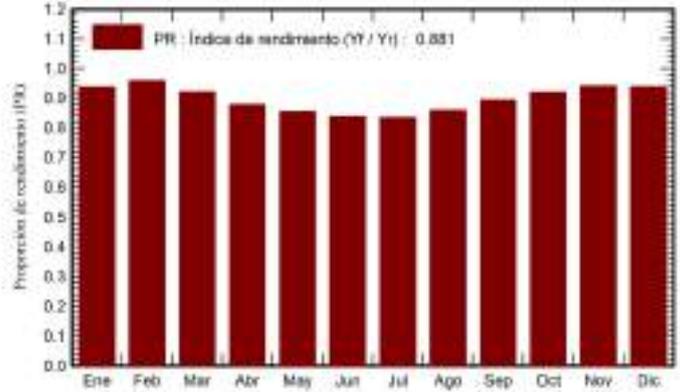
Producción del sistema

Energía producida	104805 MWh/año	Producción específica	1924 kWh/kWp/año
Energía aparente	112879 MVAh	Proporción de rendimiento (PR)	88.09 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	proporción
Enero	60.7	20.89	5.56	85.2	81.6	4512	4349	0.937
Febrero	88.9	29.13	2.25	124.8	120.6	6730	6515	0.959
Marzo	135.2	47.91	7.59	180.6	174.6	9353	9061	0.921
Abril	158.5	59.57	8.92	205.9	199.1	10170	9852	0.878
Mayo	196.4	74.77	13.30	255.3	246.6	12270	11899	0.855
Junio	215.1	72.20	19.66	278.5	269.7	13096	12704	0.837
Julio	228.4	69.32	20.91	300.1	290.8	14053	13637	0.834
Agosto	195.9	62.04	21.35	257.7	249.8	12433	12062	0.859
Septiembre	146.5	48.06	16.55	197.5	191.3	9911	9611	0.893
Octubre	99.2	36.32	13.17	135.3	130.7	7007	6783	0.920
Noviembre	62.7	22.49	6.51	87.4	84.1	4642	4477	0.940
Diciembre	53.7	20.28	4.31	75.5	71.6	4009	3857	0.938
Año	1641.2	562.99	11.74	2183.8	2110.5	108186	104805	0.881

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

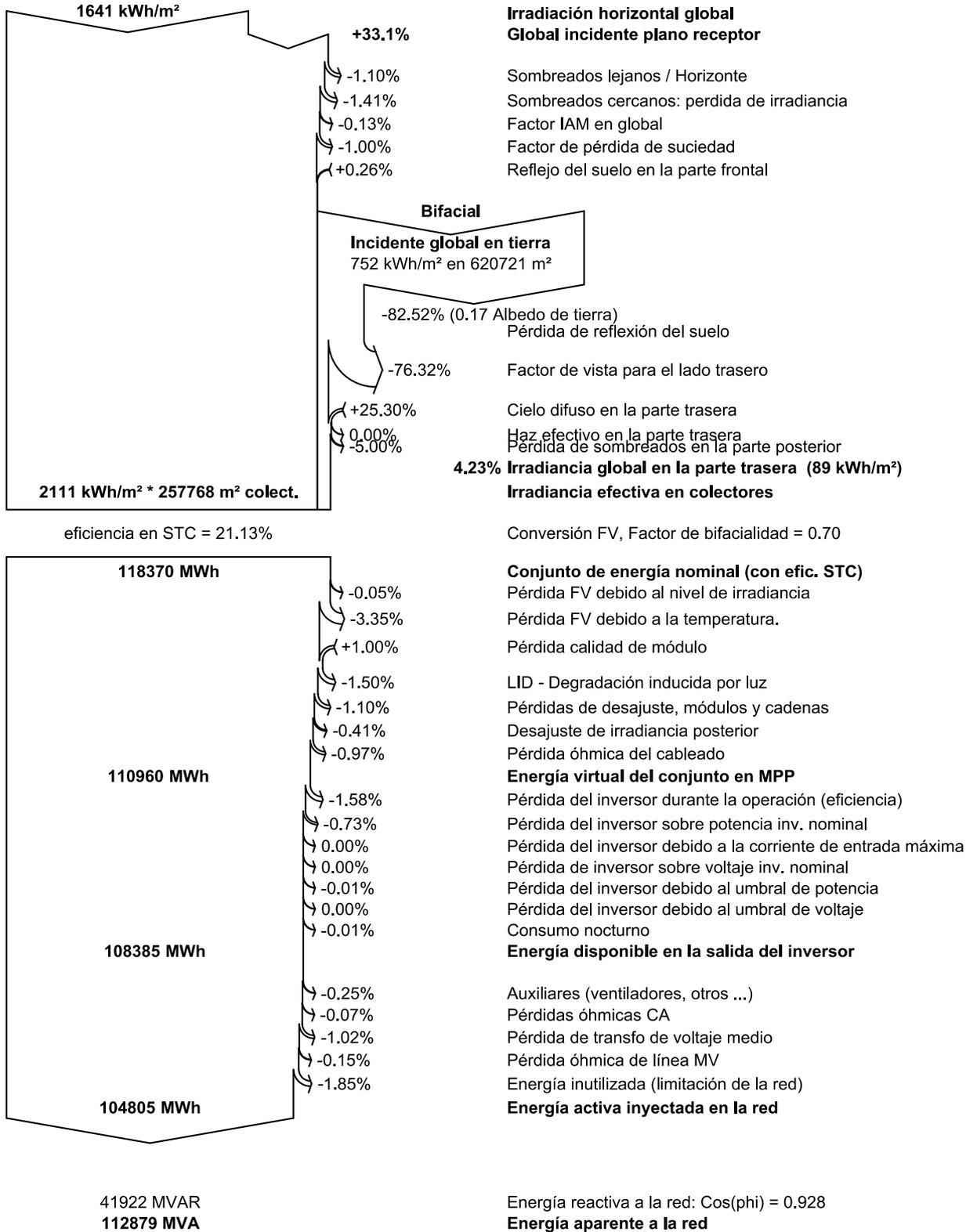
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coiiair.e-gestion.es



PVsyst V7.2.2

VC0, Fecha de simulación:
16/06/21 16:05
con v7.2.2

Diagrama de pérdida



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIJ verificable en https://coi.ar.es



PVsyst V7.2.2

VC0, Fecha de simulación:
16/06/21 16:05
con v7.2.2

Proyecto: SUNCO_SIERRA PLANA II

Variante: SUNCO_FV SIERRA PLANA II

Ingeniería y Proyectos Innovadores (Spain)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

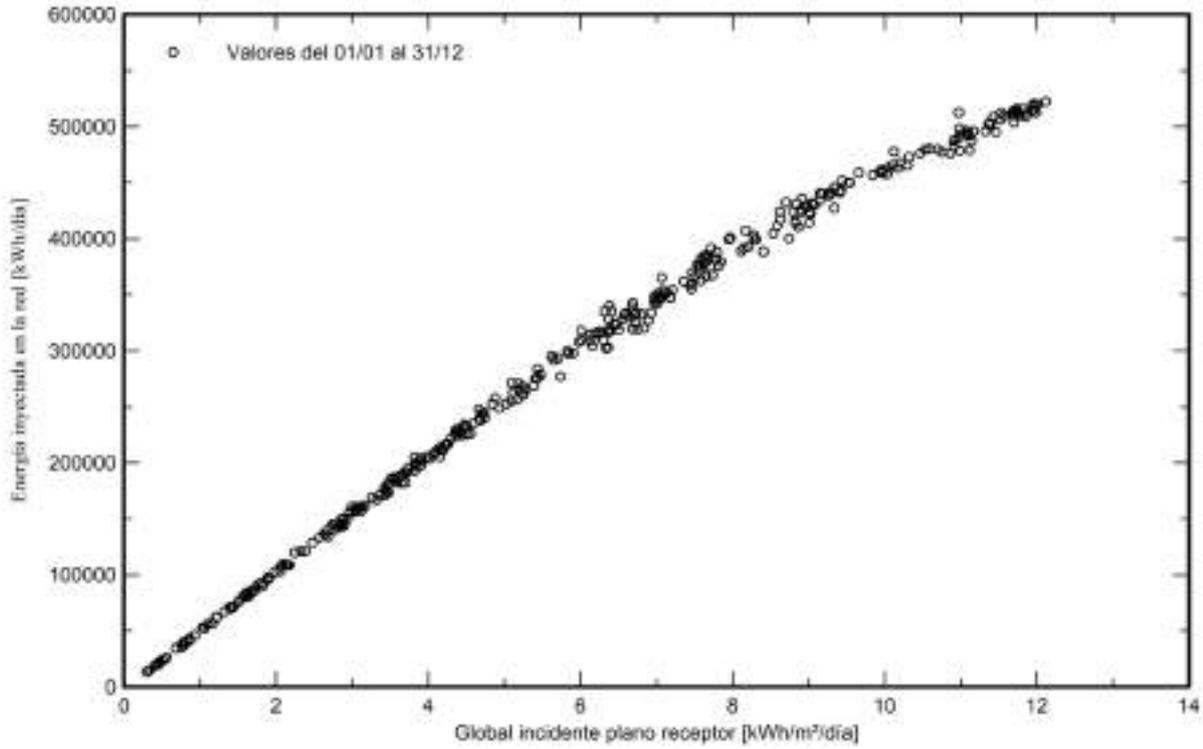
Nº.Colegiado.: 0001937
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA

VISADO Nº. : VD02361-21A
DE FECHA : 7/7/21

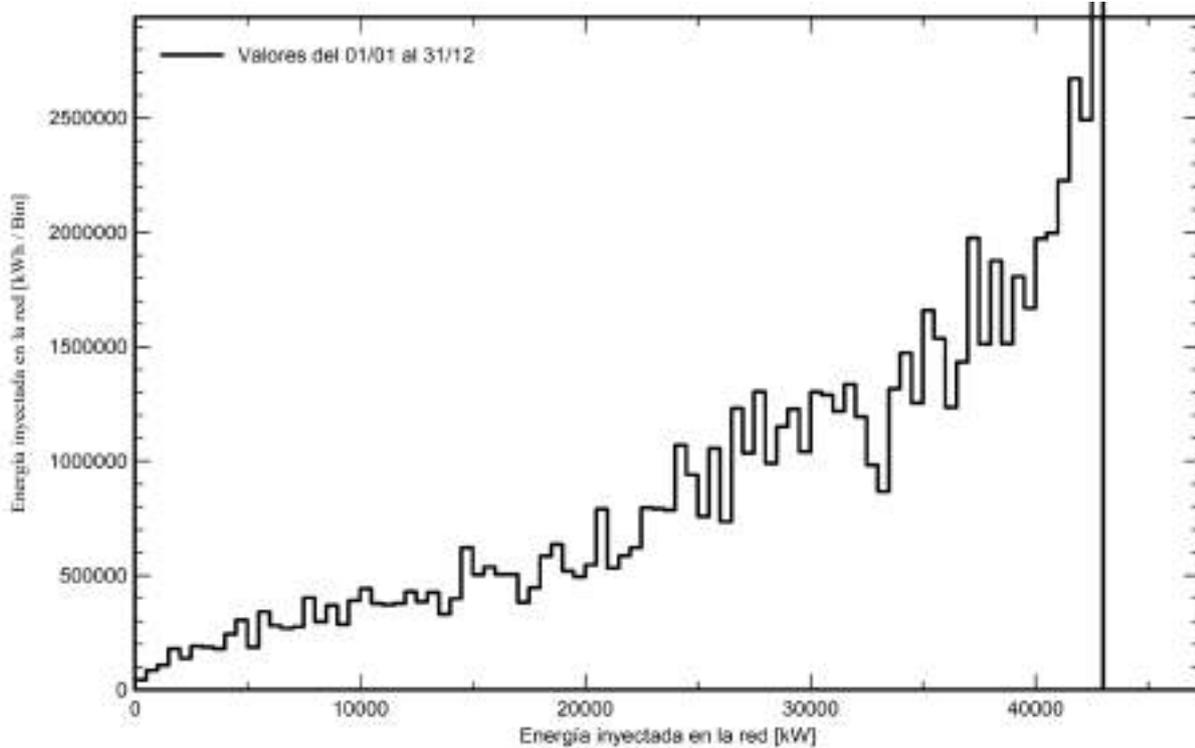
E-VISADO

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>



Anexo 4. Ficha Técnica de Módulos FV

Tiger Pro 72HC-TV

525-545 Watt

BIFACIAL MODULE WITH TRANSPARENT BACKSHEET

P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

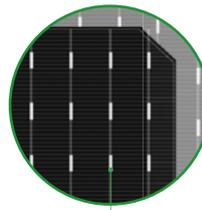
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

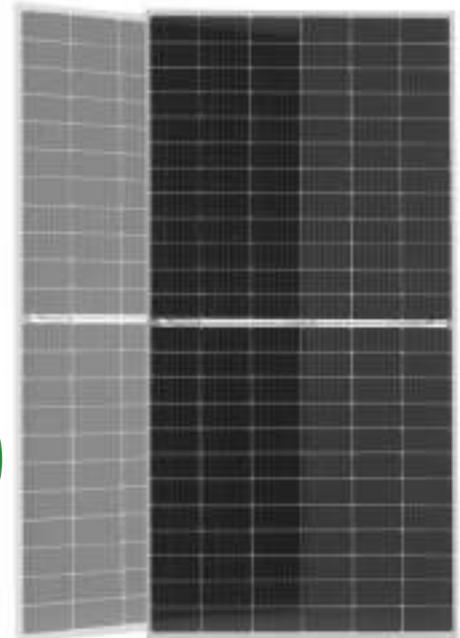
ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



Bifacial Technology



Key Features



Multi Busbar Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



Light-weight design

Light-weight design using transparent backsheet for easy installation and low BOS cost.



Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



Longer Life-time Power Yield

0.45% annual power degradation and 30 year linear power warranty.



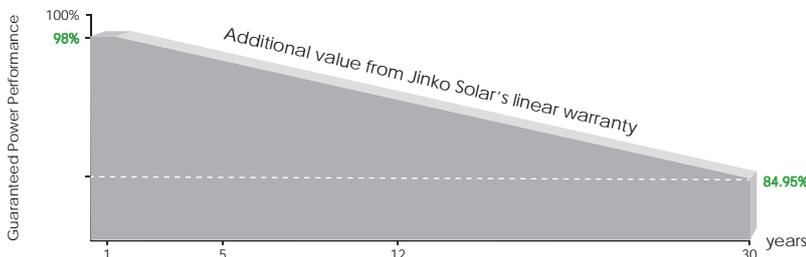
Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



POSITIVE QUALITY™
Continuous Quality Assurance

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

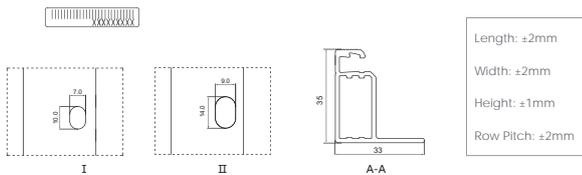
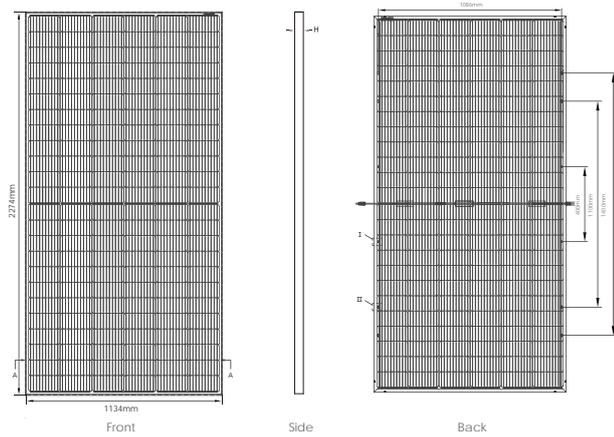


12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.45% Annual Degradation Over 30 years

Engineering Drawings

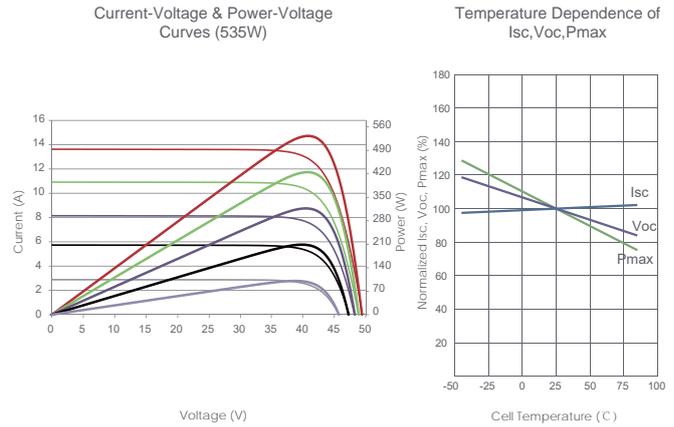


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2274×1134×35mm (89.53×44.65×1.38 inch)
Weight	28.9 kg (63.7 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM525M-72HL4-TV		JKM530M-72HL4-TV		JKM535M-72HL4-TV		JKM540M-72HL4-TV		JKM545M-72HL4-TV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	525Wp	391Wp	530Wp	394Wp	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.61V	37.74V	40.71V	37.88V	40.81V	37.98V	40.91V	38.08V	41.07V	38.18V
Maximum Power Current (Imp)	12.93A	10.35A	13.02A	10.41A	13.11A	10.48A	13.20A	10.55A	13.27A	10.62A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.27V	46.50V	49.35V	46.58V	49.42V	46.65V	49.49V	46.71V	49.65V	46.86V
Short-circuit Current (Isc)	13.64A	11.02A	13.71A	11.07A	13.79A	11.14A	13.87A	11.20A	13.94A	11.26A
Module Efficiency STC (%)	20.36%		20.55%		20.75%		20.94%		21.13%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	70±5%									

BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

		5%		15%		25%	
		Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)
		551Wp	21.38%	604Wp	23.41%	656Wp	25.45%
		557Wp	21.58%	610Wp	23.64%	663Wp	25.69%
		562Wp	21.78%	615Wp	23.86%	669Wp	25.93%
		567Wp	21.99%	621Wp	24.08%	675Wp	26.18%
		572Wp	22.19%	623Wp	24.30%	681Wp	26.42%

*STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s



Anexo 5. Ficha Técnica Inversores

**TRANSFORMERLESS
CENTRAL
INVERTERS
WITH A SINGLE
POWER BLOCK****Up to 1800 kVA at 1500 V****Maximum power density**

These PV central inverters feature more power per cubic foot. Thanks to the use of high-quality components, this inverter series performs at the highest possible level.

Latest generation electronics

The B Series inverters integrate an innovative control unit that runs faster and performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor. Furthermore, the hardware of the control unit allows some more accurate measurements and very reliable protections.

These inverters feature a low voltage ride-through capability and also a lower power consumption thanks to a more efficient power supply electronic board.

Improved AC connection

The output connection has been designed in order to facilitate a direct close-coupled connection with the MV transformer.

Maximum protection

These three phase inverters are equipped with a motorized DC switch to decouple the PV generator from the inverter. Moreover, they are also supplied with a motorized AC circuit breaker. Optionally, they can be supplied with DC fuses, smart grounding kit and input current monitoring.

Maximum efficiency values

Through the use of innovative electronic conversion topologies, efficiency values of up to 98.9% can be achieved. Thanks to a sophisticated control algorithm, this equipment can guarantee maximum efficiency depending on the PV power available.

Enhanced functionality

This new INGECON® SUN PowerMax range features a revamped, improved enclosure which, together with its innovative air cooling system, makes it possible to increase the ambient operating temperature.



Up to 1800 kVA at 1500 V

Long-lasting design

The inverters have been designed to guarantee a long life expectancy, as demonstrated by the stress tests they are subjected to. Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.

Grid support

The INGECON® SUN PowerMax B Series has been designed to comply with the grid connection requirements in different countries, contributing to the quality and stability of the electric system. These inverters therefore feature a low voltage ride-through capability, and can deliver reactive power and control the active power delivered to the grid. Moreover,

they can operate in weak power grids with a low short-circuit ratio (SCR).

Ease of maintenance

All the elements can be removed or replaced directly from the inverter's front side, thanks to its new design.

Easy to operate

The INGECON® SUN PowerMax inverters feature an LCD screen for the simple and convenient monitoring of the inverter status and a range of internal variables.

The display also includes a number of LEDs to show the inverter operating status with warning lights to indicate any incidents. All this helps to simplify and facilitate maintenance tasks.

Monitoring and communication

Ethernet communications supplied as standard. The following applications are included at no extra cost: INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor and its Smartphone version Web Monitor, available on the App Store. These applications are used for monitoring and recording the inverter's internal operating variables through the Internet (alarms, real time production, etc.), in addition to the historical production data.

Two communication ports available (one for monitoring and one for plant controlling), allowing fast and simultaneous plant control.

PROTECTIONS

- DC Reverse polarity.
- Short-circuits and overloads at the output.
- Anti-islanding with automatic disconnection.
- Insulation failure DC.
- Up to 15 pairs of fuse-holders.
- Lightning induced DC and AC surge arresters, type II.
- Motorized DC switch to automatically disconnect the inverter from the PV array.
- Motorized AC circuit breaker.
- Low-voltage ride-through capability.
- Hardware protection via firmware.
- IP66 protection class for the electronics.

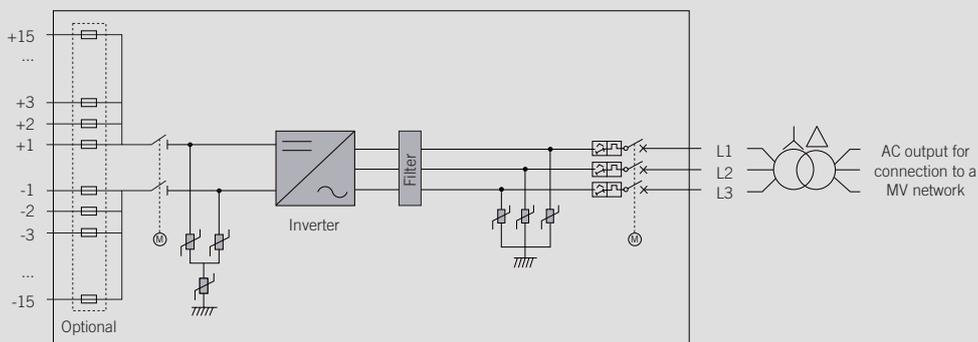
OPTIONAL ACCESSORIES

- Insulation failure AC.
- Grounding kit.
- Heating kit, for operating at an ambient temperature of down to -30 °C.
- Lightning induced DC surge arresters, type I+II.
- DC fuses.
- Monitoring of the DC currents.
- Sand trap kit.
- Wattmeter on the AC side.
- PID prevention kit (PID: Potential Induced Degradation).
- Nighttime reactive power injection.
- Integrated DC combiner box.

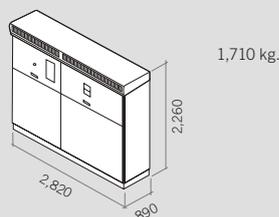
ADVANTAGES OF THE B SERIES

- Higher power density.
- Latest generation electronics.
- More efficient electronic protection.
- Night time supply to communicate with the inverter at night.
- Enhanced performance.
- Easier maintenance thanks to its new design and enclosure.
- Lightweight spares.
- It allows to ground the PV array.
- Components easily replaceable.
- IP66 protection class for the electronics.

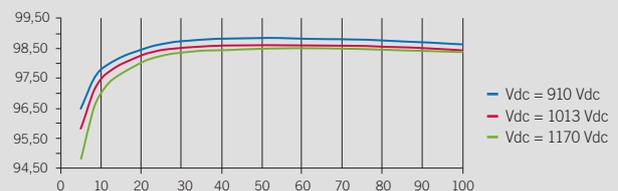
PowerMax B Series



Size and weight (mm)



Efficiency INGECON® SUN 1640TL B630



	1170TL B450	1400TL B540	1500TL B578	1560TL B600	1600TL B615
Input (DC)					
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	1,157 - 1520 kWp	1,389 - 1,824 kWp	1,487 - 1,952 kWp	1,543 - 2,027 kWp	1,582 - 2,077 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	655 - 1,300 V	783 - 1,300 V	837 - 1,300 V	868 - 1,300 V	889 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V				
Maximum current	1,850 A				
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
Input protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
Output (AC)					
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,169 kVA / 1,052 kVA	1,403 kVA / 1,263 kVA	1,502 kVA / 1,352 kVA	1,559 kVA / 1,403 kVA	1,598 kVA / 1,438 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A				
Power IP56 @27 °C / @50 °C ⁽⁴⁾	1,169 kVA / 1,035 kVA	1,403 kVA / 1,242 kVA	1,502 kVA / 1,330 kVA	1,559 kVA / 1,380 kVA	1,598 kVA / 1,415 kVA
Current IP56 @ 27°C / @ 50°C ⁽⁴⁾	1,500 A / 1,328 A				
Rated voltage ⁽⁵⁾	450 V IT System	540 V IT System	578 V IT System	600 V IT System	615 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor ⁽⁶⁾	1				
Power Factor adjustable	Yes. S _{max} =1,169 kVA	Yes. S _{max} =1,403 kVA	Yes. S _{max} =1,502 kVA	Yes. S _{max} =1,559 kVA	Yes. S _{max} =1,598 kVA
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁷⁾	<3%				
Output protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
Features					
Maximum efficiency	98.9%				
Euroefficiency	98.5%				
Max. consumption aux. services	4,250 W				
Stand-by or night consumption ⁽⁸⁾	90 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
General Information					
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m ³ /h				
Average air flow	4,200 m ³ /h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.0.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code				

Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V_{mp}.min is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1) ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the 'V_{oc}' at low temperatures ⁽⁴⁾ With the sand trap kit ⁽⁵⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽⁶⁾ For P_{out}>25% of the rated power ⁽⁷⁾ For P_{out}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁸⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

	1640TL B630	1665TL B640	1690TL B650	1740TL B670	1800TL B690
Input (DC)					
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	1,620 - 2,128 kWp	1,646 - 2,162 kWp	1,672 - 2,196 kWp	1,723 - 2,263 kWp	1,775 - 2,330 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	910 - 1,300 V	922 - 1,300 V	937 - 1,300 V	965 - 1,300 V	994 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V				
Maximum current	1,850 A				
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
Input protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
Output (AC)					
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,637 kVA / 1,473 kVA	1,663 kVA / 1,496.5 kVA	1,689 kVA / 1,520 kVA	1,741 kVA / 1,567 kVA	1,793 kVA / 1,613 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A				
Power IP56 @27 °C / @50 °C ⁽⁴⁾	1,637 kVA / 1,449 kVA	1,663 kVA / 1,472 kVA	1,689 kVA / 1,495 kVA	1,741 kVA / 1,541 kVA	1,793 kVA / 1,587 kVA
Current IP56 @27 °C / @50 °C ⁽⁴⁾	1,500 A / 1,328 A				
Rated voltage ⁽⁵⁾	630 V IT System	640 V IT System	650 V IT System	670 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor ⁽⁶⁾	1				
Power Factor adjustable	Yes. S _{max} =1,637 kVA	Yes. S _{max} =1,663 kVA	Yes. S _{max} =1,689 kVA	Yes. S _{max} =1,741 kVA	Yes. S _{max} =1,793 kVA
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁷⁾	<3%				
Output protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
Features					
Maximum efficiency	98.9%				
Euroefficiency	98.5%				
Max. consumption aux. services	4,250 W				
Stand-by or night consumption ⁽⁸⁾	90 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
General Information					
Operating temperature	-20 °C to +60 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m ³ /h				
Average air flow	4,200 m ³ /h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code				

Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V_{mpp,min} is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1) ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the 'V_{oc}' at low temperatures ⁽⁴⁾ With the sand trap kit ⁽⁵⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽⁶⁾ For P_{out}>25% of the rated power ⁽⁷⁾ For P_{out}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁸⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

**INVERTER STATION
DE MEDIA TENSIÓN,
PERSONALIZADA
HASTA 7,2 MVA,
CON TODOS LOS
COMPONENTES
SUMINISTRADOS
SOBRE UNA BASE
FULL SKID**

Desde 1170 hasta 7200 kVA

Esta nueva solución de media tensión integra todos los elementos necesarios para desarrollar una planta solar multi-megavatio.

Maximice su inversión con el mínimo esfuerzo

La Inverter Station de Ingeteam es una solución compacta, flexible y personalizable, que puede ser configurada para adaptarse a cualquier tipo de necesidad técnica. Se suministra con hasta cuatro inversores fotovoltaicos centrales (dos duales). Todos sus elementos están pensados para facilitar su inmediata instalación a la intemperie, gracias a lo cual se puede prescindir de envoltentes del tipo contenedor.

Mayor adaptabilidad y densidad de potencia

Esta solución tipo power station es más versátil, ya que presenta una plataforma metálica o skid de media tensión que integra todos los componentes de BT y MT, incluidos los inversores FV. Además, presenta una de las mayores densidades de potencia del mercado: 317 kW/m³.

Tecnología Plug & Play

Esta solución en media tensión integra los equipos de conversión de potencia (hasta 7,2 MVA), transformador de aceite herméticamente sellado hasta 36 kV y toda la

aparatura de baja tensión. Una plataforma metálica o skid integra todos los elementos previamente ensamblados para una rápida conexión en campo, con hasta cuatro inversores centrales de la Serie B de Ingeteam.

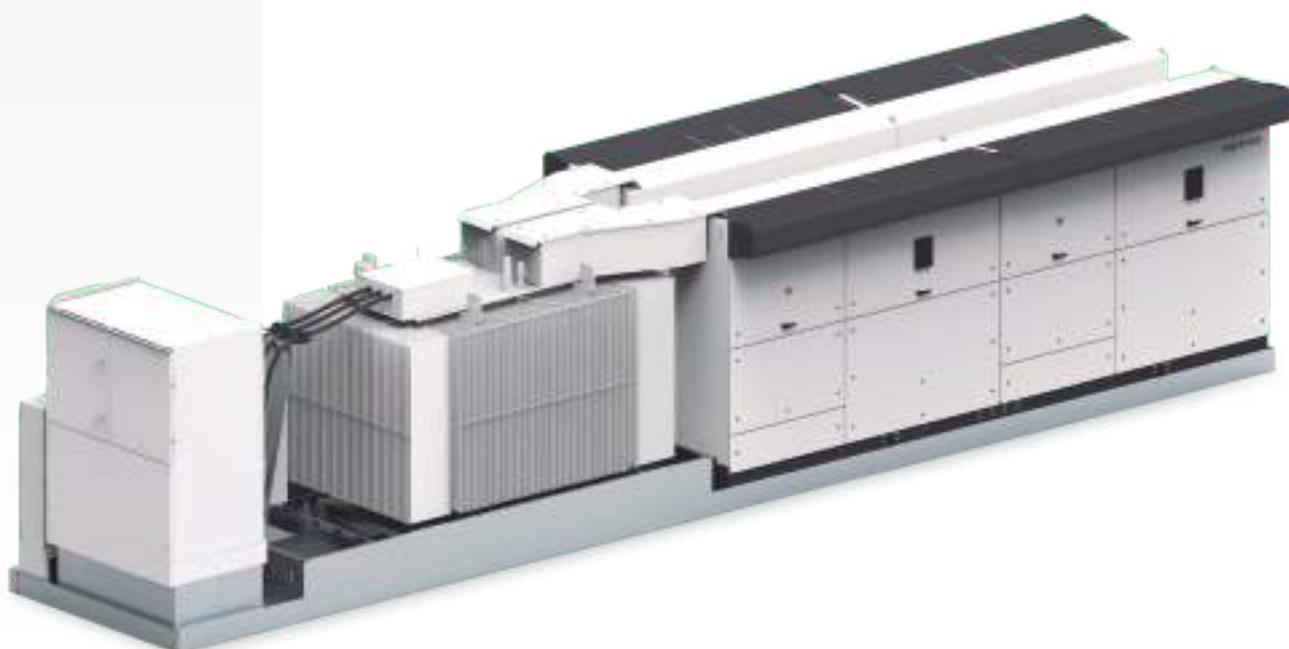
Accesibilidad total

Gracias al uso de equipos de intemperie, el acceso a los inversores y al transformador se hace de forma directa. Además, el diseño de los inversores Power serie B ha sido pensado para facilitar las tareas de mantenimiento y reparación.

Protección máxima

Los inversores serie B de Ingeteam integran una electrónica de potencia de última generación y una protección electrónica mucho más eficiente. Aparte de eso, presentan las principales protecciones eléctricas y despliegan funciones de soporte de red, como la inyección de potencia reactiva, soporte de huecos de tensión o el control de la potencia activa inyectada.

Además, la conexión eléctrica entre los inversores y el transformador está totalmente protegida del contacto directo.



CONSTRUCCIÓN

- Plataforma metálica.
- Apta para ser colocada sobre losa o pilares.
- Diseño compacto que minimiza los costes logísticos.

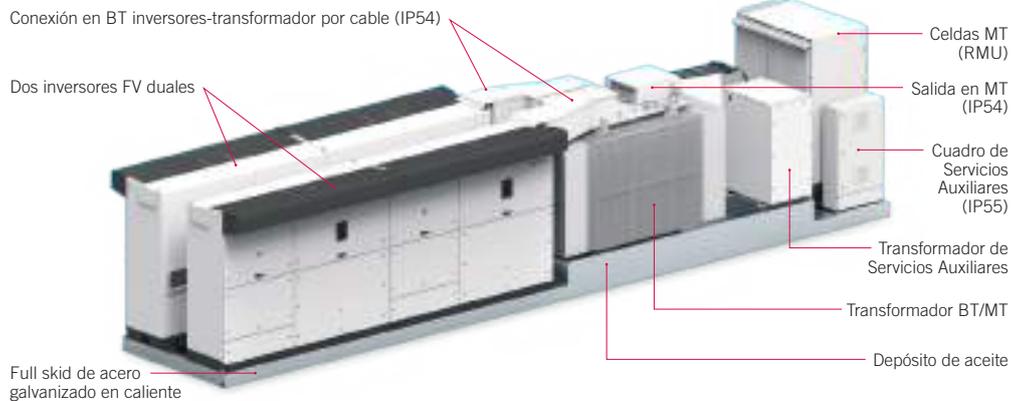
ACCESORIOS OPCIONALES

- Transformador de servicios auxiliares (hasta 50 kVA, Dyn11).
- UPS para monitorización (1,5 kVA, 30 min).
- Descargadores BT tipo I+II.
- Autoválvulas / descargadores de sobretensión en MT.
- Panel de distribución en baja tensión (IP55).
- Puesta en marcha de la planta.
- Sistema de comunicación de alta velocidad por Ethernet o fibra óptica, para una conexión Plug & Play con el SCADA o el control de planta.
- INGECON® SUN StringBox con 16, 24 o 32 strings de entrada. Cajas de strings inteligentes o pasivas.
- Medición de la energía consumida por los servicios auxiliares y de la energía producida.
- Relé de monitorización del aislamiento para sistemas IT.
- Regulación de la potencia reactiva cuando no hay potencia fotovoltaica.
- Puesta a tierra del campo FV.

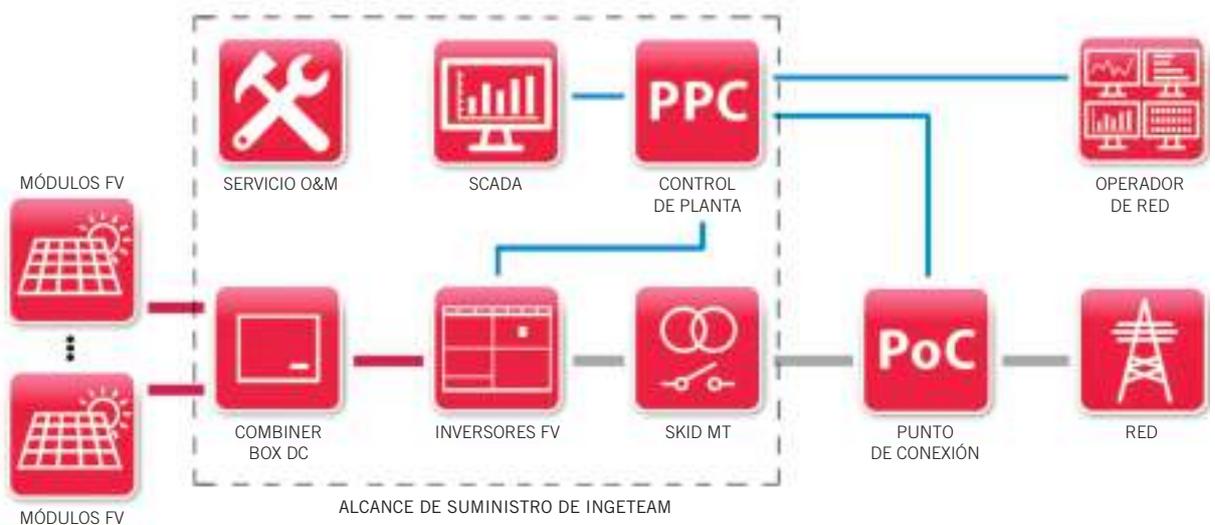
ELEMENTOS ESTÁNDAR

- Hasta cuatro inversores con una potencia de salida de 7,2 MVA.
- Transformador BT/MT de aceite herméticamente sellado hasta 36 kV.
- Celdas MT 1L1A (2L1A opcional).
- Depósito de aceite.
- Perfilería metálica para instalar equipos en BT.
- Mínimos trabajos de instalación en campo.

COMPONENTES



CONFIGURACIÓN DE PLANTA

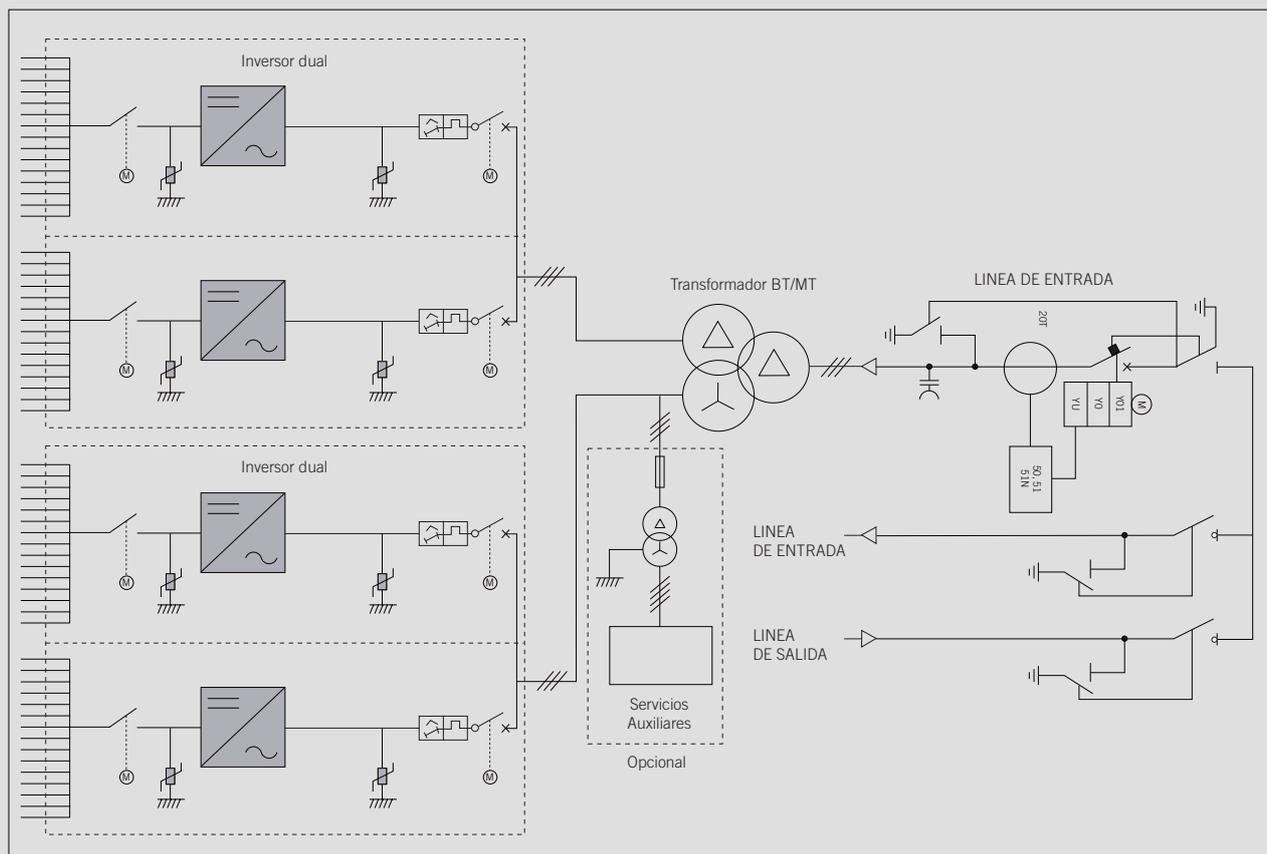


- Comunicación
- Potencia DC
- Potencia AC

	1800 FSK Serie B	3600 FSK Serie B	5400 FSK Serie B	7200 FSK Serie B
Información general				
Número de inversores	1	2	3	4
Potencia máx. @30 °C / 86 °F ⁽¹⁾	1.793 kVA	3.586 kVA	5.379 kVA	7.172 kVA
Rango de temperatura	desde -20 °C hasta +50 °C			
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%			
Altitud máxima	3.000 msnm (limitación de potencia a partir de 1.000 msnm)			
Transformador BT / MT				
Media tensión	Desde 20 kV hasta 35 kV, 50-60 Hz			
Sistema de refrigeración	ONAN			
Mínimo PEI (Peak Efficiency Index) ⁽²⁾	99,40%			
Grado de protección	IP54			
Celdas MT				
Media tensión	24 kV / 36 kV / 40,5 kV			
Corriente nominal	630 A			
Sistema de refrigeración	Ventilación natural			
Grado de protección	IP54			
Equipación				
Cuadro de servicios auxiliares	Versión estándar (sistema de monitorización opcional)			
Transformador BT/MT	Transformador inmerso en aceite herméticamente sellado			
Celdas MT	Celdas 1L1A (2L1A opcional)			
Información mecánica				
Tipo de estructura	Skid de acero galvanizado			
Dimensiones Full Skid (largo x ancho x alto)	8.570 x 2.100 x 2.460 mm	11.390 x 2.100 x 2.460 mm	11.390 x 2.100 x 2.460 mm	11.390 x 2.100 x 2.460 mm
Full Skid	13 T	16 T	19 T	25 T
Normativa	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1			

Notas: ⁽¹⁾ Potencia máxima calculada con el modelo de inversor INGECON® SUN 1800TL B690. Para otros modelos de inversor, contacte con el departamento comercial del área Solar de Ingeteam
⁽²⁾ Para instalaciones en Europa, diseño ECO según la norma EU 548/2014 y EU 2019/1783.

Configuración con cuatro inversores FV Serie B





Ingeteam

Ingeteam Power Technology, S.A.
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - España
Tel.: +34 948 288 000
Fax: +34 948 288 001
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam S.r.l.
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italia
Tel.: +39 0546 651 490
Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

Ingeteam SAS
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - Francia
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - EEUU
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190
Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
República Checa
Tel.: +420 59 747 6800
Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.
Shanghai Trade Square, 1105
188 Si Ping Road
200086 Shanghai - China
Tel.: +86 21 65 07 76 36
Fax: +86 21 65 07 76 38
e-mail: shanghai@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Leibnitz Ext 13 Int 1102, Colonia Anzures
11590 - Miguel Hidalgo
Ciudad de México - México
Tel.: +52 81 8311 4858
Fax: +52 81 8311 4859
e-mail: northamerica@ingeteam.com

Ingeteam Ltda.
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brasil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

Ingeteam Pty Ltd.
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - Sudáfrica
Tel.: +2711 314 3190
Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5
Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Polonia
Tel.: +48 22 821 9930
Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 429 111 190
e-mail: australia@ingeteam.com

Ingeteam Panama S.A.
Av. Manuel Espinosa Batista,
Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407
Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panamá
Tel.: +50 761 329 467

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2,
Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business
Campus 1, Birou 236, Etaj 2
Rumania
Tel.: +40 728 993 202

Ingeteam Philippines Inc.
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo St. corner Rufino St.
1230 Makati
Gran Manila - Filipinas
Tel.: +63 0917 677 6039

Ingeteam Power Technology, S.A.
Level 1, Al Bateen Tower C6 Bainunah
ADIB Building, Street 34
PO BOX 30010 - Abu Dhabi
Emiratos Árabes Unidos
Tel.: +971 50 125 8244

Ingeteam Vietnam Ltd.
Spaces - 28A Tran Hung Dao Street
Phan Chu Trinh Ward
Hoan Kiem District
Ha Noi City - Vietnam
Tel.: +84 24 71014057
e-mail: vietnam@ingeteam.com

Ingeteam Uruguay, S.A.
Avenida 18 de Julio, 1474, Piso 12
11200, Montevideo - Uruguay
Tel.: +598 934 92064



Anexo 6. Ficha Técnica Estructura



NX Gemini

Introducing the NEXTracker Two-in-Portrait Smart Solar Tracker

The NX Gemini™ two-in-portrait (2P) solar tracker optimizes lifetime value and performance, helping project developers and asset owners get the most from their power plant. Ideally suited for sites with challenging soils, high winds, and irregular boundaries, the ruggedized 2P tracker features a patent-pending distributed drive system for maximum stability in extreme weather, eliminating the need for dampers and producing virtually zero energy losses associated with stowing.

Capitalize with Highest Power Density Solar Tracker

NX Gemini's flexible 2P module configuration allows for the maximum number of modules per foundation, requiring only 60 meters and seven foundation posts to provide support for up to 120 modules on four 1500-volt strings. With the lowest number of foundations per megawatts on the solar tracker market today, NX Gemini helps reduce tracker installation costs on difficult sites.

Pair with TrueCapture and Bifacial for Maximum Performance

The 2P tracker can be equipped with either monofacial or bifacial PV modules and integrated with the entire NEXTracker software ecosystem, including the TrueCapture™ advanced smart control and energy yield enhancement platform. Incorporated into the NX Gemini design is the field-proven innovations found in NX Horizon™, such as independent-row architecture, intelligent control systems and wireless communications.

FEATURES AND BENEFITS

- Industry-leading 2P design with 7 foundations points per 120 module row
- Ideal for challenging soils
- Bifacial-optimized for maximum performance
- Patent-pending distributed drive system for maximum stability in high winds
- TrueCapture ready, gain up to 6% more energy
- Special rotation feature for high velocity module installation

“ The NEXTracker team has always collaborated with us during their product development process, resulting in trackers that are faster to build, compatible for more sites and easier to maintain. NX Gemini is a strong tracker option for sites with challenging topography and geotechnical conditions. ”

George Hershman, President of Swinerton Renewable Energy

GENERAL AND MECHANICAL

Tracking type	Horizontal single-axis, independent row	Tracking range of motion	±50°
String voltage	1,500 V _{DC}	Operating temperature range	Array powered: -20°C to 55°C (-4°F to 131°F) AC powered: -40°C to 55°C (-40°F to 131°F)
Typical row size	112 - 120 modules, depending on module string length	Module configuration	2 in portrait. 4 x 1,500 strings per standard tracker. Partial length trackers available.
Drive type	NX patent-pending self-locking, distributed drive	Module attachment	Self-grounding, electric tool-actuated fasteners standard. Clamping system optional.
Motor type	48 V brushless DC motor	Materials	Galvanized steel
Array height	Rotation axis elevation 1.9 to 2.5 m/ 6'2" to 8'2"	Allowable wind speed	Configurable up to 210 kph (130 mph) 3-second gust
Ground coverage ratio (GCR)	Typical range 28-50%	Wind protection	Intelligent wind stowing with self-locking, distributed drive system for maximum array stability in all wind conditions
Modules supported	Mounting options available for most utility-scale crystalline modules	Foundations	Standard W8 section foundation posts. Typically ~160 piers/MW
Bifacial features	Available with optimized central torque tube gap		

ELECTRONICS AND CONTROLS

Solar tracking method	Astronomical algorithm with backtracking. TrueCapture™ upgrades available for terrain adaptive backtracking and diffuse tracking mode
Control electronics	NX tracker controller with inbuilt inclinometer and backup battery
Communications	Zigbee wireless communications to all tracker rows and weather stations via network control units (NCUs)
Nighttime stow	Yes
Power supply	Array powered: NX Integrated DC pre-combiner & power supply AC powered: Customer-provided 240 V _{AC} circuit

INSTALLATION, OPERATIONS AND SERVICE

PE stamped structural calculations and drawings	Included
Onsite training and system commissioning	Included
Installation requirements	Simple assembly using swaged fasteners and bolted connections. No field cutting, drilling or welding
Monitoring	NX Data Hub™ centralized data aggregation and monitoring
Module cleaning compatibility	Compatible with virtually all standard cleaning systems
DC string monitoring	Available with array-powered option
Warranty	10-year structural, 5-year drive and control components
Codes and standards	UL 3703, UL 2703, IEC 62817



Installer-friendly array height with construction rotation feature for faster, easier installation



Anexo 7. Estudio de Campos Electromagnéticos

ÍNDICE

1	OBJETO	2
2	NORMATIVA	2
3	METODOLOGIA DE ANALISIS	3
4	CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS PLANTA FOTOVOLTAICA	4
4.1	RESULTADOS.....	6
5	EVALUACION DE LOS RESULTADOS	8
6	CONCLUSIONES	8

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  N.º Colegiado: 1937 VISADO: VD02361-21A DE FECHA: 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	---

1 OBJETO

El objeto de este anexo es valorar los campos magnéticos que se producirán en la Planta Fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El municipio afectado por la implantación de la planta fotovoltaica es Jaca.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la planta fotovoltaica pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

2 NORMATIVA

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el "Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas", adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
3. ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, "Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia".

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 1937 JOSÉ S. DE LA ROSA VISADO Nº 02361-21A DE FECHA 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	--

3 METODOLOGIA DE ANALISIS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

El cálculo está basado en un cálculo analítico realizado sobre el conjunto de conductores 3D de un centro de transformación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE- CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores del centro de transformación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

4 CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS PLANTA FOTOVOLTAICA

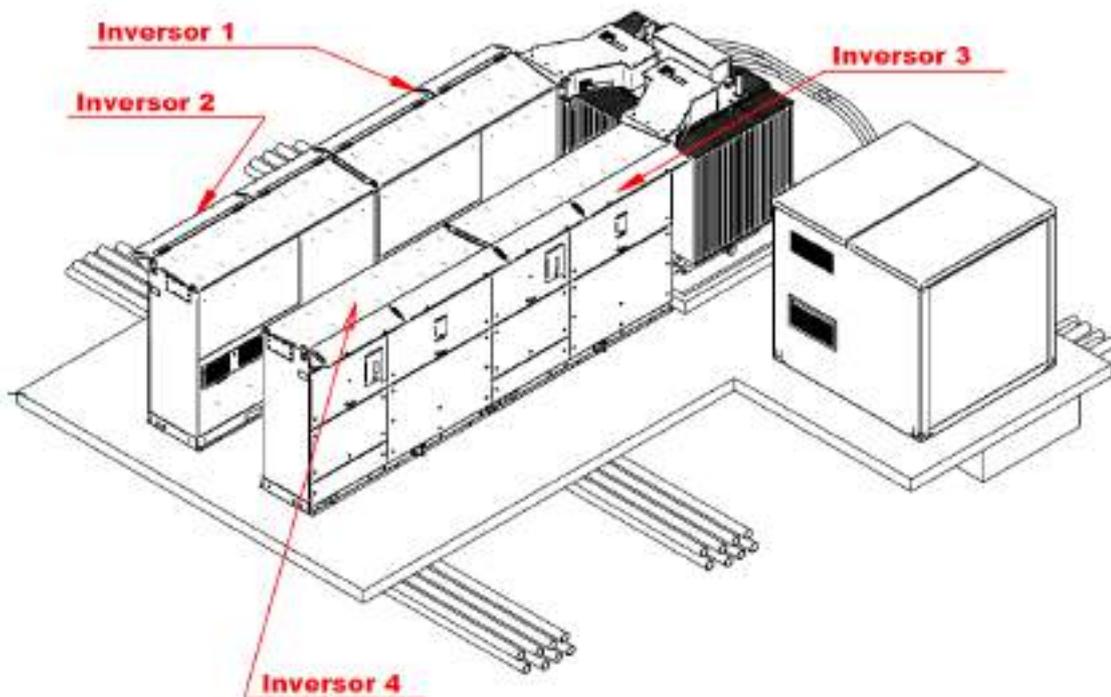
El caso más desfavorable que se puede producir en esta instalación implica la interacción de dos instalaciones:

- Zanja de cables enterrados, se estudiara la zanja de evacuación, ya que es la zanja de mayor potencia y por tanto la que arrojará resultados mayores.
- Un centro de transformación de enlace en el que concurra la mayor acumulación de potencia, de forma análoga al caso anterior.

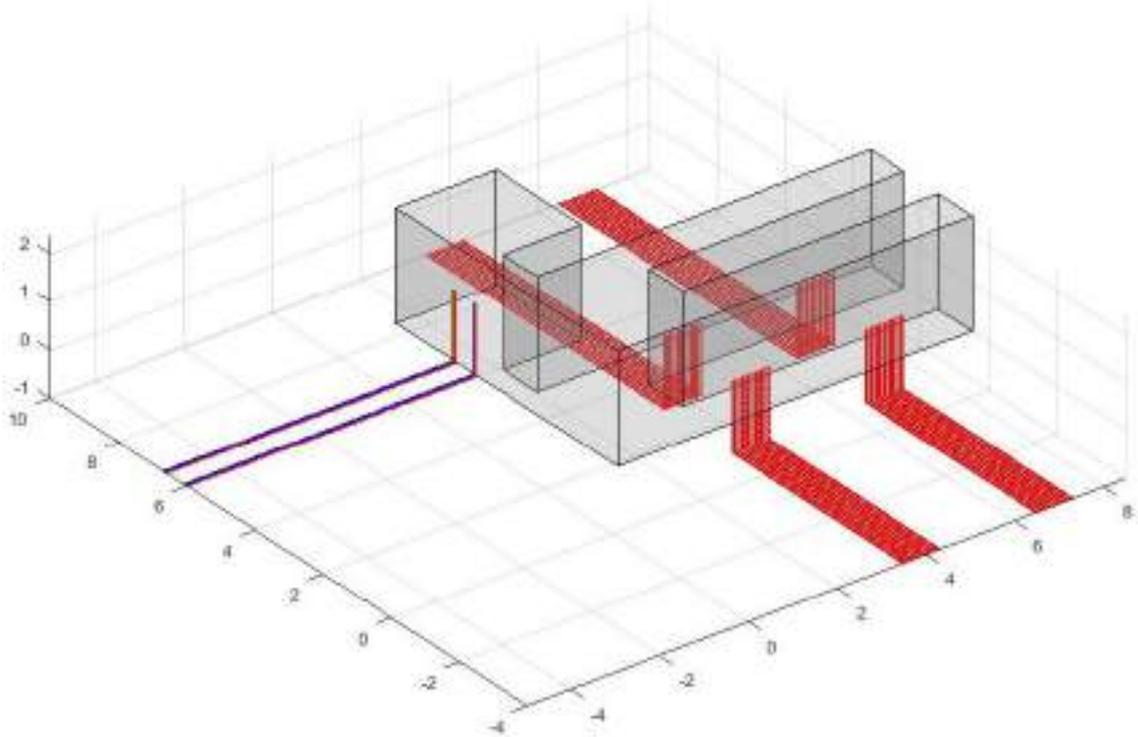
Este será el caso que se someta a estudio de manera que cualquier otra circunstancia a producirse en el parque resulte en unos valores inferiores:

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de las instalaciones accesibles. En el caso de la zanja esto es un estudio de las corrientes magnéticas sobre las superficie del terreno, a 1 m de altura; Y en el caso del centro de transformación considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del exterior de la envolvente y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo en forma de gráfico en toda la superficie de este último caso estudiado a una altura de 1 m a efectos informativos.

El estudio se realiza en las proximidades del centro de transformación 7.000 kVA 30/0,640 kV. El cual recibe 36 entradas de cableado de corriente continua que acometen a los 4 inversores, además, también recibe la entrada de un circuito de media tensión, al cual se unirá e este centro de transformación.

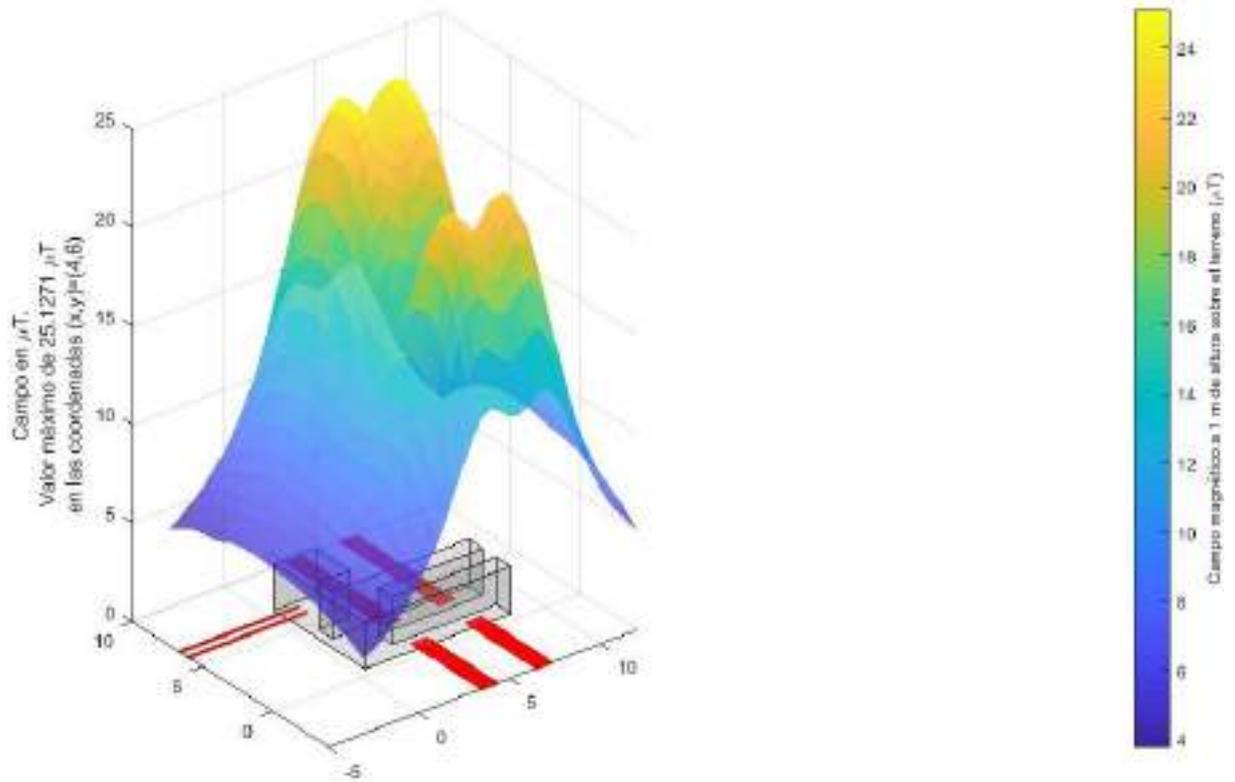


En la siguiente imagen se muestran las entradas del cableado en corriente continua y la entrada y salida del circuito de media tensión en corriente alterna:



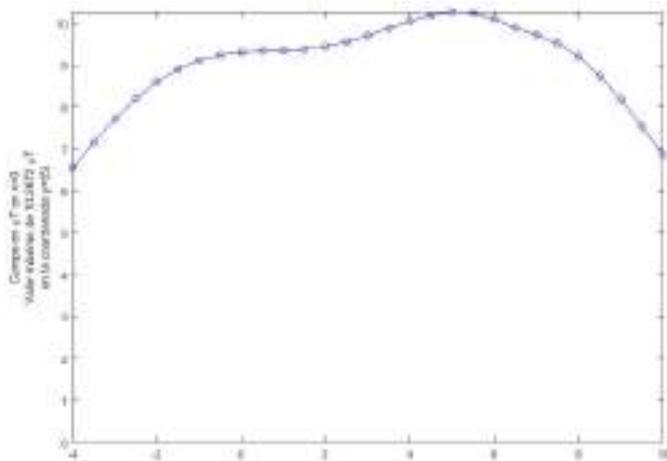
4.1 RESULTADOS

El resultado de la simulación es el siguiente:

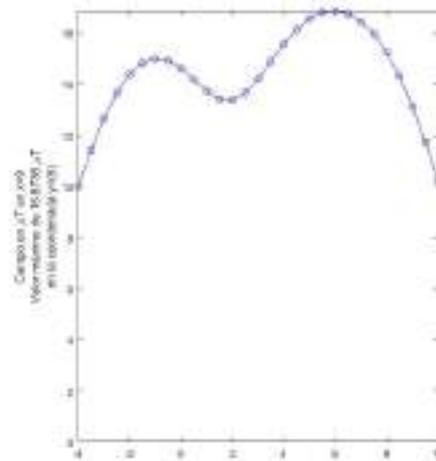


Arroja un valor máximo de 25,12 μT .

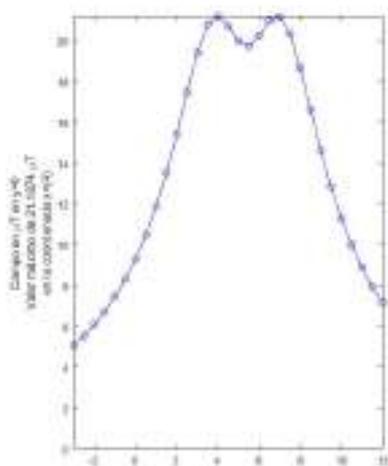
A continuación, se muestran imágenes donde aparecen otros valores calculados del campo magnético producidos en el centro de transformación:



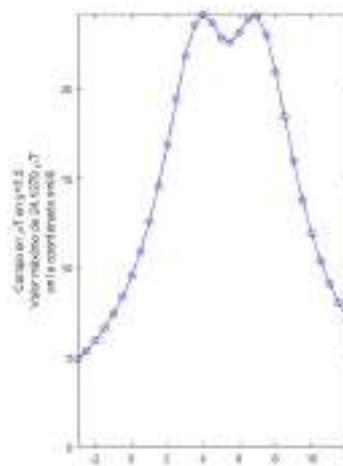
Campo producido en la parte izquierda según imágenes.



Campo producido en la parte derecha según imágenes.



Campo producido en la parte inferior según imágenes.



Campo producido en la parte superior según imágenes.

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  N.º Colegiado: 1937 VISADO: VD02361-21A DE FECHA: 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	---

5 EVALUACION DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en el centro de transformación objeto del proyecto, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100 μ T, límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

Estos niveles de campo magnético no son, por otra parte, exclusivos de instalaciones eléctricas, siendo habituales en otros ambientes, como oficinas, medios de locomoción o incluso en ambientes residenciales fruto de la evolución tecnológica de la sociedad.

6 CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad de la planta fotovoltaica, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 μ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.



Anexo 8. Relación de Bienes y Derechos Afectados (RBDA)

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiación: 1937 D.º ELISABETH RUIZ DE LA SIERRA</p> <p>VISADO VD02361-21A DE FECHA: 07/07/21</p> <p>E-VISADO</p>
--	--	---

1 OBJETO

El objeto del presente documento es el de mostrar y dar a conocer la relación concreta e individualizada de los bienes y derechos afectados por el proyecto de la Planta Fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II".

A continuación se muestra la tabla que recoge las referencias catastrales de las parcelas afectadas, así como su superficie y término municipal al que pertenecen.

2 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS

La relación de parcelas afectadas se describe a continuación, mediante las referencias catastrales:

PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II"																				
DATOS PARCELA						CT		ESTACIÓN METEOROLÓGICA	EDIFICIO O&M	VALLADO FV	MODULOS	ZANJAS BT DENTRO DEL VALLADO	ZANJAS MT DENTRO DEL VALLADO	ZANJAS BT FUERA DEL VALLADO	ZANJAS MT FUERA DEL VALLADO	SERVIDUM BRE DE ZANJA	CAMINOS DENTRO DEL VALLADO	CAMINOS FUERA DEL VALLADO	OCUPACION DEFINITIVA	OCUPACION TEMPORAL
Nº DE ORDEN	REF. CATASTRAL	POL.	PARC.	SUP. PARCELA (m²)	T.M.	ENUM.	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)
1	22178H00600002	6	2	147710	Jaca	CT02	52,07	EM1		107340,38	68669,50	1049,77	418,43		3,00	18,00	1659,54	12,00	107343,38	18,00
2	22178H00600008	6	8	136643	Jaca	CT09 CT10	104,14		85,00	107551,46	84271,60	1133,80	621,42		22,43	163,26	1465,58		107573,89	163,26
3	22178H00609003	6	9003	30596	Jaca									5,00	14,99	119,97			19,99	119,97
4	22178H00609006	6	9006	37580	Jaca					6258,01		22,12	19,54				84,34		6258,01	
5	22178H00609008	6	9008	8795	Jaca					6943,74		5,16	13,48						6943,74	
6	22178H00609009	6	9009	4720	Jaca					3673,66			5,08				20,14		3673,66	
7	22178H00610001	6	10001	386032	Jaca	CT03 CT06	104,14	EM2		174064,10	104023,62	1793,97	521,55	3,46	862,62	5189,23	916,76	26,86	174930,18	5189,23
8	22178H00610007	6	10007	668130	Jaca	CT04 CT05	104,14			265322,56	163327,67	2262,84	821,49	4,58	7,47	72,29	1843,76	29,64	265334,61	72,29
9	22178H00610009	6	10009	188932	Jaca	CT07 CT08	91,89	EM3		150199,25	105244,24	1755,04	251,17				1154,73		150199,25	
10	22178H00620001	6	20001	10941	Jaca					10311,62	5253,56								10311,62	
11	22178H00620007	6	20007	91539	Jaca					73793,53	61256,90	884,19	218,73		33,25	199,41	964,55	133,21	73826,78	199,41
12	22178H00630001	6	30001	215944	Jaca	CT01	39,82			63589,95	30187,44	543,60	52,87				414,06		63589,95	
TOTALES							496,20		85,00	969.048,26	622.234,53	9.450,49	2.943,76	13,04	943,76	5.762,16	8.523,46	201,71	970.005,06	5.762,16



Anexo 9. Estudio de Gestión de Residuos

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegio 333001937 DIRECCIÓN DE LA RIOJA VISADO VD02361-21A DE FECHA 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	--

ÍNDICE

1	IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)	2
2	PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....	3
3	SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	3
4	GESTIÓN DE RESIDUOS	4
5	REUTILIZACIÓN	4
6	VALORIZACIÓN.....	5
7	ELIMINACIÓN	5
8	DESTINO RCD'S.....	6
9	VALORACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DEL PARQUE FOTOVOLTAICO.....	6

1 IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

La codificación de los tipos de residuos se define según la orden MAM/304/2002 y las cantidades de residuos generados se ha obtenido de estimaciones a partir de la información recopilada en:

- “Guía de aplicación del Decreto 201/1994, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción (modificado por el Decreto 161/2001, de 12 de julio)” publicada por la Agencia de Residuos de Cataluña. En esta guía, se aportan unos coeficientes para calcular los diferentes tipos de residuos generados en tareas de construcción de edificios y realización de excavaciones.
- Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos similares.
- Datos recogidos en el Perfil Ambiental de España 2015 elaborado por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (en adelante “MAPAMA”).

TIPO	Código	Descripción	Residuos Generados			
			Fase Construcción (Total)		Fase Operación (anual)	
			Tn	kg	Tn	kg
Peligroso	120112	Ceras y grasas	1,752	1.752	0,175	175
Peligroso	130310	Aceites de los transformadores	0,000	0	5,840	5.840
Peligroso	150110	Envases contaminados valorizables	22,893	22.893	2,289	2.289
Peligroso	150202	Absorbentes y trapos contaminados	0,029	29	0,003	3
Peligroso	200135	Restos de paneles solares valorizables	5,840	5.840	0,584	584
No peligroso	200301	Residuos Urbanos	112,887	112.887	3,387	3.387
No peligroso	200139	Restos de plásticos y envases no contaminados valorizables	22,893	22.893	2,289	2.289
No peligroso	200101	Restos de papel y cartón valorizables	11,446	11.446	1,145	1.145
No peligroso	200304	Lodos procedentes de baños químicos y fosa séptica estanca	47,964	47.964	4,316	4.316
No peligroso	170136	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	0,292	292	0,029	29
No peligroso	170405	Hierro y acero	107,310	107.310	10,734	10.734
Inerte	170101	Restos de hormigón	143,080	143.080	0,000	0
Inerte	170904	Residuos de construcción y demolición	204,400	204.400	0,000	0
Inerte	170504	Sobrantes de excavación	111,778	111.760	0,000	0

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiación: 1937 DIRECCIÓN DE LA OFICINA VISADO Nº 02361-21A DE FECHA 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	---

2 PREVENCIÓN DE RESIDUOS

NO	SI	MEDIDA PREVENCIÓN / REDUCCIÓN
	X	Separación de residuos en origen (en obra)
	X	Inventario de residuos peligrosos (si los hay)
	X	Separación de residuos biodegradables (basura orgánica)
	X	Nombramiento de responsable de prevención / reducción de residuos.
	X	Utilización de materiales prefabricados (elementos de hormigón, bloques prefabricados...)
	X	Utilización de materiales con mayor vida útil o que favorezcan su reutilización, reciclado, etc.
	X	Evitar derrames, fugas, roturas de material o inservible mediante un control de calidad.
X		Posibilidad de utilizar el material sobrante o No válido en otra obra o uso distinto.
	X	Control y medición de unidades de obra durante la recepción del material.
	X	Utilización de envases y embalajes reciclables de materiales para la construcción.
	X	Implantación de medidas de vigilancia y control de vertidos incontrolados.
	X	Otras a incluir por el poseedor de residuos (constructor)

3 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo al Art. 5 R.D.105/2008 el poseedor de residuos deberá proceder a su separación en fracciones, cuando se prevea que los residuos superen las siguientes cantidades:

RESIDUO RCD's	PREVISTO (t)	LÍMITE (t)
HORMIGÓN	143,08 t	80 t
LADRILLOS, TEJAS Y MATERIAL CERÁMICO	0 t	40 t
METAL	107,31 t	2 t
MADERA	0 t	1 t
VIDRIO	0 t	1 t
PLÁSTICO	22,90 t	0,5 t
PAPEL Y CARTÓN	11,45 t	0,5 t

<p align="center">SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p align="center">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
---	---	--

Según la estimación de volumen de residuos RCD's realizada, se deberán tomar medidas de separación para cada fracción identificada en la tabla, que deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

NO	SI	MEDIDA SEPARACIÓN
X		Eliminación previa de materiales desmontables (solo en caso de demolición)
X		Utilización de contenedores de gran volumen para RCD's (solo en caso de demolición)
X		Recogida de RCD's en obra (todo mezclado)
	X	Separación de residuos peligrosos RRPP's (si los hay)
	X	Acondicionamiento de zonas en obra para efectuar la separación de RCD's
	X	Nombramiento de responsable en obra de controlar y supervisar la separación de RCD's
	X	Utilización de contenedores públicos para residuos biodegradables (si los hay)
	X	Utilización de envases / sacos de 1 m ³ para separación de RCD's
	X	Identificación de residuos mediante etiquetas o símbolos

4 GESTIÓN DE RESIDUOS

Los RCD's generados durante la ejecución de la obra se gestionarán mediante alguna de las operaciones siguientes (reutilización, valorización o eliminación). Estas medidas deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

5 REUTILIZACIÓN

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de reutilización
X		Previsión de reutilización en la misma obra o en otro emplazamiento externo
X		Reutilización de hormigón en plantas de hormigón o cementeras
X		Reutilización de mezclas bituminosas en otras obras
	X	Reutilización de arena y grava en áridos reciclados o urbanización
X		Reutilización de ladrillos triturados o deteriorados en otras obras
X		Reutilización de material cerámico en otras obras
X		Reutilización de materiales NO pétreos: madera, yeso, vidrio en otras obras
X		Reutilización de materiales metálicos en otras obras

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiación: 1937 DIRECCIÓN: SIERRA PLANA VISADO: VD02361-21A DE FECHA: 07/07/21 E-VISADO</p>
--	--	--

6 VALORIZACIÓN

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
X		Valorización en la misma obra
	X	Entrega a gestor de RCD's autorizado
X		Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
X		Recuperación o regeneración de disolventes
	X	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas (basuras)
	X	Reciclado o recuperación de compuestos metálicos en fundiciones o similar
	X	Reciclado o recuperación de hormigones, gravas y arenas para hormigón nuevo, material de base en carreteras, sellado de vertederos
	X	Reciclado o recuperación de mezclas bituminosas en plantas de asfalto
X		Regeneración de ácidos o bases
X		Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura

7 ELIMINACIÓN

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de eliminación
	X	Depósito de RCD's en vertedero autorizado de residuos inertes
	X	Depósito en vertedero de residuos peligrosos
X		Eliminación de RCD's en incinerador

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	--	--

8 DESTINO RCD'S

Se aporta una tabla resumen donde se refleja la salida / gestión que se propone dar a cada RCD identificado y cuantificado anteriormente. Constituye una propuesta que deberá ser confirmada por el poseedor de residuos.

TIPO	Código	Descripción	Tratamiento	Destino
Peligroso	120112	Ceras y grasas	Valorización (reciclado)	Gestor de residuos peligrosos
Peligroso	130310	Aceites de los transformadores	Valorización (reciclado)	Gestor de residuos peligrosos
Peligroso	150110	Envases contaminados valorizables	Valorización (reciclado)	Gestor de residuos peligrosos
Peligroso	150202	Absorbentes y trapos contaminados	Valorización (reciclado)	Gestor de residuos peligrosos
Peligroso	200135	Restos de paneles solares valorizables	Valorización (reciclado)	Gestor de residuos peligrosos
No peligroso	200301	Residuos Urbanos	Valorización (reciclado)	Servicio de recogida de basuras
No peligroso	200139	Restos de plásticos y envases no contaminados valorizables	Valorización (reciclado)	Servicio de recogida de basuras
No peligroso	200101	Restos de papel y cartón valorizables	Valorización (reciclado)	Servicio de recogida de basuras
No peligroso	200304	Lodos procedentes de baños químicos y fosa séptica estanca	Eliminación	Gestor de residuos no peligrosos
No peligroso	170136	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Valorización (reciclado)	Gestor de residuos no peligrosos
No peligroso	170405	Hierro y acero	Valorización (reciclado)	Gestor de residuos no peligrosos
Inerte	170101	Restos de hormigón	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
Inerte	170904	Residuos de construcción y demolición	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
Inerte	170504	Sobrantes de excavación	Eliminación	Restauración/Vertedero

9 VALORACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

Se ha previsto un coste de **31.250,25 €** para el almacenamiento de los residuos dentro de la obra y su transporte al Gestor autorizado de residuos.



Anexo 10. Informe de Viabilidad de Acceso a REE

D. Miguel Ángel López de Aguilera López
 CORPORACIÓN ACCIONA HIDRÁULICA, S.L.U.

Asunto: Actualización de los permisos de acceso a la red de transporte en la subestación BIESCAS 220 kV de instalaciones de generación renovable

(Complementa a comunicaciones indicadas en notas al pie de Tabla 1, consecuencia de la modificación de las características declaradas)

Ref.: DDS.DAR.21_1010

Estimados Sres.,

Hemos recibido su comunicación en la que nos solicitan **actualización de acceso**, en la subestación BIESCAS 220kV, como consecuencia de las modificaciones que se incluyen a continuación para las instalaciones de generación renovable, según detalle de la Tabla 1.

NOMBRE DE INSTALACIÓN	P.INST [MW]	CAPACIDAD DE ACCESO [MW]	MUNICIPIO	PROVINCIA	TITULAR	CÓDIGO DE PROCESO (*)
INSTALACIONES PREVISTAS CON PERMISO DE ACCESO ACTUALIZADO POR LA PRESENTE						
FV Sierra Plana I (i)	49,89	45,53	Sabiñánigo y Biescas	Huesca	MESETA Y SOL, S.L.U.	RCR_2674_21
FV Sierra Plana II (i)	49,89	45,53	Sabiñánigo y Jaca	Huesca	SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.	RCR_2674_21
FV Sierra Plana III (i)	49,89	45,53	Sabiñánigo y Jaca	Huesca	MONTAÑA SOLAR, S.L.U.	RCR_2674_21
INSTALACIÓN DE ENLACE (A compartir por instalaciones de generación)		POSICIÓN DE TRANSPORTE	INSTALACIÓN No TRANSPORTE			
		Existente	Línea 220 kV Biescas – S.E. Promotores Biescas, que sustituirá a la actual conexión mediante transformador existente 220/11 kV - 39 MVA (Tipo A según P012.2)			

(FV): Planta fotovoltaica

Capacidad de acceso de la instalación: corresponde con la potencia activa máxima inyectable a la red

P.inst: Potencia instalada según RD413/2014, tras modificación por RD 1183/2020

(*) Código de proceso a utilizar en próximas comunicaciones con REE

(i) Instalaciones con permiso de acceso otorgado en comunicación de referencia DDS.DAR. 21_0149 de fecha 27 de enero de 2021, y actualizado por la presente.

Tabla 1. Instalaciones de generación y de enlace en la subestación BIESCAS 220 kV a las que aplica la presente comunicación.



A este respecto, se informa que procede la actualización de los permisos de acceso otorgados para la instalaciones descritas en la Tabla 1, **manteniéndose la vigencia, las limitaciones y condicionantes establecidas en las comunicaciones indicadas en la misma** como consecuencia de:

- La instalación SIERRA PLANA I que modifica la potencia instalada a 49,89 MW (con un incremento de 4,36 MW respecto a la potencia inicialmente prevista de 45,53 MW).
- La instalación SIERRA PLANA II que modifica la potencia instalada a 49,89 MW (con un incremento de 4,36 MW respecto a la potencia inicialmente prevista de 45,53 MW).
- La instalación SIERRA PLANA III que modifica la potencia instalada a 49,89 MW (con un incremento de 4,36 MW respecto a la potencia inicialmente prevista de 45,53 MW).
- La modificación de la topología de conexión en la instalación de enlace (anteriormente Transformador 220/132/11 kV de 200 MVA que sustituiría al transformador existente 220/11 kV de 39 MVA).

Quedamos a su disposición para cualquier información adicional al respecto.

Atentamente,

M^a Concepción Sánchez Pérez
Directora de Desarrollo del Sistema

c.c.: *Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico*
Gobierno de Aragón
CNMC

(Subdirección General de Energía Eléctrica)
(Dirección General de Energía y Minas)
(Subdirección de Energía Eléctrica)

DM/vg



Anexo 11. Evaluación de riesgo de caída de rayos

<p style="text-align: center;">SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p style="text-align: center;">Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p style="text-align: center;">E-VISADO</p>
--	---	---

ÍNDICE

1	OBJETO Y ALCANCE	2
2	METODOLOGÍA	2
	2.1 ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ZONA DE INTERÉS	2
	2.2 EVALUACIÓN POR RIESGO SEGÚN IEC 62305-2	5
3	CONCLUSIONES	7

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 0001937 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA VISA Nº: VD02361-21A DE FECHA: 7/7/21 INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVABLES</p>
--	---	--

1 OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente estudio es la valoración de la probabilidad de incidencia de un rayo directo sobre las instalaciones de la planta fotovoltaica "FV Sierra Plana II" tomando en cuenta la complejidad del fenómeno del rayo.

En general se evalúa estimando y comparando dos factores: el riesgo admisible y la frecuencia esperada de recibir impactos directos de rayo que dependen del valor de lo que se protege y de la situación de la instalación.

La planta fotovoltaica vendrá conformada por 30 inversores modelo INGETEAM Ingecon Sun1665TL B640, de 1.663 kVA de potencia unitaria. Para la evacuación de la planta, se ha diseñado una línea subterránea de simple circuito que unirá los centros de transformación con las celdas de media tensión de la subestación SET Sierra Plana 2.

En el presente estudio se evaluarán los siguientes valores de riesgos tolerables (RT) tomados de la norma IEC-62305-2. Los valores típicos de riesgo tolerable, que serán empleados como representativos para el presente informe, se indican a continuación:

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| • Pérdidas de vidas humanas: | R1 = 10-5 (año-1) |
| • Pérdidas de servicios públicos: | R2 = 10-3 (año-1) |
| • Pérdidas de patrimonio cultural: | R3 = 10-3 (año-1) |
| • Pérdidas económicas: | R4 = 10-3 (año-1) |

2 METODOLOGÍA

2.1 **Análisis de riesgo de la zona de interés**

A continuación se indican las consideraciones que se tiene en cuenta para evaluar el riesgo.

Dimensiones de la estructura

Se considera como estructura de cálculo la siguiente:

- Longitud de la estructura, L = 12 m
- Anchura de la estructura, W = 3 m
- Altura, H = 3 m
- Atributos
 - Riesgo de incendios y daños físicos: Low; Rf = 0,001

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	---

- Eficacia del apantallamiento: Average; Ks1 = 0,2
- Tipo de cableado interno: Screened; Ks3 = 0,1

Influencias ambientales

- Situación respecto a los alrededores Isolated structure; Cd = 1,0
- Factor ambiental Rural; Ce = 1,0
- Número de días de tormenta Td = 80 días/año
- Densidad anual equivalente de rayos Ng = Td/10 = 8 rayos/km2.

Según el siguiente mapa de rayos de la NASA.



Imagen 1. Situación de la Planta Fotovoltaica "FV Sierra Plana II"

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	
--	---	---



Imagen 2. Mapa de rayos por km².

Líneas eléctricas

- Línea que llega a la estructura Buried cable; PL =2
- Tipo de cable externo Screened; PLD0 = 0,4
- Existencia de transformador Sí; Ct = 0,2

Otras. Líneas aéreas

- Número de líneas aéreas Noh = 1
- Tipo de cable externo Unscreened; PLD1 = 1

Otras. Líneas enterradas

- Número de líneas Nug = 0

<p>SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"</p> <p>T.M. Jaca (Huesca)</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-size: 8px;"> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado : 0001937 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA</p> <p>VISA Nº : VD02361-21A DE FECHA 7/7/21</p> </div>
--	---	--

- Tipo de cable externo Unscreened; PLD2 = 1

Medidas de protección

- Clase sistema de protección contra descargas atmosféricas Level II - 97%
- Protección contra incendios Manual systems r = 0,5
- Protección contra sobretensiones Services entrances only; SP = 1,0

Pérdidas de vidas humanas

- Riesgos especiales para la vida No special hazards; h1 = 1,0
- Por incendios Other structures; Lf1 = 0,01
- Por sobretensiones No safety critical systems; Lo1 = 0

Pérdidas de servicios esenciales

- Por incendios No service exist; Lf2 = 0,0
- Por sobretensiones No service exist; Lo2 = 0,0

Pérdidas de patrimonio cultural

- Por incendios No heritage value; Lf3 = 0

Pérdidas de económicas

- Riesgos económicos especiales No special hazards; h4 = 1
- Por incendios Other structures; Lf3 = 0,001
- Por sobretensiones Other structures; Lo4 = 0,001
- Por tensión de paso/contacto No shock risk; Lt4 = 0
- Riesgo tolerable de pérdidas económicas 1 in 1000 years; Rt4

2.2 Evaluación por riesgo según IEC 62305-2

A continuación se indican los cálculos de la evaluación de riesgo para las 4 categorías anteriormente indicadas.

**SOLAR ALTO
GÁLLEGO,
S.L.U.**

Proyecto Técnico Administrativo
Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II"

T.M. Jaca (Huesca)

Collection Area Results:

Ad - collection area of direct strikes to the structure	707 m2
Nd - average number of direct strikes to the structure per year	0,006 flashes/year
Am - collection area of structure influenced by induced overvoltages from indirect strikes	203.279 m2
Nm - average number of strikes direct to ground or to grounded objects near the structure inducing overvoltages	1,626 flashes/year
Ac1 - collection area of overhead line to direct strikes	35.676 m2
NL1 - average number of strikes direct to the overhead line per year which are potentially dangerous	0,285 flashes/year
AI1 - collection area of overhead line to indirect strikes	1.000.000 m2
NI1 - average number of annual indirect strikes to ground near the overhead line which induce damaging overvoltages	8,000 flashes/year
Ac2 - collection area of underground line to direct strikes	14.865 m2
NL2 - average number of strikes direct to the underground line per year which are potentially dangerous	0,119 flashes/year
AI2 - collection area of underground line to indirect strikes	500.000 m2
NI2 - average number of annual indirect strikes to ground near the underground line which induce damaging overvoltages	4,000 flashes/year

Category 1 - Loss of Human Life:

RA1 - risk of dangerous touch and step potentials inside and outside the structure from a direct strike to the structure	5,66E-09
RB1 - risk of destruction due to fire, explosion, mechanical, chemical damage from a direct strike to the structure	1,41E-09
RC1 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from a direct strike to the structure	0,00E+00
RM1 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from an indirect strike to the structure	0,00E+00
RU1 - risk of dangerous touch and step potentials inside and outside the structure from a direct strike to the service lines	6,18E-09
RV1 - risk of destruction due to fire, explosion, mechanical, chemical damage from a direct strike to the service lines	3,09E-08
RW1 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from a direct strike to the service lines	0,00E+00
RZ1 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from an indirect strike to the service lines	0,00E+00

Category 2 - Loss of Essential Services:

RB2 - risk of destruction due to fire, explosion, mechanical, chemical damage from a direct strike to the structure	0,00E+00
RC2 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from a direct strike to the structure	0,00E+00
RM2 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from an indirect strike to the structure	0,00E+00
RV2 - risk of destruction due to fire, explosion, mechanical, chemical damage from a direct strike to the service lines	0,00E+00
RW2 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from a direct strike to the service lines	0,00E+00
RZ2 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from an indirect strike to the service lines	0,00E+00

Category 3 - Loss of Cultural Heritage:

RB3 - risk of destruction due to fire, explosion, mechanical, chemical damage from a direct strike to the structure	0,00E+00
RV3 - risk of destruction due to fire, explosion, mechanical, chemical damage from a direct strike to the service lines	0,00E+00

Category 4 - Economic Loss:

RA4 - risk of dangerous touch and step potentials inside and outside the structure from a direct strike to the structure	0,00E+00
RB4 - risk of destruction due to fire, explosion, mechanical, chemical damage from a direct strike to the structure	0,00E+00
RC4 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from a direct strike to the structure	5,66E-07
RM4 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from an indirect strike to the structure	1,63E-06
RU4 - risk of dangerous touch and step potentials inside and outside the structure from a direct strike to the service lines	0,00E+00
RV4 - risk of destruction due to fire, explosion, mechanical, chemical damage from a direct strike to the service lines	0,00E+00
RW4 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from a direct strike to the service lines	3,09E-05
RZ4 - risk of electrical / electronic equipment failure due to overvoltage from an indirect strike to the service lines	8,49E-04

SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.	Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)	
-----------------------------------	---	--

3 CONCLUSIONES

A raíz de los resultados expuestos en el apartado anterior, se concluye que los riesgos asociados a la incidencia de rayos en la instalación fotovoltaica se encuentran por debajo de lo valores tolerables por lo que no es necesaria la instalación de sistemas de protección adicionales. En la siguiente tabla se muestran los resultados de los factores de riesgo:

Calculated Risks:							
	Tolerable Risk (Rt)		Direct Strike Risk (Rd)		Indirect Strike Risk (Ri)		Calculated Risk (R)
Loss of Human Life:	1,00E-05	=>	7,07E-09	+	3,71E-08	=	4,42E-08
Loss of Essential Services:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Loss of Cultural Heritage:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Economic Loss:	1,00E-03	=>	5,66E-07	+	8,82E-04	=	8,82E-04

Aunque los riesgos están por debajo del valor tolerable, se deberán tomar las medidas de seguridad que posee toda instalación fotovoltaica:

- La planta tendrá una red de tierras equipotencial y los cuadros dispondrán de varistores descargadores frente posibles sobretensiones
- Todas las tareas de construcción, mantenimiento y desmantelamiento, se realizarán acorde al plan de seguridad de la planta

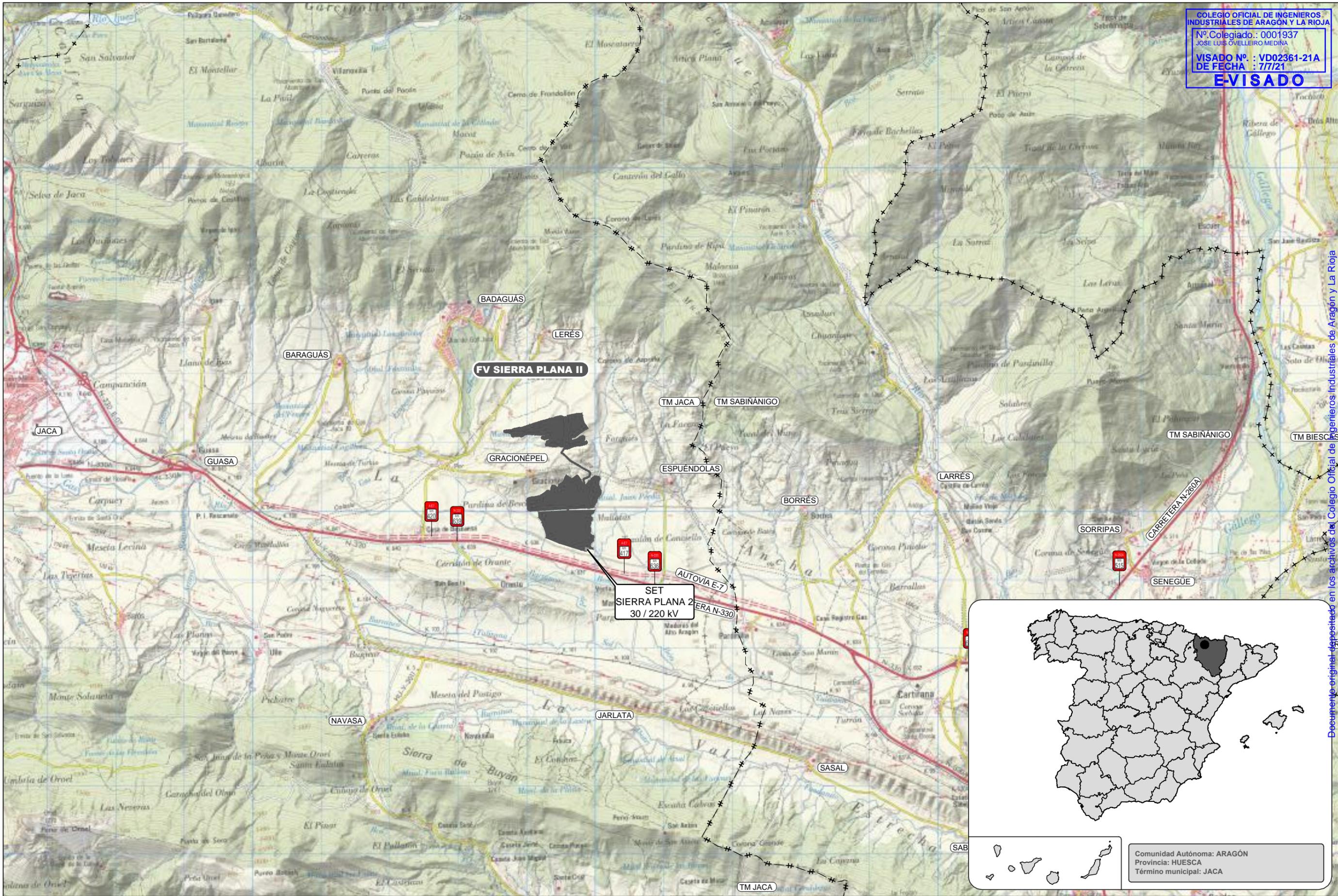
Con el presente documento, se entiende haber descrito adecuadamente la evaluación del riesgo de caída de rayos para la instalación fotovoltaica, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

DOCUMENTO 02. PLANOS

<p>SOLAR ALTO GALLEGO, S.L.U.</p>	<p>Proyecto Técnico Administrativo Planta fotovoltaica "FV SIERRA PLANA II" T.M. Jaca (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 1937 DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA VISADO VD02361-21A DE FECHA: 7/7/21 E-VISADO</p>
--	--	---

ÍNDICE

342105302-3303-010 SITUACIÓN FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-020 EMPLAZAMIENTO FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-030 ORTOFOTO FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-040 PLANTA GENERAL FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-041 PLANTA GENERAL AFECCIONES FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-042 PLANTA CT TIPO FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-050 PLANTA CATASTRO FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-114 TRAZADO Y SECCIONES TIPO DE VIALES FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-200 EDIFICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-293 DETALLES DE VALLADO FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-401 DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS MT FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-402 ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-411 TRAZADO DE ZANJAS DE MT FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-414 SECCIONES TIPO DE ZANJAS FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-440 EDIFICIO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-451 ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-471 DETALLES DE ESTRUCTURA FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-472 HINCADO DE ESTRUCTURA FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-500 ESQUEMA UNIFILAR DE BAJA TENSIÓN FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-514 DETALLE DE CONEXIONADO DE SERIES FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-530 PLANTA GENERAL Y DETALLES PAT FV SIERRA PLANA II
342105302-3303-860 PLANTA GENERAL CCTV FV SIERRA PLANA II



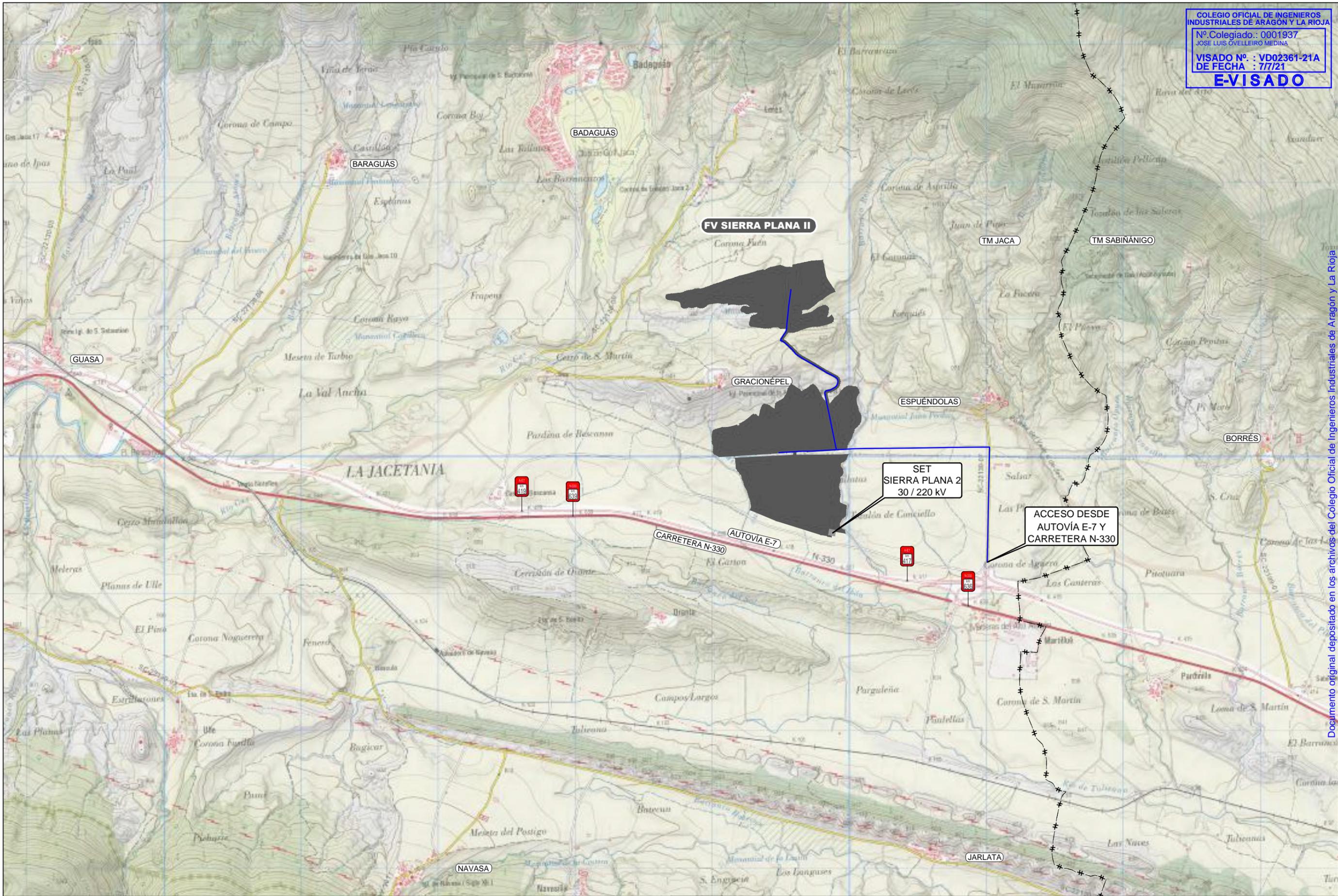
Comunidad Autónoma: ARAGÓN
 Provincia: HUESCA
 Término municipal: JACA

A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	
	AUTOR		FORMATO A3
	TÍTULO	SITUACIÓN	ESCALA 1:50000
	PLANO Nº	342105302-3303-010	REVISIÓN A

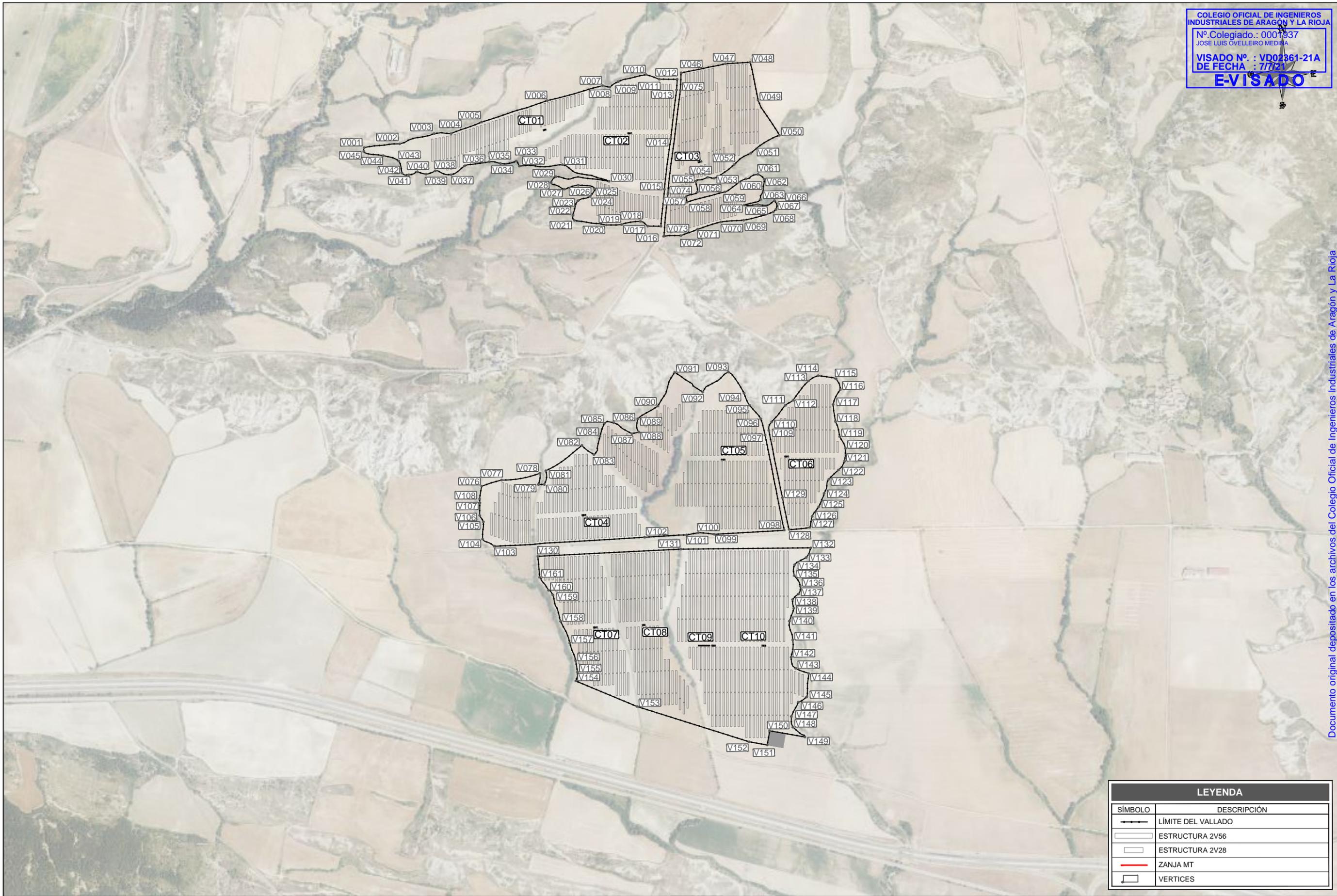
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQHIEJ verificable en https://coilar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
 Nº Colegiado.: 0001937
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
 VISADO Nº. : VD02361-21A
 DE FECHA : 7/7/21
E-VISADO



					FV SIERRA PLANA II	CLIENTE SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	FORMATO	A3	
							AUTOR		TÍTULO	EMPLAZAMIENTO	ESCALA
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.			FIRMA DEL INGENIERO	PLANO Nº	342105302-3303-020	REVISIÓN	A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	EMISIÓN INICIAL	DESCRIPCIÓN	(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937				

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coilar.e-gestion.es



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITE DEL VALLADO
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	ZANJA MT
	VERTICES

A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

FV SIERRA PLANA II

CLIENTE
SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U.

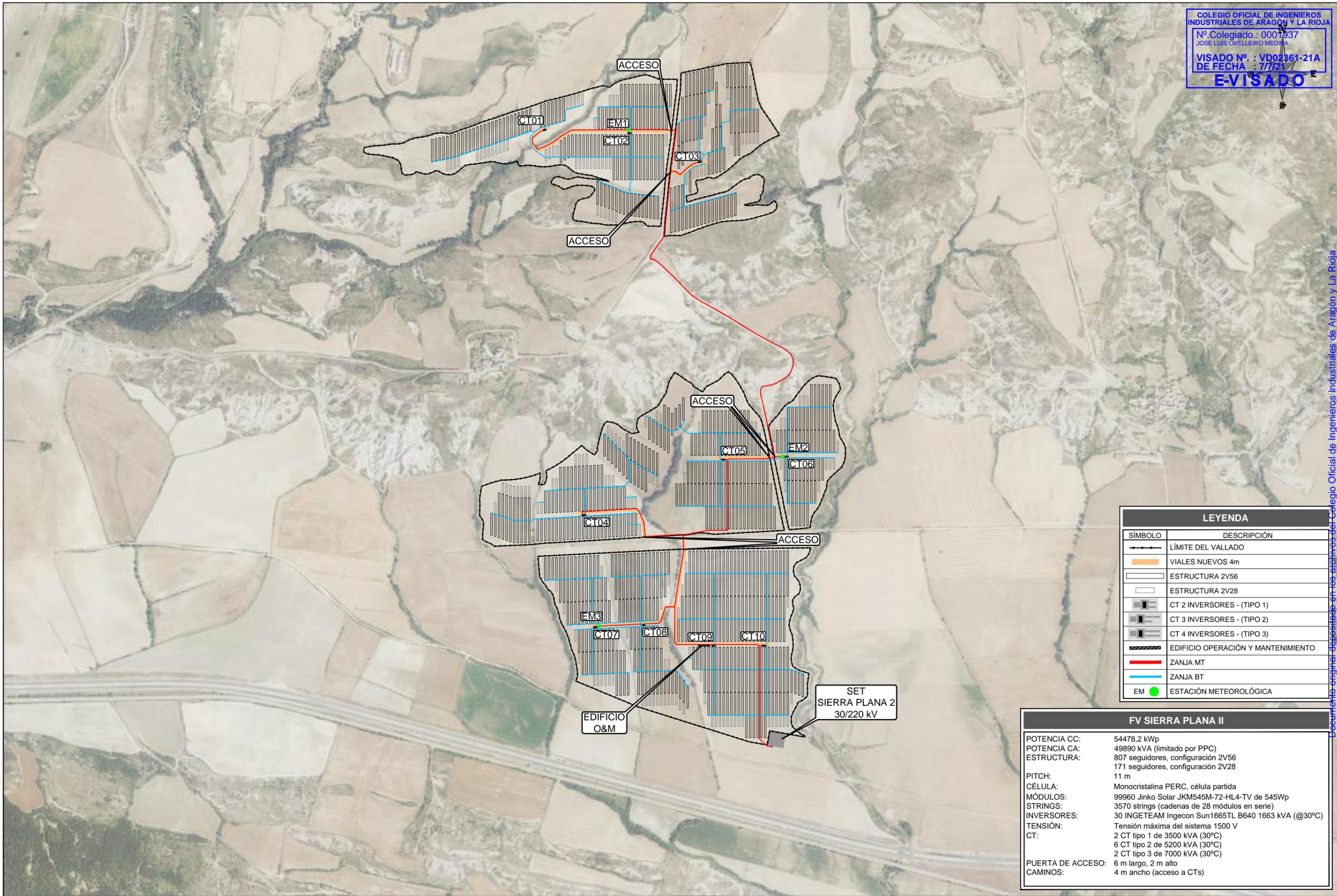
PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	FORMATO A3
AUTOR 	ESCALA 1:10000
FIRMA DEL INGENIERO <small>(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937</small>	TÍTULO ORTOFOTO VÉRTICES PLANTA
PLANO N.º 342105302-3303-030.01	REVISIÓN A



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITE DEL VALLADO
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	ZANJA MT
	VERTICES

					FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	PROYECTO		FORMATO
						SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)		A3
						AUTOR	FIRMA DEL INGENIERO	TÍTULO	ESCALA
								ORTOFOTO VÉRTICES ZANJA MEDIA TENSIÓN	1:10000
						(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	PLANO Nº	REVISIÓN	
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.			342105302-3303-030.02	A	
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	EMISIÓN INICIAL DESCRIPCIÓN				

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coi.ar.e-gestion.es

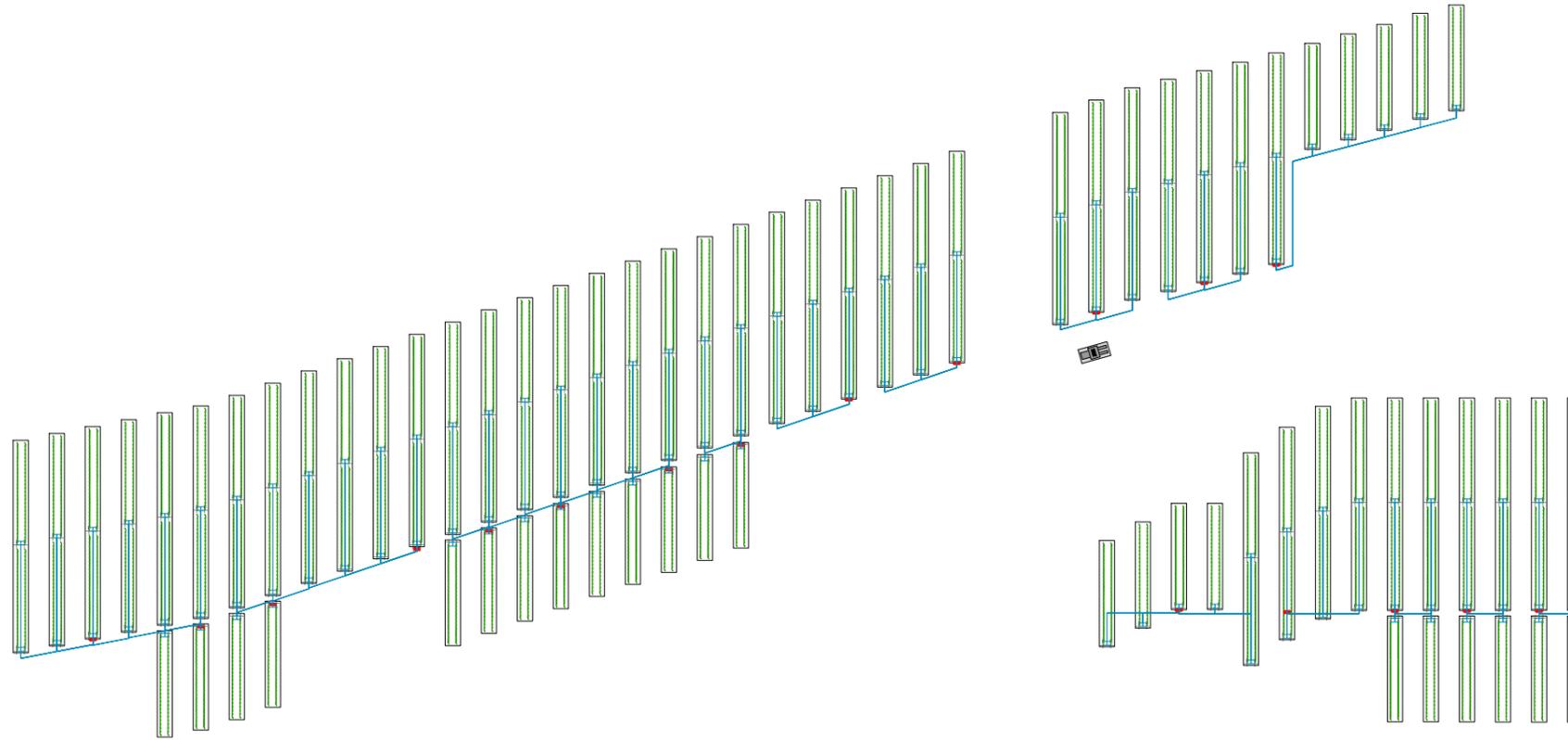


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITE DEL VALLADO
	VIALES NUEVOS 4m
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	CT 2 INVERSORES - (TIPO 1)
	CT 3 INVERSORES - (TIPO 2)
	CT 4 INVERSORES - (TIPO 3)
	EDIFICIO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
	ZANJA MT
	ZANJA BT
	EM ESTACIÓN METEOROLÓGICA

FV SIERRA PLANA II	
POTENCIA CC:	54478,2 kWp
POTENCIA CA:	49890 kVA (limitado por PPC)
ESTRUCTURA:	807 seguidores, configuración 2V56 171 seguidores, configuración 2V28 11 m
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocrystalina PERC, célula partida
MÓDULOS:	99960 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	3570 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	30 INGTEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V
CT:	2 CT tipo 1 de 3500 kVA (30°C) 6 CT tipo 2 de 5200 kVA (30°C) 2 CT tipo 3 de 7000 kVA (30°C)
PUERTA DE ACCESO:	6 m largo, 2 m alto
CAMINOS:	4 m ancho (acceso a CTs)

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	EMISIÓN INICIAL DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	
	AUTOR	 INGENIERIA Y PROYECTOS	FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937
TÍTULO	PLANTA GENERAL	FORMATO	A3
PLANO Nº	342105302-3303-040	ESCALA	1:10000
		REVISIÓN	A



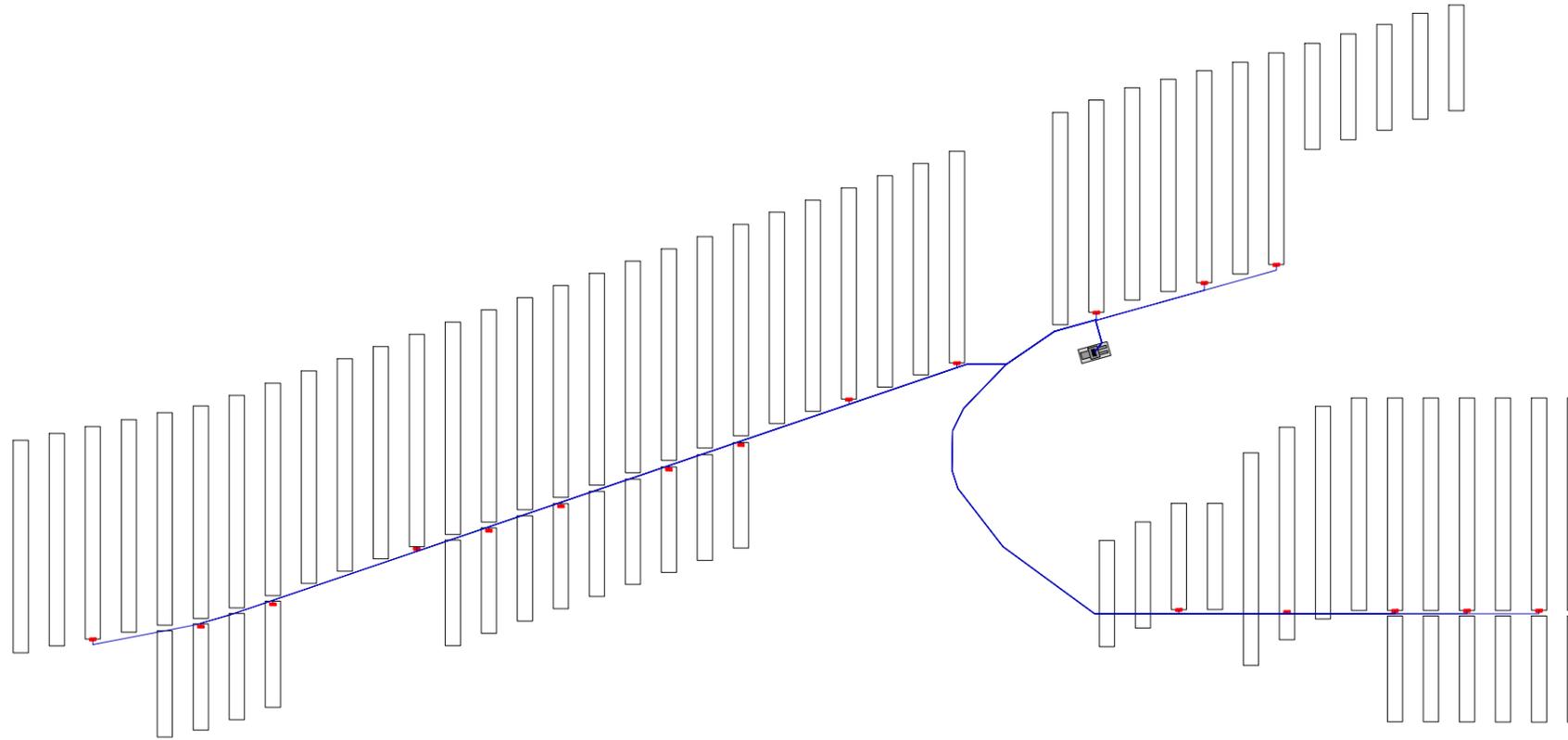
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA CC
	CT 2 INVERSORES - (TIPO 1)
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	CABLE 6 mm ²
	CABLE 4 mm ²

CT TIPO 1	
POTENCIA CC:	3570,84 kWp
POTENCIA CA:	3326 kWn
ESTRUCTURA:	Seguidores 2V28 y 2V56
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocristalina PERC, célula partida, bifacial
MÓDULOS:	6552 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	234 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	2 INGETEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	CAMBIO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	
	AUTOR	 (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	
	TÍTULO	PLANTA GENERAL CT TIPO 1 CABLES DE STRING A CAJA CC	
	PLANO Nº	342105302-3303-042.01	
	FORMATO	A3	
	ESCALA	1:2.000	
	REVISIÓN	B	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coliar.e-gestion.es



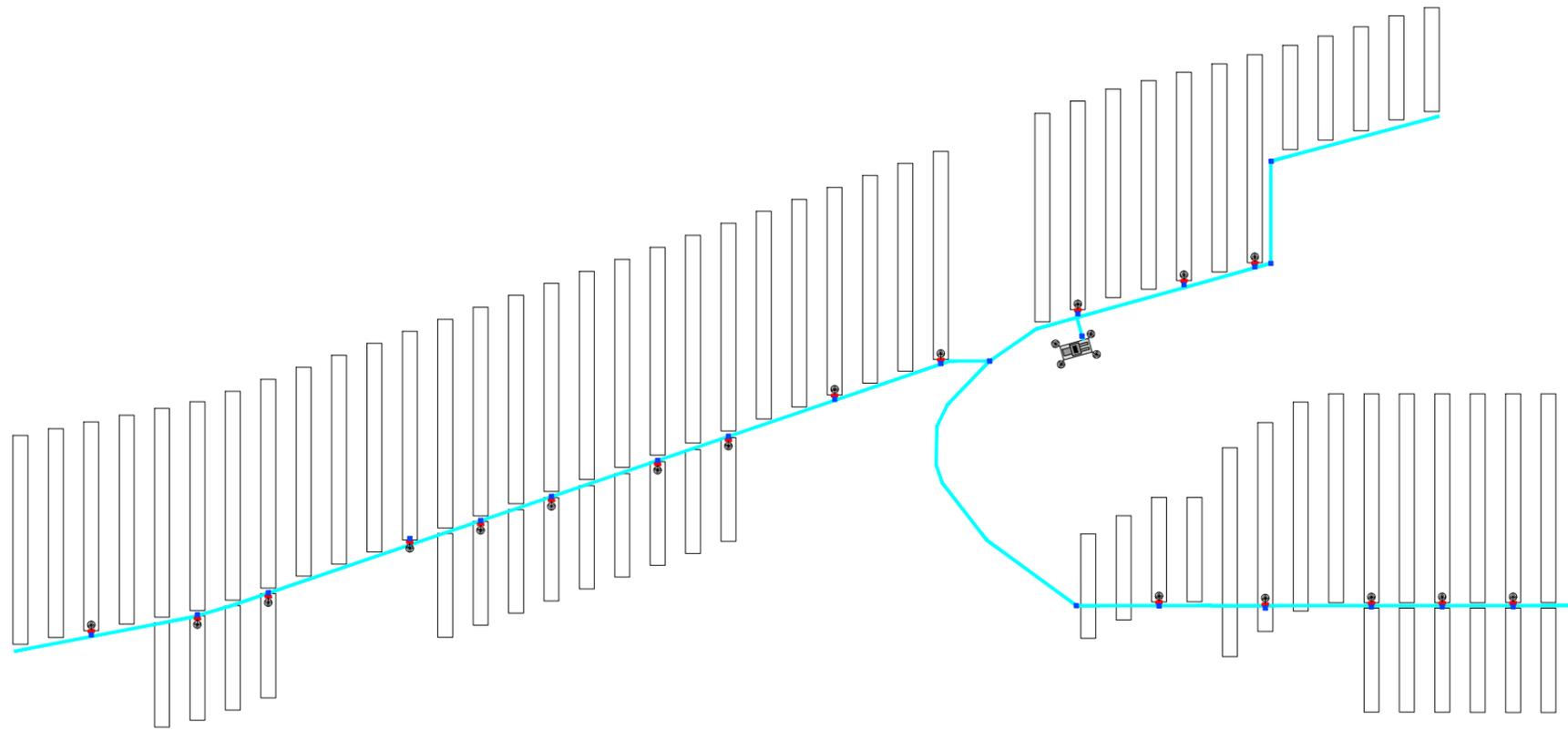
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA CC
	CT 2 INVERSORES - (TIPO 1)
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	CABLE 400 mm²

CT TIPO 1	
POTENCIA CC:	3570,84 kWp
POTENCIA CA:	3326 kWn
ESTRUCTURA:	Seguidores 2V28 y 2V56
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocristalina PERC, célula partida, bifacial
MÓDULOS:	6552 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	234 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	2 INGETEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	CAMBIO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U		
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)		
	AUTOR	 (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO PLANTA GENERAL CT TIPO 1 CABLES DE CAJA CC A INVERSOR PLANO Nº 342105302-3303-042.02	
	FORMATO	A3	ESCALA	1:2.000
			REVISIÓN	B

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coliar.e-gestion.es

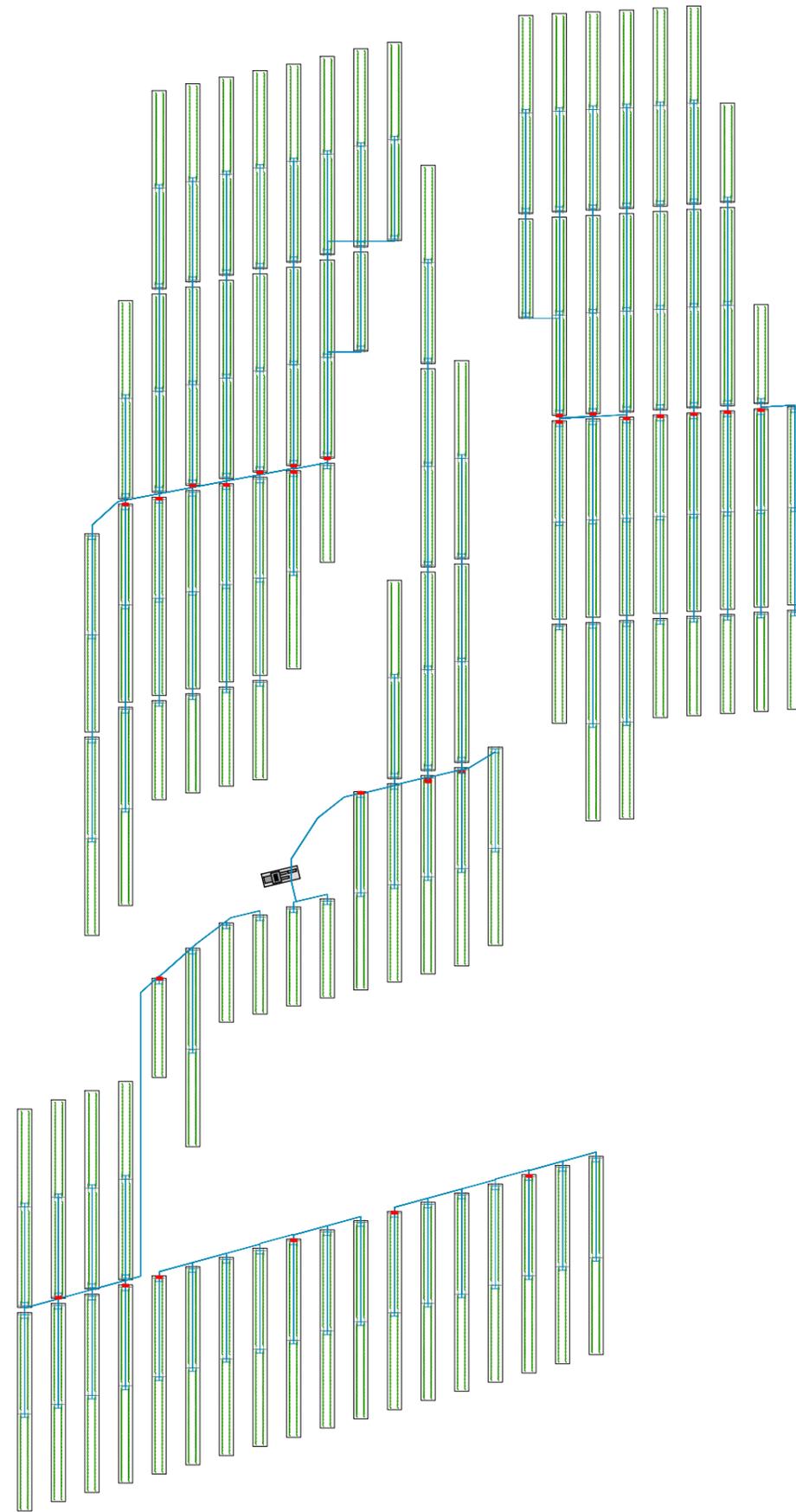


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA CC
	CT 2 INVERSORES - (TIPO 1)
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	ZANJA BAJA TENSIÓN
	PICA PUESTA TIERRA
	ARQUETA

CT TIPO 1	
POTENCIA CC:	3570,84 kWp
POTENCIA CA:	3326 kWn
ESTRUCTURA:	Seguidores 2V28 y 2V56
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocristalina PERC, célula partida, bifacial
MÓDULOS:	6552 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	234 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	2 INGTEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	CAMBIO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	
	AUTOR	 INGENIERIA Y PROYECTOS	FIRMADO DEL INGENIERO (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937
TÍTULO	PLANTA GENERAL CT TIPO 1 DETALLE DE ZANJAS Y TIERRAS		FORMATO A3
PLANO Nº	342105302-3303-042.03		ESCALA 1:2.000
			REVISIÓN B

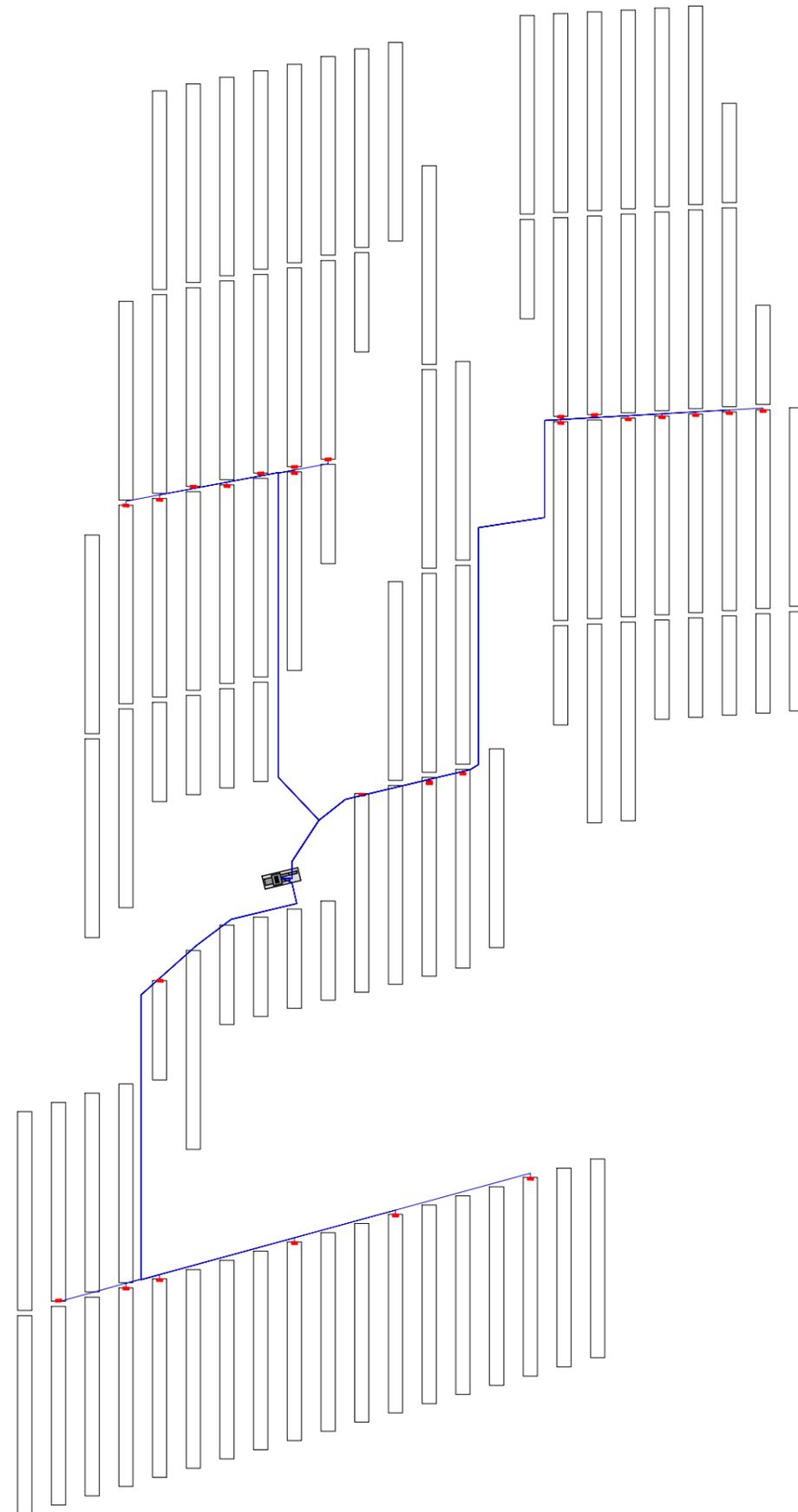


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA CC
	CT 3 INVERSORES - (TIPO 2)
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	CABLE 6 mm²
	CABLE 4 mm²

CT TIPO 2	
POTENCIA CC:	5493,6 kWp
POTENCIA CA:	4989 kWn
ESTRUCTURA:	Seguidores 2V28 y 2V56
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocristalina PERC, célula partida, bifacial
MÓDULOS:	10080 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	360 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	3 INGETEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	CAMBIO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U		
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)		
	AUTOR	 <small>(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937</small>	TÍTULO PLANTA GENERAL CT TIPO 2 CABLES DE STRING A CAJA CC	
	FORMATO	A3	ESCALA	1:2.000
	PLANO Nº	342105302-3303-042.04	REVISIÓN	B



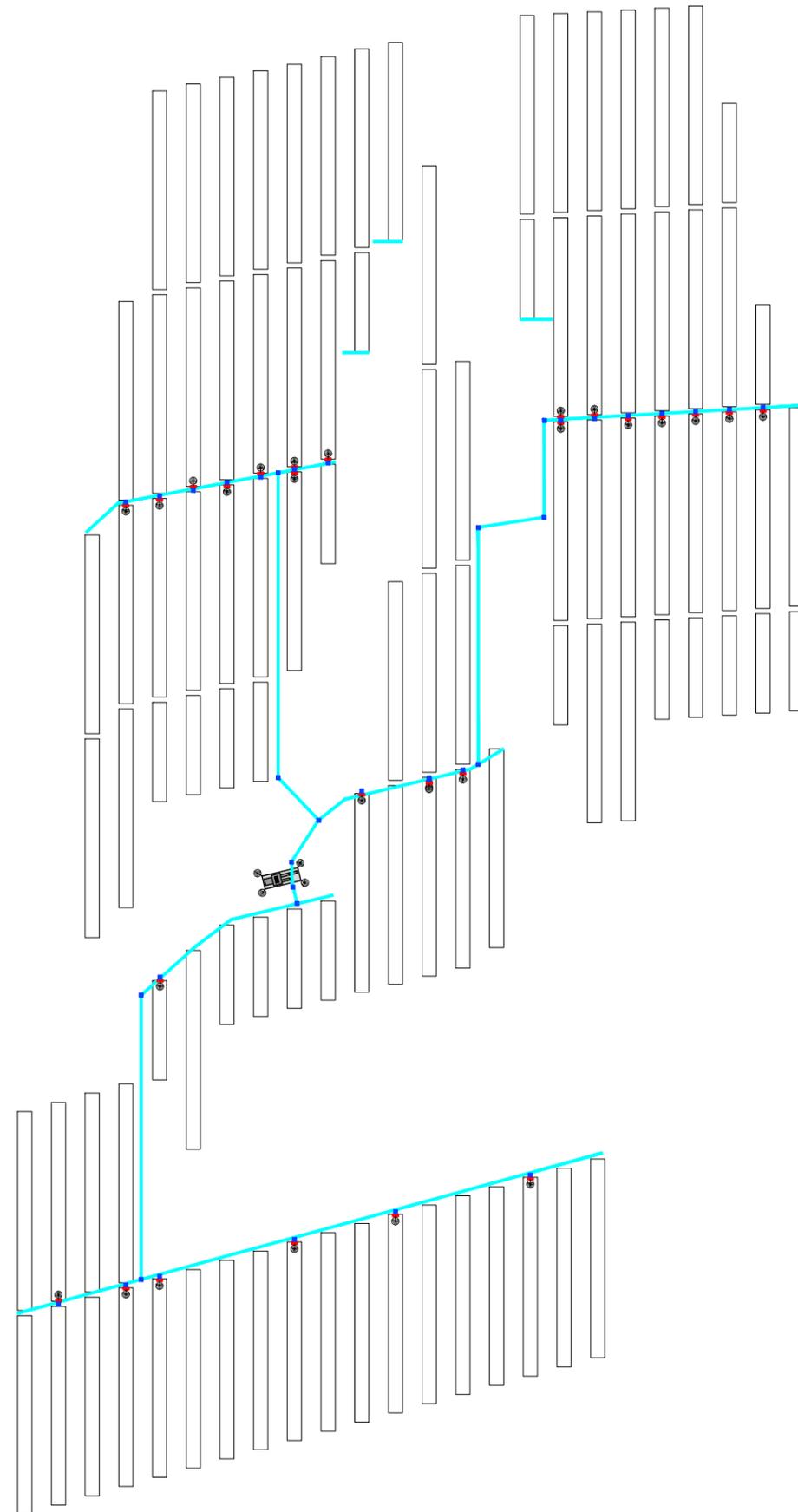
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA CC
	CT 3 INVERSORES - (TIPO 2)
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	CABLE 400 mm²

CT TIPO 2	
POTENCIA CC:	5493,6 kWp
POTENCIA CA:	4989 kWn
ESTRUCTURA:	Seguidores 2V28 y 2V56
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocristalina PERC, célula partida, bifacial
MÓDULOS:	10080 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	360 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	3 INGETEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	CAMBIO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	
	AUTOR	 <small>(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937</small>	TÍTULO PLANTA GENERAL CT TIPO 2 CABLES DE CAJA CC A INVERSOR PLANO Nº 342105302-3303-042.05
FORMATO	A3	ESCALA	1:2.000
REVISIÓN	B	REVISIÓN	B

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coliar.e-gestion.es

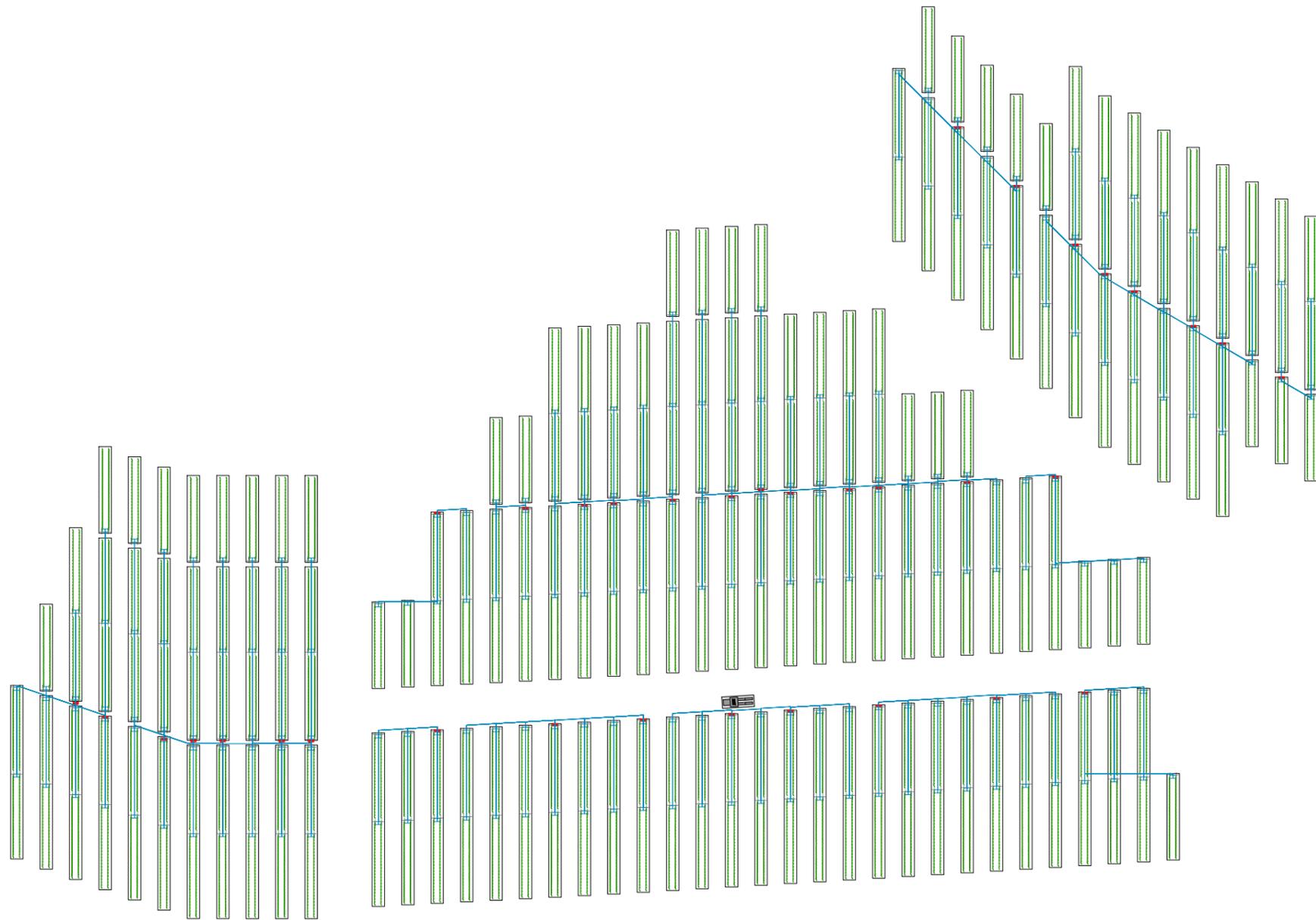


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA CC
	CT 3 INVERSORES - (TIPO 2)
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	ZANJA BAJA TENSIÓN
	PICA PUESTA TIERRA
	ARQUETA

CT TIPO 2	
POTENCIA CC:	5493,6 kWp
POTENCIA CA:	4989 kWn
ESTRUCTURA:	Seguidores 2V28 y 2V56
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocristalina PERC, célula partida, bifacial
MÓDULOS:	10080 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	360 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	3 INGETEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	CAMBIO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	
	AUTOR	 (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO PLANTA GENERAL CT TIPO 2 DETALLE DE ZANJAS Y TIERRAS PLANO Nº 342105302-3303-042.06
		FORMATO	A3
		ESCALA	1:2.000
		REVISIÓN	B

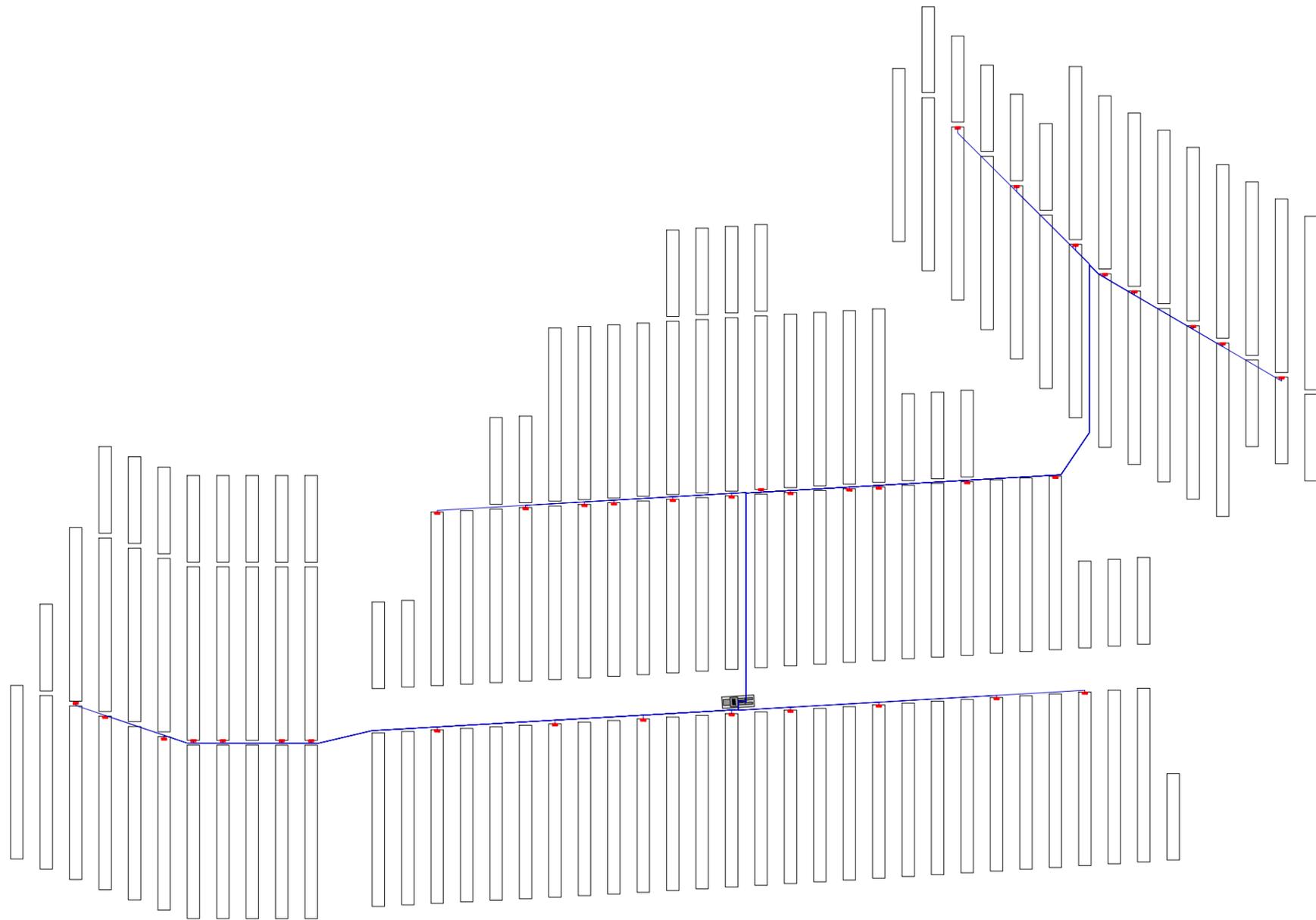


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA CC
	CT 4 INVERSORES - (TIPO 3)
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	CABLE 6 mm ²
	CABLE 4 mm ²

CT TIPO 3	
POTENCIA CC:	7202.72 kWp
POTENCIA CA:	6652 kWn
ESTRUCTURA:	Seguidores 2V28 y 2V56
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocristalina PERC, célula partida, bifacial
MÓDULOS:	13216 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	472 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	4 INGTEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	CAMBIO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	
	AUTOR	 <small>(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937</small>	TÍTULO
		PLANO Nº	342105302-3303-042.07
		FORMATO	A3
		ESCALA	1:2.000
		REVISIÓN	B



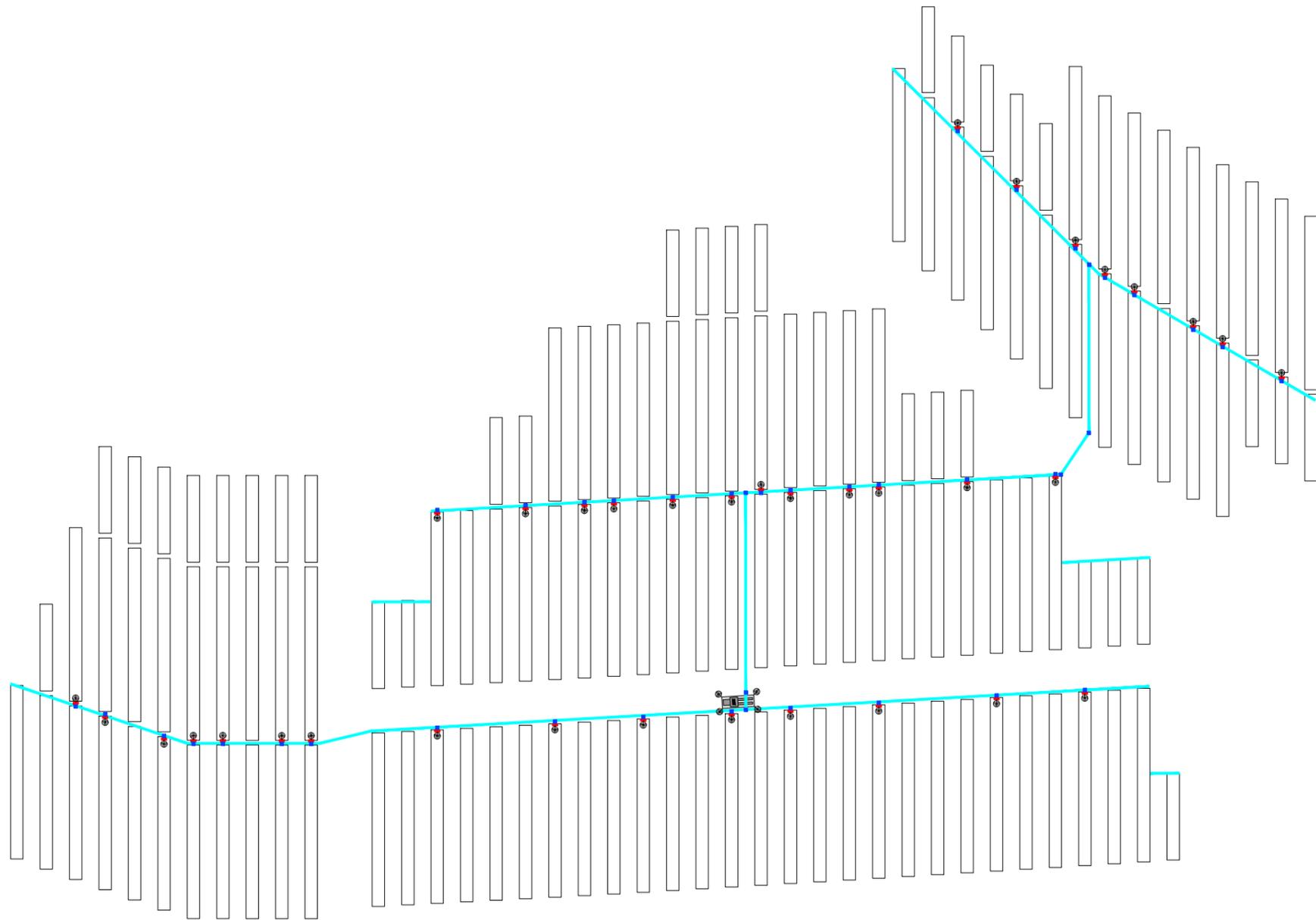
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA CC
	CT 4 INVERSORES - (TIPO 3)
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	CABLE 400 mm²

CT TIPO 3	
POTENCIA CC:	7202.72 kWp
POTENCIA CA:	6652 kWn
ESTRUCTURA:	Seguidores 2V28 y 2V56
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocristalina PERC, célula partida, bifacial
MÓDULOS:	13216 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	472 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	4 INGTEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	CAMBIO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	
	AUTOR	 INGENIERIA Y PROYECTOS	TÍTULO PLANTA GENERAL CT TIPO 3 CABLES DE CAJA CC A INVERSOR
		FÓRMATO A3	ESCALA 1:2.000
		PLANO Nº 342105302-3303-042.08	REVISIÓN B

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coliar.e-gestion.es



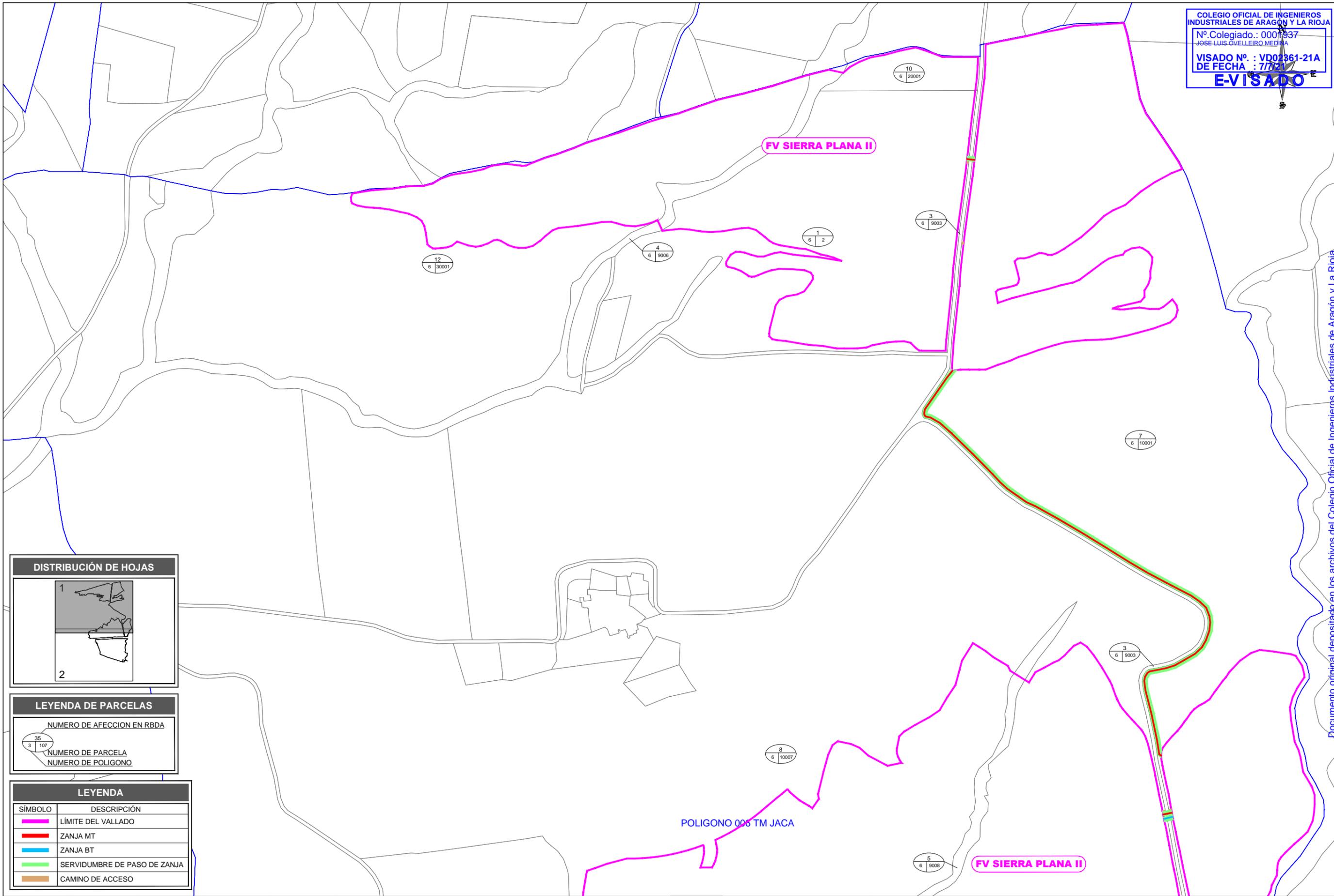
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA CC
	CT 4 INVERSORES - (TIPO 3)
	ESTRUCTURA 2V56
	ESTRUCTURA 2V28
	ZANJA BAJA TENSIÓN
	PICA PUESTA TIERRA
	ARQUETA

CT TIPO 3	
POTENCIA CC:	7202.72 kWp
POTENCIA CA:	6652 kWn
ESTRUCTURA:	Seguidores 2V28 y 2V56
PITCH:	11 m
CÉLULA:	Monocristalina PERC, célula partida, bifacial
MÓDULOS:	13216 Jinko Solar JKM545M-72-HL4-TV de 545Wp
STRINGS:	472 strings (cadenas de 28 módulos en serie)
INVERSORES:	4 INGTEAM Ingecon Sun1665TL B640 1663 kVA (@30°C)
TENSIÓN:	Tensión máxima del sistema 1500 V

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	CAMBIO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	
	AUTOR	 INGENIERIA Y PROYECTOS	FIRMA DEL INGENIERO (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937
TÍTULO	PLANTA GENERAL CT TIPO 3 DETALLE DE ZANJAS Y TIERRAS		FORMATO A3
PLANO Nº	342105302-3303-042.09		ESCALA 1:2.000
			REVISIÓN B

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coi.ar.e-gestion.es



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

LEYENDA DE PARCELAS

NUMERO DE AFECCION EN RBDA

NUMERO DE PARCELA

NUMERO DE POLIGONO

LEYENDA

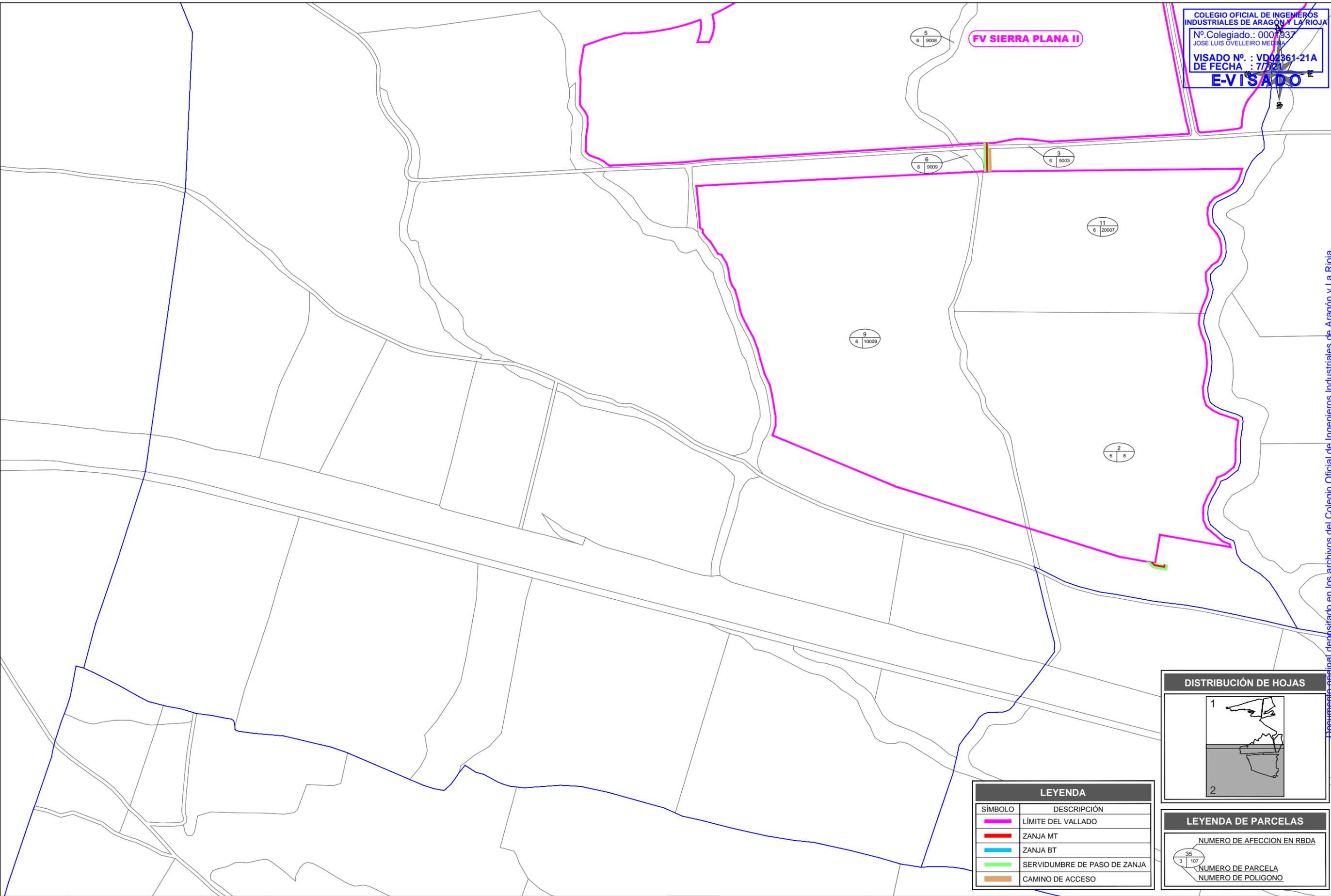
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITE DEL VALLADO
	ZANJA MT
	ZANJA BT
	SERVIDUMBRE DE PASO DE ZANJA
	CAMINO DE ACCESO

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	EMISIÓN INICIAL DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	PROYECTO		FORMATO
	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)		A3
		AUTOR	TÍTULO	ESCALA
			PLANTA CATASTRO	1:5000
			PLANO Nº	REVISIÓN
		(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	342105302-3303-050.01	A

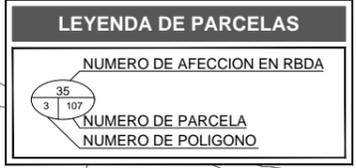
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
 Nº Colegiado.: 0007937
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
 VISADO Nº. : VD02361-21A
 DE FECHA : 7/7/21
E-VISADO

FV SIERRA PLANA II



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITE DEL VALLADO
	ZANJA MT
	ZANJA BT
	SERVIDUMBRE DE PASO DE ZANJA
	CAMINO DE ACCESO



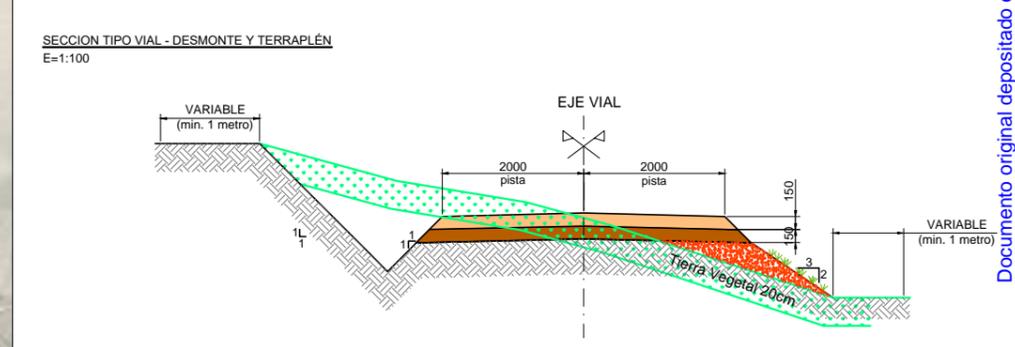
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	EMISIÓN INICIAL DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	

FV SIERRA PLANA II	CLIENTE	SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U		
	PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)		
	FORMATO	A3		
AUTOR		FIRMA DEL INGENIERO		
TÍTULO	PLANTA CATASTRO		ESCALA	1:5000
PLANO Nº	342105302-3303-050.02		REVISIÓN	A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03139-21 y VISADO electrónico VD02361-21A de 07/07/2021. CSV = FVSP3DE97XQNHIEJ verificable en https://coi.ar.e-gestion.es



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITE DEL VALLADO
	VIALES NUEVOS 4m

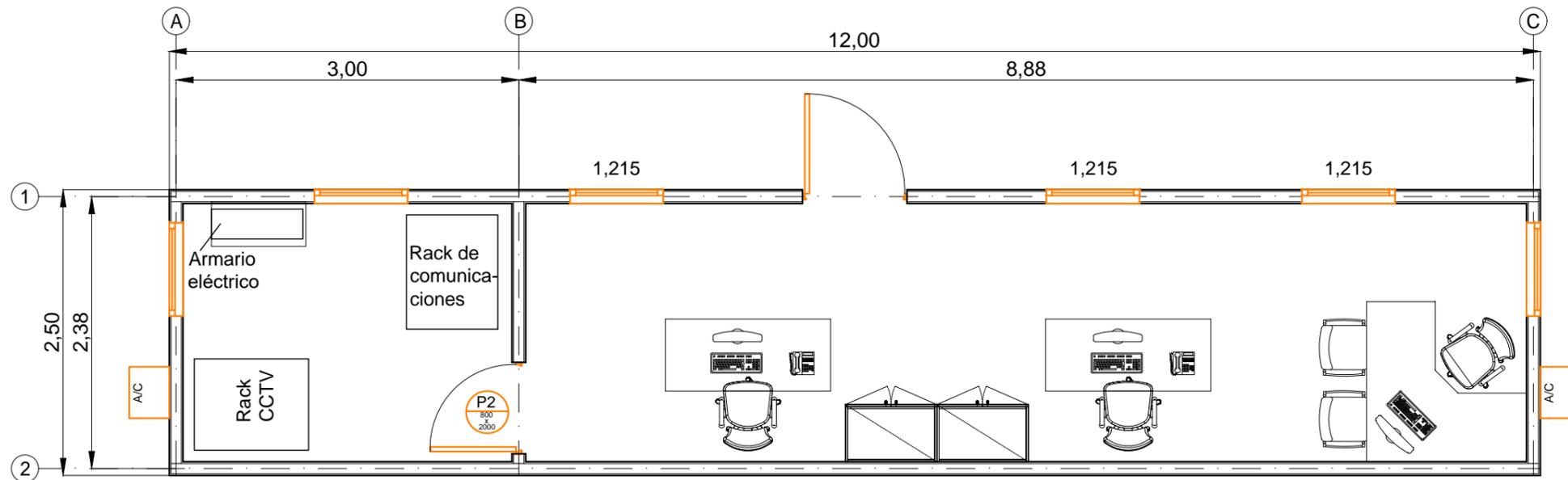
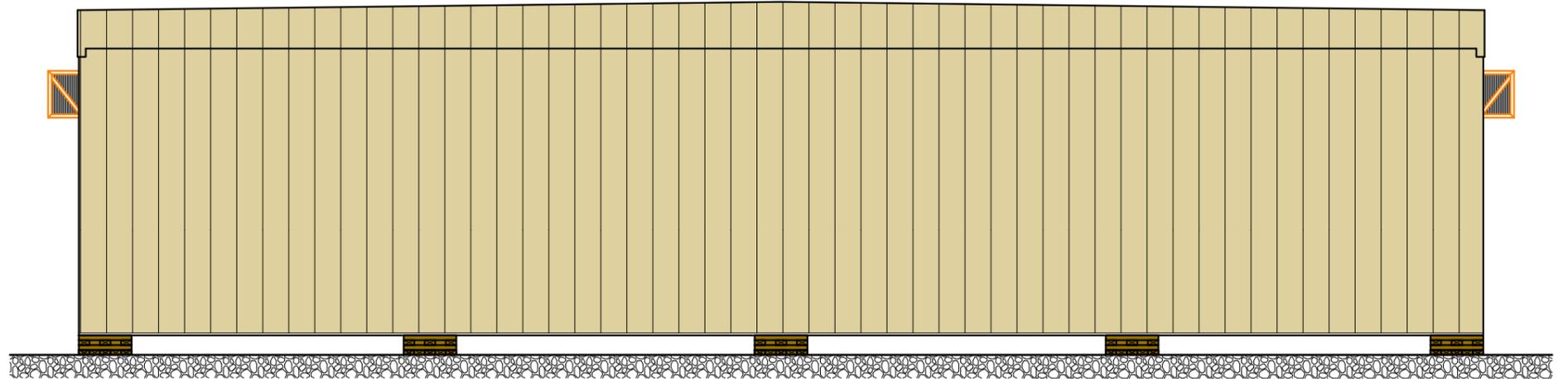
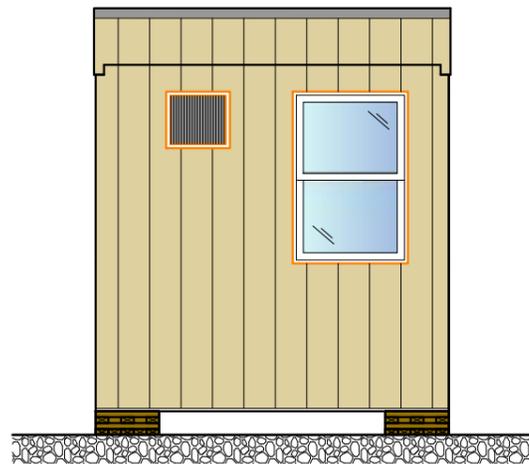
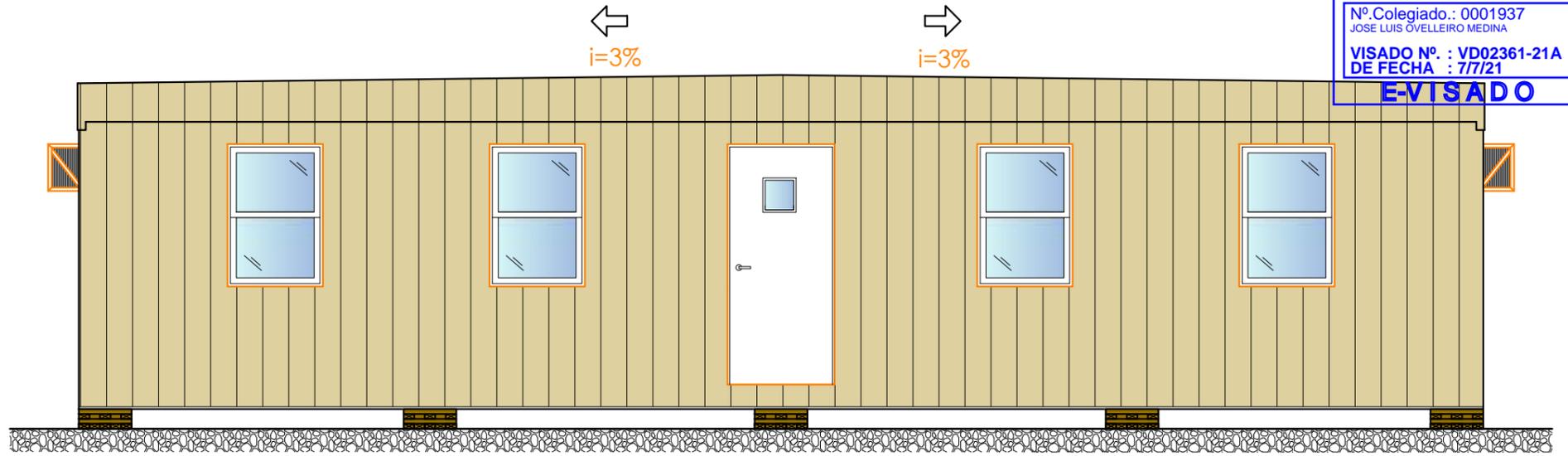
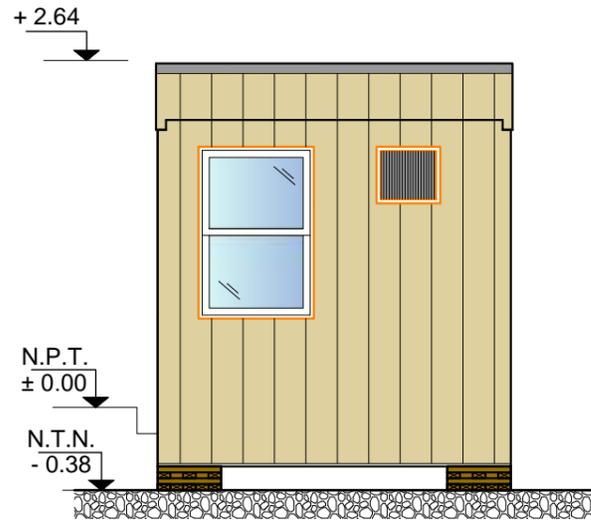


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BASE
	SUBBASE
	TERRAPLÉN
	TIERRA VEGETAL

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	EMISIÓN INICIAL DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	

FV SIERRA PLANA II
 CLIENTE
 SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U

PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)		FORMATO	A3
AUTOR		FIRMA DEL INGENIERO 	TÍTULO	SECCIONES TIPO DE CAMINOS
ESCALA	1:10.000 1:100		PLANO Nº	342105302-3303-114
REVISIÓN	A			



A	JUNIO 2021	M.M.P.	J.F.C.	J.L.O.	EMISIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

FV SIERRA PLANA II

CLIENTE
 SOLAR ALTO GÁLLEGO, S.L.U

PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA FOTOVOLTAICA "FV SIERRA PLANA II" TÉRMINO MUNICIPAL DE JACA (HUESCA)	FORMATO A3
AUTOR 	ESCALA 1:50
TÍTULO EDIFICIO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO CENTRO DE CONTROL	REVISIÓN A
PLANO Nº 342105302-3303-200.01	