

1-7-2021

Autoconsumo Belver  
490 KW<sub>n</sub>

# PROYECTO EJECUCIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE AUTOCONSUMO CON VENTA DE EXCEDENTES DE 490 KW<sub>n</sub> Y 580 KW<sub>p</sub>

Belver de Cinca (Huesca)



Promotor: SAT Nº 1596 NUFRI RL



Autor: Gerard Espinagosa  
INGNIERÍA/INSTALADORA: ESCALA SOLAR S.L.



## INDICE

MEMORIA.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. ANTECEDENTES .....	4
4. ALCANCE .....	6
5. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES .....	7
6. TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN Y AGENTES IMPLICADOS.....	14
7. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE UBICACIÓN DEL PROYECTO....	15
7.1. EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS .....	15
8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES .....	17
8.1. DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	17
8.1.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	18
8.1.2. INVERSOR .....	20
8.1.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE .....	22
8.2. CABLEADO.....	23
8.2.1. CABLEADO CC.....	23
8.2.2. CONEXIÓN CABLEADO CC .....	24
8.2.3. CABLEADO CA.....	24
8.2.4. CONEXIÓN CABLEADO CA.....	25
8.2.5. CANALIZACIONES.....	26
8.3. PROTECCIONES .....	27
8.3.1. PROTECCIONES CC .....	27
8.3.2. PROTECCIONES CA .....	27
8.3.3. SISTEMA DE TIERRA .....	28
8.4. SISTEMA DE MONITORIZACION.....	29
8.5. SONDA IRRADIACIÓN .....	30
8.6. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA (CSM) .....	32
8.7. MODIFICACIONES INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN .....	32
12. EVALUACIÓN DE RESIDUOS.....	36

<b>13. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN – PVSYST .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>39</b>
<b>1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....</b>	<b>40</b>
<b>2. PLANOS.....</b>	<b>52</b>
<b>3. PLANIFICACIÓN .....</b>	<b>56</b>
<b>4. PRESUPUESTO Y MEDICIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>6. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>94</b>
<b>7. ESTUDIO PVSYST .....</b>	<b>112</b>
<b>9. FICHAS TÉCNICAS DE MATERIALES .....</b>	<b>113</b>



**Proyecto:** Autoconsumo Belver 490KWn/580KWp  
**Promotor:** SAT N° 1596 NUFRI RL  
**Situación:** Belver de Cinca (Huesca)

Col.: 21704 **CETILL**  **VISADO** **2021/02430** 2/7/2021

# MEMORIA

## 1. INTRODUCCIÓN

La instalación solar fotovoltaica **conectada a red interior** objeto del presente proyecto, contará con una potencia de campo fotovoltaico de **579,88 KWp (redondeada a 580 kWp)** y una potencia nominal de inversores de **490 KWn**, fijada en cubierta.

Las naves dónde se proyecta la instalación se encuentran ubicadas en Belver de Cinca (Huesca)

La instalación solar fotovoltaica está formada por:

- **1.064 módulos fotovoltaicos JA Solar de 545Wp**, para una potencia pico total de **580 kWp**.
- **5 inversores; 4 unidades** conformadas por inversores **Sungrow modelo SG110CX de 110KWn y 1 inversor SG50CX de 50KWn**, para una potencia total final de **490 KW**.

En los planos adjuntos se detalla el emplazamiento de los componentes que conforman la instalación fotovoltaica.

## 2. ANTECEDENTES

La aprobación el pasado 6 de octubre del Real Decreto – Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, supuso el despegue del autoconsumo en España.

Esta normativa elimina las principales trabas técnicas y económicas que supuso la aprobación en 2015 del Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo, y que motivaron la paralización del desarrollo de este tipo de instalaciones.

El autoconsumo energético consiste en el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación próximas a las de consumo y asociadas a los mismos<sup>1</sup>.

Su desarrollo garantiza a los consumidores el acceso a alternativas más baratas y respetuosas con los límites del planeta, contribuye a reducir las necesidades de la red eléctrica, genera mayor independencia energética y permite reducir emisiones de efecto invernadero. Además, es una actividad generadora de empleo vinculado a la transición ecológica.

La generación de electricidad mediante instalaciones de energía solar fotovoltaica es cada vez más competitiva, debido principalmente al aumento de la eficiencia de sus componentes (principalmente los módulos, que permiten generar más energía con la misma superficie) y a la bajada de los costes de producción, que ronda el 80% en la última década.

El autoconsumo se puede aplicar tanto en el ámbito residencial como en el industrial, donde es aún más interesante por la optimización de las instalaciones vinculadas a consumos más elevados y constantes.

Podemos distinguir entre dos tipos de instalaciones de autoconsumo:

- Tipo 1: Autoconsumo sin excedentes: instalaciones que no inyectan energía a la red, están destinadas únicamente al consumo propio.
- Tipo 2: Autoconsumo con excedentes: instalaciones destinadas al consumo propio que además venden los sobrantes de la energía generada.

En este escenario, la empresa Nufri continúa su apuesta en invertir en energías renovables, para favorecer la optimización de los recursos naturales, tal y como lleva haciendo desde hace más de una década.

### 3. OBJETO

El objeto del presente proyecto es la descripción, dimensionamiento, justificación y legalización de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo con venta de excedentes **(Tipo 2), de 580 KWp, prevista en las cubiertas de las naves que la empresa Nufri posee en el municipio de Belver de Cinca (Huesca), con el objetivo de cubrir aproximadamente un 25% de su consumo energético anual.**

Los principales objetivos alcanzados mediante la instalación de energía solar fotovoltaica son:

- Reducción de la facturación eléctrica: la energía eléctrica generada por nuestro sistema se destinaría al consumo directo en la propia instalación industrial, proporcionando un importante ahorro a la empresa, así como garantizando el suministro energético y aportando certidumbre a sus costes futuros.
- Reducción de emisiones de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>): Mediante el empleo de la energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico se conseguirá reducir la emisión de gases de efecto invernadero, como los que se generan en centrales eléctricas tipo no renovable. Además de que utilizaremos un recurso natural y local como la energía solar, disminuyendo la dependencia de energía procedente de otras fuentes contaminantes.
- Mejora de la Imagen Pública de la Empresa.

El presente proyecto se ha redactado con el objetivo de obtener la Autorización Administrativa y Aprobación del Proyecto de Ejecución.

### 4. ALCANCE

El presente proyecto describe la instalación de generación fotovoltaica y el sistema de evacuación, siendo el alcance general del presente documento es:

- Descripción de la instalación solar fotovoltaica diseñada y sus componentes.
- Cálculos justificativos de las instalaciones antes mencionadas.
- Presupuesto y mediciones
- Cronograma constructivo
- Estudio de seguridad y salud.
- Pliego de condiciones

El proyecto se ha redactado para garantizar la seguridad de las personas y objetos, aplicando

la normativa vigente y de manera que cumpla con las normativas de aplicación.

## 5. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

El capítulo de normativa se define de acuerdo con la legislación nacional aplicable, reglamentos y normas técnicas vigentes, y Directivas de la Unión Europea, siendo las siguientes de aplicación.

### Directivas comunitarias aplicables

- Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014 sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

### Legislación eléctrica aplicable

- 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 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Decreto 127/2003, de 30 de octubre, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León, y su modificación mediante Decreto 13/2013, de 18 de abril.
- Real Decreto – Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Orden de 23 de mayo de 1995, de la Consejería de Economía y Hacienda, por la que

se crea el Registro de Instalaciones de Producción de Régimen Especial.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002), ver las Instrucciones Complementarias, ITC 40 y la Nota de Interpretación Técnica de la equivalencia de la separación Galvánica de la Conexión de Instalaciones generadoras en Baja Tensión.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Real Decreto 1544/2011 sobre tarifas de acceso a productores, en régimen ordinario y especial
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Orden HAP/703/2013, de 29 de abril, por la que se aprueba el modelo 583 «Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica. Autoliquidación y Pagos Fraccionados», y se establece la forma y procedimiento para su presentación.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta

- tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23.
- Decreto 3151/68 por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
  - Real Decreto 3275/82 por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
  - Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
  - UNE 21308-1:1994 Ensayos de Alta Tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
  - UNE-EN 60060-2 Técnicas de Ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
  - UNE-EN 60071 Coordinación de aislamiento.
  - UNE-EN 60270 Técnicas de ensayo en Alta Tensión. Medidas de las descargas parciales.
  - UNE-EN 60865-1 Corrientes de Cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de calculo
  - UNE-EN 60909-0 Corrientes de Cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Calculo de corrientes-
  - UNE-EN 60909-3 Corrientes de Cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.
  - UNE 21144 Cables Eléctricos.
  - UNE 21192 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
  - UNE 211003-3 Limites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ( $U_m=36$  kV).
  - UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.
  - UNE-EN 60228 CORR.:2005 Conductores de cables aislados.
  - UNE-HD 632-3A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios

- para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m=42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m=170$  kV). Parte 3: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 3A).
- UNE-HD 632-5A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m=42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m=170$  kV). Parte 5: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 5A).
  - UNE-HD 632-8A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para PNE 211632-6A Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 Kv ( $U_m=42$  kV) hasta 150 Kv ( $U_m=170$  kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).
  - UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
  - Condiciones técnicas de las instalaciones de producción eléctrica conectada a la red
  - de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales SLU. MT 3.53.01.
  - Guía para la instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (hasta 132 kV).
  - P.O. 10.1: Condiciones de instalación de los puntos de medida
  - P.O. 10.2: Verificación de los equipos de medida
  - P.O. 10.3: Requisitos de los equipos de inspección
  - P.O. 10.4: Concentradores de medidas eléctricas y sistemas de comunicaciones
  - P.O. 10.5: Cálculo del mejor valor de energía en los puntos frontera y cierres de energía del sistema de información de medidas eléctricas
  - NI 35.69.01 Armario de control para centros de transformación (CT) y centros de reparto (CR), de interior
  - NI 42.71.01 Cuadros modulares con y sin envoltorio para medida en BT. Instalación interior
  - NI 42.72.00 Instalaciones de enlace. Cajas de protección y medida
  - NI 42.73.01 Caja para medida individual para clientes en AT.
  - NI 46.07.00 Unidades de Control y Protección para líneas de MT

- NI 50.42.02 Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento en SF6 en instalaciones de interior
- NI 50.42.03 Aparamenta bajo envolvente metálica hasta 36 KV en instalaciones de interior (CMR y CT especiales)
- NI 50.42.11 Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV prefabricadas con dieléctrico SF6, para CT
- NI 72.30.00 Transformadores trifásicos sumergidos en liquido aislante para distribución en baja tensión
- NI 72.50.01 Transformadores de intensidad de medida y protección en AT hasta 72,5 kV
- NI 72.50.02 Transformadores de intensidad de medida y protección en AT desde 145 kV hasta 420 kV
- NI 72.54.01 Transformadores de tensión de medida y protección en AT hasta 72,5 kV
- NI 72.54.02 Transformadores de tensión inductivos de medida y protección en AT desde 145 kV hasta 420 kV
- NI 72.56.01 Transformadores de tensión capacitivos de medida y protección en AT desde 72,5 kV hasta 420 kV
- NI 72.58.01 Transformadores de intensidad de medida en BT.
- NI 74.53.01 Órgano de corte en red (OCR)
- NI 76.84.01 Bloque de bornes para verificación y cambio de aparatos de medida.
- NI 76.84.04 Bloque de bornes para verificación y cambio de aparatos de medida directa.
- MT 2.00.03 Normativa particular para instalaciones de clientes en AT.
- MT 2.61.08 Proyecto Básico de Subestación de Maniobra 45 kV MT 3.53.01 (16-03)
- MT 2.80.13 Guía para instalación de medida en clientes de Baja Tensión con potencia contratada superior a 15 kW (Medida directa e indirecta en BT) (Clientes Tipo 3 y 4)
- MT 2.80.14 Guía para instalación de medida en clientes y R.E.de AT (hasta 132 kV)
- MT 2.80.17 Instalación de medida en puntos frontera de distribución con la red de transporte (220 – 400 kV) y con otras distribuidoras.
- MT 3.51.01 Puntos a telecontrolar en las instalaciones de distribución eléctrica.
- MT 3.51.03 Protocolo de Telecontrol IEC 60 870-5-104 para comunicación de

### Instalaciones Eléctricas de Distribución

- MT 3.53.02 Sistema de protecciones en instalaciones de autoproducción en régimen especial a la red de EDISTRIBUCIÓN Redes digitales SLU.
- MT 4.41.03 Guía básica de arquitectura de la red eléctrica de distribución. Criterios generales de diseño y conexión.

### Legislación obra civil aplicable

- Código Técnico de la Edificación, DB SE-AE, Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Código Técnico de la Edificación, DB SE-C, Seguridad estructural: Cimientos. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

### Legislación seguridad e higiene aplicable

- Real Decreto 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras en construcción y todas las actualizaciones que le afectan.
- ITC-33 REBT-Instalación eléctrica obras
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y todas las actualizaciones que le afectan.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de riesgos laborales y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección

de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

### **Legislación medio ambiente aplicable**

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental

## 6. TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN Y AGENTES IMPLICADOS

El titular de la instalación es la empresa SAT Nº 1596 NUFRI RESP. LIMIT., propietaria de las naves donde se llevará a cabo la misma.

DATOS DEL TITULAR	
<b>Razón social:</b>	SAT Nº 1596 NUFRI RESP. LIMIT
<b>NIF:</b>	F25011461
<b>Dirección social:</b>	Carretera Palau km 1 , Mollerussa 25230 (Lleida)
<b>Persona de contacto:</b>	Xavier Argilés Figuerola
<b>Teléfono de contacto:</b>	973 600 229
<b>Correo electrónico:</b>	xargiles@nufri.com

La empresa encargada de la redacción del proyecto es ESCALA SOLAR, SL:

DATOS DE LA INGENIERÍA	
<b>Razón social:</b>	ESCALA SOLAR, SL
<b>NIF:</b>	B25706268
<b>Dirección social:</b>	Av/ Camí de les Forques, 2 Cervera 25200 (Lleida)
<b>Persona de contacto:</b>	Gerard Espinagosa Camats
<b>Teléfono de contacto:</b>	873 631 208
<b>Correo electrónico:</b>	gespinagosa@escalasolar.es

Datos del responsable de la firma y visado del proyecto:

DATOS DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO	
<b>Nombre:</b>	Gerard Espinagosa Camats
<b>Titulación:</b>	Ingeniero electrónico
<b>Nº colegiado:</b>	21704-L
<b>Teléfono de contacto:</b>	873 631 208
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:gespinagosa@escalasolar.es">gespinagosa@escalasolar.es</a>

## 7. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

### 7.1. EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO:

La instalación objeto del presente proyecto se ubicará en las cubiertas de las naves de la Central hortofrutícola que Nufri tiene en Ctra. Fraga a Monzón, s/n en Belver de Cinca, 22533, Huesca, España.

El generador fotovoltaico se instalara en las cubiertas de las naves situadas en parcelas de clasificación a suelo urbano con fin industrial.

A continuación, se detallan los datos exactos del emplazamiento:

<b>DATOS DE EMPLAZAMIENTO</b>	
<b>Dirección:</b>	Polígono 2 – parcela 386 Ctra Fraga a Monzón, s/n CP 22533 - Belver de Cinca - Huesca
<b>Referencia catastral:</b>	22067A002003860000HW - parcela 386 22067A002006140000HG - parcela 614 22067A002006110000HA - parcela 611
<b>Coordenadas UTM X:</b>	265122
<b>Coordenadas UTM Y:</b>	4618899
<b>Huso y Datum:</b>	ETRS89



Imagen 1. Vista aérea de las naves donde se realizará la instalación solar fotovoltaica.

En el Anexo puede consultarse el plano de emplazamiento.

#### ACCESOS:

Por la Carretera A-1234 durante, hasta llegar a Belver de Cinca. Las naves se encuentran junto a la carretera.

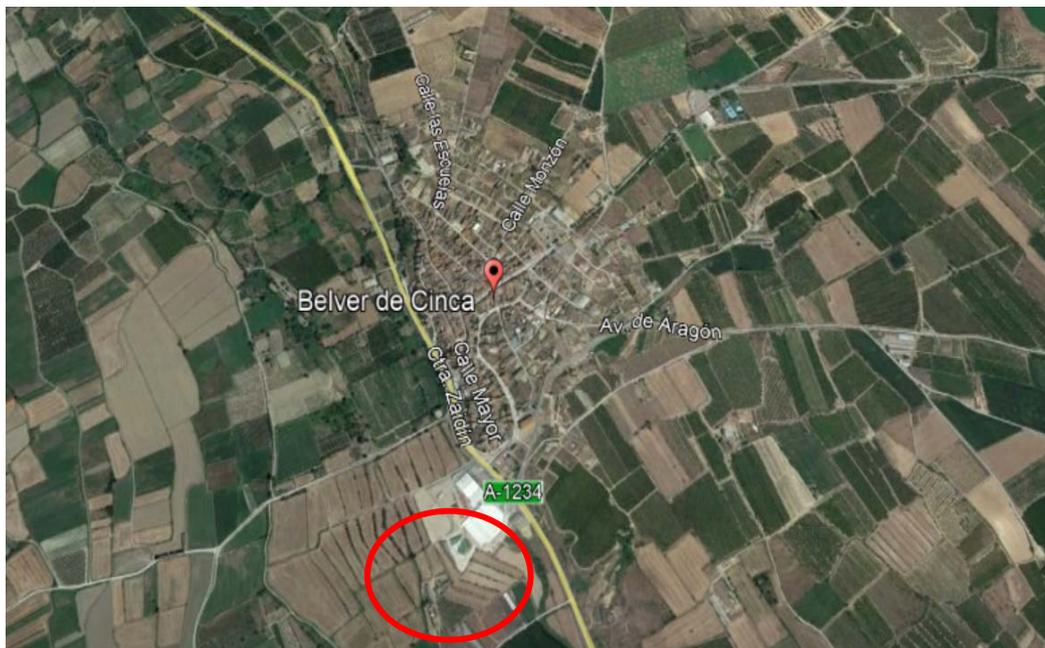


Imagen 2. Itinerario de acceso al emplazamiento

## 8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

### 8.1. DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico se dispondrá sobre las cubiertas de las naves con un total de 13.525 m<sup>2</sup>, implantado una superficie de paneles de 2.745m<sup>2</sup>, ocupando un 20,3% . El acceso es de carácter privado.

Se **conectará en la red interior**, concretamente en el cuadro general de BT existente en el interior de la nave. Este cuadro general se conecta a su vez al cuadro de BT del Transformador existente propiedad del cliente ubicado en un espacio abierto en el interior de la nave con una relación de transformación de 0,42/25kV, que a su vez conecta con el centro de transformación exterior propiedad de EDE.

Se instalarán un total de **1.064 módulos fotovoltaicos** con una potencia pico **de 580 KWp**, y, 5 inversores solares con una potencia nominal de **490 KWn**. Estos paneles se configuran en un total de **63 strings de entre 16 y 18 módulos**.

Dichos módulos son del fabricante **JA SOLAR, el modelo JAM72S30 525-550/MR de 545 Wp** de potencia unitaria, que se conectan a un total de **4 inversores SG110CX de 100 KWn y 1 inversor SG50CX de 50 KWn**.

Los módulos se instalarán mediante un sistema coplanar este-oeste y los inversores se ubicarán en la zona pasillo de cámaras de refrigeración de la nave nueva, así como los cuadros de protección.

El tendido de cableado correspondiente a la salida del cuadro general de inversores hasta el cuadro general de la nave (punto de conexión en red interior) discurrirá por el interior de la nave por canalización existente.

En las cubiertas los paneles **están orientados  $\alpha$  46° (suroeste) y tienen una inclinación de 4°** .

Las principales características del generador fotovoltaico son:

<b>GENERADOR FOTOVOLTAICO INVERSORES MULTISTRING SUNGROW</b>	
<b>Nº Paneles: (u)</b>	1064
<b>Nº inversores: (u)</b>	4 de 110kW + 1 de 50kW
<b>Superficie Módulos: (m2)</b>	2745,12
<b>Potencia pico: kWp</b>	579,88
<b>Potencia nominal: kWn</b>	490
<b>Tensión en circuito abierto: Voc (V)</b>	950 / 980
<b>Intensidad de cortocircuito: Isc (A)</b>	97,50 / 97,50
<b>Tensión punto máxima potencia:</b>	846 / 824
<b>Intensidad punto máxima potencia: Impp (A)</b>	208 / 91
<b>Orientación (Azimut) <math>\alpha</math>: (°)</b>	226°
<b>Inclinación <math>\beta</math>: (°)</b>	4°

El generador se diseña por medio de software específico, que contempla la irradiación en la latitud de la implantación, orientación, inclinación, sombras y capacidades de cubierta donde se implementan los módulos.

La cubierta presenta algunos obstáculos (claraboyas, parapetos), que se han tenido en cuenta en el diseño con el objeto de minimizar las sombras que se puedan generar sobre el generador fotovoltaico.

También se han considerado pasos para mantenimiento y limpieza de 0,7 m de anchura.

### 8.1.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos proyectados son del fabricante **JA SOLAR**, el modelo **JAM72S30 525-550/MR de 545Wp**. Emplea tecnología de células de silicio Policristalino siendo su principal característica la tecnología Dual-cell, que consisten en la partición del panel de forma que la finalización de los strings de las células termina en el centro del panel garantizando, en caso de sombras en una de las partes, el 50% del funcionamiento del panel.

El conexionado entre módulos se realiza mediante conector tipo multicontact T4 o MC4 ya incorporado en los cables de los paneles.

Las principales características de los módulos fotovoltaicos son:

<b>MÓDULO FOTOVOLTAICO</b>	
<b>Potencia máx. pico: (Wp)</b>	545
<b>Tensión en circuito abierto: Voc (V)</b>	49,75
<b>Intensidad de cortocircuito: Isc (A)</b>	13,93
<b>Tensión punto máxima potencia: Vppm (V)</b>	41,80
<b>Intensidad punto máxima potencia: Ippm (A)</b>	13,04
<b>Dimensiones: (mm)</b>	2279 x 1134 x 35
<b>Células: (u)</b>	144 (6x24)

El resto de las características se pueden observar en la ficha técnica del Anexo.

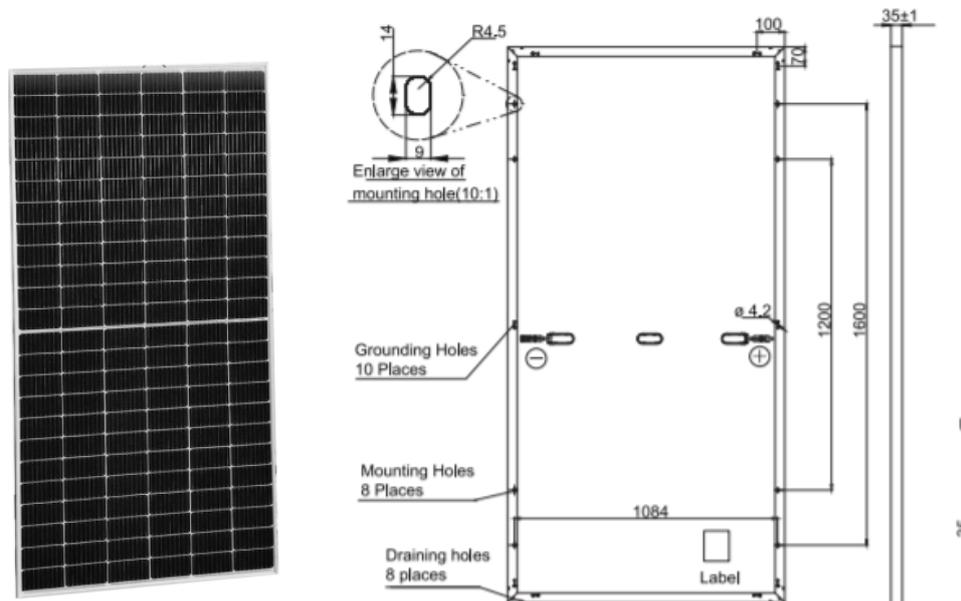


Imagen 4. paneles JA SOLAR JAM72S30 525-550/MR

## 8.1.2. INVERSOR

El inversor es una parte fundamental de la instalación solar fotovoltaica, ya que permite la conversión de la energía en corriente continua generada por los paneles en corriente alterna.

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía.

Los inversores trabajan de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los paneles solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.

Puesto que la energía que consume la electrónica procede de los paneles solares, por la noche el inversor solo consume una pequeña cantidad de energía procedente de la red de distribución de la compañía.

Los inversores proyectados en el proyecto son los modelos **SG110CX** y **SG50CX** de **Sungrow**.



*Imagen5: Inversores Sungrow SG110CX y SG50CX*

**Se trata de unos inversores que trabajan a 400V de tensión en corriente alterna. Disponen de 9 y 5 MPPT's respectivamente, con dos entradas por MPPT.**

Estos inversores se colocarán en el interior de la nave fijados en subestructura de acero que su vez quedará fijada a los elementos estructurales existentes.

A continuación, se pueden observar las tablas resumen de características:

<b>INVERSOR SUNGROW SG110CX</b>	
<b>VALORES DE ENTRADA (CC)</b>	
Tensión nominal CC (V)	585
Rango de tensión MPP (V)	200-1000V
Tensión máxima CC (V)	1100
Corriente máxima CC (A)	234
Corriente de cortocircuito CC (A)	360
MPPT	2x9
<b>VALORES DE ENTRADA (CA)</b>	
Potencia nominal CA (kW)	110
Frecuencia nominal CA(Hz)	50/55
Rango de tensión (V)	320-460
Corriente máxima CA (A)	158,8
THD (%)	< 3% (potencia nominal)
Rendimiento (%)	98,70 %

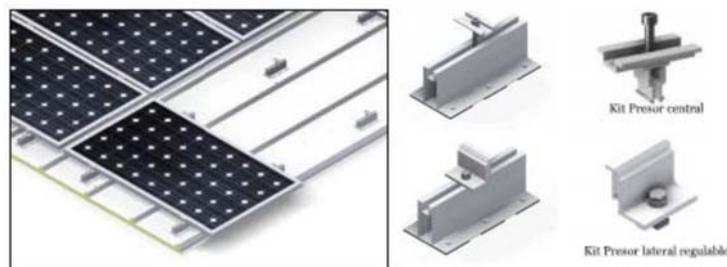
<b>INVERSOR SUNGROW SG50CX</b>	
<b>VALORES DE ENTRADA (CC)</b>	
Tensión nominal CC (V)	585
Rango de tensión MPP (V)	550-850V
Tensión máxima CC (V)	1100
Corriente máxima CC (A)	130
Corriente de cortocircuito CC (A)	200
MPPT	2x5
<b>VALORES DE ENTRADA (CA)</b>	
Potencia nominal CA (kW)	55
Frecuencia nominal CA(Hz)	50/60
Rango de tensión (V)	400
Corriente máxima CA (A)	83,6
THD (%)	< 3% (potencia nominal)
Rendimiento (%)	98,7 %

El resto de las características se pueden observar en la ficha técnica del Anexo.

Los inversores proyectados se instalarán **en un espacio habilitado para tal fin, protegidos de las inclemencias meteorológicas y donde se asegure que se tendrá el espacio y la ventilación necesarias para una buena refrigeración y ventilación natural de los inversores**. Se respetarán las distancias mínimas que recomienda el fabricante con respecto a las paredes, otros equipos u objetos para garantizar la evacuación del calor y el espacio suficiente para desconectarlos.

### 8.1.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE

Como se ha indicado con anterioridad el sistema que se ha proyectado es un sistema coplanar para la cubierta suroeste, es decir, que los paneles se superponen a la cubierta adquiriendo su orientación e inclinación. **Las estructuras proyectadas son del fabricante Sunfer Energy Structures, el modelo KHS915 o similar.**



*Imagen 4. Vistas estructuras tipo COPLANAR*

El material utilizado es aluminio bruto, capaz de resistir la carga producida por el peso de los módulos, así como las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación, Parte II, DB SE y DB SE-AE. Toda la tornillería será de acero inoxidable, según normativa.

Los módulos fotovoltaicos van unidos a la estructura mediante piezas de sujeción específicas para tal fin, distinguiendo entre piezas centrales como laterales. Este sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos permitirá las dilataciones térmicas, sin transmitir las cargas que puedan afectar a la integridad de estos.

## 8.2. CABLEADO

### 8.2.1. CABLEADO CC

Para la elección del cableado de la parte de corriente continua (CC) se seguirá lo indicado en la especificación UNE-HD 60364-7-712:2017, que desarrolla los requisitos para sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV), así como las ICT-BT-7 e ICT-BT-19 del REBT.

Los cables CC serán cables diseñados para condiciones severas y de larga duración (superiores a 25 años), adecuados para equipos de aislamiento de clase II, resistentes a temperaturas extremas (entre -40°C y +90°C) como a la intemperie y diseñados para una temperatura máxima en el conductor de 120 °C.

Se instalarán cables **unipolares tipo o ZZ-F 1,8kV o similar** de alta seguridad, que cumplirán las siguientes especificaciones:

- UNE-EN 60332-1-2: no propagador de la llama.
- EN 60332-3-24: no propagador de incendio.
- EN 61034-2: baja opacidad de humos.

El recubrimiento será **Polietileno reticulado (XLPE)** tipo DIX 3, según UNE-HD 603 S1 e IEC 60502-1.

Los conductores serán de cobre y/o aluminio, y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos elevados. Para el cálculo de la sección mínima de conductores se emplea el criterio de la caída de tensión máxima admisible, de acuerdo con lo especificado en la Guía BT- ANEXO 2.

Los cables deberán indicar el fabricante o marca comercial, la designación del cable, la sección del mismo, la tensión asignada y las dos últimas cifras del año de fabricación. La grabación deberá ser legible y cumplir las especificaciones de los apartados 3.2, 3.3 y 3.4 de la parte 1 de la Norma UNE 21207.

Los cables a emplear serán del fabricante TOP CABLE o similar. Así los tipos empleados son:

- **Conexionado entre los Módulos Fotovoltaicos y el inversor: se empleará el cable CC ZZ-F 1,8kV XLPE CU de 6 mm<sup>2</sup> o similar.**

En la parte de continua se utilizará el siguiente código de colores:

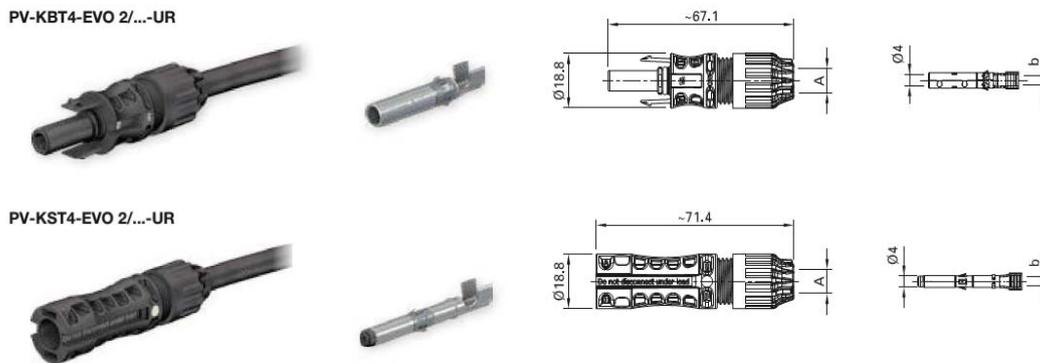
- Polo positivo: de color rojo.
- Polo negativo: de color negro.
- Protección: amarillo-verde.

No obstante, la ficha técnica de los cables arriba mencionados puede consultarse en el Anexo del presente proyecto.

### 8.2.2. CONEXIÓN CABLEADO CC

Para la conexión de finales de series se utilizan conectores MultiContact modelo MC4 o similar. Los incorpora el propio panel, además de utilizarse para los posibles puentes y conexiones al inversor.

Este dispositivo garantiza una impermeabilización total de la conexión, así como un contacto perfecto entre cables.



1. Imagen tipo

### 8.2.3. CABLEADO CA

Para la elección del cableado de la parte de corriente alterna (AC) en Baja Tensión se seguirá con lo indicado en la ITC BT-19, 20 y 28 del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como la Guía BT-Anexo 2.

La caída de tensión máxima vendrá impuesta según lo estipulado en la ITC-BT 40 punto 5, es decir, los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y no sobrepasar el 1,5% para la Intensidad Nominal.

Los cables serán diseñados para resistir temperaturas extremas (entre -40 °C y +90 °C). Serán de alta seguridad (AS), es decir, no propagadores de llama, ni fuego y de baja emisión de humos y gases tóxicos.

Se instalarán cables **unipolares tipo RZ-1 0,6/1Kv XLPE o similar**, de alta seguridad, que cumplirán las siguientes especificaciones:

- UNE-EN 60332-1-2: no propagador de la llama.
- EN 60332-3-24: no propagador de incendio.
- EN 61034-2: baja opacidad de humos.

El recubrimiento será **Polietileno reticulado (XLPE)** tipo DIX 3, según UNE-HD 603 S1 e IEC 60502-1.

Los conductores serán de cobre y/o aluminio, y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos elevados. Para el cálculo de la sección mínima de conductores se emplea el criterio de la caída de tensión máxima admisible, de acuerdo con lo especificado en la Guía BT- ANEXO 2.

Los cables deberán indicar el fabricante o marca comercial, la designación del cable, la sección del mismo, la tensión asignada y las dos últimas cifras del año de fabricación. La grabación deberá ser legible y cumplir las especificaciones de los apartados 3.2, 3.3 y 3.4 de la parte 1 de la Norma UNE 21207.

Los cables a emplear serán del fabricante TOP CABLE o similar. Así los tipos empleados son:

- Conexión entre Inversor y protección magnetotérmica: se empleará cable tipo **AC tipo RZ1 0,6/1kV XLPE Cu o similar de 35, 70 y 120 mm<sup>2</sup>**.
- Tras agrupación en cuadro general FV, conexión entre la protección magnetotérmica general y el centro de medida: se empleará el cable de **AC tipo RZ1 0,6/1 Kv XLPE Al o similar de 185 y 240mm<sup>2</sup>**.

En la parte de alterna se utilizará el siguiente código de colores:

- Fases: Marrón / Negro /Gris
- Neutro: Azul.

No obstante, la ficha técnica de los cables arriba mencionados puede consultarse en el Anexo del presente proyecto.

#### **8.2.4. CONEXIÓN CABLEADO CA**

Para la conexión del cableado correspondiente a CA tanto en inversores como en cuadros eléctricos (protecciones y embarrados) se utilizarán terminales para cobre o terminales bimetálicos según convenga.

Se protegerán dichos terminales con termo retráctil.

## 8.2.5. CANALIZACIONES

### 8.2.5.1. CANALIZACIONES DC

Para la elección de las canalizaciones de la parte de continua (CC) seguiremos lo indicado en la especificación AENOR EA 0038.

Distinguimos dos tipos:

#### 1. Interconexión entre módulos fotovoltaicos:

Los conductores **se dispondrán bajo panel** aprovechando el interior de los perfiles metálicos de la estructura, evitando en la medida de lo posible su exposición al sol y el paso por aristas cortantes, teniendo en cuenta las siguientes prescripciones de montaje y ejecución:

- Se fijarán a la estructura mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no dañen las cubiertas de los cables.
- Se dispondrán puntos de fijación sucesivos con objeto de evitar el doblado por su propio peso.

#### 2. Interconexión entre final de serie y caja de protecciones en interior de la nave (zona inversores):

Los conductores en los tramos que sea factible **se dispondrán bajo panel en el máximo del trazado posible.**

Cuando no sea posible el paso bajo panel, a pesar de que el conductor está diseñado para su uso a la intemperie, se conducirá de igual modo mediante **canalizaciones tipo rejiband con su correspondiente tapa, bajo tubo de acero para uso exterior o bajo tubo plástico para uso exterior tipo GEWIS.**

Esta canalizaciones se fijarán sobre pliegue de paneles, nunca en la junta con tapa o sobre soportes tipo PEMSA para su elevación o paso de muros.

Así se dispondrán bandejas tipo rejilla con tapa metálica modelo REJIBAND del fabricante PEMSA o similares. Dichas rejillas cumplirán los requisitos exigidos por la norma europea UNE-EN-61537 "Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para la conducción de cables" y contarán con el marcado CE.

Con objeto de que nuestro sistema de canalizaciones cumpla la norma UNE-EN-61537 con respecto a la resistencia de la corrosión, deberemos utilizar bandejas Rejiband de tipo "Galvanizado en Caliente (G.C.)" o superior, ya que este tipo de acabado es el apto para instalación al exterior con condiciones agresivas o húmedas.

#### **8.2.5.2. CANALIZACIONES AC**

Para la elección de las canalizaciones de la parte de corriente alterna (CA) seguiremos lo indicado en la ITC BT-20 y 21 del REBT.

Para las canalizaciones sobre bandeja superficial se seguirá lo establecido en la tabla 10 de la ITC BT-20, pudiendo utilizar "Bandejas de Escalera o Bandejas Soportes". Se dispondrán bandejas de tipo rejilla con tapa metálica del modelo REJIBAND del fabricante AEMSA o similares (es decir, las mismas descritas anteriormente en la parte de corriente continua).

Para las canalizaciones mediante tubo fijado en la fachada, se deberá cumplir con lo establecido en el a ITC BT-21, en concreto con lo establecido en las Tablas 12 (resistencia tubos canalización) y 13 (diámetro tubo canalización).

### **8.3. PROTECCIONES**

#### **8.3.1. PROTECCIONES CC**

Protecciones de los String en cajas de protección en zona de inversores.

- **Fusibles en ambos polos de 16A 1.500V.**

Inversor: Incorporan todas las protecciones necesarias de acuerdo normativa y características de la instalación.

- **Observar ficha técnica.**

#### **8.3.2. PROTECCIONES CA**

Para la elección de las protecciones de la parte de alterna (AC) seguiremos lo indicado en la Guía BT-26 referente al REBT, así como las normas UNE-EN 60947- 2 y UNE-EN60269.

Se establece la necesidad de instalar una doble protección a la salida de los inversores, en primer lugar por protecciones magnetotérmicas a la salida de los mismos, y protecciones diferenciales a la salida de la unión de las anteriores.

En cuanto al centro de medida de media tensión, dispone de sus propias protecciones.

Así pues, para estos inversores se instala un cuadro eléctrico compuesto por 5 magnetotérmicos trifásicos 3P+N de:

- **4u (SG110CX) 200A > 159A máximo de salida**, con un poder de corte de 10kA para cada **inversor**.
- **1u (SG50CX) 100A > 83,60A máximo de salida**, con un poder de corte de 10kA para cada inversor.

Un interruptor **magnetotérmico regulable, regulado a 800 A con la protección diferencial regulable con una sensibilidad de 0,03-5A regulada a 0,3A.**

Además, se añadirá una **protección de sobretensiones transitorias y permanentes, Tipo 1+2 trifásica 12,5 kA.**

### 8.3.3. SISTEMA DE TIERRA

El cableado unifica las piquetas instaladas que forman el circuito de tierras que unen lo elementos de la instalación proyectada.

La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

En esta conexión se consigue que no existan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones, edificio y superficie próxima al terreno. La puesta a tierra permite el paso a tierra de los corrientes de falta o de descargas de origen atmosférico.

La puesta a tierra se realizará de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma de acuerdo con el RD 1663/2000.

Asimismo, las masas de cada una de las instalaciones fotovoltaicas estarán conectadas a una única tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

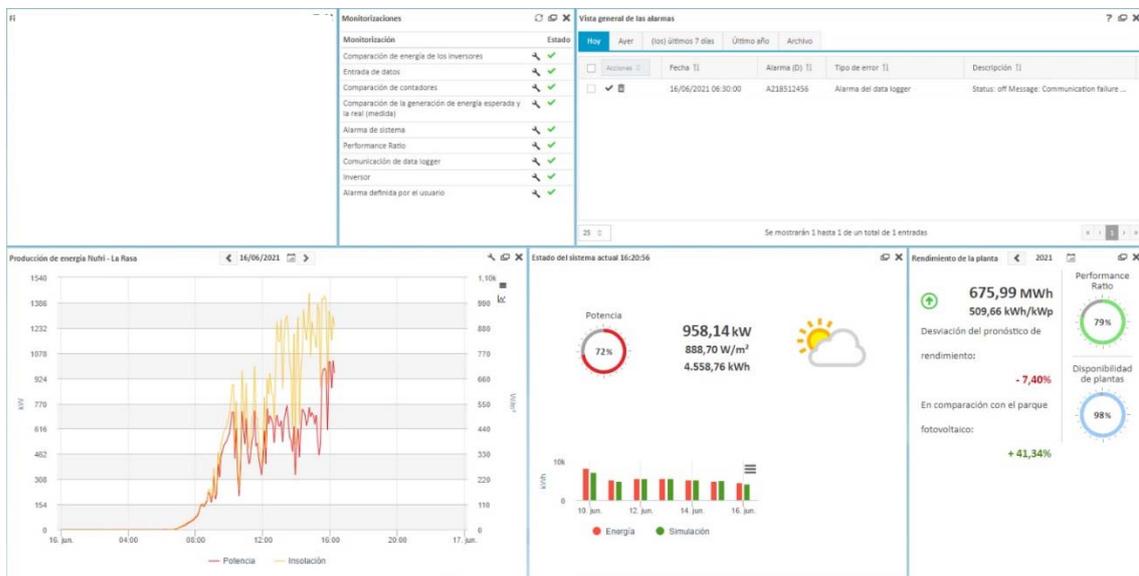
Los cálculos de toma de tierra siguen la ITC-BT-18 y la ITC-BT-19 del RBT 842/2002.

Las secciones de cable de tierra correspondientes a los diferentes tramos de la instalación son los siguientes:

- Cableado tierra entre módulos: **de 4mm<sup>2</sup>**.
- Cableado paneles a cuadro FV: **16 mm<sup>2</sup> desnudo Cu (unificación de paneles y elementos estructurales de cubierta y conductores)**.
- Cableado de Inversores a Caja tierras: **16 mm<sup>2</sup> para el inversor SG50CX y de 35mm<sup>2</sup> para los inversores SG110CX**.
- Cableado de Inversores carcasa: **10 mm<sup>2</sup>**
- Cableado tierra general zona cubierta: **16mm<sup>2</sup> desnudo**.
- Cableado tierra general zona inversores a cuadro protecciones FV: **35mm<sup>2</sup> desnudo**.
- Cableado tierra general cuadro protecciones FV a Punto conexión: **50mm<sup>2</sup> desnudo**.

#### 8.4. SISTEMA DE MONITORIZACION

Se instalará un sistema de monitorización específico para el control y supervisión de plantas fotovoltaica.



Se visualizarán todos los datos de rendimiento de forma clara:

- Datos en tiempo real sobre el estado de la planta.
- Información sobre el flujo de energía actual (consumo de la red, generación, etc..)
- Cálculo del performance ratio de planta.
- Monitorización de la comunicación con el portal.

- Monitorización del rendimiento del inversor.
- Información meteorológica del lugar.

**El sistema de captación y visualización de datos está compuesto por:**

- Un **equipo de medida** específico que tomará lecturas en tiempo real de la red conectado al Logger.



Equipo Janitza o similar

- Un **logger que conectado** al medidor y a los inversores mediante RS485 proporciona datos a la plataforma de visualización de datos de Meteocontrol.



Equipo Meteocontrol o similar

*Imagen 5. Esquema del sistema de telemonitorización.*

## 8.5. Sonda Irradiación

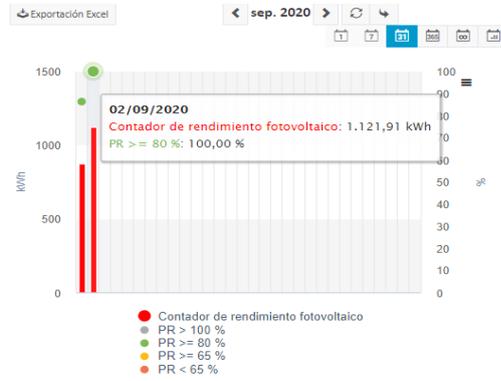
Se instalarán 2 sondas de irradiación, con la misma orientación e inclinación que los paneles solare, todo ello para la captación de la irradiación solar de manera que, mediante el

software de la aplicación utilizado para la monitorización y control de la planta, podremos obtener el Performance Ratio de la instalación en tiempo real.

La sonda se conecta mediante RS485 al Datalogger de Meteocontrol. ( Ver apartado de Monitorización. )



Sonda



Visualización en Plataforma

Se define el Performance Ratio (PR) como el coeficiente de rendimiento que expresa la relación del rendimiento energético real con respecto al rendimiento energético teóricamente posible, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La eficiencia energética del inversor
- Otros

La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm} (\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

Donde:

- Pmp = Potencia pico del generador
- GCEM = 1 kW/m2

## 8.6. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA (CSM)

Los equipos de medida seguirán lo establecido en el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Será de cumplimiento respecto los requisitos de medida y gestión de la energía, lo indicado en el capítulo IV del RD244/19, donde se regula respecto a los equipos de medida necesarios, los requisitos generales de ubicación y particulares en cuanto a precisión y comunicación de los equipos. Del mismo modo, se tendrá en cuenta lo establecido en el artículo 9 de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico y el artículo 10 del RD244/19, en cuanto a configuraciones de las medidas.

**Se instalará un nuevo centro de seccionamiento y medida (25kV) con acceso desde vial público y con posterior cesión de las celdas de entrada, salida y entrega. Este tendrá 2 accesos independientes para la zona de maniobras de CIA y la privada del propio cliente.**

**La conexión y la Medida se realizan a 25kV.**

## 8.7. MODIFICACIONES INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN

Para adecuar la red de distribución existente en servicio deben realizarse diferentes trabajos, esto son:

**Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio a realizar por Distribuidora.**

- Refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones en servicio (a cargo del solicitante):
  - Adecuación del punto de conexión para la conexión de la nueva red.
  - Desmontaje de celda en centro de seccionamiento existente.
  - Tendido de conductores dejados junto al punto de conexión
  - Relé de bloqueo por presencia de tensión
  - Telecontrol
  - Entronque y conexión a la red existente

**Trabajos necesarios para la conexión de la instalación de generación hasta el punto de conexión con la red de distribución, que vayan a formar parte de la red de distribución, llevados a cabo por empresa instaladora validada por Distribuidora:**

- Línea subterránea de media tensión 3x1x240 mm<sup>2</sup> AL RH5Z1 desde el punto de conexión hasta el nuevo centro de seccionamiento.
- Se adecuará el centro de seccionamiento existente a la EP NRZ104, por lo que tendrá que instalar nuevo Centro de seccionamiento, protección y medida particular en sustitución del actual P33105, según norma GLOBAL E-DISTRIBUCIÓN, con acceso libre y directo desde vial público, con posterior cesión de las celdas de línea E/S y de seccionamiento (Todas ellas telemandadas); a falta de definir ubicación. Dejará instalados los tubos de acceso al Centro de seccionamiento a la cota reglamentaria respecto la rasante del suelo.

## 9. ESTUDIO AMBIENTAL

Dada la tipología de la instalación, se considera que el impacto sobre la atmosfera, agua, suelo, vegetación o sobre los valores arquitectónicos de la zona es nulo.

- No hay movimientos de tierra
- Las emisiones a la atmosfera producidas se reducen al paso de furgonetas que transportan el material a las instalaciones, y estos vehículos cumplirán con la normativa vigente de emisiones, y por lo tanto, tendrán vigente la inspección técnica de vehículos.
- No se utiliza agua para la construcción, ni se tira ningún tipo de agua residual proveniente del proceso constructivo.
- No se ocupa más espacio exterior a la nave, que la superficie mínima necesaria de la cubierta. El resto de elementos son interiores.
- La tipología de panel solar evita la reflexión y por lo tanto, que pueda causar cualquier tipo de deslumbramiento o similar.

Las características de la instalación descritas y teniendo en cuenta todas las variables evaluadas se ha considerado que el proyecto no tiene efectos negativos relevantes sobre el paisaje y por lo tanto se considera un IMPACTO AMBIENTAL mínimo.

### 9.1. Estudio Impacto Visual

Dada la tipología de la instalación con sistema coplanar, la morfología de la cubierta no queda afectada. Por lo tanto, se concluye que el impacto visual es muy bajo.



## 10. ESTUDIO DE RIESGO DE INCENDIOS

Se instalarán 5 inversores en el interior de una de las naves propiedad de Nufri.

A efectos prácticos podemos considerar estos inversores cuadros eléctricos.

Según la tabla 2.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio (DBSI), ara un local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución, el riesgo se considera bajo.

**Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios**

Uso previsto del edificio o establecimiento - Uso del local o zona	Tamaño del local o zona S = superficie construida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
<b>En cualquier edificio o establecimiento:</b>			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	100<V≤200 m <sup>3</sup>	200<V≤400 m <sup>3</sup>	V>400 m <sup>3</sup>
- Almacén de residuos	5<S≤15 m <sup>2</sup>	15<S≤30 m <sup>2</sup>	S>30 m <sup>2</sup>
- Aparcamiento de vehículos de hasta 100 m <sup>2</sup>	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada P <sup>(1)(2)</sup>	20<P≤30 kW	30<P≤50 kW	P>50 kW
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos <sup>(3)</sup>	20<S≤100 m <sup>2</sup>	100<S≤200 m <sup>2</sup>	S>200 m <sup>2</sup>
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	70<P≤200 kW	200<P≤600 kW	P>600 kW
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones térmicas de los Edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoníaco refrigerante halogenado	P≤400 kW S<3 m <sup>2</sup>	En todo caso P>400 kW S>3 m <sup>2</sup>	
- Almacén de combustible sólido para calefacción	En todo caso		
- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución	En todo caso		
- Centro de transformación			
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300°C y potencia instalada P: total en cada transformador	P≤2 520 kVA P≤30 kVA	2520<P≤4000 kVA 630 P≤1000 kVA	P>4 000 kVA P>1 000 kVA
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
- Sala de grupo electrógeno	En todo caso		

Tabla 2.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendios

Por tanto, podemos considerar que la instalación de estos inversores no implica un aumento del riesgo de incendio y por lo tanto, las medidas contra incendios de las que se disponen son suficientes.

Todos los elementos de la Instalación fotovoltaica que se emplazan sobre la cubierta no presenten un riesgo de incendio por sí MISMOS. Las placas fotovoltaicas están constituidas por materiales no combustibles (silicio y estaño). Las canalizaciones se realizarán con bandejas electrozincada de tipo rejilla y el cableado que se instalará será RZK-1, libre de halógenos y no propagador de la llama.

Todos los materiales utilizados en la instalación están homologados y cumplen con la normativa vigente en materia de incendios.

## 11. ESTUDIO DE SOBRECARGAS

En nuestro caso se han considerado paneles solares de 2,58 m<sup>2</sup> de superficie. Cada panel solar pesa, según fabricante 28,6 Kg. La estructura de aluminio que sujeta cada panel en la cubierta pesa 1 Kg.

Según estos parámetros, las cubiertas afectadas soportan 11,47 Kg de peso por cada m<sup>2</sup>, valor que podemos considerar despreciable a efectos de carga estática.

Como la instalación se coloca según sistema coplanar, podemos considerar despreciables las cargas por viento.

## 12. EVALUACIÓN DE RESIDUOS

Durante la fase de ejecución del proyecto se generará una pequeña cantidad de residuos que serán gestionados cumpliendo las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, y los requisitos y condiciones de la licencia de obra.

Los residuos generados en esta obra serán:

- Papel y cartón procedentes del embalaje de los paneles y de los inversores.
- Restos de acero procedente de la tornillería.
- Cobre y restos de cableado procedentes de la instalación eléctrica.

RESIDUOS	VOLUMEN MÁXIMO (m <sup>3</sup> ) / (Tn)
<b>Papel y cartón:</b>	2,29 / 2,52
<b>Restos de Acero:</b>	0,009 / 0,0702
<b>Restos de cobre y cableado:</b>	0,045 / 0,4

En cualquier caso, todos los residuos generados en la obra serán transportados y tratados por el Gestor de Residuos Autorizado de la zona.

<b>GESTOR DE RESIDUOS AUTORIZADO</b>	
<b>Empresa:</b>	<i>A determinar en contratación de obra</i>
<b>CIF / NIF:</b>	<i>A determinar en contratación de obra</i>
<b>Dirección:</b>	<i>A determinar en contratación de obra</i>
<b>Teléfono:</b>	<i>A determinar en contratación de obra</i>
<b>Nº Gestor autorizado:</b>	<i>A determinar en contratación de obra</i>

Al tratarse de la construcción de una instalación fotovoltaica conectada a una red interior, no habrá residuos procedentes de excavaciones, ya que no habrá ninguna zanja.

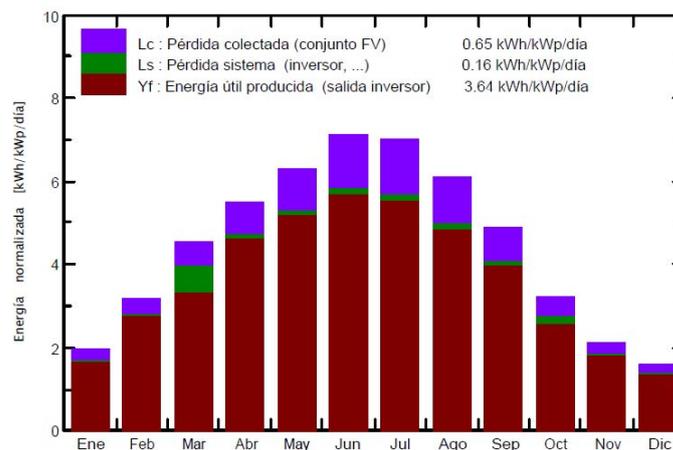
Una vez finalizados los trabajos diarios se procederá a la limpieza de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y otros residuos originados por las operaciones realizadas, siendo todos ellos clasificados para su posterior gestión, ya sea transportándolos a un centro de reciclaje o vertedero específico, o siendo recogidos por un Gestor de Residuos Autorizado.

### 13. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN – PVSYST

Para el cálculo de la instalación se ha utilizado el software PVsyst específico para el estudio, dimensionado y análisis de datos de sistemas fotovoltaicos completos. Se ocupa de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, autónomos, de bombeo y de la red de CC (transporte público), e incluye una amplia base de datos de componentes de sistemas meteorológicos y fotovoltaicos, así como herramientas generales de energía solar.

En el apartado de Anexos se adjunta el informe PVSYST completo. En base a este cálculo se obtiene, como valores más relevantes lo siguiente:

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> MWh	<b>E_Grid</b> MWh	<b>PR</b>
<b>Enero</b>	59.8	22.60	5.04	59.5	55.1	31.1	30.3	0.879
<b>Febrero</b>	88.8	25.20	6.36	88.5	83.4	46.1	45.1	0.879
<b>Marzo</b>	141.1	38.10	9.49	140.8	134.0	72.1	60.2	0.738
<b>Abril</b>	165.3	52.50	12.15	165.1	157.6	83.1	81.1	0.848
<b>Mayo</b>	195.6	65.40	16.80	195.6	186.8	95.8	93.5	0.825
<b>Junio</b>	213.0	63.30	21.36	213.0	203.7	102.2	99.7	0.808
<b>Julio</b>	217.3	61.70	23.80	217.4	207.8	103.2	100.5	0.798
<b>Agosto</b>	188.8	55.20	23.24	188.7	180.3	90.3	88.0	0.805
<b>Septiembre</b>	145.8	42.60	19.75	145.6	138.7	71.3	69.5	0.824
<b>Octubre</b>	99.8	34.70	15.37	99.5	94.1	50.2	46.3	0.803
<b>Noviembre</b>	63.3	24.30	9.53	63.0	58.8	32.5	31.7	0.867
<b>Diciembre</b>	49.3	20.50	6.20	49.0	45.2	25.5	24.7	0.871
<b>Año</b>	1627.9	506.10	14.14	1625.7	1545.6	803.5	770.5	0.818



Tal y como se puede ver en la tabla superior y adjunta, se estima una producción anual de energía de **770.500 kWh**, siendo junio y julio los meses de mayor producción.



**Proyecto:** Autoconsumo Belver 490KWn/580KWp  
**Promotor:** SAT N° 1596 NUFRI RL  
**Situación:** Belver de Cinca (Huesca)

Col.: 21704 **CETILL**  **VISADO** **2021/02430** 2/7/2021

# ANEXOS

## 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 1.1. CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO Y DEL INVERSOR

Para el cálculo del generador que se proyecta con un total de **1064 módulos de 545 Wp, con un total de 579,88 kWp y un total de 4 inversores de 110 kWn y 1 inversor de 50 kWn, un total de 490 kWn.** se aplican los pasos que se detallan a continuación.

#### Generador fotovoltaico

En primer lugar, se obtiene la cantidad y distribución más eficiente de módulos en base a los siguientes criterios:

- Modelo de módulo (Características: Potencia pico, Intensidades, Tensiones, Eficiencia, ...).
- Bases de diseño:
  - El **Software de cálculo PVSYST V6.86** contempla y aplica en las simulaciones del diseño los siguientes parámetros:
    - Valores de irradiación solar en la latitud que se establece el generador.
    - La incidencia de la irradiación en función de la orientación de los módulos.
    - La incidencia de la irradiación en función de la inclinación de los módulos.
    - Sombras de los elementos cercanos que previamente se implementan en el sistema.
  - Disponibilidad de uso de cubiertas
  - Capacidad máxima de módulos fotovoltaicos de las cubiertas.
  - Capacidad de inversión económica.
  - Punto de conexión.
  - Criterios de necesidad de cobertura de kWh de acuerdo con las curvas de consumo del cliente:
    - En este caso se establecen **en un 25%**.

#### Inversor

Definida la potencia máxima de paneles optimizada de acuerdo con los criterios comentados anteriormente, se selecciona el inversor que se va a instalar teniendo en cuenta también una relación de criterios.

- Seccionamiento del generador para minimizar pérdidas por fallos de inversores.
- Punto/s de conexión.
- Tipología de conexión BT o MT.
- Cantidad de Paneles dispuestos en el Terreno según orientación e inclinación, así como su ubicación, es decir, si el conjunto de paneles se encuentra en pendiente positiva o negativa.
- Todo ello con el fin de no instalar strings que contengan módulos en diferentes condiciones en una misma etapa de potencia MPPT. Por lo que definiremos si necesitamos 1 o varias etapas de potencia MPPT para uno o varios inversores.
- Definir un mínimo y un máximo de sobredimensionamiento de potencia para cada inversor a bien que su funcionamiento en MPPT sea el máximo durante el mayor tiempo posible sin que sobrepase su máxima potencia de entrada.
  - **Se establece un mínimo del 110 % y un máximo del 130 %.**
- Se han tenido en cuenta sus características principales de intensidad y tensiones máximas, mínimas, así como sus valores de funcionamiento de MPPT y los valores de intensidades y tensiones de los paneles incluyendo las variaciones por incremento o decremento de temperatura.
- Se tiene en cuenta que los valores de los módulos se establecen a 25°C entre otras condiciones estándar de test y que estas, se ven modificados por el incremento o decremento de la temperatura afectando a:
  - **Tensión de circuito abierto Voc, coeficiente de aplicación:-0.0275%/°C.**
  - **Intensidad de cortocircuito Isc, coeficiente de aplicación 0,045%/C°.**

Para configurar los inversores se utiliza el mismo software Aurora y una tabla de cálculo implementada para obtener la relación de la cantidad óptima de strings y módulos por string que encajan en las características de los inversores seleccionados y que aceptan la totalidad o mayor parte del máximo de módulos obtenidos para conseguir el porcentaje de autoconsumo que se desea cubrir.

## 1.2. CÁLCULO IRRADIACIÓN SOLAR

Los valores de la irradiación solar de acuerdo a la Latitud de la ubicación del generador **(41°), a la orientación (azimut 226°) e inclinación de los paneles (4°)** que se utilizan en los cálculos implementados en la simulación del Software así como las sombras

provocadas por elementos externos y de la zona de implantación son de **1.330 kWh/m<sup>2</sup>/día (HSP)**.

### 1.3. CÁLCULO GENERACIÓN

Para determinar la producción anual de la instalación fotovoltaica tenemos de los puntos anteriores:

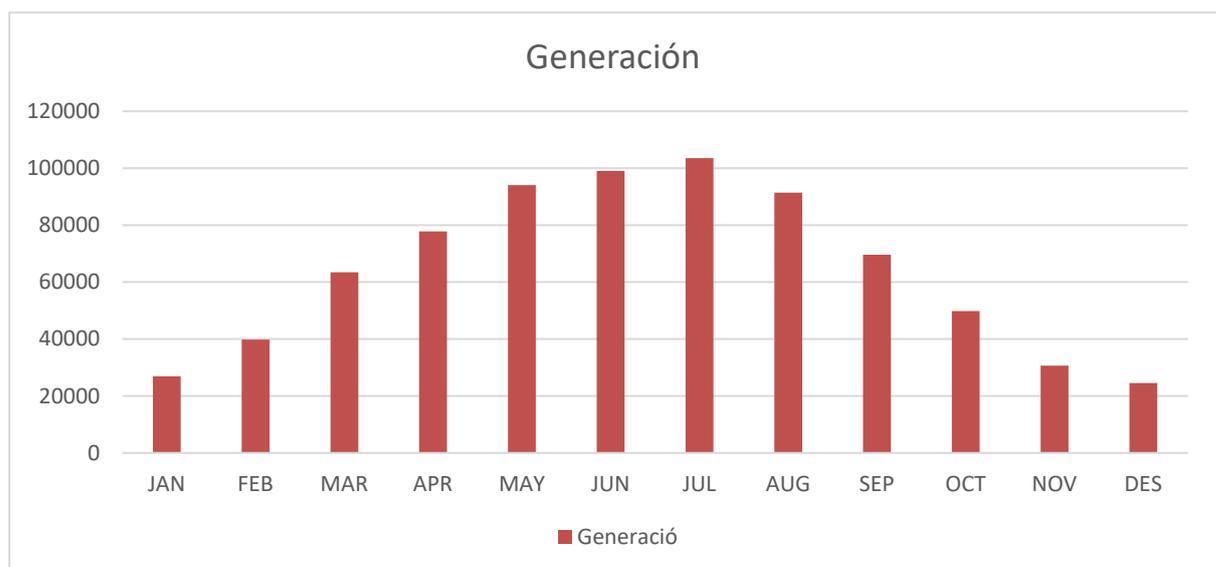
- Potencia y características de módulos.
- Potencia y características de inversores.
- Irradiación en función de la orientación, inclinación de paneles y latitud de la zona.
- Pérdidas del sistema. (Sombras, eficiencia elementos, ...).

La energía producida anualmente por el sistema fotovoltaico vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot FS \cdot PR}{G_{CEM}}$$

Todos ellos están considerados dentro del software aurora que los implementa en su simulación del sistema para obtener los valores de producción anual de dicho sistema.

Esta producción se establece en: **770.474 kWh**



## 1.4. CALCULO CABLEADO

### Genérico DC & AC

Para escoger la sección nos basamos en:

- ITC-BT-7 del RBT.
- ITC-BT-19 del RBT: Instalaciones INTERIOR

En la tabla de la siguiente página se muestran los valores de intensidad admisibles al aire 40°C, indicando el número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

### INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE 40°C Nº DE CONDUCTORES CON CARGA Y NATURALEZA DEL AISLAMIENTO

Intensidades admisibles (tabla reducida)												
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A												
A2		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B					3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
C					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E						3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F							3x PVC		3x XLPE o EPR(1)			
G								3x PVC(1)		3x XLPE o EPR		
	mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre	1.5	11	11.5	13	13.5	15	16	-	18	21	24	-
	2.5	15	16	17.5	18.5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
	50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
120				208	225	240	267	284	314	348	455	
150				236	260	278	310	338	363	404	525	
185				268	297	317	354	386	415	464	601	
240				315	350	374	419	455	490	552	711	
300				360	404	423	484	524	565	640	821	
Aluminio	2.5	11.5	12	13.5	14	16	17.5	-	20	22	25	-
	4	15	16	18.5	19	22	24	-	25	29	35	-
	6	20	21	24	25	28	30	-	35	38	45	-
	10	27	28	32	34	38	42	-	47	53	61	-
	16	36	38	42	46	51	56	-	65	70	83	-
	25	46	50	54	61	64	71	73	82	88	94	126
	35		61	67	75	78	88	92	102	109	117	157
	50		73	80	90	96	106	110	124	133	145	191
	70				116	122	136	144	158	170	187	247
	95				140	148	167	177	192	207	230	302
	120				162	171	193	206	223	239	269	352
150				187	197	223	238	258	277	312	406	
185				212	225	236	274	294	316	359	469	
240				248	265	300	326	348	372	429	556	
300				285	305	347	378	400	429	498	644	

A dichos valores se le aplicará un factor de corrección **según tipo de montaje**, por agrupamiento de **0,7 /0,8** y por temperatura ambiente en instalaciones al aire según **recubrimiento**, en nuestro caso XLPE o EPRS, considerando temperatura ambiente de 40°C factor de corrección 1, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

### FACTOR DE CORRECCIÓN SEGÚN EL MONTAJE Y AGRUPAMIENTO

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores										Instalación tipo
		1	2	3	4	6	9	12	16	20		
1	Empotrados, embutidos (dentro de un mismo tubo, canal o grapados sobre una superficie al aire)	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	A a F	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	C	
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	C	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	E y F	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	E y F	

Aislamiento	Temperatura ambiente (θ) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

### INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO Nº DE CONDUCTORES CON CARGA Y NATURALEZA DEL AISLAMIENTO

Tabla 4. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (servicio permanente)

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	200	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Tabla 5. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente)

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

### FACTOR DE CORRECCIÓN SEGÚN EL MONTAJE Y AGRUPAMIENTO

Tabla 8. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares

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

## **Cableado DC – Final String a Inversor**

En la instalación debemos dimensionar el cableado DC de final de string a Inversor.

El cableado utilizado debe tener en cuenta la intensidad de cortocircuito máxima resultante de la configuración de strings, en este caso el rango máximo para la **Isc: 13(A) a 208 (A)**.

Para determinar la sección (mm<sup>2</sup>) del cableado necesario, se analiza cada tramo de acuerdo con los siguientes criterios:

- o Máxima intensidad admisible:

Se tendrá en cuenta lo indicado en la IEC 60.634-7-712, que nos indica que, a su temperatura de trabajo, el cable de cada string debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en STC del módulo.

Calculada la Intensidad máxima (**Isc(A)**) para los diferentes tramos **DC módulos fotovoltaicos** según configuración de strings y aplicado el factor de corrección de 1,25 seleccionamos la sección del cableado para cumplir con dicha intensidad, así como con los criterios de caída de tensión.

- o Máxima tensión admisible:

El cableado utilizado debe tener en cuenta la tensión máxima admisible del inversor, así como el de la configuración de strings, que nos lleva a que el cableado debe tener una tensión mínima equivalente a la Voc **1007V**, por lo que el cableado debe cumplir con tensión mínima: **0,6/1kV (1.000 V)**.

- o Tipología de cableado:

Instalaremos **Cables unipolares RZ1-K**, no propagador de la llama según UNE- EN 60332-1-2, No propagador del incendio de acuerdo con EN 60332-3-24, Baja opacidad de humos según EN 61034-2, **Libre de halógenos** según UNE-EN 50525-1 Anexo B.

El recubrimiento será Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE-HD 603 S1 e IEC 60502-1.

- o Máxima caída de tensión admisible:

El cálculo se lleva a cabo de acuerdo con la Guía BT- ANEXO 2.

Como referencia aplicamos el criterio del Pliego de Condiciones Técnicas de

Instalaciones Conectadas a Red del IDAE por el que la sección de los conductores debe asegurar que la caída de tensión no superará el 1,5%.

### CÁLCULO DE SECCIONES Y CAÍDAS DE TENSIÓN DC

<b>TABLA CÁLCULO TRAMOS DC - INDIVIDUALES</b>	<b>PAN-INV</b>	<b>1 a 5</b>
-----------------------------------------------	----------------	--------------

<b>PANEL</b>		<b>JA545</b>
Tension en el punto de maxima potencia	Vmp:	41,8
Intesidad en el punto de maxima potencia	Imp:	13,04
Tension en vacio	Voc:	49,75
Intensidad de cortocircuito	Isc:	13,93
Pontencia Nominal	Pn:	545

**GUIA-BT-ANEXO 2**

<b>CONFIGURACIÓN TRAMOS</b>		<b>P-INV</b>
Strings	u	1
Paneles por String	u	17
Intensidad para cálculo caída tensión	A	13,04
Intensidad para selección sección (1,25*Isc)	A	17,4125
Potencia para cálculo	Wp	9.265

<b>TRAMO</b>		<b>P-INV</b>
Longitud	m	130
Tensión Máxima Potencia	Vmp:	710,6
Sección de cable elegido:	mm2	6
<b>CAIDA DE TENSIÓN:</b>	DV <sub>CC</sub>	10,09
	%	1,420%
	<b>% TOTAL</b>	<b>1,420%</b>

<b>DEFINICIONES</b>	<b>Conductividad TIPOLOGIA CABLE</b>			<b>56</b>
	<b>COBRE</b>			
		56	48	44
<b>IEC 60.634-7-712</b>	<b>Conductividad TIPOLOGIA CABLE</b>			<b>35</b>
<b>P-CB:</b> De Final de String a Combiner Box	<b>ALUMINIO</b>	35	30	28
<b>CB-I:</b> De Combiner Box a Inversor	<b>Temp. (°C)</b>	20	70	90

### **Cableado CA – Inversor a Protecciones & Protecciones a Centro de Medida**

- o Máxima intensidad admisible:

Se tendrá en cuenta lo indicado en la ITC-BT 40 punto 5, que no indica que los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

Calculada la Intensidad de salida de los Inversores **AC (I(A))**, seleccionamos la sección del cableado para cumplir con dicha intensidad, así como con los criterios de caída de

tensión.

- o Máxima caída de tensión admisible:

El cálculo se lleva a cabo siguiendo lo especificado en la **Guia BT- ANEXO 2**.

Esta será como máximo de **1,5 %, impuesto por la ITC-BT 40 en su punto 5**.

### CÁLCULO DE SECCIONES Y CAÍDAS DE TENSIÓN AC

TABLA CÁLCULO TRAMOS AC		INV	1
<b>INVERSOR</b>		<b>SG50CX</b>	<b>I</b>
Tipología	3/N/PE	Trifásica	
Tensión salida inductor	V	400	
Intensidad salida inductor	A	83	
Potencia Nominal	kWn	50	
		<b>GUIA-BT-ANEXO 2</b>	
<b>ZONA INVERSORES</b>		<b>A</b>	<b>A</b>
<b>TRAMO</b>		<b>I-PR</b>	<b>PR-QBT</b>
Longitud por String	m	15	
Inversores por String	u	1	
Intensidad para cálculo caída tensión	A	83	
Intensidad para selección de sección (125%)	A	103,75	
Sección de cable elegido:	mm2	70	
<b>CAIDA DE TENSIÓN:</b>	DV <sub>CC</sub>	0,55	
	%	0,138%	
	<b>% TOTAL</b>	<b>0,138%</b>	
<b>DEFINICIONES</b>	<b>Conductividad TIPOLOGIA CABLE</b>		<b>56</b>
	<b>COBRE</b>	56	48
<b>ITC-BT 40</b>	<b>Conductividad TIPOLOGIA CABLE</b>		<b>35</b>
<b>P-CB: De Final de String a Combiner Box</b>	<b>ALUMINIO</b>	35	30
<b>CB-I: De Combiner Box a Inversor</b>	<b>Temp. (°C)</b>	20	70

<b>TABLA CÁLCULO TRAMOS AC</b>	<b>INV</b>	<b>2,3,4 &amp; 5</b>
--------------------------------	------------	----------------------

INVERSOR	SG110CX	I
Tipología	3/N/PE	Trifásica
Tensión salida inversor	V	400
Intensidad salida inversor	A	160
Potencia Nominal	kWn	110

**GUIA-BT-ANEXO 2**

ZONA INVERSORES		A	A
TRAMO		I-PR	PR-QBT
Longitud por String	m	12	
Inversores por String	u	1	
Intensidad para cálculo caída tensión	A	160	
Intensidad para selección de sección (125%)	A	200	
Sección de cable elegido:	mm2	70	
<b>CAIDA DE TENSIÓN:</b>	DV <sub>CC</sub>	0,85	
	%	0,212%	
	<b>% TOTAL</b>	<b>0,212%</b>	

DEFINICIONES	Conductividad TIPOLOGIA CABLE			
	<b>COBRE</b>	56	48	44
ITC-BT 40	Conductividad TIPOLOGIA CABLE			
<b>P-CB:</b> De Final de String a Combiner Box	<b>ALUMINIO</b>	35	30	28
<b>CB-I:</b> De Combiner Box a Inversor	<b>Temp. (°C)</b>	20	70	90

<b>TABLA CÁLCULO TRAMOS AC</b>	<b>CG-&gt;PC</b>	<b>5inv</b>
--------------------------------	------------------	-------------

INVERSOR	1SG50+4SG110	I
Tipología	3/N/PE	Trifásica
Tensión salida inversor	V	400
Intensidad salida inversor	A	723
Potencia Nominal	kWn	490

**GUIA-BT-ANEXO 2**

ZONA INVERSORES		A	A
TRAMO		I-PR	PR-QBT
Longitud por String	m	100	
Inversores por String	u	5	
Intensidad para cálculo caída tensión	A	723	
Intensidad para selección de sección (125%)	A	903,75	
Sección de cable elegido:	mm2	720	
<b>CAIDA DE TENSIÓN:</b>	DV <sub>CC</sub>	4,97	
	%	1,242%	
	<b>% TOTAL</b>	<b>1,242%</b>	

DEFINICIONES	Conductividad TIPOLOGIA CABLE			
	<b>COBRE</b>	56	48	44
ITC-BT 40	Conductividad TIPOLOGIA CABLE			
<b>P-CB:</b> De Final de String a Combiner Box	<b>ALUMINIO</b>	35	30	28
<b>CB-I:</b> De Combiner Box a Inversor	<b>Temp. (°C)</b>	20	70	90

## 1.5. CALCULO PROTECCIONES ELÉCTRICAS

### Corriente DC

Tenemos también las protecciones del propio inversor, para corriente inversa, un seccionador de corriente, fusibles, monitorización de la corriente de los string y protección de sobretensiones Tipo II.

### Corriente AC

Todos los inversores en su salida hasta la Celda de MT llevan instalados cables unipolares de las características y secciones ya indicadas anteriormente en el esquema de RSTN +PE.

Se instalan protecciones magnetotérmicas contra sobretensiones y cortocircuitos, así como protecciones diferenciales contra defectos de aislamiento. Deberán ser adecuados para uso industrial y cumplir con las indicaciones de la norma UNE-EN 60947-2.

El circuito de corriente alterna, como se puede observar en su esquema unifilar, dispondrá de todos los inversores conectados individualmente a su protección en el cuadro general de la FV.

Según norma UNE-EN60269, para protecciones contra sobrecargas, se debe cumplir:

$$I_{\text{diseño de la línea}} \leq I_{\text{asignada dispositivo de protección}} \leq I_{\text{admisible de la línea}}$$

## 1.6. CÁLCULO PUESTA A TIERRA

Se instala y diseña con el principal objetivo de evitar daños personales, así como de las instalaciones.

El sistema de puesta a tierra será equipotencial, donde todos los elementos de la instalación: Estructura, Módulos, canalizaciones, Inversores y cuadros eléctricos, irán conectados a la tierra de la propia nave.

De acuerdo con el Real Decreto 842/2002, donde se indican las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT, dicha puesta a tierra se realizará de forma que no altere la red de compañía eléctrica distribuidora, evitando transmisión de defectos.

Asimismo, las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

## Cálculos

Los cálculos de toma de tierra siguen la ITC-BT-18 del RBT 842/2002. La resistencia del terreno se considera según el cálculo siguiente:

$$R = V_c / I_s$$

Donde:

$V_c$  es la tensión de contacto máxima admisible

$I_s$  es la sensibilidad del diferencial.

En nuestro proyecto:

$$R = 50 / 0,3 = 166,66 \Omega$$

Para calcular la longitud de la piqueta de toma de tierra se sigue la siguiente expresión:

$$L = \rho / R;$$

Donde:

$\rho$  es la resistividad del terreno

$R$  la resistencia del terreno antes calculada.

Según la tabla 4 de la ITC-BT-18 el terreno puede clasificarse como terreno cultivable fértil, es decir con un valor medio de resistividad de 50  $\Omega$  por metro. Así pues, la longitud de la piqueta será como mínimo de 0,3 m, siendo 2 m la selección de longitud de piqueta más habitual.

Tabla 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Se cumplen los requisitos del RBT ya que cualquier masa no sobrepasa los 50 V de tensión de contacto y la resistencia del terreno no es superior a 37  $\Omega$ .

$$R = \rho / L = 50/2 = 25 \Omega$$

$$V_c = I_s \cdot R = 0,3 \cdot 25 = 7,5 V$$

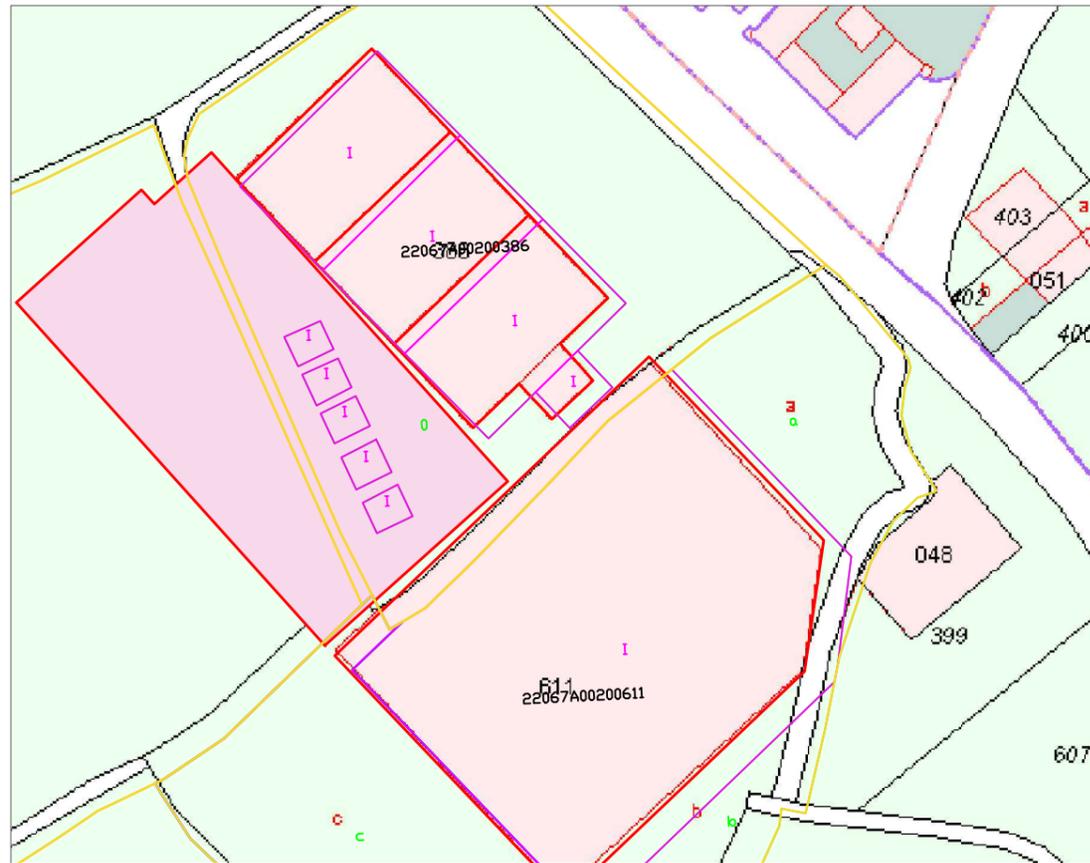
Según el REBT en la ITC-BT-019, las prescripciones generales de los conductores de protección son las siguientes:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S$ (*) 16 $S/2$
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

Dado un valor no normalizado en la aplicación de criterios de la tabla anterior, se utilizará la sección normalizada superior.

## 2. PLANOS

- 1- Situación y emplazamiento.
- 2- Usos y superficies
- 3- Layout General
- 4- Distribución de elementos exterior
- 5- Distribución de elementos interior
- 6- Esquema unifilar.
- 7- Zona Inversores.
- 8- Medidas de seguridad



### **UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN:**

Polígono 2, parcela 386  
HONDALES. BELVER DE CINCA (HUESCA)  
CP 22533

### **REF. CAT. PARCELAS URBANAS:**

- 22067A002003860000HW - parcela 386
- 22067A002006140000HG - parcela 614
- 22067A002006110000HA - parcela 611

### **COORDENADAS CENTROIDE:**

X: 265.122

Y: 4.618.899

Huso 31



**USO CUBIERTAS -SUPERFÍCIES:**

Observar ZONA MARCADA.

Superficie TOTAL: 13.525m<sup>2</sup>

Superficie USO CUBIERTAS: **2.745 m<sup>2</sup>**

**Uso %: 20,3%**



PROYECTO  
INSTALACION FV BELVER DE CINCA 490KWn/580KWp

PROMOTOR  
SAT N° 1596 NUFRI R.L.

UBICACIÓN  
POLÍGONO 2 PARCELAS 386  
BELVER DE CINCA 22533  
HUESCA

TÉCNICO  
GERARD ESPINAGOSA CAMATS  
N° COLEGIADO 21704-L

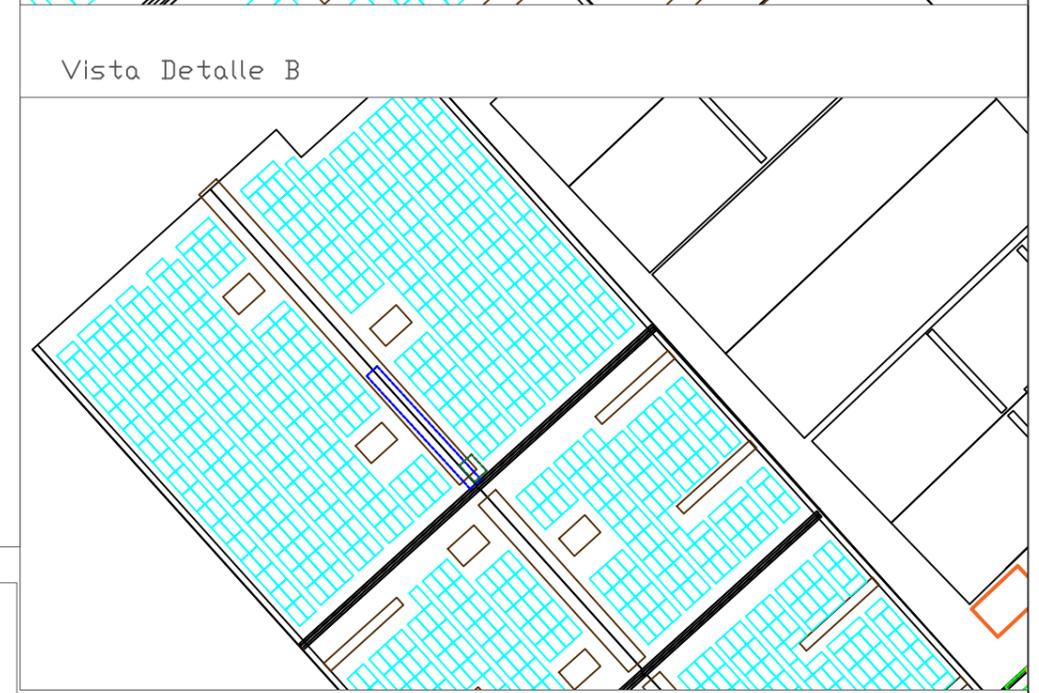
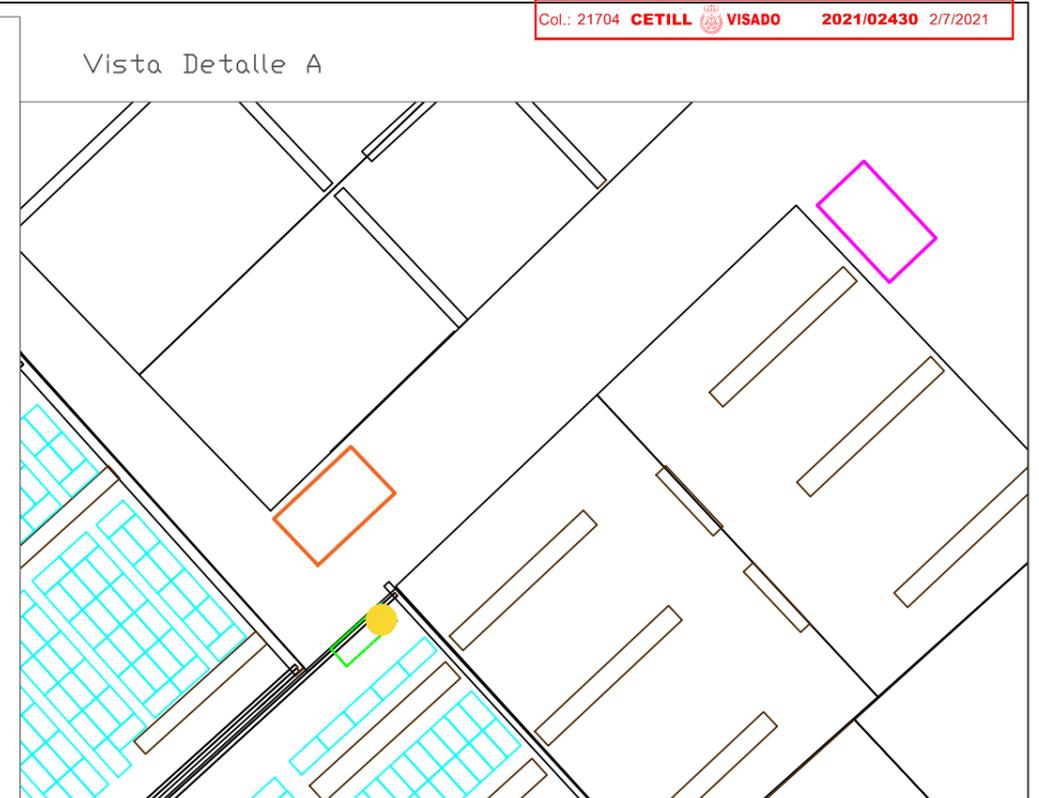
ESCALA  
1:1000

TÍTULO DEL PLANO  
USOS SUPERFÍCIES

NUM.  
2/8

REFERENCIA PROYECTO  
AUTI2033

FECHA  
01/07/2021

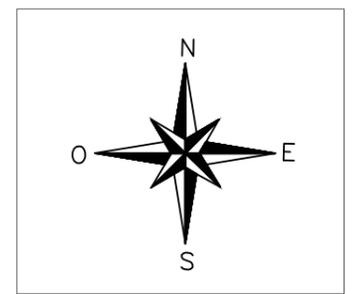


**IMPLEMENTACIÓN PANELES: 579,88 kWp**

Nº Paneles: 1.064  
 Marca: JA SOLAR  
 Modelo: JAM72S30 525-550/MR  
 Potencia : 545Wp  
 Tipología: Policristalino / 144 células.  
 Medidas: 2,279x1,134 m  
 Superficie PANELES: **2,58m<sup>2</sup>/u** ; Total: **2745,12 m<sup>2</sup>**

**ELEMENTOS**

- Paneles
- Zona Inversores (INTERIOR)
- Cuadro General FV (INTERIOR)
- Cuadro General Consumos (INTERIOR)
- P.CONEXIÓN (INTERIOR)
- E.T. PROPIEDAD (Espacio exterior interior naves)
- CENTRO SECCIONAMIENTO & MEDIDA EDE ( EXTERIOR)



PROYECTO  
 INSTALACION FV BELVER DE CINCA 490KWn / 580 KWp

PROMOTOR  
 SAT Nº 1596 NUFRI R.L.

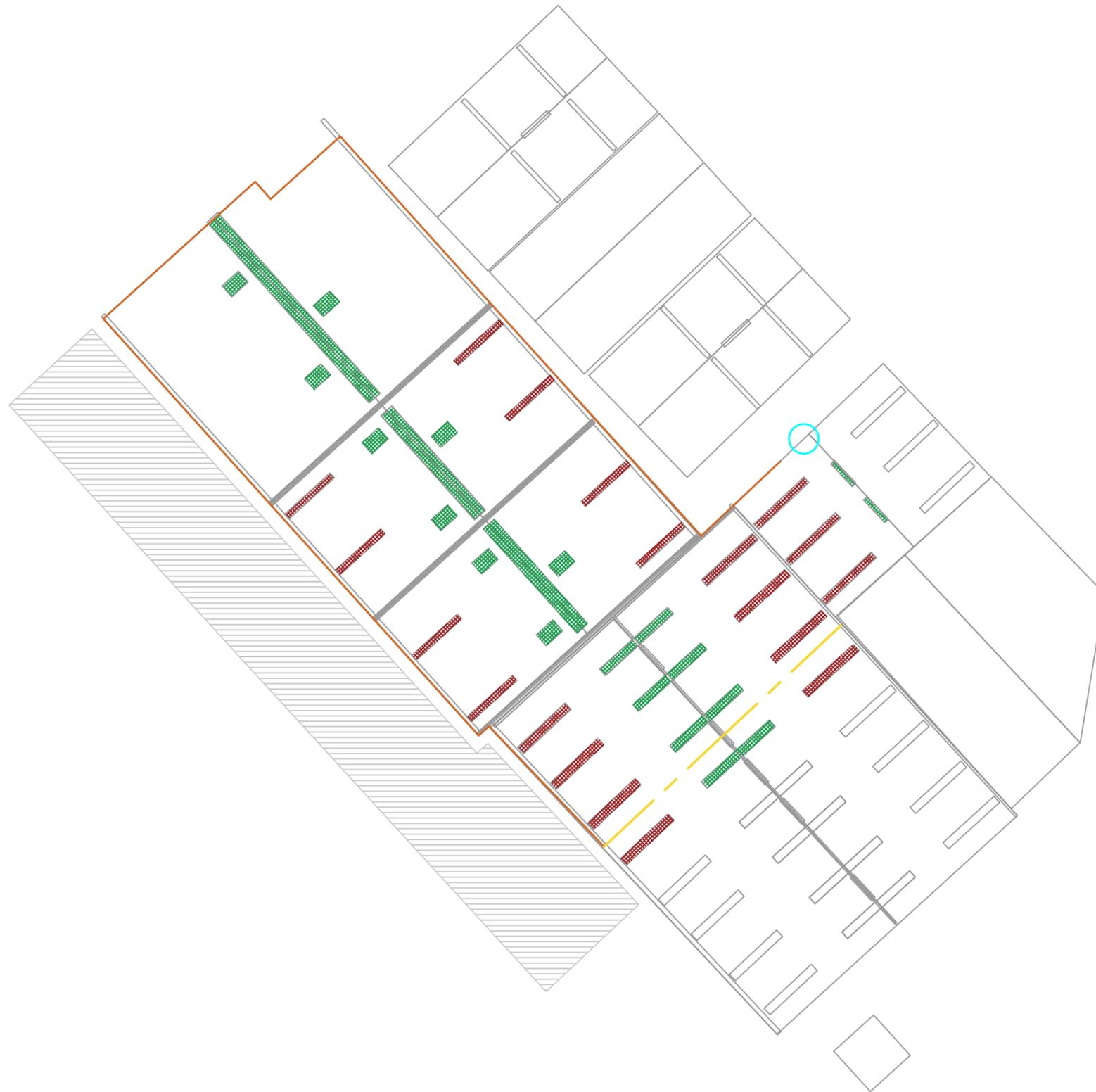
UBICACIÓN  
 POLÍGONO 2 PARCELAS 386  
 BELVER DE CINCA 22533  
 HUESCA

TÉCNICO  
 GERARD ESPINAGOSA CAMATS  
 Nº COLEGIADO 21704-L

ESCALA  
 S/N

TÍTULO DEL PLANO  
 LAYOUT GENERAL

NUM.	REFERENCIA PROYECTO	FECHA
3/8	AUT12033	01/07/2021



**MEDIDAS DE SEGURIDAD**

- Valla perimetral
- Cubrimiento de claraboyas con malla de acero y protegida con perfiles de acero cada 30 cm.
- Señalización / delimitación de paso / Peligro:
- Cubrimiento de ventilaciones con malla temporal
- Acceso a cubierta escalera de gato con anclajes
- Acopio de material/Zona carga paneles



PROYECTO  
INSTALACION FV BELVER DE CINCA 490KWn/580KWp

PROMOTOR  
SAT N° 1596 NUFRI R.L.

UBICACION  
POLIGONO 2 PARCELAS 386  
BELVER DE CINCA 22533  
HUESCA

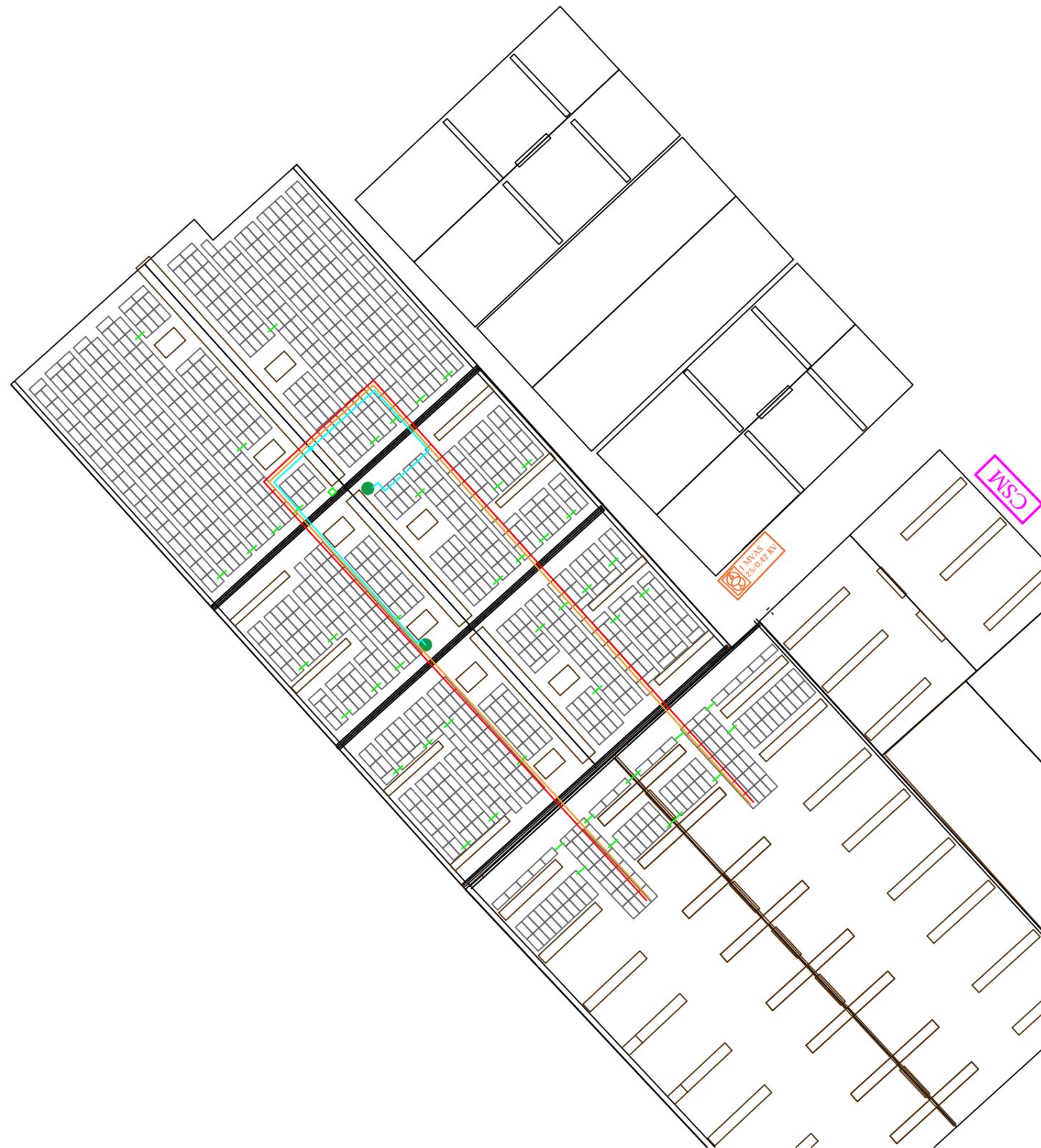
TÉCNICO  
GERARD ESPINAGOSA CAMATS  
N° COLEGIADO 21704-L

ESCALA  
1:1000

TÍTULO DEL PLANO  
MEDIDAS DE SEGURIDAD

NUM. REFERENCIA PROYECTO  
4/8 AUTI2033

FECHA  
01/07/2021



- CABLEADO AC**
- Cableado AC Inversores a Cuadro General FV
  - Unidades: 5 unidades Grupos: RSTN x Inversor +PE
  - Distribución: Por canalización
  - Conexión: Terminal Cobre
  - Sección: 70/120 mm<sup>2</sup>
  - Tipología: Tipología: Unipolares 0,6/1kV RZ1-K (Cu)

- CABLEADO AC**
- Cableado AC Cuadro General FV a Cuadro General Consumos (PC)
- Unidades: 1 unidades Grupos: RSTN
  - Distribución: Por canalización existente
  - Conexión: Terminal bimetálico
  - Sección: 3x240 mm<sup>2</sup>
  - Tipología: Tipología: Unipolares 0,6/1kV RZ1-K (Al)

- CABLEADO DC**
- Cableado DC Final Série a Cajas protección interiores:
- Unidades: 79 (+) + 79(-)
  - Distribución: Bajo paneles y por canalización
  - Conexión a final de série: Conector crimpado Tipo 4
  - Sección: 6mm<sup>2</sup>,
  - Tipología: Cable Solar 1x Unipolares ZZ-F 1,8kV o similar (Cu)

- TIERRAS**
- Cajas Tierra
- Unidades: 1
- Cableado
- Cable 1x16mm<sup>2</sup> Cu desnudo
  - Cable 1x4mm<sup>2</sup> Cu (Tierra)
- Conexión:
- General cubierta a Cuadro
  - FV interior: 1x16mm<sup>2</sup>
  - General Inversores a Cuadro
  - FV interior: 1x35mm<sup>2</sup>
  - General Cuadro FV a Tierra nave
  - (Equipotencial): 1x50mm<sup>2</sup>
- Sistema:
- Equipotencial a tierra naves

- COMUNICACIONES**
- Cableado
- Cable: Manguera 2x1,5mm<sup>2</sup> (Sondas a Logger)
  - Cable: FTP CAT 6 Apantallado ( Inversores / Logger/Meter)

**PANELES**

**CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA (EDE)**

CSM

**ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN (PROPIEDAD)**

1.MVAS 25/0,42 KV

**CUADRO GENERAL FV**

- Magnetotérmicos: 5u en TOTAL
  - Unidades: 4 x200A
  - Unidades: 1 x 100A
- Diferenciales:
- Unidades: 1 Toroidales 800A, relé 300mA

Ubiación interior zona inversores

**CUADRO PROTECCIONES DC:**

- CAJAS PROTECCIÓN**
- Fusibles DC 16A 1500V:
- Unidades: 1 x Inversor (+) / 1 x Inversor (-)

**CUADRO CONSUMOS**

- Unidades: 1,interior naves

**INVERSORES:**

- Inversores: 18u
- Modelo: SUNGROW SG60KTL
- Potencia: 60kWn
- Strings: 10-11-12 (Según Configuración)
- Identificación: i1-M, donde:
  - i1: nº de inversor
  - M: Cubierta donde se emplaza su CB

**COMUNICACIONES**

- Cajas:**
- Unidades: 1,zona cuadro FV

**MEDIDA**

- Meter:**
- Unidades: 1,zona cuadro consumos /Punto conexión

**MONITORIZACIÓN**

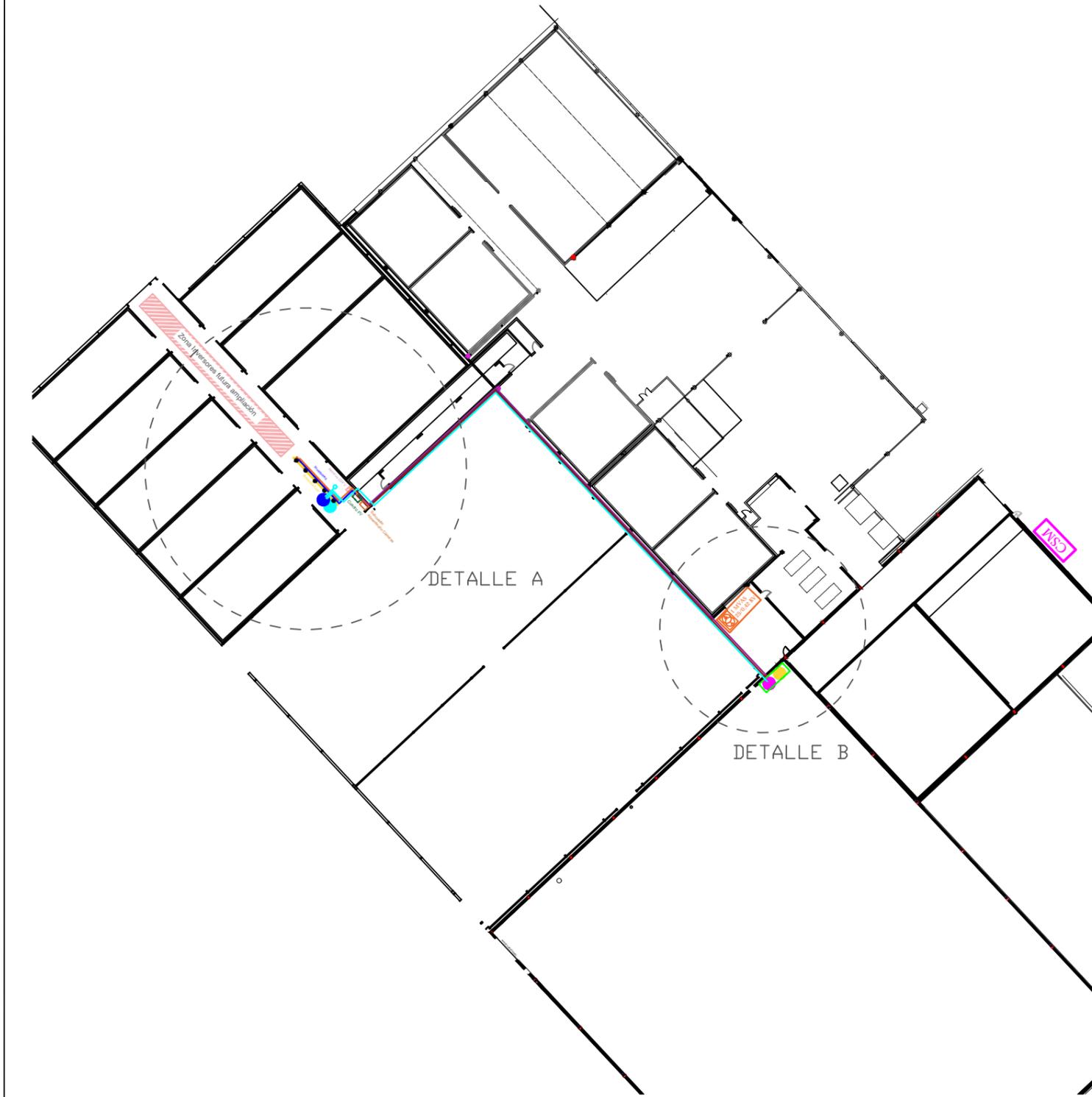
- Logger:**
- Unidades: 1,zona cuadro consumos /Punto conexión

**MEDICIONES**

- Sondas de irradiación:**
- Unidades: 1 Este / 1 Oeste

**PUNTO CONEXIÓN**

	<p>PROYECTO INSTALACION FV BELVER DE CINCA 490KWn/580KWp</p>	<p>PROMOTOR SAT Nº 1596 NUFRI R.L.</p>	<p>UBICACIÓN POLÍGONO 2 PARCELAS 386 BELVER DE CINCA 22533 HUESCA</p>	<p>TÉCNICO GERARD ESPINAGOSA CAMATS Nº COLEGIADO 21704-L</p>	<p>ESCALA 1:1500</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS EXTERIOR</p>	<p>NUM. 5/8</p>	<p>REFERENCIA PROYECTO AUTI2033</p>	<p>FECHA 01/07/2021</p>
--	------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	--------------------------	----------------------------------------------------------------	---------------------	-----------------------------------------	-----------------------------



**CABLEADO AC**

- Cableado AC Inversores a Cuadro General FV
- Unidades: 5 unidades Grupos: RSTN x Inversor +PE
- Distribución: Por canalización
- Conexión: Terminal Cobre
- Sección: 70/120 mm<sup>2</sup>
- Tipología: Tipología: Unipolares 0,6/1kV RZ1-K (Cu)

**CABLEADO AC**

Cableado AC Cuadro General FV a Cuadro General Consumos (PC)

- Unidades: 1 unidades Grupos: RSTN
- Distribución: Por canalización existente
- Conexión: Terminal bimetálico
- Sección: 3x240 mm<sup>2</sup>
- Tipología: Tipología: Unipolares 0,6/1kV RZ1-K (Al)

**CABLEADO DC**

Cableado DC Final Sèrie a Cajas protección interiores:

- Unidades: 79 (+) + 79(-)
- Distribución: Bajo paneles y por canalización
- Conexión a final de sèrie: Conector crimpado Tipo 4
- Sección: 6mm<sup>2</sup>,
- Tipología: Cable Solar 1x Unipolares ZZ-F 1,8kV o similar (Cu)

**TIERRAS**

Cajas Tierra

- Unidades: 1

Cableado

- Cable 1x16mm<sup>2</sup> Cu desnudo
- Cable 1x4mm<sup>2</sup> Cu (Tierra)

Conexión:

- General cubierta a Cuadro
- FV interior: 1x16mm<sup>2</sup>
- General Inversores a Cuadro
- FV interior: 1x35mm<sup>2</sup>
- General Cuadro FV a Tierra nave (Equipotencial): 1x50mm<sup>2</sup>

Sistema:

- Equipotencial a tierra naves

**COMUNICACIONES**

Cableado

- Cable: Manguera 2x1,5mm<sup>2</sup> (Sondas a Logger)
- Cable: FTP CAT 6 Apantallado ( Inversores / Logger/Meter)

**PANELES**

**CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA (EDE)** CSM

**ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN (PROPIEDAD)** 1 MVAS 25/0,42 KV

**CUADRO GENERAL FV** □

Magnetotérmicos: 5u en TOTAL

- Unidades: 4 x200A
- Unidades: 1 x 100A

Diferenciales:

- Unidades: 1 Toroidales 800A, relé 300mA

Ubiación interior zona inversores

**CUADRO PROTECCIONES DC:** ●

**CAJAS PROTECCIÓN**

Fusibles DC 16A 1500V:

- Unidades: 1 x Inversor (+) / 1 x Inversor (-)

**CUADRO CONSUMOS** □

- Unidades: 1, interior naves

**INVERSORES:** □

Inversores: 18u

Modelo: SUNGROW SG60KTL

Potencia: 60kWn

Strings: 10-11-12 (Según Configuración)

Identificación: i1-M, donde:

- i1: nº de inversor
- M: Cubierta donde se emplaza su CB

**COMUNICACIONES**

**Cajas:** ●

- Unidades: 1, zona cuadro FV

**MEDIDA**

**Meter:** ●

- Unidades: 1, zona cuadro consumos /Punto conexión

**MONITORIZACIÓN**

**Logger:** ●

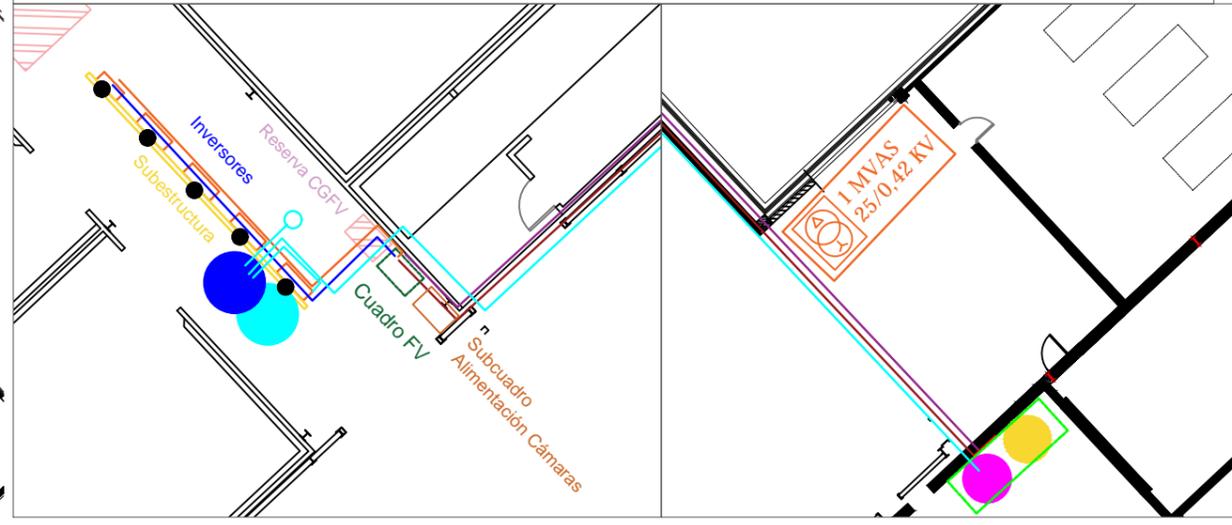
- Unidades: 1, zona cuadro consumos /Punto conexión

**MEDICIONES**

**Sondas de irradiación:** ●

- Unidades: 1 Este / 1 Oeste

**PUNTO CONEXIÓN** ●



VISTA DETALLE A

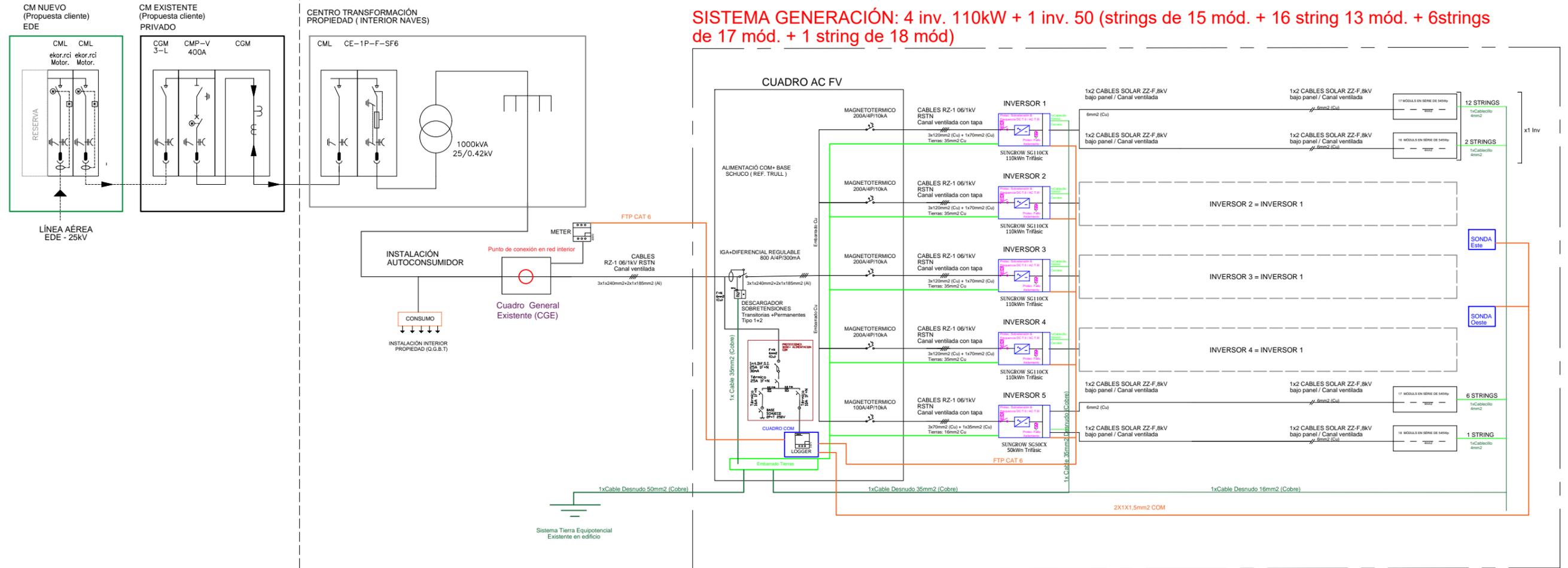
VISTA DETALLE B

	<p>PROYECTO INSTALACION FV BELVER DE CINCA 490KWn/580KWp</p>	<p>PROMOTOR SAT Nº 1596 NUFRI R.L.</p>	<p>UBICACIÓN POLÍGONO 2 PARCELAS 386 BELVER DE CINCA 22533 HUESCA</p>	<p>TÉCNICO GERARD ESPINAGOSA CAMATS Nº COLEGIADO 21704-L</p>	<p>ESCALA SIN ESCALA</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS INTERIOR</p>	<p>NUM. 6/8</p>	<p>REFERENCIA PROYECTO AUTI2033</p>	<p>FECHA 01/07/2021</p>
--	------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	------------------------------	----------------------------------------------------------------	---------------------	-----------------------------------------	-----------------------------

ZONA INTERIOR

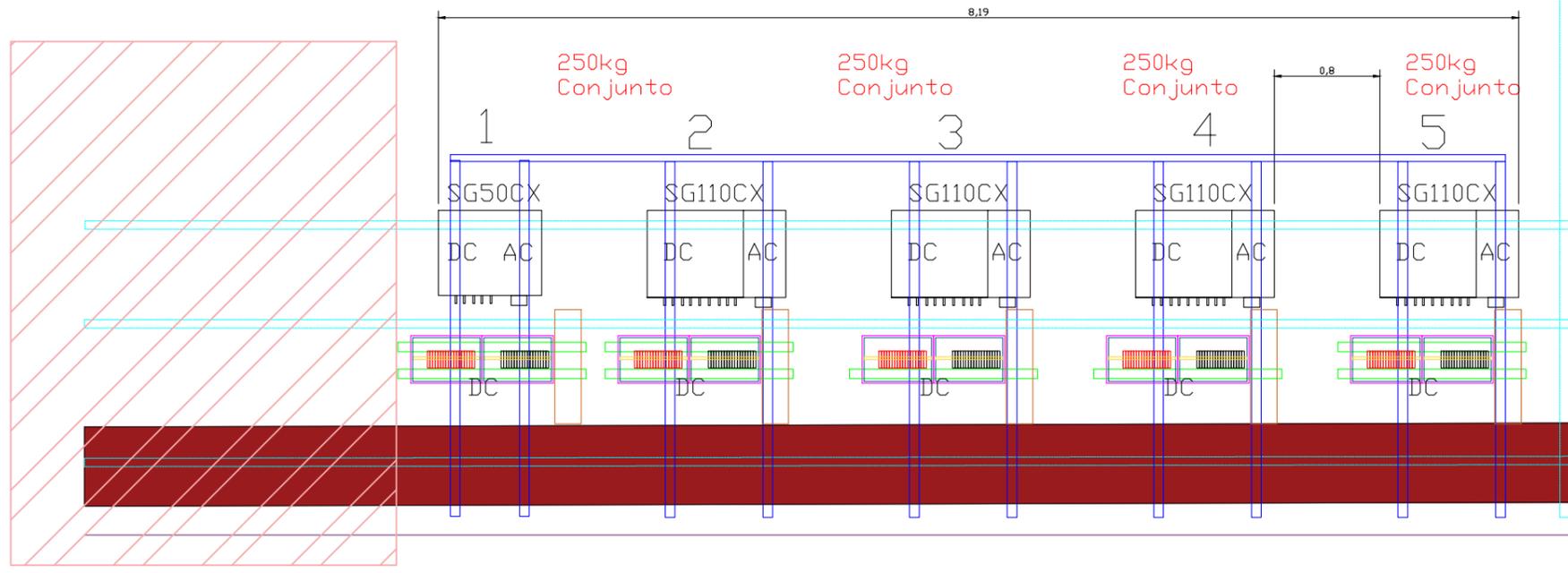
ZONA EXTERIOR

**SISTEMA GENERACIÓN: 4 inv. 110kW + 1 inv. 50 (strings de 15 mód. + 16 string 13 mód. + 6strings de 17 mód. + 1 string de 18 mód)**

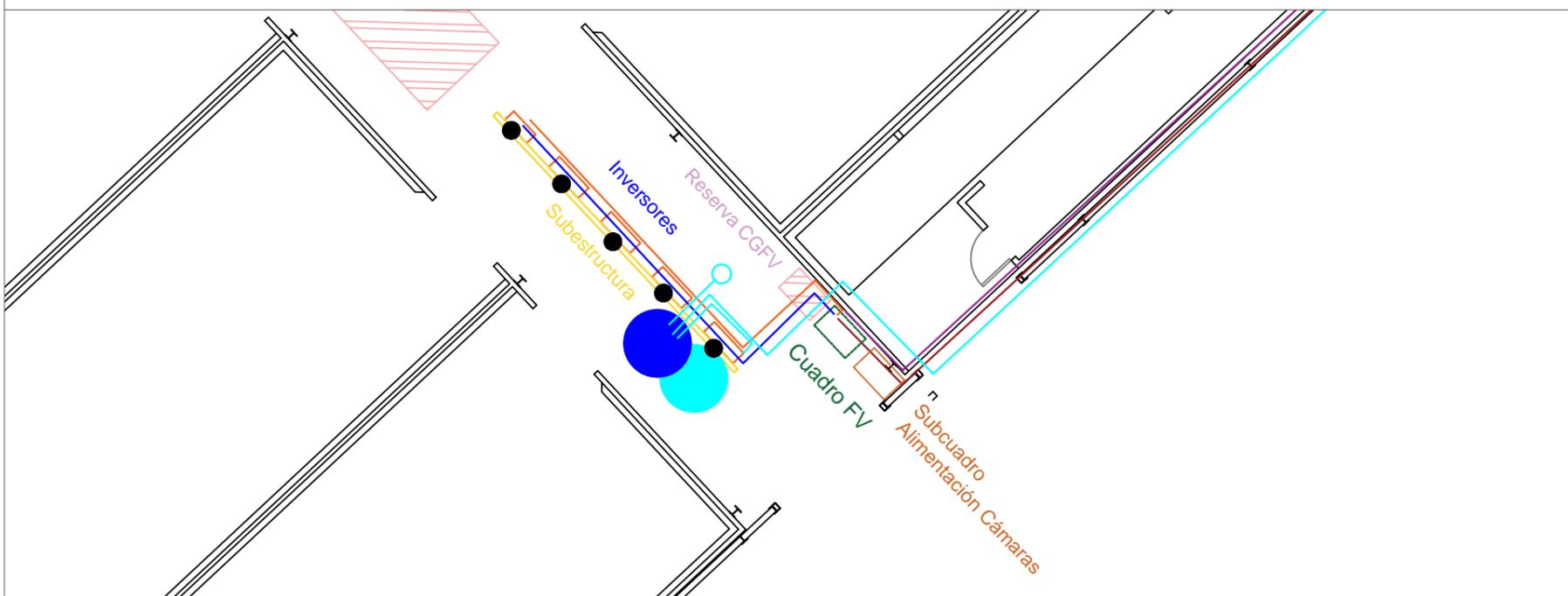
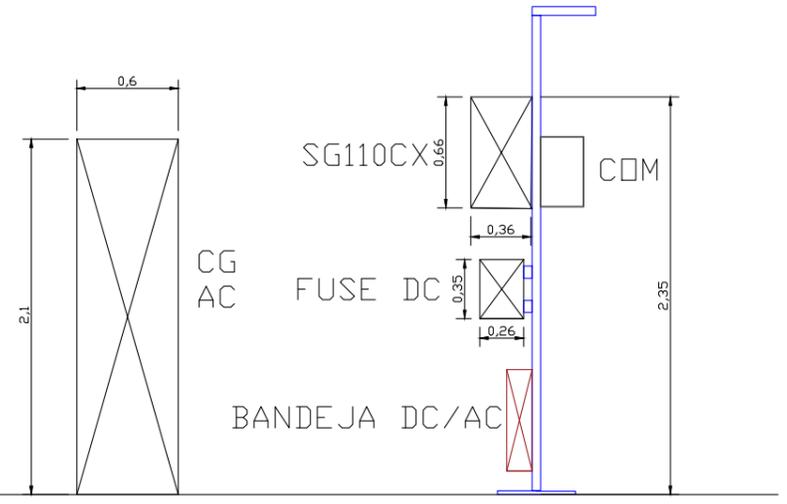


<p>PROYECTO</p> <p>INSTALACION FV BELVER DE CINCA 490KWh/580KWp</p>	<p>PROMOTOR</p> <p>SAT N° 1596 NUFRI R.L.</p>	<p>UBICACIÓN</p> <p>POLÍGONO 2 PARCELAS 386 BELVER DE CINCA 22533 HUESCA</p>	<p>TÉCNICO</p> <p>GERARD ESPINAGOSA CAMATS N° COLEGIADO 21704-L</p>	<p>ESCALA</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>ESQUEMA UNIFILAR</p>	<p>NUM.</p> <p>7/8</p>	<p>REFERENCIA PROYECTO</p> <p>AUT12033</p>	<p>FECHA</p> <p>01/07/2021</p>
---------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	---------------	-------------------------------------------------	------------------------	--------------------------------------------	--------------------------------

← RESERVA VISTA FRONTAL



VISTA SECCIÓN



	<p>PROYECTO INSTALACION FV BELVER DE CINCA 490KWn/580KWp</p>	<p>PROMOTOR SAT N° 1596 NUFRI R.L.</p>	<p>UBICACIÓN POLÍGONO 2 PARCELAS 386 BELVER DE CINCA 22533 HUESCA</p>	<p>TÉCNICO GERARD ESPINAGOSA CAMATS N° COLEGIADO 21704-L</p>	<p>ESCALA</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO ZONA INVERSORES</p>	<p>NUM. 8/8</p>	<p>REFERENCIA PROYECTO AUTI2033</p>	<p>FECHA 01/07/2021</p>
--	------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	---------------	---------------------------------------------	---------------------	-----------------------------------------	-----------------------------

### 3. PLANIFICACIÓN



CRONOGRAMA EJECUCIÓN- Proyecto de autoconsumo Belver de Cinca 580KWp

LISTA DE ACTIVIDADES	CRONOGRAMA " Belver de Cinca" 580KWp								
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
Inicio de la obra									
<b>ORDENES DE COMPRA</b>									
Orden de compra paneles		OC							
Orden de compra Inversiones		OC							
Orden de compra estructuras									
Orden de compra material eléctrico			OC						
<b>RECEPCIÓN DE MATERIALES</b>									
Entrega paneles				MP					
Entrega Inversiones					MI				
Entrega estructuras			ME						
Entrega material eléctrico					ME				
<b>OBRA CIVIL, MONTAJES E INSTALACIONES</b>									
Montaje Sistema de Seguridad									
Montaje Estructuras									
Montaje Paneles									
Montaje de Inversiones									
Instalación eléctrica BT									
Instalación sistema de monitoreo									
<b>PUESTA EN MARCHA Y LEGALIZACIÓN</b>									
Pruebas test									
Inspección OCA									
Solicitud Puesta en Servicio Provisional (*)							S		
Resolución Puesta en Servicio Provisional								1 2 3 4	
Puesta en marcha (*)									
Solicitud Puesta en Servicio Definitiva								S	
Resolución Puesta en Servicio Definitiva									1 2 3 4

(\*) Fases que dependen de la administración

#### 4. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

<b>RESUMEN PRESUPUESTO</b>	
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN</b>	
CAPÍTULO 01. MATERIALES INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	241.110,09 €
CAPÍTULO 02. INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA	12.244,00 €
CAPÍTULO 03. OBRA CIVIL	4.458,00 €
CAPÍTULO 04. MONTAJES Y PUESTA EN MARCHA	40.990,60 €
CAPÍTULO 05. LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN	2.674,00 €
CAPÍTULO 06. SEGURIDAD Y SALUD	23.065,00 €
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN (€)	<b>324.541,69 €</b>
IVA (21%) (€)	68.153,75 €
PRESUPUESTO FINAL DE EJECUCIÓN CON IVA (€)	<b>392.695,44 €</b>
<b>PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	
COSTE TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS	1.298,17 €
IVA (10%) (€)	272,62 €
PRESUPUESTO FINAL DE RESIDUOS CON IVA(€)	<b>1.570,78 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO CON IVA (€)</b>	<b>394.266,22 €</b>

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR PARTIDAS					
CAPÍTULO 01.	MATERIALES	Mediciones	Ud	€ / Ud	Total
<b>01.01 EQUIPOS FOTOVOLTAICA</b>					
01.01.01	Suministro paneles JASOLAR 545	1064	ut	135,84	144.533,76 €
01.01.02	Suministro de inversores Sungrow de 110kW	4	ut	4.812,00	19.248,00 €
01.01.03	Suministro de inversores Sungrow de 50kW	1	ut	2.862,00	2.862,00 €
01.01.04	Suministro de estructura soporte de aluminio para anclaje a cubierta coplanar a tramos, incluye neopreno, tornillería y grapas.	1,00	ut	10.587,00	10.587,00 €
SUBTOTAL EQUIPOS FOTOVOLTAICA (€)					177.230,76 €
<b>01.02 MATERIAL ELÉCTRICO</b>					
01.02.01	Cableado DC tipo solar ZZ-F 1,8KV CU de 6 mm2	18900,00	m	0,87	16.443,00 €
01.02.03	Cableado AC tipo RZ1 0,6/1KV XLPE CU de 70 mm2	105,00	m	7,28	764,40 €
01.02.03	Cableado AC tipo RZ1 0,6/1KV XLPE CU de 35 mm2	35,00	m	3,10	108,50 €
01.02.03	Cableado AC tipo RZ1 0,6/1KV XLPE CU de 120 mm2	420,00	m	14,24	5.980,80 €
01.02.03	Cableado AC tipo RZ1 0,6/1KV XLPE CU de 70 mm2	100,00	m	6,89	689,00 €
01.02.03	Cableado AC tipo RZ1 0,6/1KV XLPE AL de 240 mm2	1800,00	m	3,74	6.732,00 €
01.02.03	Cableado AC tipo RZ1 0,6/1KV XLPE AL de 185 mm2	300,00	m	2,87	861,00 €
01.02.05	Cableado PE tipo cablecillo 0,6/1KV XLPE CU de 4 mm2	300,00	m	0,45	135,00 €
01.02.06	Cableado PE tipo cablecillo 0,6/1KV XLPE CU de 10 mm2	25,00	m	1,27	31,75 €
01.02.07	Cableado PE tipo desnudo de 16 mm2	250,00	m	9,63	2.406,69 €
01.02.07	Cableado PE tipo desnudo de 35 mm2	25,00	m	9,78	244,59 €
01.02.07	Cableado PE tipo desnudo de 50 mm2	200,00	m	9,63	1.926,32 €
01.02.09	Bandeja tipo REJIBAND perforada con cubierta galvanizada en caliente o superior. Incluye accesorios de apoyo en pared.	250,00	m	37,00	9.250,00 €
01.02.10	Caja comunicaciones	1	ut	248,72	248,72 €
01.02.10	Cajas de proteccion en CC	5	ut	724,00	3.620,00 €
01.02.11	Conectores Multicontact Macho-Hembra	252	ut	3,78	952,56 €
01.02.12	Armarios de protección CA	1	ut	11.785,00	11.785,00 €
SUBTOTAL MATERIAL ELÉCTRICO (€)					62.179,33 €
<b>01.03 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL</b>					
01.03.01	Suministro e instalación de sistema de monitorización de la planta	1	ut	1.700,00	1.700,00 €
SUBTOTAL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL (€)					1.700,00 €
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>241.110,09 €</b>
<b>CAPÍTULO 02. INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA</b>					
02.01	Ingeniería y visado de proyecto ejecutivo	1	ut	6.458,00	6.458,00 €
02.02	Dirección de obra	1	ut	5.786,00	5.786,00 €
<b>TOTAL INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA (€)</b>					<b>12.244,00 €</b>
<b>CAPÍTULO 03. OBRA CIVIL</b>					
03.01	Obra civil necesaria para llevar a cabo el proyecto	1	ut	4.458,00	4.458,00 €
<b>TOTAL OBRA CIVIL (€)</b>					<b>4.458,00 €</b>
<b>CAPÍTULO 04. MONTAJES Y PUESTA EN MARCHA</b>					
<b>04.01 MONTAJE DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICA</b>					
04.01.01	Montaje de estructura	1064	ut	10,61	11.289,04 €
04.01.02	Montaje de paneles	1064	ut	6,95	7.394,80 €
04.01.03	Instalación eléctrica de baja tensión	1064	ut	11,34	12.065,76 €
SUBTOTAL MONTAJE INSTALACIONES FOTOVOLTAICA (€)					30.749,60 €
<b>04.02 MONTAJE DE OTRAS INSTALACIONES</b>					
04.02.01	Suministro e instalación de sistema de comunicaciones	1	ut	1.258,00	1.258,00 €
04.02.02	Suministro e instalación de alarma (no aplica)	0	ut	-	- €
SUBTOTAL MONTAJE OTRAS INSTALACIONES (€)					1.258,00 €
<b>04.03 OTROS</b>					
04.03.01	Medios de elevación para los montajes y traslado de material a la obra	1	ut	6.496,00	6.496,00 €
04.03.02	Seguro de obra	1	ut	2.487,00	2.487,00 €
SUBTOTAL OTROS (€)					8.983,00 €
<b>TOTAL MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA (€)</b>					<b>40.990,60 €</b>
<b>CAPÍTULO 05. LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>					
05.01	Legalización, tramitación de contrato, inscripción en el registro	1	ut	2.674,00	2.674,00 €
<b>TOTAL LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN (€)</b>					<b>2.674,00 €</b>
<b>CAPÍTULO 06. SEGURIDAD Y SALUD</b>					
06.01	Montaje del sistema de seguridad en cubierta, cerramiento perimetral y protección de todas las claraboyas	1	u	14.857,00	14.857,00 €
06.02	Coordinación de Seguridad y Salud	12	ut	684,00	8.208,00 €
<b>TOTAL SEGURIDAD Y SALUD (€)</b>					<b>23.065,00 €</b>
<b>CAPÍTULO 07. RESIDUOS</b>					
07.01	Gestión de residuos	1	ud	1.537,00	1.537,00 €
<b>TOTAL RESIDUOS (€)</b>					<b>1.537,00 €</b>

## 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 5.1. Justificación

El presente E.S.S. (art. 5 R.D. 1627/97, de 24 de octubre) tiene como objetivo prever las bases técnicas, con el fin de fijar los parámetros de la prevención de riesgos profesionales durante la realización de los trabajos de ejecución de las obras del Proyecto objeto de este Plan de SS, así como cumplir con las obligaciones que se desprenden de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y del RD 1627/1997, de 24 de octubre, con la finalidad de facilitar el control y el seguimiento de los compromisos adquiridos al respecto por el Proyectista.

De esta manera, las premisas básicas de lo establecido en este Estudio de Seguridad, servirán de documento provisorio, y sujeto a modificaciones, de identificación y planificación de la actividad preventiva en la obra, sirviendo, a su vez, de previsión de los recursos técnicos y humanos necesarios para el cumplimiento de las obligaciones preventivas en el centro de trabajo, de conformidad con los Planes de Acción Preventiva de/ de las empresa/s subcontratadas, su organización funcional y los medios a utilizar, quedando todo ello recogido en el presente Plan de Seguridad y Salud.

Se considera en este Plan de SS:

1. La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
2. Prever las instalaciones útiles necesarias para la protección colectiva e individual del personal.
3. Prever las normas de utilización de los elementos de seguridad
4. Prever las condiciones de acceso seguro.
5. Prever los trabajos con herramienta eléctrica manual.
6. Prever los trabajos de auxilios y evacuación de heridos.

### 5.2. Datos del proyecto

**La obra objeto del presente Estudio trata es una instalación de energía solar fotovoltaica de 580 KWP conectada a red interior de media tensión.**

Datos generales del proyecto:

- Técnico autor del proyecto: GERARD ESPINAGOSA CAMATS
- Director de obra: MARC BARÓ GARCÍA
- Director de ejecución de obra: GERARD ESPINAGOSA CAMATS

#### Características del emplazamiento:

- La instalación fotovoltaica **se realizará sobre las cubiertas de la nave industrial.**
- La cubierta presenta parapetos, para los cuales se tomarán las medidas correctoras y de protección para los trabajadores pertinentes.

#### Número de trabajadores:

- El número de trabajadores que permanecerán en el lugar de las obras está previsto que se encuentre alrededor de **7 operarios.**

#### Servicios Públicos y servidumbres existente:

- No se constatan servicios afectados.

#### Edificios colindantes:

- El edificio linda en todas sus fachadas con vía privada, de la propia parcela.

#### Servicios públicos existentes:

- La parcela dispone de los servicios urbanísticos mínimos de luz, agua, alcantarillado y telefonía.

#### Servidumbres u obstáculos que pueden dificultar el normal desarrollo de las obras:

- No se constatan acometidas aéreas, siendo responsabilidad del Propietario ponerse en contacto con las compañías suministradores para determinar la existencia de conducciones ocultas.

#### Datos generales de la organización de la Obra:

DATOS DEL TITULAR	
<b>Razón social:</b>	SAT Nº 1596 NUFRI RESP. LIMIT.
<b>NIF:</b>	F25011461
<b>Dirección social:</b>	CARRETERA PALAU KM 1 CP 25230; MOLLERUSA (LLEIDA)
<b>Persona de contacto:</b>	Xavier Argilés Figuerola
<b>Teléfono de contacto:</b>	973 600 229
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:xargiles@nufri.com">xargiles@nufri.com</a>

DATOS DE LA INSTALADORA	
<b>Razón social:</b>	ESCALA SOLAR, SL
<b>NIF:</b>	B-25706268
<b>Dirección social:</b>	Av/ Les Forques, 2 CP 25200 – Cervera - Lleida
<b>Dirección para notificaciones:</b>	PL. DEL SINDICAT, S/N CP 25200; CERVERA (LLEIDA)
<b>Persona de contacto:</b>	Marc Baró
<b>Teléfono de contacto:</b>	691 232 391
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:mbaro@escalasolar.es">mbaro@escalasolar.es</a>

Accesos:

- El acceso a las cubiertas se realizará mediante:
  - Por escalera interior de acceso a cubierta para personal, y siguiendo lo dispuesto en el presente documento siempre que aumente el grado de seguridad.
  - Por medio de tijera o plataforma elevadora para trabajos sobre el perímetro de cubierta y zona superior de fachada, siguiendo lo dispuesto en el presente documento.
  - Por medio de camión pluma para elevación de material a la cubierta, acotando y delimitando la zona de seguridad en un radio de 25 metros desde la posición del mismo.
- Además, para la realización de las obras incluidas en este proyecto, está previsto que al menos una de las calles que delimitan la parcela tenga el acceso en condiciones de accesibilidad, tanto para vehículos como para peatones.
- **Centro Asistencial más próximo**
  - **Centro de Salud de Albalate de Cinca**
  - Dirección: C/ Carretera de Belver, s/n. Albalate de Cinca, 22534 (Huesca)
  - Teléfono: 974 46 88 06

- **Centro hospitalario más próximo**
  - **Centro Público Sanitario de Alta Resolución Bajo Cinca**
  - Dirección: C/ de la Hermana Andresa,2, 22520 Fraga (Huesca).
  - Teléfono: 974 47 25 17

### 5.3. Objetivos del Plan de SS de seguridad y Salud

La empresa, al afrontar la tarea de redactar el Plan de SS para la obra se enfrenta con el problema de prever, con relación al proceso constructivo, los riesgos previsibles, los cuales, dado el carácter dinámico de la obra, pueden modificarse.

Intenta prever, además, aquellos riesgos reales, que en su día presente la realización material de la obra, en medio de todo un conjunto de circunstancias de difícil concreción, que en sí mismas, pueden lograr desvirtuar el objetivo fundamental de este trabajo.

Se pretende, en síntesis, sobre un proyecto, crear los procedimientos concretos para conseguir una realización de obra sin accidentes.

Por lo expuesto, es necesaria la concreción de los objetivos de este trabajo técnico, que se definen según los siguientes apartados, cuyo ordinal de transcripción es indiferente pues se consideran todos de un mismo rango:

- A. Conocer el proyecto a construir y si es posible, definir la tecnología adecuada para la realización técnica y económica de la obra, con el fin de poder analizar y conocer en consecuencia, los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo.
- B. Analizar todas las unidades de obra contenidas en el proyecto a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica.
- C. Definir todos los riesgos, humanamente detectables, que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.
- D. Diseñar las líneas preventivas a poner en práctica, como consecuencia de la tecnología que va a utilizar; es decir: la protección colectiva y equipos de protección individual, a implantar durante todo el proceso de esta construcción.
- E. Divulgar la prevención decidida para esta obra, en concreto en este Plan de SS. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en el proceso de construcción y esperamos que sea capaz por sí misma de animar a los trabajadores a ponerla en práctica, con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración. Sin esta colaboración

inexcusable, de nada servirá este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa constructora y los trabajadores; debe llegar a todos: de plantilla, subcontratistas y autónomos, mediante los mecanismos previstos en la normativa vigente y en aquellas partes que les afecten directamente y en su medida.

- F. Crear un ambiente de salud laboral en la obra, mediante el cual, la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.
- G. Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase esta intención técnico-preventiva y se produzca el accidente; de tal forma, que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto y aplicado con la máxima celeridad y atención posibles.
- H. Hacer llegar la prevención de riesgos a cada empresa o autónomos que trabajen en la obra, de tal forma, que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud con los resultados y tópicos ampliamente conocidos.
- I. Diseñar la metodología necesaria para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento. Esto se realizará una vez conocidas las acciones necesarias para las operaciones de mantenimiento y conservación tanto de la obra en sí como de sus instalaciones.

#### **5.4. Datos de interés para la prevención de los riesgos laborales durante la realización de la obra**

##### **Memoria constructiva:**

El presente documento se complementa con el Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto, y tiene por objeto describir de manera general las características técnico-constructivas para la ejecución de la instalación solar fotovoltaica sobre cubierta definida en el proyecto.

##### - Descripción:

- o Las naves objeto del proyecto no comparten medianera con naves colindantes de otra propiedad.
- o El acceso se realiza directamente a través de la propia parcela, y a la misma desde la vía pública.
- o El sistema estructural es metálico.
- o La instalación solar fotovoltaica **se dispone de 1.064 módulos de silicio cristalino unidos en 63 strings de entre 16 y 18 paneles.**
- o La nave industrial presenta un estado de conservación adecuado y no está protegido.

- Proceso de ejecución.

El orden de la instalación será el que sigue:

1. Instalación de los sistemas de protección colectiva, consistentes en:
  - **Cerrado perimetral.**
  - **Cubrimiento de lucernarios.**
  - **Ubicación de zonas condenadas mediante cadenas y señalizaciones de peligro.**
  
2. Colocación, tras replanteo de su ubicación, de las estructuras soporte.
3. Colocación de los módulos fotovoltaicos.
4. Colocación del cableado, inversores de corriente eléctrica, elementos de protección y maniobra, tomas de tierra y su consiguiente conexionado a red (sin tensión).
5. Instalación de bandeja de rejilla metálica de dimensiones variables según tramos para el paso del cableado entre estructuras y bajantes de estructura a tierra. La bandeja metálica se sujetará por medio de unos elevadores aislantes diseñados para tal fin.
6. Conexiones de las diferentes series en inversores fotovoltaicos, donde se transforma la corriente continua en corriente alterna. **Estos equipos se instalarán distribuidos en la zona interior habilitada bajo techado y a su lado el equipo de protección.**
7. Instalación del cuadro de protección en la zona interior en la zona de ubicación de inversores.

En los trabajos se seguirá el siguiente orden:

- Se alzará y se ubicará sobre la estructura existente el material a instalar.
- Los elementos pueden producir cortes o lesiones por golpes o caída de objetos, debiéndose emplear los EPI's adecuados.
- Se montarán los elementos soporte sobre la greca de la chapa simple y/o paneles sándwich, y se anclarán a la misma con elementos roscados pasantes.
- Se instalarán los paneles sobre la estructura soporte y se anclarán a la misma.
- Se instalará y se conexionará el entramado eléctrico (sin tensión).
- Nunca, y bajo ningún concepto, se permitirá la entrada a la obra a ninguna persona

que no lleve el equipo de seguridad necesario y conveniente para trabajar en altura. Todos los trabajos se realizarán siguiendo las más estrictas medidas de seguridad, debiendo existir en la obra medidas de protección de los trabajadores, tanto externas (redes, etc.) como equipo personal (cascos, botas, guantes, ropa adecuada, arneses de seguridad, etc.). Se mantendrán las medidas necesarias para evitar la caída a distinta altura de un trabajador.

- Se prohibirá la entrada a personas ajenas a los trabajos. No se realizarán trabajos en zonas próximas a las maniobras de máquinas y camiones, debiendo existir una persona encargada de indicar, señalar y ayudar a maniobrar a los camiones.

Todo este proceso se realizará manualmente donde sea necesario, con la ayuda mecánica en el proceso de carga y descarga de material, si las condiciones lo exigieran y siempre con la aprobación expresa de la Dirección Facultativa. Se tendrá en cuenta lo que se especifica el/los siguientes puntos.

- Terminaciones y trabajos finales.

Conexión eléctrico y comprobación del anclaje de los elementos a las estructuras soporte.

### **Actividades previstas en la obra**

En coherencia con el resumen por capítulos del proyecto de ejecución y el plan de ejecución de obra, se definen las siguientes actividades, oficios, maquinaria, medios auxiliares e instalaciones de obra de las cuales se adjunta una evaluación, no exhaustiva y provisoria, de riesgos, los cuales deberán analizarse, desarrollarse y completarse con lo establecido en los Planes de Prevención y Evaluaciones de Riesgos y Planificación de Acción Preventiva (art. 16 LPRL) de cada empresa actuante, los cuales se complementarán con los Métodos y/o Procedimientos de trabajo de cada Ítem (art. 15 LPRL)<sup>1</sup>.

- Trabajos previos. Actividades Generales

- La organización de la obra.
- Colocación protecciones colectivas.
- Servicios provisionales.

<sup>1</sup>

No obstante, y con tal de sentar las bases para el desarrollo de la actividad preventiva de la obra, en el pliego de condiciones del presente plan se adjunta normas e instrucciones generales, las cuales se deberán facilitar a las empresas actuantes, quienes las adecuarán a sus características particulares y deberán hacérselo saber a los trabajadores de las mismas. (art. 9 R.D. 171/2004)

- Recepción de maquinaria - medios auxiliares y montajes
- Acopio de materiales.
- Montaje elementos.
  - Estructura soporte y placas solares.
  - Trabajos en cubiertas inclinadas.
  - Tendido e instalación de cableado eléctrico sin tensión y bandejas de rejilla abierta.
  - Instalación de cuadro de protección y de armario de medida en centro de transformación existente, así como conexión de los mismos.
- Por Oficios y/o tareas cuya intervención es objeto de la prevención de los riesgos laborales

Las actividades de obra descritas, cuyos oficios van implícitos en la identificación y evaluación de riesgos por tareas o actividades, se vienen a complementar con el trabajo de los siguientes oficios:

- Personal Técnico.
- Montadores/Oficiales de placas solares.
- Oficiales O.C.
- Instaladores eléctricos.

- Por medios auxiliares previstos para la realización de la obra

Del análisis de las actividades de obra y de los oficios, se define la tecnología aplicable a la obra, que permitirá como consecuencia, la viabilidad de su plan de ejecución, fiel planificación de lo que realmente se desea hacer. El Pliego de Condiciones Técnicas y particulares suministra las normas para garantizar la seguridad de la maquinaria. Se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares:

- Escaleras de mano
- Tijera/Plataforma elevadora

- Maquinaria prevista para la realización de la obra.

Por igual procedimiento al descrito en el apartado anterior, se procede a definir la maquinaria que es necesario utilizar en la obra. Por lo general se prevé que la maquinaria fija de obra sea de propiedad del Contratista adjudicatario, o de sus subcontratistas. El Pliego de Condiciones Técnicas y particulares suministra las normas para garantizar la seguridad de la maquinaria. Se prevé la utilización de:

- Transporte,
  - Camión de transporte de materiales, con brazo/pluma.
- De elevación y/o transporte
  - Mismo camión con brazo/pluma para elevación de módulos a cubierta.
- Maquinaria
  - Máquinas herramienta en general (radiales - cortadoras -... y asimilables)
  - Taladro eléctrico.
- Grupo electrógeno

### 5.5. Plazo ejecución y número máximo trabajadores

Para ejecutar la obra en un plazo de 45 días, se utiliza el cálculo global de la influencia en el precio de mercado y de la mano de obra necesaria. El número máximo de trabajadores, base para el cálculo de consumo de los "equipos de protección individual", así como para el cálculo de las "Instalaciones Provisionales para los Trabajadores" de ser necesarias, será 7.

Quedan englobadas todas las personas que intervienen en el proceso, independientemente de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

### 5.6. Instalaciones provisionales para los trabajadores y áreas auxiliares de empresa

Dado el volumen de trabajadores previstos, y las condiciones propias de la instalación se dotará esta de servicios higiénicos y de agua potable mediante instalaciones portables sin ser necesario dotar de instalaciones o acometidas provisionales a esta obra.

#### - Instalación eléctrica provisional de obra.

Se realizará la acometida provisional a través de la existente en la nave.

#### - Riesgos detectables más comunes.

- Heridas punzantes en manos.
- Caídas al mismo nivel.
- Electrocutión; contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de:
  - Trabajos con tensión.
    - Intentar trabajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inapropiadamente.

- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Usar equipos inadecuados, deteriorados o que no sean de clase II.
- Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

- Normas o medidas preventivas tipo.

#### **A) Sistema de protección contra contactos indirectos.**

Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido, y dispuesto en los elementos que conforman la instalación es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de 30 mA).

#### **B) Normas de prevención tipo para los cables.**

El calibre o sección del cableado será el especificado y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.

- Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución desde el cuadro general provisional a las herramientas de la obra se efectuará mediante tendido de cables y mangueras. Si se realiza aérea, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento. Si se realiza a ras de suelo, éste se efectuará pegado a los paramentos de fachada.
- El tendido de los cables para cruzar viales, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará a ras de suelo o aéreo. Si se efectúa a ras de suelo, se colocará, en la zona de paso, entre tablonés a modo de protección por reparto de cargas y señalización de "paso del cable".

Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:

- a) Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
  - b) Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.
  - c) Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro

provisional de agua a las plantas.

- Las mangueras de "alargadera".

- a) Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los parámetros verticales.
- b) Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termoretráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP. 45 IK 08).

### **C) Normas de prevención tipo para los interruptores.**

- Se ajustarán expresamente, a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002).
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".
- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.

### **D) Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos.**

Si se instalasen:

- Serán de material plásticos, de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324 y grado de protección IP 55.
- Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".
- Se colgarán, si procede, por sus anclajes propios a fachada o pendientes de tableros de madera recibidos a los parámetros verticales o bien, a "pies derechos" firmes.
- Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado. (Grado de protección recomendable IP. 45 IK 08).

### **E) Normas de prevención tipo para las tomas de energía.**

- Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución,

mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.

- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

#### **F) Normas de prevención tipo para la protección de los circuitos.**

- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán a sí mismo mediante disyuntores diferenciales. Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con la siguiente sensibilidad: 30 mA.- (según R.E.B.T.).

#### **G) Normas de prevención tipo para las tomas de tierra.**

- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción ITC BT.018 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación. Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será ésta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.
- El hilo de toma de tierra, estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.
- La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación incluida las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.
- Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los

alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de carcasas de motores o máquinas se conectarán a la red general de tierra.

- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
- El punto de conexión de la pica (placa o conductor), en el interior de una arqueta practicable en el interior.

#### **H) Normas de prevención tipo para la instalación de alumbrado.**

- Las masas de los receptores fijos de alumbrado, se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (Grado de protección recomendable IP.45).

#### **I) Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra.**

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carnet profesional correspondiente. (ITC-BT 03)
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La maquinaria eléctrica, será mantenida por personal especialista en cada tipo de máquina.
- Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- \*La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas.

#### **Normas o medidas de protección tipo.**

- Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de Seguridad de triángulo, (o de llave) en servicio.

### **5.7. Prevención de riesgos de daños a terceros.**

Viandantes: El paso de los posibles viandantes, trabajadores de otras naves y/o terrenos, y de los propios operarios debe estar protegido ante la posible caída de objetos desde la obra.

- El propio cerramiento del solar de la obra servirá para impedir el acceso a ésta por parte de personal ajeno a la obra, evitando accidentes.
- Existirá señalización en los accesos a la obra tanto en el peatonal como en el acceso para maquinaria.
- Durante la entrada y salida de camiones (u otros equipos) se controlará el tráfico (tanto peatonal como automovilístico) en prevención de posibles accidentes o atropellos.

### 5.8. Fases críticas para la prevención

A la vista de las características técnicas de la obra, y de las fases de esta se definen los riesgos específicos tal y como queda reflejado en el apartado correspondiente. Cuando dos o más actividades de obra coinciden, los riesgos potenciales que se generan son distintos, se agravan por coincidir vertical y temporalmente, alcanzando valores superiores a la suma de los riesgos de las fases coincidentes.

Teniendo presente esto y que todo el proceso de producción es peligroso en sí mismo, se destacan las siguientes fases globales posibles y especialmente peligrosas, EN LAS QUE SE REQUERRÍA LA PRECEPTIVA DE RECURSO PREVENTIVO, en sí mismas y más aún cuando coinciden entre sí como es el caso de esta obra:

- Trabajos en Cubierta por riesgo de caída en altura.

### 5.9. Análisis y evaluación inicial de riesgos

Esta previsión de análisis de riesgos, debe provenir de la documentación de la/s empresa/s actuantes (conforme a lo establecido en el capítulo III de la Ley 31/1995), la cual se habrá realizado según lo establecido en el artículo 4.3 del Reglamento de los Servicios de Prevención, y elaborada sobre papel antes del comienzo de las obras; se trata de un trabajo previo necesario, para la **CONCRECIÓN DE LOS SUPUESTOS DE RIESGO PREVISIBLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**, por consiguiente, y según recomendación en la Guía Técnica de Obras de Construcción publicada por el INSHT, se expone una aproximación realista a lo que puede suceder en la obra.

El siguiente análisis y evaluación de riesgos, se realizó, conforme a lo establecido por el INSHT, tanto sobre el proyecto de la obra, como en consecuencia de la tecnología decidida para construir, por los procedimientos y procesos de trabajo que el Contratista adjudicatario debe indicar en el lan de SS.

En todo caso, los riesgos aquí analizados, se resolverán mediante la protección colectiva necesaria, los equipos de protección individual y señalización oportunos para su neutralización o reducción a la categoría de: **“riesgo trivial”**, **“riesgo tolerable”** o **“riesgo moderado”**, porque se entienden “controlados sobre el papel” por las decisiones preventivas que se adoptan en el Plan de SS.

**- Método empleado en la evaluación de riesgos.**

El método empleado para la evaluación de riesgos permite realizar, mediante la apreciación directa de la situación, una evaluación de los riesgos para los que no existe una reglamentación específica.

1º Gravedad de las consecuencias:

La gravedad de las consecuencias que pueden causar ese peligro en forma de daño para el trabajador. Las consecuencias pueden ser ligeramente dañinas, dañinas o extremadamente dañinas. Ejemplos:

<b>Ligeramente dañino</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortes y magulladuras pequeñas</li> <li>- Irritación de los ojos por polvo</li> <li>- Dolor de cabeza</li> <li>- Disconfort</li> <li>- Molestias e irritación</li> </ul>
<b>Dañino</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortes</li> <li>- Quemaduras</li> <li>- Conmociones</li> <li>- Torceduras importantes</li> <li>- Fracturas menores</li> <li>- Sordera</li> <li>- Asma</li> <li>- Dermatitis</li> <li>- Trastornos musculoesqueléticos</li> <li>- Enfermedad que conduce a una incapacidad menor</li> </ul>

<b>Extremadamente dañino</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amputaciones</li> <li>- Fracturas mayores</li> <li>- Intoxicaciones</li> <li>- Lesiones múltiples</li> <li>- Lesiones faciales</li> <li>- Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida</li> </ul>
------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2º Probabilidad:

Una vez determinada la gravedad de las consecuencias, la probabilidad de que esa situación tenga lugar puede ser baja, media o alta.

<b>Baja</b>	Raro que se produzca el daño
<b>Media</b>	El daño ocurrirá en algunas ocasiones
<b>Alta</b>	Cuando se produzca esta situación, lo más probable es que se produzca un daño

3º Evaluación:

La combinación entre ambos factores permite evaluar el riesgo aplicando la tabla siguiente:

	<b>Ligeramente dañino</b>	<b>Dañino</b>	<b>Extremadamente dañino</b>
<b>Probabilidad baja</b>	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
<b>Probabilidad media</b>	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
<b>Probabilidad alta</b>	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

4º Control de riesgos:

Los riesgos serán controlados para mejorar las condiciones del trabajo siguiendo los siguientes criterios:

<b>Riesgo</b>	<b>¿Se deben tomar nuevas acciones preventivas?</b>	<b>¿Cuándo hay que realizar las acciones preventivas?</b>
<b>Trivial</b>	No se requiere acción específica	
<b>Tolerable</b>	No se necesita mejorar la acción preventiva. Se deben considerar situaciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.	
<b>Moderado</b>	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas.  Cuando el riesgo moderado esté asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se deberá precisar mejor la probabilidad de que ocurra el daño para establecer la acción preventiva.	Fije un periodo de tiempo para implantar las medidas que reduzcan el riesgo.
<b>Importante</b>	Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.	Si se está realizando el trabajo debe tomar medidas para reducir el riesgo en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.  NO debe comenzar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo.
<b>Intolerable</b>	Debe prohibirse el trabajo si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados.	Inmediatamente: No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo.

Este método se aplica sobre cada unidad de obra analizada en esta memoria de seguridad y que se corresponde con el proceso constructivo de la obra, para permitir:

**"la identificación y evaluación de riesgos pero con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada".**

Es decir, los riesgos detectados inicialmente en cada unidad de obra, son analizados y evaluados eliminando o disminuyendo sus consecuencias, mediante la adopción de soluciones técnicas, organizativas, cambios en el proceso constructivo, adopción de medidas preventivas, utilización de protecciones colectivas, epi's y señalización, hasta lograr un riesgo trivial,

tolerable o moderado, y siendo ponderados mediante la aplicación de los criterios estadísticos de siniestralidad laboral publicados por la Dirección General de Estadística del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

El éxito de estas previsiones actuales dependerá del nivel de seguridad que se alcance durante la ejecución de la obra. En todo caso, esta autoría de seguridad entiende, que el presente Plan de SS se complementará por los subcontratistas adjudicatarios respetando la

#### **5.10. Protección colectiva a utilizar en la obra**

Del análisis de riesgos laborales que se ha realizado y de los problemas específicos que plantea la construcción de la obra, se prevé utilizar las contenidas en el siguiente listado:

- Anclajes especiales para amarre de arnés de seguridad clase C evaluada la seguridad conforme norma UNE EN 795
- Cables fiadores para arnés de seguridad, evaluada la seguridad conforme norma UNE EN 353.
- Amarres y conectores para arnés de seguridad, evaluada la seguridad conforme norma UNE EN 362
- Torres acceso evaluada la seguridad conforme norma UNE EN 1004.
- Sistemas provisionales de protección de borde clase A o B, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 13374 y UNE EN 1263.
- Extintores de incendios polivalente eficacia 21 A 113 B C
- Interruptor diferencial calibrado selectivo de 30 mA.
- Pasarelas de seguridad sobre cubierta, ya sean de madera o tramex.

#### **5.11. Equipos de protección individual a utilizar en la obra**

Del análisis de riesgos efectuado, se desprende que existe una serie de ellos que no se han podido resolver con la instalación de la protección colectiva. Son riesgos intrínsecos de las actividades individuales a realizar por los trabajadores y por el resto de las personas que intervienen en la obra. Consecuentemente se ha decidido utilizar las contenidas en el siguiente listado:

- Cascos de seguridad, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 397.
- chaleco reflectante, en conformidad UNE EN 471: 2004.
- Protección auditiva.
- Arnés de seguridad, clase C tipo 2, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN

361.

- Cinturones porta herramientas.
- Gafas de seguridad contra proyecciones y los impactos, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 166.
- Guantes de cuero flor y loneta, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 388.
- Mascarilla de papel filtrante contra el polvo, , evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 1827 y UNE EN 140.
- Ropa de trabajo a base de chaquetilla y pantalón de algodón, y si procede, traje impermeable a base de chaquetilla y pantalón de material plástico sintético, todo ello en conformidad UNE EN 340 y siguientes.
- Zapatos de seguridad y botas de seguridad loneta reforzada y serraje con suela de material plástico sintético, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 344, UNE EN 345 y UNE EN 346.

## 5.12. Señalización de los riesgos

La prevención diseñada, para mejorar su eficacia, requiere el empleo del siguiente listado de señalización como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual previstos, se decide el empleo, entre otra y de manera no exhaustiva ya que deberá adecuarse a las condiciones expresas de la obra, de una señalización normalizada, que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los que trabajan en la obra. La señalización elegida es la del listado que se ofrece a continuación, a modo informativo.

- Advertencia cargas suspendidas.
- Advertencia de peligro indeterminado.
- Advertencia del riesgo eléctrico.
- Advertencia incendios, materias inflamables.
- Banda de advertencia de peligro.
- Protección obligatoria cabeza, en conformidad a la norma EN 397.
- Protección obligatoria manos, en conformidad a la norma UNE EN 388.
- Protección obligatoria oídos, en conformidad a la norma EN 352, en sus partes 1, 2 y 3.
- Protección obligatoria pies.
- Protección obligatoria vista.
- Uso obligatorio arnés de seguridad.

- Equipo primeros auxilios.

### 5.13. Medidas emergencia. Prevención asistencial en caso de accidente laboral

#### - Primeros Auxilios

Aunque el objetivo global de este Plan de SS es evitar los accidentes laborales, hay que reconocer que existen causas de difícil control que pueden hacerlos presentes. En consecuencia, es necesario prever la existencia de primeros auxilios para atender los posibles accidentados.

#### **Heridas y pequeños cortes en la piel.**

Aunque aparentemente no revistan gravedad, al romper la piel, hacen que se altere la función de barrera protectora de esta. Como consecuencia, crean una vía de entrada para una posible infección, lo cual puede convertirse en una complicación importante.

Cuando se produce este tipo de heridas, a simple vista podemos ver su extensión, pero no se ha de confiar en el caso que no sea muy extensa ya que puede ser profunda, p.e.: producida por un clavo o un trozo de metal.

a) Prevención: Despuntar todos los tableros y elementos metálicos y mantener limpios los tajos.

b) Primeros auxilios: En todos los casos hay que:

- Limpiar la herida con agua y jabón o con un producto antiséptico, para prevenir el riesgo de infección.
- Secar bien la herida y protegerla con una tirita o gasas.
- Consultar al médico sobre la conveniencia de la vacunación contra el tétanos.
- No aplicar encima de la herida alcohol, pomadas o polvos que contengan antibióticos. No utilizar algodón (se deshilacha fácilmente).

En particular, y por su elevada incidencia, mencionaremos aquellas heridas que sangran por la nariz. En estos casos:

- Hay que taponar la nariz con los dedos, inclinando hacia delante (si lo hacemos hacia atrás, la víctima se tragará la sangre), durante unos 10 minutos.
- Si la herida no deja de sangrar, introducir un tapón de gasa empapada en agua oxigenada, y procurar la asistencia médica al herido.

**- Cuerpos extraños:**

c) Ojos:

- Si el cuerpo es pequeño y está libre (mota de polvo, serrín, etc..) intentar arrastrarlo con una gasa haciendo que el paciente parpadee con frecuencia. En cualquier caso no hay que frotar el ojo.
- Si no conseguimos arrastrarlo, no insistir, acudir a un centro de urgencias.

d) Oídos:

- No intentar nunca la extracción de un cuerpo extraño alojado en el oído, con alfileres u otros objetos punzantes.
- No echar agua, y menos agua fría.
- Poner al paciente en manos expertas si vemos la menor dificultad para la extracción del cuerpo extraño.

e) Nariz:

- Intentar su expulsión con una expiración forzada ("sonarse"), apretando la fosa nasal que no está obstruida contra el tabique nasal.
- No introducir agua.
- No manipular con objetos puntiagudos.
- Si no sale, recurrir a un médico.

f) Piel:

- En el caso de que un cuerpo extraño quede alojado en la piel (astilla, punta metálica, etc.), intentaremos su extracción cuidadosa. Si notamos la más mínima resistencia, cesaremos en el intento.

**- Lesiones en los huesos y en las articulaciones.**

Normalmente producidas en caída, malos apoyos en los desplazamientos, etc.

**a) Lesiones en las articulaciones:**

Son frecuentes las lesiones articulares en especial el tobillo, los síntomas por los que podemos reconocer una torcedura (esguinces) o luxación (salida de un hueso de su sitio), son:

- Dolor localizado en la articulación dañada.
- Inflamación o hinchazón en la zona (deformidad en el caso de luxación)
- Dificultad para realizar movimientos, más o menos acusada en el caso de los esguinces

y muy notoria en el caso de luxaciones.

Estos síntomas se observan mejor si comparamos la articulación afectada con la articulación sana.

#### Primeros auxilios:

- Mantener en reposo la zona dañada y aplicar frío (hielo) sobre la misma.
- Inmovilizarla mediante un vendaje o con la ayuda de un pañuelo triangular.
- Trasladar al paciente, para su valoración al Centro Sanitario y tratamiento definitivo.

### **b) Lesiones en los huesos: fracturas.**

#### Tipos:

- Abiertas: cuando hay herida en la piel.
- Cerradas: cuando no hay heridas en la piel.

La fractura abierta es la más peligrosa de ambas, ya que por la herida puede originarse una infección del hueso.

#### Primeros auxilios:

- No mover al accidentado, ni permitirle que mueva la zona supuestamente lesionada. Esto ayudará a controlar el dolor.
- Manipular, si fuese necesario y lo imprescindible, la zona lesionada con sumo cuidado.
- Inmovilizar la zona donde se sospecha la existencia de fractura; de esta manera, evitaremos que se agraven las lesiones existentes o se produzcan nuevos daños.
- Utilizar para la inmovilización pañuelos, tiras de tela, palos y tablillas almohadilladas, etc.
- Procurar el traslado de la víctima al Centro Sanitario, para su tratamiento definitivo.

### **- Quemaduras.**

Las quemaduras pueden ser de:

1er grado: provocan el enrojecimiento de la piel.

2º grado: aparición de ampollas con un líquido de color claro en su interior.

3er grado: aparición de costra de color negruzco o castaño oscuro.

#### Primeros auxilios:

- Enfriar la zona afectada inmediatamente con agua fría durante 10-20 minutos.

- Cubrir la quemadura con paños limpios.
- Como norma general, No quitar la ropa cercana a la quemadura, ya que puede estar adherida a la piel. Sólo quitaremos la ropa en caso de que esté impregnada en líquidos muy calientes o productos cáusticos (lejía, sulfuro, amoníaco, etc.) para evitar que sigan quemando.
- No pinchar las ampollas en caso de quemaduras de 2º grado, se pueden infectar.
- Si la persona está ardiendo, impedir que corra; apagar las llamas con una manta o similar, o haciéndola rodar por el suelo.
- Procurar de forma sistemática que cualquier persona que haya sufrido una quemadura sea reconocida por un médico, para que indique el tratamiento más adecuado para cada tipo de lesión.
- Evitar utilizar sobre las quemaduras, aceite, vinagre, pasta de dientes, barro, etc., que aunque logren aliviar momentáneamente el dolor, pueden repercutir negativamente en la curación de la zona dañada. Lo mejor es utilizar agua.

#### **- Accidentes producidos por la electricidad: electrocución.**

En primer lugar, es imprescindible asegurarnos de que la víctima no está en contacto con la corriente, antes de tocarla. En el caso de que todavía esté en contacto con la electricidad:

- a) Si se trata de baja tensión, lo primero es cortar el suministro eléctrico, si por cualquier circunstancia no puede cortarse el suministro actuar de la siguiente forma:
  - Aislarse del suelo (con tabloncillos de madera) e intentar separar a la víctima de la corriente, con la ayuda de un palo de madera (escoba). No utilizar nunca objetos metálicos.
  - Una vez fuera de peligro, valorar el estado de la víctima e iniciar las maniobras de reanimación cardiopulmonar en caso necesario.
- b) Si se trata de media o alta tensión, no intentar separar a la víctima del cable eléctrico, ya que un trozo de madera no sería suficiente aislamiento. Avisar a la compañía eléctrica y al mismo tiempo al/los Servicios de Socorro.

#### **- Reanimación cardiopulmonar ("boca a boca" y masaje cardiaco).**

- Situar a la víctima en posición horizontal con la cabeza inclinada hacia atrás y ver si respira. Si la víctima no respira iniciar el "boca a boca", efectuando 2 insuflaciones seguidas, y tomarle el pulso carotídeo ( a ambos lados de la "nuez de Adán").

- Si tiene pulso, continuar con la respiración artificial a una frecuencia de 12 insuflaciones por minuto aproximadamente.
- Si, por el contrario, no tiene pulso, iniciar la reanimación cardiopulmonar básica (respiración artificial + masaje cardiaco externo), a un ritmo de 2 insuflaciones cada 15 compresiones, manteniendo una frecuencia de 80-100 compresiones por minuto.

La técnica del masaje cardiaco deberá hacerse sobre una superficie firme.

El masaje cardíaco se efectuará sobre el tercio inferior del esternón; para que sea eficaz, tiene que hundir la caja torácica 4-5 cm y ha de ser rítmico.

#### **- Maletín botiquín de primeros auxilios**

Las características de la obra no recomiendan la dotación de un local botiquín de primeros auxilios, por ello, se prevé la atención primaria a los accidentados mediante el uso de maletines botiquín de primeros auxilios manejados por personas competentes y que se dispondrán en los vehículos de empresa.

Botiquín fijo conteniendo como mínimo el material especificado en la Guía Técnica del INSHT.

#### **- Medicina Preventiva**

Con el fin de lograr evitar en lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, síquicos, alcoholismo y resto de las toxicomanías peligrosas, se prevé que el Contratista adjudicatario, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realice o compruebe que se han efectuado tanto la vigilancia de la salud previa a la contratación de los trabajadores de esta obra como los preceptivos periódicos. Y que así mismo, exija puntualmente este cumplimiento, al resto de las empresas que sean subcontratadas por él para esta obra.

#### **- Evacuación de accidentados.**

La evacuación de accidentados, que por sus lesiones así lo requieran, está prevista mediante el servicio de ambulancias avisado a través del 112.

#### **- Medidas de emergencia.**

A continuación, se redactan algunas recomendaciones útiles en caso de accidente:

##### PRIMERA:

En caso de accidente, mantener la calma y tener en un lugar visible desde el teléfono, el número de urgencias que a continuación se dicta: 112

##### SEGUNDA:

En lugar fácilmente localizable y conocido por todos los operarios de la obra, se

ubicará el botiquín y se tendrá acceso al mismo.

### TERCERA

Se establecen las siguientes recomendaciones ante posibles accidentes, a saber, en el caso de que ocurra algún accidente en la obra, hay que seguir las siguientes normas:

- 1) Avisar y pedir ayuda.
- 2) Hablar con la víctima y preguntar lo que ha ocurrido.
- 3) No mover al accidentado si no es estrictamente necesario, de esta manera se conseguirá agravar las posibles lesiones que se hayan producido.
- 4) Valorar el alcance de la lesión.
- 5) Tranquilizar al herido.
- 6) Llamar al servicio de ambulancias, si fuese necesario (teléfonos indicados anteriormente) y explicar lo ocurrido.
- 7) Esperar la llegada de personal especializado, que procederá a la correcta inmovilización de la víctima y su posterior traslado al Centro Sanitario.
- 8) Actuar sólo en caso necesario, quemaduras, electrocución, o cuando la valoración de la lesión así lo aconsejara.
- 9) Avisar a la Dirección Técnica.

#### **- Procedimiento de comunicación de accidentes.**

El contratista comunicará al coordinador de Seguridad y salud en fase de ejecución, si existiera, de forma inmediata cualquier accidente independientemente de su gravedad a fin de que éste tenga constancia de este.

De igual forma queda obligado a realizar un Informe de Investigación del Accidente cuando así se lo requiera el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución; siendo obligatoria su redacción en caso de accidentes graves, muy graves o mortales.

#### **5.14. Documentos de nombramientos para el control del nivel de la seguridad y salud, aplicables durante la realización de la obra adjudicada**

Se preverá usar los mismos documentos que utilice normalmente para esta función, el Contratista adjudicatario, con el fin de no interferir en su propia organización de la prevención de riesgos. No obstante, estos documentos deben cumplir una serie de

formalidades recogidas en el pliego de condiciones técnicas y particulares y ser conocidos y aprobados por la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud como partes integrantes del PLAN DE SEGURIDAD y salud.

Como mínimo, se prevé utilizar los contenidos en el siguiente listado:

- Documento de nombramiento de la Presencia del Recurso Preventivo de ser necesario.
- Documentos de autorización de manejo de diversas máquinas.

### **5.15. Control de accesos a la obra**

El Contratista considerará personal autorizado, tanto de sus subcontratas y trabajadores autónomos, si existieran, como de sus trabajadores propios a todos aquellos que dispongan de la siguiente documentación en regla:

- Documentación identificativa.
- Curso PRL.
- Apto médico.

Esta documentación será solicitada y comprobada por personal del contratista previamente a la entrada de dicho personal en obra.

### **5.16. Formación e información en seguridad y salud**

La formación e información de los trabajadores en los riesgos laborales y en los métodos de trabajo seguro a utilizar, son fundamentales para el éxito de la prevención de los riesgos laborales y realizar la obra sin accidentes.

Es por tanto que, en función de los métodos de trabajo seguro, estos serán informados a los trabajadores (art. 18 LPRL) quienes recibirán del empresario la pertinente formación, teórica y práctica, suficiente y adecuada y acorde a lo requerido en el vigente Convenio General del Sector de la Construcción 2007/2011 a fin de satisfacer artículo 12 del R.D. 1109/2007.

El Contratista adjudicatario estará legalmente obligado a formar en el método de trabajo seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma, que todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

## 5.17. Presencia de los recursos preventivos

En cumplimiento de las prescripciones reglamentarias establecidas en la D.A. 1ª del R.D. 171/2004, que desarrolla el art. 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y con el fin de cumplir con las obligaciones legislativas, el/los Empresario/s Principal/es (D.A. 14ª de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales) nombrará, al menos, a un trabajador en conformidad art. 32 bis, apartado 4, como Presencia de Recurso Preventivo, a saber:

Si dicha circunstancia no fuese posible, y con el fin de cumplir la Presencia de Recursos Preventivos establecida en el artículo 22 bis del R.D. 39/1997, de 17 de enero, el empresario, asignará su presencia de forma expresa, quienes deberán ser trabajadores de la empresa y que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a que se refiere el presente escrito. Contando, para ello, con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

En este supuesto, tales trabajadores habrán de mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del empresario.

Todo ello con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones reglamentarias establecidas, para dichos recursos, tanto en el artículo 32 bis (D.A. 14ª) de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, como en el art. 22 bis del R.D. 39/1997, de 17 de enero, modificado por las prescripciones reglamentarias establecidas en el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo.

Además de dicho trabajador, dicha presencia podrá llevarse a cabo según lo establecido en el Artículo 22 bis. R.D. 39/1997, de 17 de enero. Presencia de los Recursos Preventivos:

- 1.- De conformidad con el artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, la presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los siguientes casos:
  - a) Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados, en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
  - b) Cuando se realicen las siguientes actividades o procesos peligrosos o con riesgos especiales:
    - Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

- Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento.
  - Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad por ser su fecha de comercialización anterior a la exigencia de tal declaración con carácter obligatorio, que sean del mismo tipo que aquellas para las que la normativa sobre comercialización de máquinas requiere la intervención de un organismo notificado en el procedimiento de certificación, cuando la protección del trabajador no esté suficientemente garantizada no obstante haberse adoptado las medidas reglamentarias de aplicación.
  - Trabajos en espacios confinados. A estos efectos, se entiende por espacio confinado el recinto con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o puede haber una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para su ocupación continuada por los trabajadores.
  - Trabajos con riesgo de ahogamiento por inmersión, salvo lo dispuesto en el apartado 8.a) de este artículo, referido a los trabajos en inmersión con equipo subacuático.
  - Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.
- c) La presencia se llevará a cabo por cualesquiera de las personas previstas en los apartados 2 y 4 del artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, debiendo el empresario facilitar a sus trabajadores los datos necesarios para permitir la identificación de tales personas.

La ubicación en el centro de trabajo de las personas a las que se asigne la presencia deberá permitirles el cumplimiento de sus funciones propias, debiendo tratarse de un emplazamiento seguro que no suponga un factor adicional de riesgo, ni para tales personas ni para los trabajadores de la empresa.

Se debe permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

### **Acta de NOMBRAMIENTO DE PRESENCIA DE RECURSO PREVENTIVO.**

El Empresario Principal, (Nombre de la Empresa) y su representante legal (Ley 38/1999, L.O.E.), (Datos del Jefe de Obra) en el centro de trabajo (identificación de la obra), habrá de hacer saber a los firmantes y miembros de la empresa, su consideración y consecuente asunción de

las funciones y responsabilidades establecidas tanto en el artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, como en el art. 22 bis del R.D. 39/1997.

Considerándose ya sea como:

- **Recursos Preventivos** a los que el empresario podrá asignar la presencia, si cumplen ser:

- 1.-Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- 2.-Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- 3.-Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa informando, los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior, poseer la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, permaneciendo en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Ya sea como:

- **Presencia de Recursos Preventivos:**

Si dicha circunstancia no fuese posible, y con el fin de cumplir la Presencia de Recursos Preventivos establecida en el artículo 22 bis del R.D. 39/1997, de 17 de enero, el empresario, asignará su presencia de forma expresa, quienes deberán ser trabajadores de la empresa y que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a que se refiere el presente escrito.

## 5.18. Trabajos posteriores

Los trabajos que realizar a posteriori son los de mantenimiento periódico (limpieza, reglaje o reparación) de los paneles solares o de la estructura soporte. Es por ello por lo que, los mismos, requieren el acceso y permanencia de trabajadores en cubierta con riesgo de caída de altura. Las medidas preventivas o de protección a disponer serán, salvo para la protección de borde, las mismas que se han contemplado en este documento para la fase de instalación, sirviendo el presente Estudio de documento base de seguridad y salud para la ejecución de dichos trabajos.

El mismo quedará en manos de la Propiedad, quien custodiará este documento y se lo entregará a los empresarios concurrentes en su centro de trabajo a fin de satisfacer lo dispuesto en el artículo 4 del R.D. 171/2004. Si procede, estos deberán revisar su documentación preventiva a fin de adecuarla a las condiciones de la instalación.

Entre otras actividades y conforme a los niveles de riesgo siguientes, cabe destacar:

### Riesgos y nivel de riesgo presente

RIESGO	NIVEL DE RIESGO
Caídas al mismo nivel	MEDIO
Caídas a distinto nivel	ALTO
Pisadas sobre objetos	BAJO
Choques contra objetos inmóviles	MEDIO
Contacto eléctrico	ALTO

### Tabla de nivel de riesgo de la tarea específica a desarrollar.

TAREA	RIESGO	NIVEL
Limpieza de módulos	Caídas al mismo nivel	MEDIO
	Caídas a distinto nivel	ALTO
	Pisadas sobre objetos	BAJO
	Choques contra objetos inmóviles	MEDIO
	Contacto eléctrico	MEDIO
Operación en inversores	Caídas al mismo nivel	MEDIO
	Contacto eléctrico	ALTO
Revisión mantenimiento	Caídas al mismo nivel	ALTO
Limpieza de módulos	Caídas al mismo nivel	MEDIO
	Caídas a distinto nivel	ALTO
	Pisadas sobre objetos	BAJO
Averías monitorización	Choques contra objetos inmóviles	MEDIO
	Contacto eléctrico	MEDIO
Operación en inversores	Caídas al mismo nivel	MEDIO
	Contacto eléctrico	ALTO
Revisión mantenimiento	Caídas al mismo nivel	ALTO
	Contacto eléctrico	ALTO
Limpieza de módulos	Caídas al mismo nivel	MEDIO
	Caídas al mismo nivel	MEDIO
Operación en CT / CGP	Caídas a distinto nivel	ALTO
	Pisadas sobre objetos	BAJO
	Choques contra objetos inmóviles	MEDIO

### Normas e instrucciones.

#### - Limpieza de módulos:

- Durante la operación de limpieza de módulos FV se ha de prestar atención al riesgo de deslizamiento debido al agua derramada. Para reducir tal riesgo se recuerda la obligación del uso de calzado de seguridad con suela antideslizante.
- En épocas del año con mayor índice de radiación solar se utilizarán guantes de protección para las manos y crema solar para la cara y derivados con el fin de evitar quemaduras solares. El agua realiza función lupa de las radiaciones solares.
- Se prestará una especial atención a evitar el contacto del agua con partes accesibles

puestas en tensión.

- Durante la operación de limpieza **NUNCA** manipularemos elementos en tensión (conectores, Strings...), puesto que tanto en estos como en nosotros y/o el suelo hay una elevada concentración de humedad.

#### - Operación en inversores:

- Durante la operación que vayamos a realizar en los inversores estamos altamente expuestos a riesgos eléctricos, por lo tanto, siempre que sea posible cortaremos la/s entrada/s de tensión a dicho inversor. Por la naturaleza de funcionamiento de los inversores (condensadores) es necesario esperar un tiempo, denominado tiempo de descarga (60 seg. Aprox.), antes de actuar sobre él. **SIEMPRE**, mediante el uso de un polímetro, verificaremos la ausencia de tensión.
- Los inversores tienen dos entradas de tensión, una D.C. y otra A.C. **SIEMPRE** nos aseguraremos de haber cortado ambas entradas.
- El corte de tensión se realizará **SIEMPRE** de todo el inversor (todas las etapas de potencia).
- Si el elemento de corte de tensión no se encuentra en nuestro radio frontal de trabajo, procederemos a bloquearlo mediante enclavamiento mecánico y señalizaremos la realización de trabajos en dicho circuito. Si existe un responsable en el lugar de trabajo le informaremos del seccionamiento de dicho circuito.
- En caso de que no sea posible realizar el trabajo sin tensión utilizaremos guantes aislados adecuados a la tensión nominal con guantes de trabajo sobre estos, herramienta aislada, máscara antiproyecciones y efectuaremos el trabajo sobre una superficie plana, limpia y seca.
- En caso de encontrarnos con un interruptor magnetotérmico caído, verificaremos que no hay nadie trabajando aguas abajo del mismo y mediante un polímetro comprobaremos a la salida de dicho interruptor la ausencia de cortocircuito, tanto entre fase y neutro como entre fases.

#### - Averías monitorización:

- La monitorización está concentrada en un punto por lo que la necesidad de desplazamiento por la cubierta es bastante escasa.
- El sistema de monitorización funciona a pequeña tensión por lo que no es necesario el uso de sistemas de protección frente a contactos eléctricos.
- Cuando se trabaje con soldador de estaño será sobre una superficie plana y limpia para evitar resbalones que conlleven a poder quemarnos con el mismo. Prestaremos principal atención al lugar donde lo dejemos, evitando contactos accidentales por nuestra parte

o por cualquier otra persona. **SIEMPRE** que terminemos de usarlo lo desconectaremos inmediatamente **NO** dejándolo apoyado en cualquier sitio.

#### - Operaciones en módulos FV:

- Los módulos FV son una fuente de energía eléctrica, por lo que el riesgo de contacto eléctrico siempre está presente.
- Cuando vayamos a trabajar con un módulo **SIEMPRE** lo desconectaremos de la serie en que se encuentre.
- **NUNCA** tocaremos el interior de los conectores del módulo FV encontrándose éste bajo radiación solar, en caso de necesitar actuar sobre los conectores **SIEMPRE** aislaremos el módulo FV con anterioridad y si es posible procederíamos a voltarlo o en su defecto a cubrirlo con un elemento opaco.
- Igualmente tomaríamos estas medidas de seguridad en caso de tener que actuar en la caja de diodos del módulo FV
- **SIEMPRE** que actuemos sobre los conectores y/o caja de diodos será sobre un suelo firme y principalmente seco.
- A la hora de transportar un módulo FV por la cubierta prestaremos atención al viento puesto que el módulo FV puede hacer en caso de viento elevado función de vela.
- La temperatura del módulo FV puede en ocasiones ser elevada por ello es necesario la utilización de guantes para el manejo de estos, siendo imprescindible su uso en época de verano.
- Debido a la radiación solar reflejada en la cubierta es necesario la utilización de cremas protectoras de protección 50 en las épocas de mayor índice de radiación.

#### - Operaciones en CT / CGP:

- Estas instalaciones cuentan con CGP no con CT. Frente a trabajos a realizar en CGP existe un alto riesgo de contacto eléctrico.
- **SIEMPRE** que se proceda a retirar/sustituir un fusible se realizara mediante el uso de maneta de extracción de fusibles.
- **SIEMPRE** retiraremos toda la tapa de protección de la CGP y se depositara en un lugar que no conlleve la posibilidad de provocar tropiezos con ella.
- **NUNCA** retiraremos únicamente un lateral de la tapa de protección de la CGP accediendo por el hueco al interior de la misma.
- **SIEMPRE** que sea posible pondremos o retiraremos, según proceda, los fusibles con la instalación sin carga.

- Si vamos a realizar una actuación en la CGP **SIEMPRE** retiraremos **TODOS** los fusibles de la misma. Si esto no fuera posible debido a la tarea a realizar (por ejemplo, medición de intensidades) usaríamos guantes aislados adecuados a la tensión nominal y guantes de trabajo colocados encima de estos.

**- Herramientas:**

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.
- El trabajador adoptará las medidas necesarias para la utilización de la maquinaria que corresponda (máscaras protectoras, guantes, gafas, etc...).

**- Revisión mantenimiento:**

- En los trabajos de mantenimiento en inversores se cumplirá lo descrito en el punto anterior (operación en inversores).
- En los trabajos de mantenimiento en CT se cumplirá lo descrito en el punto anterior (operación en CT / CGP).
- En los trabajos de mantenimiento para módulos se cumplirá lo descrito en el punto anterior (operación en módulos fotovoltaicos).
- El mantenimiento del campo fotovoltaico será, posiblemente, la operación en la que más expuestos estemos a sufrir un accidente debido a la necesidad de desplazarnos por toda la instalación.
- Para revisión de apriete de estructura utilizaremos herramienta adecuada para tal efecto.

**- Otras consideraciones:**

- Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kgs. sobre las escaleras de mano.

- Se prohíbe andar sobre los lucernarios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha, aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.
- Tabla resumen de medidas mínimas de seguridad necesarias a adoptar.

RIESGO	MEDIDA A ADOPTAR
Caidas al mismo nivel	Debido a la naturaleza de la cubierta, ya sea por inclinación, crestas del suelo, zahorra en cubiertas pesada o bandeja por suelo, existe un riesgo medio de posibilidad de caída.
Caidas a distinto nivel	Además de lo descrito en el punto anterior, por la presencia de lucernarios (tapados o descubiertos) y ausencia de petos, resulta obligatorio el uso de la línea de vida existente en la instalación. También cabe la posibilidad de ser necesario el uso de la línea de vida en algunos casos para el acceso a cubierta.
Pisadas sobre objetos	No es necesario adoptar ninguna medida de seguridad puesto que no existen objetos fijos en el suelo y la posibilidad de objetos no fijos es escasa. Aún así está la obligación del uso de calzado de seguridad.
Choques contra objetos inmóviles	No es necesario adoptar ninguna medida aparte del EPI designado para tal caso. Los objetos inmóviles existentes son altamente visibles

### **Procedimiento de Comunicación de nuevas actuaciones a realizar no contempladas en el Plan de Seguridad para realizar el correspondiente anexo al mismo**

El contratista queda obligado a comunicar al coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución, con la suficiente antelación, aquellos trabajos no contemplados en el Plan de Seguridad y Salud y por lo tanto hacerle llegar un anexo al Plan de Seguridad y Salud para su posterior aprobación.

Los trabajos relativos a dicho anexo al PSS no se podrán iniciar hasta que no se disponga de



**Proyecto:** Autoconsumo Belver 490KWn/580KWp  
**Promotor:** SAT N° 1596 NUFRI RL  
**Situación:** Belver de Cinca (Huesca)

Col.: 21704 **CETILL**  **VISADO** **2021/02430** 2/7/2021

dicha acta de aprobación.

## 6. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

### 6.1. Objeto

El objeto del presente Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas de autoconsumo conectadas a red interior, que por sus características estén comprendidas en este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración de ésta.

El ámbito de aplicación de este PCT se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de estos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

### 6.2. Generalidades

Este PCT se aplica en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para el autoconsumo y en caso de excedentes sea vendida a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red. En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de baja Tensión.
- 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.
- Decreto 127/2003, de 30 de octubre, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León, y su modificación mediante Decreto 13/2013, de 18 de abril.
- Real Decreto – Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

-Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

### 6.3. Definiciones

**Irradiancia:** Es la *potencia* de la radiación solar por unidad de superficie y se expresa en la unidad correspondiente del Sistema Internacional, el vatio dividido por metro cuadrado ( $W/m^2$ )

**Irradiación:** Es la *energía* que incide por unidad de superficie en un tiempo determinado, y que se expresa en las unidades correspondientes del sistema internacional, es decir, en julios dividido por metro cuadrado [ $J/m^2$ ] o sus múltiplos (normalmente, el megajulio [MJ]). En este último caso y, por razones prácticas, también se emplea una unidad de energía muy frecuente en el mundo real, el [kWh] (kilovatio por hora) en lugar del julio y/o sus múltiplos. *Irradiación = Irradiancia · t*. El cambio es: 1 kWh = 3'6 MJ.

**Irradiancia espectral:** Es la potencia radiante por unidad de área y de longitud de onda, cuya unidad es [ $W/(m^2 \cdot \mu m)$ ]

**Irradiancia directa:** Es la radiación que llega a un determinado lugar procedente del disco solar, y su unidad de medida es [ $W/m^2$ ].

**Irradiancia difusa:** Es la radiación procedente de toda la bóveda celeste excepto la procedente del disco solar, y cuya unidad de medida es también [ $W/m^2$ ].

**Irradiancia Global:** Se puede entender como la suma de la radiación directa y difusa. Es el total de la radiación que llega a un determinado lugar en [ $W/m^2$ ].

**Irradiancia circunsolar:** Es la parte de la radiación difusa procedente de las proximidades del disco solar en [ $W/m^2$ ].

**Radiación extraterrestre:** Es la radiación que llega al exterior de la atmósfera terrestre [ $W/m^2$ ]. Solo varía con la distancia entre la Tierra y el Sol.

### 6.4. Instalación

#### Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

#### Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.

#### Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

### **Interruptor automático de la interconexión**

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

### **Interruptor general**

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

### **Generador fotovoltaico**

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

### **Rama fotovoltaica**

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie---paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

### **Inversor**

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.

### **Potencia nominal del generador**

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

### **Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal**

Suma de la potencia nominal del inversor (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

## **6.5. Módulos**

### **Célula solar o fotovoltaica**

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

### **Célula de tecnología equivalente (CTE)**

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

### **Módulo o panel fotovoltaico**

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

### **Condiciones Estándar de Medida (CEM)**

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1.000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1'5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

### **Potencia pico**

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

### **TONC**

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1'5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

## **6.6. Integración arquitectónica**

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

### **Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos**

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

#### **Revestimiento**

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

#### **Cerramiento**

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

#### **Elementos de sombreado**

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada de éste.

## Superposición

La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida, se denominará *superposición* y no se considerará integración arquitectónica.

## Diseño

Diseño del generador fotovoltaico

## Generalidades

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2 Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

## Orientación e inclinación por sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI + S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en el Proyecto y reservándose la dirección de obra su aprobación.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, y podrán ser utilizados por la dirección de obra para su verificación.

Cuando existan varias filas de módulos o haya obstáculos que puedan generar sombras, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo con el anexo III.

## 6.7. Componentes y materiales

### Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de estos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

### Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE---EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. 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.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá

presentarse en el Proyecto justificación de su utilización.

- 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.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- 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  $\pm 10\%$  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.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

### **Estructura soporte**

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en el Proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa de la dirección de obra. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la CTE, EA 95 y demás normas aplicables.

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 CTE.

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 en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la

posible necesidad de sustituciones de elementos.

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, cumpliendo la norma MV---106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la norma MV---103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

La estructura galvanizada en caliente cumplirá las normas UNE 37---501 y UNE 37---508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

## **Inversores**

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas del inversor serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o modo aislado.

El inversor cumplirá con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos,

ausencia y retorno de la red, etc.

El inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

### **Cableado**

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. 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.

### **Conexión a red**

Referente al apartado técnico:

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

### **Medidas**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

### **Protecciones**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

### **Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en el Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

### **Armónicos y compatibilidad electromagnética**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

## **6.8. Recepción y pruebas**

El instalador entregará al usuario un documento---albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas para realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el

anexo I.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasarán a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

El inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas del inversor serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar unos 10 % superiores a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0'5 % de su potencia nominal.

- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0'95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

El inversor tendrá un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

El inversor estará garantizado para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40° C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

## 6.9. Cálculo de la producción anual esperada

En el Proyecto se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

- G<sub>dm</sub> (0). Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/ (m<sup>2</sup> por día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:
  - Instituto Nacional de Meteorología
  - Organismo autonómico oficial
- G<sub>dm</sub> (" , \$). Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/ (m<sup>2</sup>·por día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El parámetro " representa el azimut y \$ la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo III.

### *Rendimiento energético de la instalación o "performance ratio", PR*

En nuestra instalación en concreto se tiene un Índice de rendimiento PR de 85%. Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia

- La eficiencia energética del inversor
- Otros

La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR \left(\frac{kWh}{día}\right)}{GCEM}$$

Donde:

- Pmp = Potencia pico del generador
- GCEM = 1 kW/m<sup>2</sup>

Los datos se presentarán en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual.

### **Anexo I: Medida de la potencia Instalada Introducción**

Definimos la potencia instalada en corriente alterna (CA) de una central fotovoltaica (FV) conectada a la red, como la potencia de corriente alterna a la entrada de la red eléctrica para un campo fotovoltaico con todos sus módulos en un mismo plano y que opera, sin sombras, a las condiciones estándar de medida (CEM).

La potencia instalada en CA de una central fotovoltaica puede obtenerse utilizando instrumentos de medida y procedimientos adecuados de corrección de unas condiciones de operación bajo unos determinados valores de irradiancia solar y temperatura a otras condiciones de operación diferentes. Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

### **Procedimiento de medida**

Se describe a continuación el equipo necesario para calcular la potencia instalada:

- 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente

- 1 termómetro de mercurio de temperatura ambiente
- 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA)
- 1 pinza amperimétrica de CC y CA

El propio inversor actuará de carga del campo fotovoltaico en el punto de máxima potencia.

Las medidas se realizarán en un día despejado, en un margen de  $\pm 2$  horas alrededor del mediodía solar.

Se realizará la medida con el inversor encendido para que el punto de operación sea el punto de máxima potencia.

Se medirá con la pinza amperimétrica la intensidad de CC de entrada al inversor y con un multímetro la tensión de CC en el mismo punto. Su producto es  $P_{cc, inv}$ .

El valor así obtenido se corrige con la temperatura y la irradiancia usando las ecuaciones (2) y (3).

La temperatura ambiente se mide con un termómetro de mercurio, a la sombra, en una zona próxima a los módulos FV. La irradiancia se mide con la célula (CTE) situada junto a los módulos y en su mismo plano.

Finalmente, se corrige esta potencia con las pérdidas.

Ecuaciones:

$$P_{cc, inv} = P_{cc, fov} (1 - L_{cab}) \quad (1)$$

$$P_{cc, fov} = P_0 R_{to, var} [1 - g (T_c - 25)] E / 1000 \quad (2)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) E / 800 \quad (3)$$

Donde:

- $P_{cc, fov}$ : Potencia de CC inmediatamente a la salida de los paneles FV, en W.
- $L_{cab}$ : Pérdidas de potencia en los cableados de CC entre los paneles FV y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexionados, diodos antiparalelos si hay, etc.
- $E$ : Irradiancia solar, en  $W/m^2$ , medida con la CTE calibrada.
- $g$ : Coeficiente de temperatura de la potencia, en  $1/^\circ C$
- $T_c$ : Temperatura de las células solares, en  $^\circ C$ .
- $T_{amb}$ : Temperatura ambiente en la sombra, en  $^\circ C$ , medida con el termómetro.

- TONC: Temperatura de operación nominal del módulo.
- Po: Potencia nominal del generador en CEM, en W.
- Rto, var Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.
- Ltem: Pérdidas medias anuales por temperatura. En la ecuación (2) puede sustituirse el término  $[1 - g (Tc - 25)]$  por  $(1 - Ltem)$ .
- Rto, var =  $(1 - Lpol) (1 - Ldis) (1 - Lref) (4)$
- Lpol: Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.
- Ldis: Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.
- Lref: Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término Lref es cero.

Se indican a continuación los valores de los distintos coeficientes:

- Todos los valores indicados pueden obtenerse de las medidas directas. Si no es posible realizar medidas, pueden obtenerse, parte de ellos, de los catálogos de características técnicas de los fabricantes.
- Cuando no se dispone de otra información más precisa pueden usarse los valores indicados en la tabla III.

Parámetro	Valor estimado media anual	Valor estimado día despejado	Ver observación
Lcab	0'02	0'02	(1)
g (1/ °C)	-	0'0035 (**)	-
TONC (°C)	-	45	-
Ltem	0'08	-	(2)
Lpol	0'03	-	(3)
Ldis	0'02	0'02	-
Lref	0'03	0'01	(4)

(\*) Al mediodía solar  $\pm 2$  h de un día despejado

(\*\*) Válido para silicio cristalino

#### Observaciones:

1. Las pérdidas principales de cableado pueden calcularse conociendo la sección de los cables y su longitud, por la ecuación:

$$L_{cab} = R \bar{I}^2 \quad (5)$$

$$R = 0'000002 L / S \quad (6)$$

R es el valor de la resistencia eléctrica de todos los cables, en ohmios.

L es la longitud de todos los cables (sumando la ida y el retorno), en cm.

S es la sección de cada cable, en cm<sup>2</sup>.

Normalmente las pérdidas en conmutadores, fusibles y diodos son muy pequeñas y no es necesario considerarlas. Las caídas en el cableado pueden ser muy importantes cuando son largos y se opera a baja tensión en CC. Las pérdidas por cableado en % suelen ser inferiores en plantas de gran potencia que en plantas de pequeña potencia. En nuestro caso, de acuerdo con las especificaciones, el valor máximo admisible para la parte CC es 1,5 %.

2. Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25 °C de las CEM, del tipo de célula y encapsulado y del viento. Si los módulos están convenientemente aireados por detrás, esta diferencia es del orden de 30°C sobre la temperatura ambiente, para una irradiancia de 1000 W/m<sup>2</sup>.

Para el caso de integración de edificios donde los módulos no están separados de las paredes o tejados, esta diferencia se podrá incrementar entre 5 °C y 15 °C.

3. Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0 % al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8 % cuando los módulos se "ven muy sucios". Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc. Una causa importante de pérdidas ocurre cuando los módulos FV que tienen marco tienen células solares muy próximas al marco situado en la parte inferior del módulo. Otras veces son las estructuras soporte que sobresalen de los módulos y actúan como retenes del polvo.

Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo FV al mediodía solar ( $\pm 2$  h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo FV. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas anti reflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en

localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 2 % y 6 %.

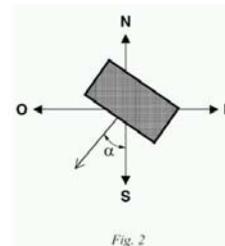
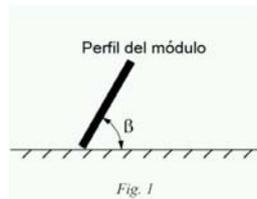
## Anexo II: Cálculo de las Pérdidas por orientación e inclinación del generador.

El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo con las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación  $\beta$ , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 1). Su valor es  $0^\circ$  para módulos horizontales y  $90^\circ$  para verticales.
- Ángulo de azimut  $\alpha$ , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2).

Valores típicos son  $0^\circ$  para módulos orientados al sur,  $-90^\circ$  para módulos orientados al este y  $+90^\circ$  para módulos orientados al oeste.



## Procedimiento

Habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo con las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT.

## Anexo III: Cálculo de las pérdidas de radiación solar por Sombras objeto

El presente anexo describe un método de cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie de no existir sombra alguna.

## Descripción del método

El método utilizado es el software Aurora, donde se simulan las sombras mediante animaciones 3D.

### Distancia mínima entre filas de módulos

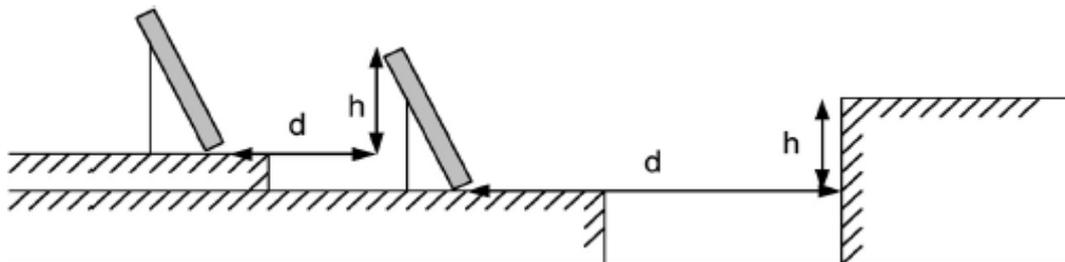
La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia  $d$  será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$$

donde  $1 / \tan (61^\circ - \text{latitud})$  es un coeficiente adimensional denominado  $k$ . Algunos valores significativos de  $k$  se pueden ver en la siguiente tabla en función de la latitud del lugar.

<i>Latitud</i>	29°	37°	39°	41°	43°	45°
<i>k</i>	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Con el fin de clarificar posibles dudas respecto a la toma de datos relativos a  $h$  y  $d$ , se muestra la siguiente figura con algunos ejemplos:



La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando  $h$  a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos.



**Proyecto:** Autoconsumo Belver 490KWn/580KWp  
**Promotor:** SAT N° 1596 NUFRI RL  
**Situación:** Belver de Cinca (Huesca)

Col.: 21704 **CETILL**  **VISADO** **2021/02430** 2/7/2021

## 7. ESTUDIO PVSYST

## Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

**Proyecto :** **Autoconsumo Belver de Cinca NASA580\_LID\_def**

**Sitio geográfico** **Belver de cinca** País **España**

**Ubicación** Latitud 41.67° N Longitud 0.19° E  
 Tiempo definido como Hora Legal Huso horario UT+1 Altitud 183 m  
 Albedo 0.20

**Datos meteorológicos:** **Belver de cinca** NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético

**Variante de simulación :** **Nueva variante de simulación**

Fecha de simulación 01/07/21 14h32

**Parámetros de la simulación** Tipo de sistema **Tablas sobre un edificio**

**2 orientaciones** inclin/acimuts 4°/44° y 4°/-135°

**Configuración de los cobertizos** Núm. de cobertizos 17  
 Separación entre cobertizos 11.9 m Ancho receptor 9.32 m  
 Ángulo límite de sombreado Ángulo de perfil límite 44° Factor de ocupación del suelo (GCR) 78.2 %

**Modelos empleados** Transposición Perez Difuso Perez, Meteororm

**Horizonte** Sin horizonte

**Sombreados cercanos** Sombreado lineal

**Necesidades del usuario :** Carga ilimitada (red)

### Características de los conjuntos FV (2 Tipo de conjunto definido)

**Módulo FV** Si-mono Modelo **JAM72S30-545/MR**  
 Parámetros definidos por el usuario Fabricante JA Solar  
**Sub-conjunto "SG110"** Mixed orient. #1/2: 27/32 cadenas inclinación/Acimut 4°/44°, 4°/-135°  
 Número de módulos FV En serie 16 módulos En paralelo 59 cadenas  
 Núm. total de módulos FV Núm. módulos 944 Pnom unitaria 545 Wp  
 Potencia global del conjunto Nominal (STC) **514 kWp** En cond. de funciona. 470 kWp (50°C)  
 Caract. funcionamiento del conjunto (50°C) U mpp 602 V I mpp 781 A

**Sub-conjunto "SG50"** Mixed orient. #1/2: 4/3 cadenas inclinación/Acimut 4°/44°, 4°/-135°  
 Número de módulos FV En serie 17 módulos En paralelo 7 cadenas  
 Núm. total de módulos FV Núm. módulos 119 Pnom unitaria 545 Wp  
 Potencia global del conjunto Nominal (STC) **64.9 kWp** En cond. de funciona. 59.3 kWp (50°C)  
 Caract. funcionamiento del conjunto (50°C) U mpp 640 V I mpp 93 A

**Total** Potencia global conjuntos Nominal (STC) **579 kWp** Total 1063 módulos  
 Superficie módulos **2747 m<sup>2</sup>** Superficie célula 2529 m<sup>2</sup>

**Sub-conjunto "SG110" : Inversor** Modelo **SG110CX**  
 Parámetros definidos por el usuario Fabricante Sungrow  
 Características Voltaje de funcionam. 200-1000 V Pnom unitaria 110 kWac  
 Paquete de inversores Núm. de inversores 4 unidades Potencia total 440 kWac  
 Relación Pnom 1.17

**Sub-conjunto "SG50" : Inversor** Modelo **SG50CX**  
 Parámetros definidos por el usuario Fabricante Sungrow  
 Características Voltaje de funcionam. 200-1000 V Pnom unitaria 50.0 kWac  
 Potencia máx. (=>40°C) 55.0 kWac  
 Paquete de inversores Núm. de inversores 1 unidades Potencia total 50 kWac  
 Relación Pnom 1.30

**Total** Núm. de inversores 5 Potencia total 490 kWac

### Factores de pérdida del conjunto FV

## Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Suciedad del conjunto		Fracción de pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const) 15.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1 13 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2 114 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
LID - "Light Induced Degradation"		Fracción de pérdidas	1.2 %
Pérdida Calidad Módulo		Fracción de pérdidas	-0.2 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos		Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas		Fracción de pérdidas	0.10 %
Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Perfil personalizado			

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.983	0.942	0.898	0.843	0.729	0.000

### Factores de pérdida del sistema

Pérdida CA entre inversor y transfo	Voltaje inversor	400 Vac tri		
	Conductores: 3x700.0 mm²	142 m	Fracción de pérdidas	1.4 % en STC
Transformador externo	Pérdida hierro (Conexión 24H)	575 W	Fracción de pérdidas	0.1 % en STC
	Pérdidas Resistivas/Inductivas	0.000 mOhm	Fracción de pérdidas	0.0 % en STC
Indisponibilidad del sistema	7.3 días, 3 períodos		Fracción de tiempo	2.0 %

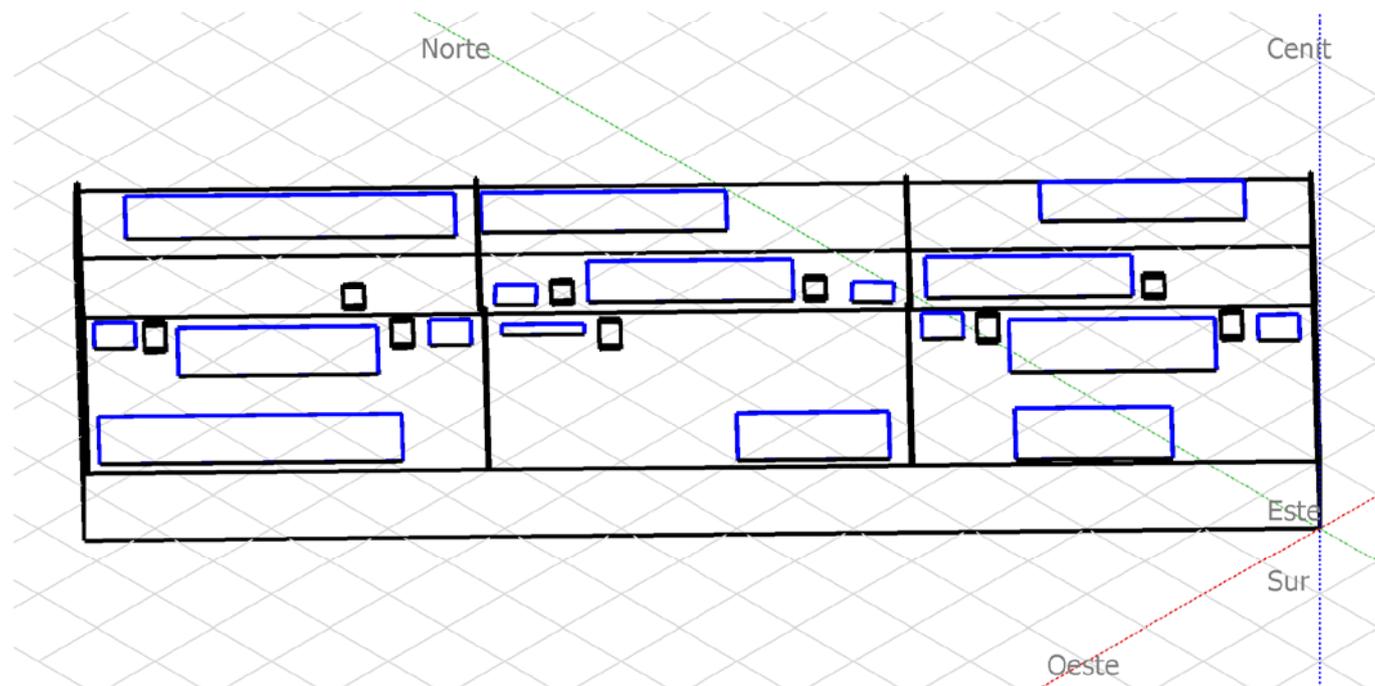
## Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

**Proyecto :** Autoconsumo Belver de Cinca NASA580\_LID\_def

**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Tablas sobre un edificio
<b>Sombreados cercanos</b>	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	2 orientaciones	Inclinación/Acimut = 4°/44° y 4°/-135°
Módulos FV	Modelo	JAM72S30-545/MR Pnom 545 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	1063 Pnom total <b>579 kWp</b>
Inversor	Modelo	SG110CX Pnom 110 kW ac
Inversor	Modelo	SG50CX Pnom 50.0 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0 Pnom total <b>490 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	

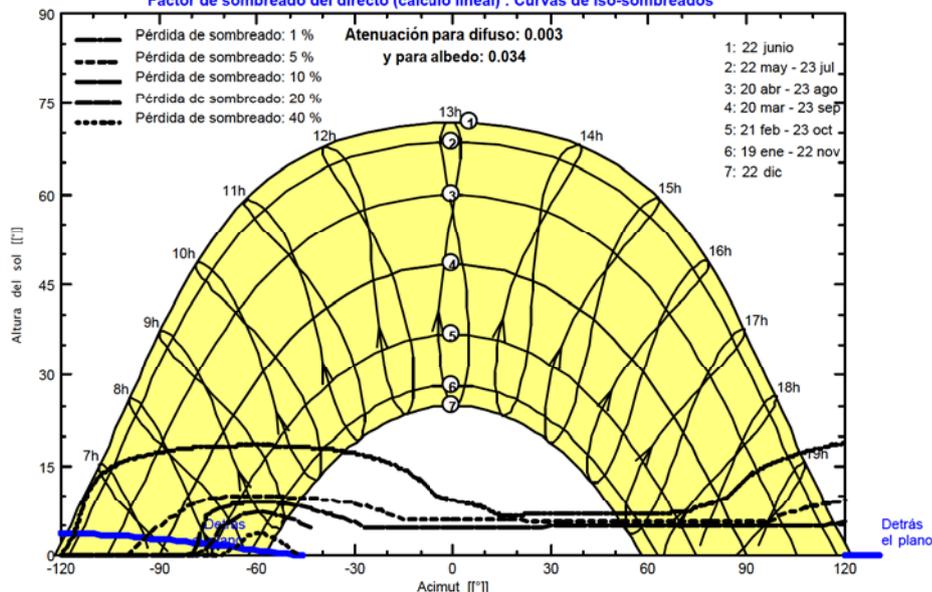
### Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano



### Diagrama de Iso-sombreados

Autoconsumo Belver de Cinca NASA580\_LID\_def

Factor de sombreado del directo (cálculo lineal) : Curvas de Iso-sombreados



## Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

**Proyecto :** Autoconsumo Belver de Cinca NASA580\_LID\_def

**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

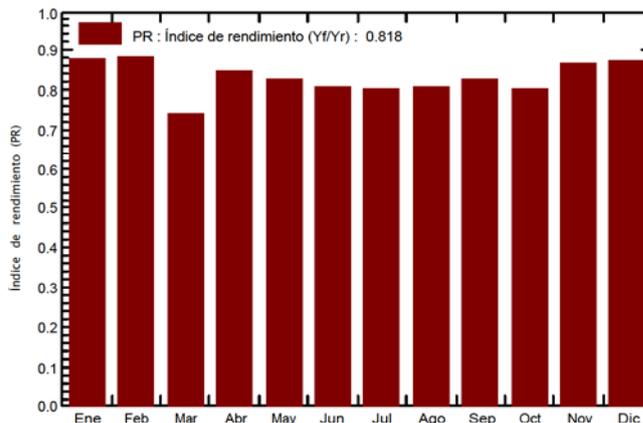
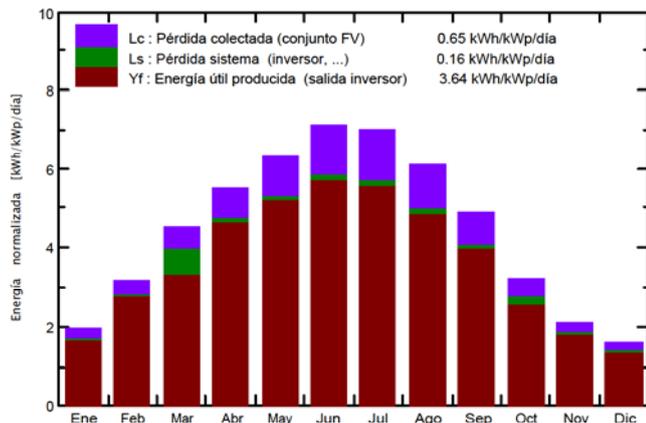
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Tablas sobre un edificio
<b>Sombreados cercanos</b>	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	2 orientaciones	Inclinación/Acimut = 4°/44° y 4°/-135°
Módulos FV	Modelo	JAM72S30-545/MR Pnom 545 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	1063 Pnom total <b>579 kWp</b>
Inversor	Modelo	SG110CX Pnom 110 kW ac
Inversor	Modelo	SG50CX Pnom 50.0 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0 Pnom total <b>490 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	

### Resultados principales de la simulación

Producción del sistema **Energía producida 770.5 MWh/año** Producción específica 1330 kWh/kWp/año  
 Índice de rendimiento (PR) 81.81 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 579 kWp

Índice de rendimiento (PR)



### Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	
<b>Enero</b>	59.8	22.60	5.04	59.5	55.1	31.1	30.3	0.879
<b>Febrero</b>	88.8	25.20	6.36	88.5	83.4	46.1	45.1	0.879
<b>Marzo</b>	141.1	38.10	9.49	140.8	134.0	72.1	60.2	0.738
<b>Abril</b>	165.3	52.50	12.15	165.1	157.6	83.1	81.1	0.848
<b>Mayo</b>	195.6	65.40	16.80	195.6	186.8	95.8	93.5	0.825
<b>Junio</b>	213.0	63.30	21.36	213.0	203.7	102.2	99.7	0.808
<b>Julio</b>	217.3	61.70	23.80	217.4	207.8	103.2	100.5	0.798
<b>Agosto</b>	188.8	55.20	23.24	188.7	180.3	90.3	88.0	0.805
<b>Septiembre</b>	145.8	42.60	19.75	145.6	138.7	71.3	69.5	0.824
<b>Octubre</b>	99.8	34.70	15.37	99.5	94.1	50.2	46.3	0.803
<b>Noviembre</b>	63.3	24.30	9.53	63.0	58.8	32.5	31.7	0.867
<b>Diciembre</b>	49.3	20.50	6.20	49.0	45.2	25.5	24.7	0.871
<b>Año</b>	1627.9	506.10	14.14	1625.7	1545.6	803.5	770.5	0.818

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal  
 DiffHor Irradiación difusa horizontal  
 T\_Amb T amb.  
 GlobInc Global incidente plano receptor  
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados  
 EArray Energía efectiva en la salida del conjunto  
 E\_Grid Energía inyectada en la red  
 PR Índice de rendimiento

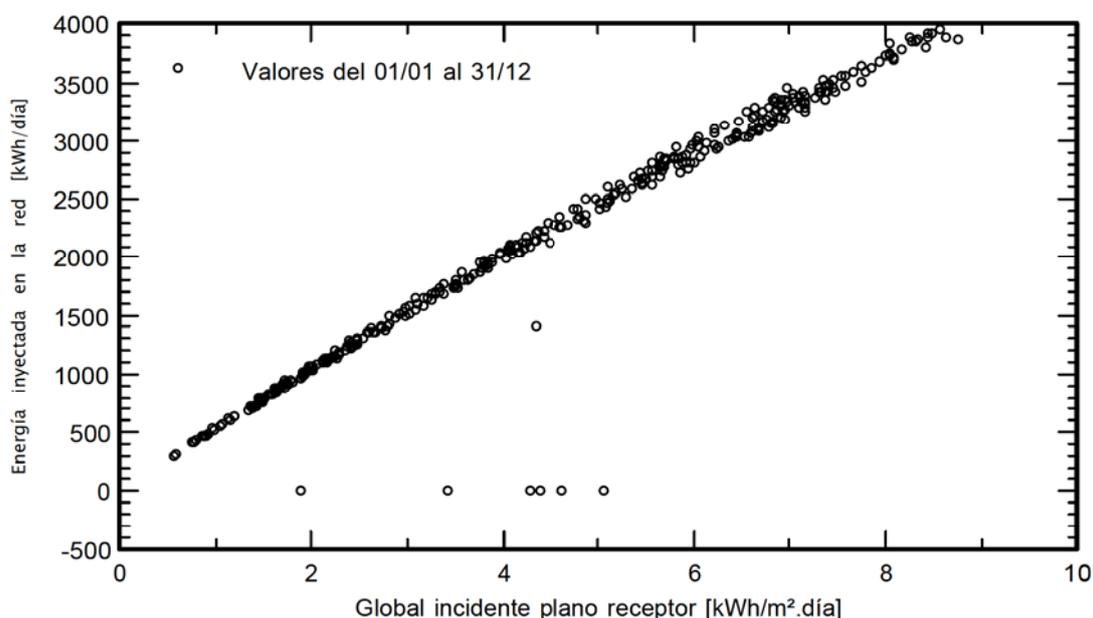
## Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

**Proyecto :** Autoconsumo Belver de Cinca NASA580\_LID\_def

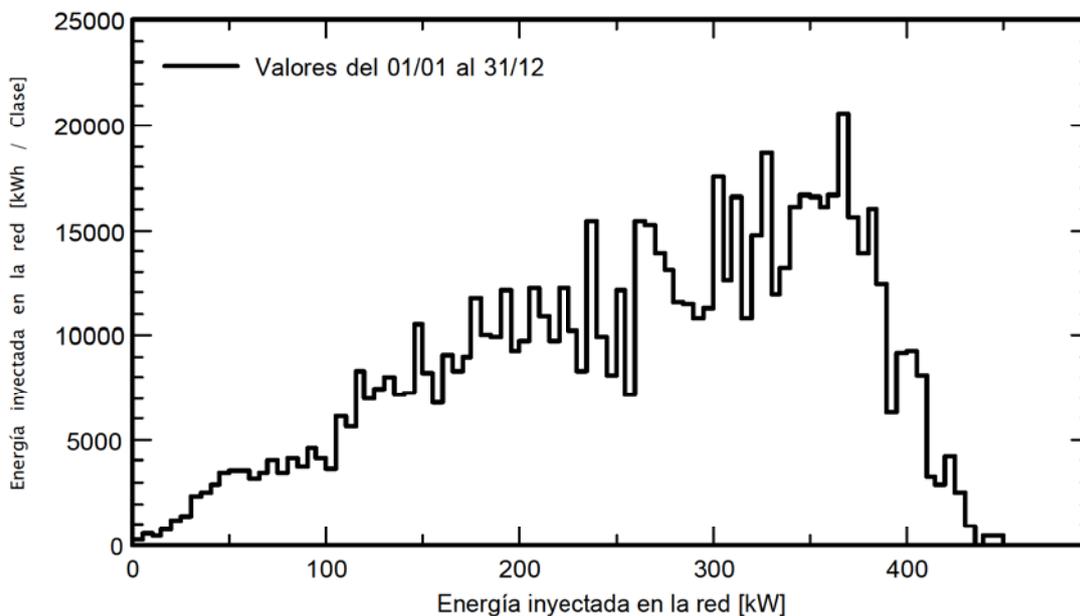
**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Tablas sobre un edificio	
<b>Sombreados cercanos</b>	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	2 orientaciones	Inclinación/Acimut = 4°/44° y 4°/-135°	
Módulos FV	Modelo	JAM72S30-545/MR	Pnom 545 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	1063	Pnom total <b>579 kWp</b>
Inversor	Modelo	SG110CX	Pnom 110 kW ac
Inversor	Modelo	SG50CX	Pnom 50.0 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total <b>490 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

### Diagrama entrada/salida diaria



### Distribución de la potencia de salida del sistema



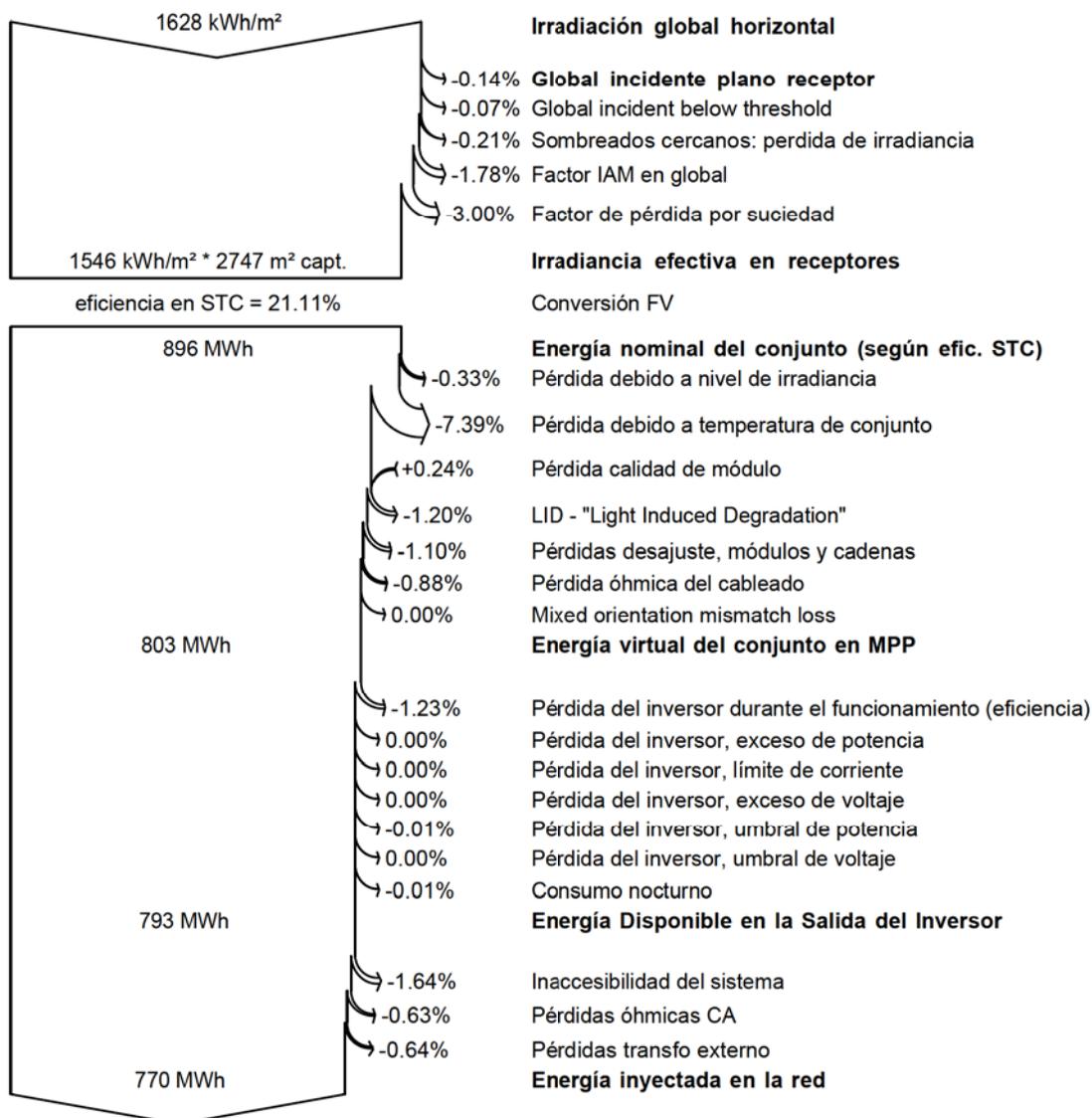
## Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

**Proyecto :** Autoconsumo Belver de Cinca NASA580\_LID\_def

**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Tablas sobre un edificio
Sombreados cercanos	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	2 orientaciones	Inclinación/Acimut = 4°/44° y 4°/-135°
Módulos FV	Modelo	JAM72S30-545/MR Pnom 545 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	1063 Pnom total <b>579 kWp</b>
Inversor	Modelo	SG110CX Pnom 110 kW ac
Inversor	Modelo	SG50CX Pnom 50.0 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0 Pnom total <b>490 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	

### Diagrama de pérdida durante todo el año



## 9. FICHAS TÉCNICAS DE MATERIALES

- 1- Módulo solar. Ficha técnica
- 2- Inversores. Fichas técnicas
- 3- Equipos de monitorización. Fichas técnicas.
- 4- Equipos de medición . Fichas técnicas

# DEEP BLUE 3.0

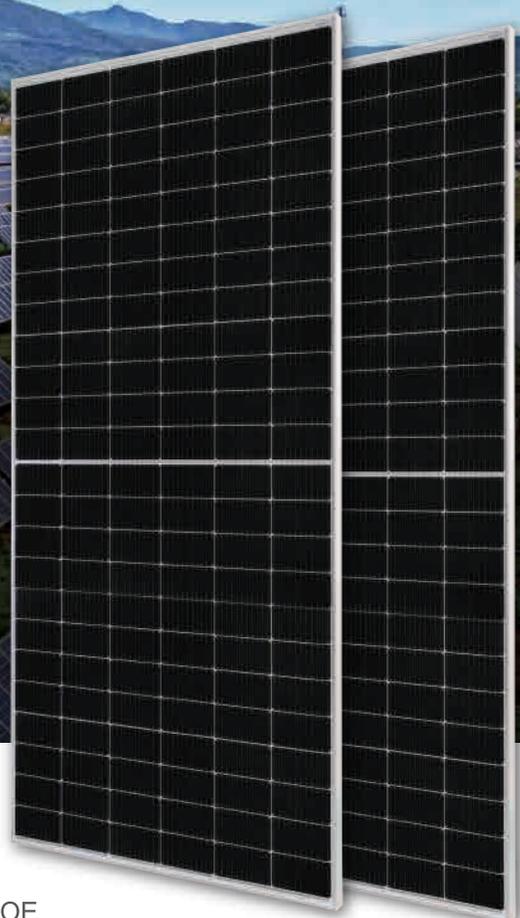
**Mono**

550W MBB Half-cell Module

JAM72S30 525-550/MR Series

### Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

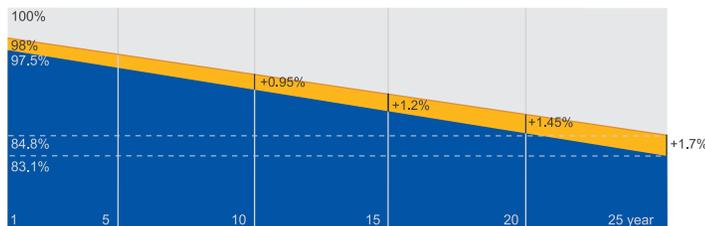


Better mechanical loading tolerance

### Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



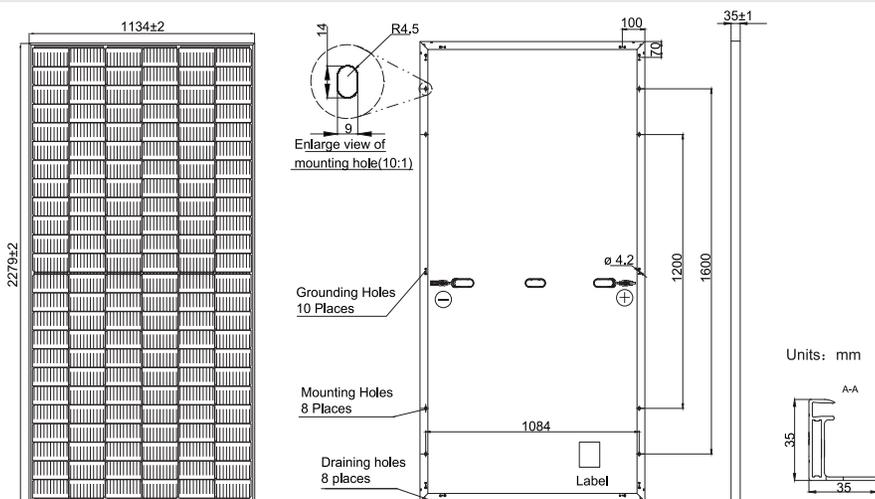
■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

### Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



**MECHANICAL DIAGRAMS**



Remark: customized frame color and cable length available upon request

**SPECIFICATIONS**

Cell	Mono
Weight	28.6kg±3%
Dimensions	2279±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 620pcs/40ft Container

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

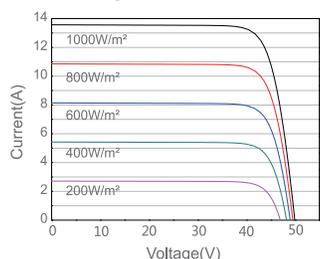
TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	397	401	405	408	412	416
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.97	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17
Max Power Current(Imp) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G					

**OPERATING CONDITIONS**

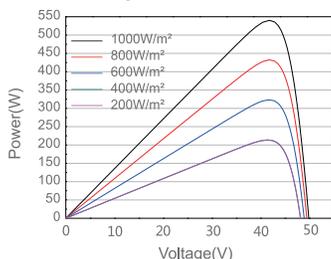
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load,Front*	5400Pa(112lb/ft <sup>2</sup> )
Maximum Static Load,Back*	2400Pa(50lb/ft <sup>2</sup> )
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

**CHARACTERISTICS**

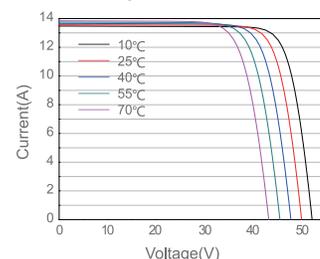
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



# SG33CX/SG40CX/SG50CX

Multi-MPPT String Inverter for 1000 Vdc System



### HIGH YIELD

- Up to 5 MPPTs with max. efficiency 98.7%
- Compatible with bifacial module
- Built-in PID recovery function optional



### SMART O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Online IV curve scan and diagnosis
- Fuse free design with smart string current monitoring



### LOW COST

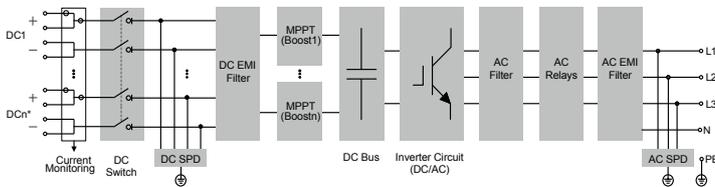
- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Cable free communication with optional Wi-Fi



### PROVEN SAFETY

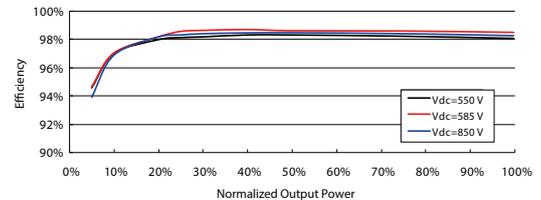
- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

## CIRCUIT DIAGRAM



\*: n=3(SG33CX)/4(SG40CX)/5(SG50CX)

## EFFICIENCY CURVE



Type designation	SG33CX	SG40CX	SG50CX
<b>Input (DC)</b>			
Max. PV input voltage		1100 V	
Min. PV input voltage / Start-up input voltage		200 V / 250 V	
Nominal PV input voltage		585 V	
MPP voltage range		200 – 1000 V	
MPP voltage range for nominal power		550 – 850V	
No. of independent MPP inputs	3	4	5
Max. number of PV strings per MPPT		2	
Max. PV input current	78 A	104 A	130 A
Max. current for input connector		30 A	
Max. DC short-circuit current	120 A	160 A	200 A
<b>Output (AC)</b>			
AC output power	36.3 kVA @ 40 °C / 33 kVA @ 45 °C	44 kVA @ 40 °C / 40 kVA @ 45 °C	55 kVA @ 40 °C / 50 kVA @ 45 °C
Max. AC output current	55.2 A	66.9 A	83.6A
Nominal AC voltage		3 / N / PE, 230 / 400 V	
AC voltage range		312 – 528 V	
Nominal grid frequency / Grid frequency range		50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
THD		< 3 % (at nominal power)	
DC current injection		< 0.5 % In	
Power factor at nominal power / Adjustable power factor		> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging	
Feed-in phases / connection phases		3 / 3	
<b>Efficiency</b>			
Max. efficiency / European efficiency	98.6 % / 98.3 %	98.6% / 98.3%	98.7% / 98.4%
<b>Protection</b>			
DC reverse connection protection		Yes	
AC short circuit protection		Yes	
Leakage current protection		Yes	
Grid monitoring		Yes	
DC switch / AC switch		Yes / No	
PV String current monitoring		Yes	
Q at night		Yes	
PID recovery function		optional	
Overvoltage protection		DC Type II / AC Type II	
<b>General Data</b>			
Dimensions (W*H*D)	702*595*310mm	782*645*310mm	782*645*310mm
Weight	50 kg	58 kg	62 kg
Isolation method		Transformerless	
Degree of protection		IP66	
Night power consumption		≤2 W	
Operating ambient temperature range		-30 to 60 °C (> 45 °C derating)	
Allowable relative humidity range (non-condensing)		0 – 100 %	
Cooling method		Smart forced air cooling	
Max. operating altitude		4000 m (> 3000 m derating)	
Display		LED, Bluetooth+APP	
Communication		RS485 / Optional: Wi-Fi, Ethernet	
DC connection type		MC4 (Max. 6 mm <sup>2</sup> )	
AC connection type		OT or DT terminal (Max.70 mm <sup>2</sup> )	
Compliance		IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4105:2018, VDE-AR-N 4110:2018, IEC 61000-6-3, EN 50438, AS/NZS 4777.2:2015, CEI 0-21, VDE 0126-1-1/A1 VFR 2014, UTE C15-712-1:2013, DEWA	
Grid Support		Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control	



# SG110CX **New**

## Multi-MPPT String Inverter for 1000 Vdc System



### HIGH YIELD

- 9 MPPTs with max. efficiency 98.7%
- Compatible with bifacial module
- Built-in PID recovery function

### SMART O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Smart IV curve scanning\*
- Fuse free design with smart string current monitoring

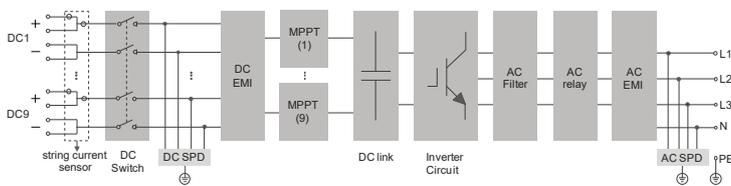
### SAVED INVESTMENT

- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Q at night function

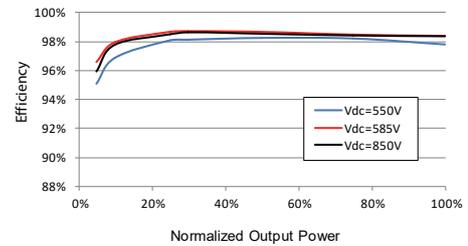
### PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

### CIRCUIT DIAGRAM



### EFFICIENCY CURVE



Type designation	SG110CX
<b>Input (DC)</b>	
Max. PV input voltage	1100 V **
Min. PV input voltage / Startup input voltage	200 V / 250 V
Nominal PV input voltage	585 V
MPP voltage range	200 – 1000 V
No. of independent MPP inputs	9
No. of PV strings per MPPT	2
Max. PV input current	26 A * 9
Max. DC short-circuit current	40 A * 9
<b>Output (AC)</b>	
AC output power	110 kVA @ 45 °C / 100 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	158.8 A
Nominal AC voltage	3 / N / PE, 400 V
AC voltage range	320 – 460V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
<b>Efficiency</b>	
Max. efficiency	98.7 %
European efficiency	98.5 %
<b>Protection and Function</b>	
DC reverse polarity protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV string monitoring	Yes
Q at night function	Yes
PID recovery function	Yes
Arc fault circuit interrupter (AFCI)	Optional
Surge protection	DC Type II / AC Type II
<b>General Data</b>	
Dimensions (W*H*D)	1051*660*362.5 mm
Weight	89 kg
Topology	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C (> 50 °C derating)
Allowable relative humidity range	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / Optional: WLAN, Ethernet
DC connection type	MC4 (Max. 6 mm <sup>2</sup> )
AC connection type	OT / DT terminal (Max. 240 mm <sup>2</sup> )
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-3, EN 50549, AS/NZS 4777.2:2015, CEI 0-21, VDE 0126-1-1/A1 VFR 2014, UTE C15-712-1:2013, DEWA
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

\* Only compatible with Sungrow logger, EyeM4 and iSolarCloud

\*\* Max. operating DC voltage is 1000V, max. withstanding DC voltage is 1100V



# BLUE'LOG XM / XC



## DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

Los data loggers de la serie blue'Log X registran todos los datos de su planta fotovoltaica y son la interfaz de la integración en red. Para el portal de monitorización VCOM (Centro de Control Virtual), la serie blue'Log X es el componente central sobre el terreno para la monitorización de la planta.

La serie blue'log X puede adquirirse con el volumen de funciones X-Monitoring (blue'Log XM) o X-Control (blue'Log XC).

## FUNCIONES DEL SOFTWARE

	X-MONITORING	X-CONTROL
Monitorización	Hasta 100 dispositivos*	Hasta 30 dispositivos*
Power Control (regulación de la potencia activa/reactiva)	No (función de esclavo**)	Sí

\*Cantidad de dispositivos

Por dispositivos se entiende todo excepto el estado a través de entradas multi/digitales

\*\*Función de esclavo

*En plantas con Power Control y más de un data logger se utiliza la funcionalidad maestro/esclavo de meteocontrol. blue'Log XM puede configurarse como esclavo y transmite así los valores de regulación de Power Control a los inversores conectados.*

## LICENCIAS

POTENCIA INSTALADA	X-MONITORING	X-CONTROL
≤ 200 kW	532 010 blue'Log XM-200	532 020 blue'Log XC-200
≤ 1000 kW	532 011 blue'Log XM-1000	532 021 blue'Log XC-1000
≤ 3000 kW	532 012 blue'Log XM-3000	532 022 blue'Log XC-3000
≤ 5000 kW	532 013 blue'Log XM-5000	532 023 blue'Log XC-5000
≤ 10 000 kW	532 014 blue'Log XM-10000	532 024 blue'Log XC-10000
≤ 20 000 kW	532 015 blue'Log XM-20000	532 025 blue'Log XC-20000
≤ 50.000 kW		532 026 blue'Log XC-50000
≤ 100.000 kW		532 027 blue'Log XC-100000

557 006 Licencia FTP-Push

557 007 Licencia TI – infraestructura (LDAP, SCEP, SSL)

557 005 Licencia OpenVPN

\*Potencia >20 MW

Estaremos encantados de elaborarles una oferta específica para un proyecto

## DATOS TÉCNICOS

Alimentación de tensión	24 V CC
Consumo	normal 5 W máx. 80 W, incl. módulos MX
Protección ESD	comprobado según DIN EN 61000-4-2 (descarga por contacto, 4 kV; descarga por cercanía, 8 kV)
Temperatura de funcionamiento	-20 °C hasta 60 °C
Temperatura de almacenamiento y de transporte	-20 °C hasta 75 °C
Tipo de protección	IP 20
Altitud	máx. 2000 m
Humedad rel. del aire	máx. 80 %
Grado de suciedad	máx. 2
Montaje	Montaje en carril (35 mm) y en pared
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	110 x 146 x 63 mm (incl. piezas laterales)
Peso	385 g
Memoria	16 GB (mín. 100 días de almacenamiento de datos)

## VISUALIZACIÓN/MANEJO

Pantalla	1 (291 x 118 píxeles)
Indicadores LED	3
Pulsador de manejo/cruceta	2/1
Botón de reset	1
Conmutador DIP (terminación de bus)	3 (2 RS485/1 CAN)

## INTERFACES

Comunicación	2 RS485 (interfaces, terminación posible por separado) 1 Ethernet (10/100 MBit) 1 CAN
--------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

Entradas digitales <i>Digital Input</i>	4 entradas digitales (modo configurable en el software por cada puerto) Para cada entrada se ofrecen las siguientes posibilidades:
--------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Modelo	Modo de conexión de entrada	Rango	Precisión:	Resolución
Digital	Contacto con potencial	máx. 24 V/ máx. 20 mA		
Contador	S0	Conforme con S0/ máx. 16 Hz		

Entradas multi <i>Multi Input</i>	4 entradas multi (modo configurable en el software por cada puerto) Para cada entrada multi se ofrecen las siguientes posibilidades:
--------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Modelo	Modo de conexión de entrada	Rango	Precisión:	Resolución
Digital	Contacto con potencial	máx. 24 V/ máx. 20 mA		
Contador	S0	Conforme con S0/ máx. 16 Hz		
Analógico	Entrada de tensión	0-10 V CC	2 mV CC	40 µV CC
Analógico	Entrada de corriente	0-20 mA	80 µA	2 µA
Analógico	Resistencia (PT1000)	600-1800 Ω	2 Ω	0,5 Ω

Salidas digitales  
*Digital Output*

4 salidas digitales (modo configurable en el software por cada puerto)  
Para cada salida digital se ofrecen las siguientes posibilidades:

Modelo	Modo de conexión de entrada	Rango
Digital	Open Collector – Active low	máx. 24 V CC/máx. 50 mA
Digital	Open Collector – Active high	24 V CC/máx. 50 mA

Interfaz de servicio

Toma frontal USB (tipo A)

**MÓDULOS DE AMPLIACIÓN MX**

El sistema puede ampliarse con más interfaces conectando módulos MX. Pueden conectarse los siguientes módulos:

Módulos MX RS485/422  
Módulos MX Multi I/O

Máximo 3  
Máximo 5

**DRIVER**

Dispositivos compatibles  
(Inversores, sensores, contadores, sistema de medición de strings, pilas)

El sistema se suministra con todos los drivers para dispositivos disponibles en el momento de su producción. Estos pueden asignarse de forma variable en el blue'Log de la interfaz correspondiente. La cantidad de dispositivos compatible se amplía constantemente. Encontrará más información al respecto en la lista de dispositivos compatibles de blue'Log

Más información: [www.meteocontrol.com](http://www.meteocontrol.com)

# UMG 604-PRO

## Power analyser

Harmonics



Memory 128 MByte



Events



Modbus master,  
Ethernet gateway



Homepage



Graphic  
programming

### Communication

- Profibus (DP/ V0)
- Modbus (RTU, UDP, TCP, Gateway)
- TCP/IP
- BACnet (optional)
- HTTP (configurable homepage)
- FTP (file transfer)
- SNMP
- TFTP
- NTP (time synchronisation)
- SMTP (email function)
- DHCP

### Interfaces

- Ethernet
- RS232
- RS485

### Accuracy of measurement

- Energy: Class 0.5S (... / 5 A)
- Current: 0.2 %
- Voltage: 0.2 %

### Peak demand management (optional)

- Up to 64 switch-off stages

### Power quality

- Harmonics up to 40th harmonic
- Short-term interruptions (> 20 ms)
- Transient recorder (> 50 µs)
- Starting currents (> 20 ms)
- Unbalance
- Full wave effective value recording (up to 4.5 min.)

### Networks

- IT, TN, TT networks
- 3 and 4-phase networks
- Up to 4 single-phase networks

### Measured data memory

- 128 MByte Flash

### Programming language

- Jasic®

### 2 digital inputs

- Pulse input
- Logic input
- State monitoring
- HT / LT switching

### 2 digital outputs

- Pulse output kWh / kvarh
- Switch output
- Threshold value output
- Logic output

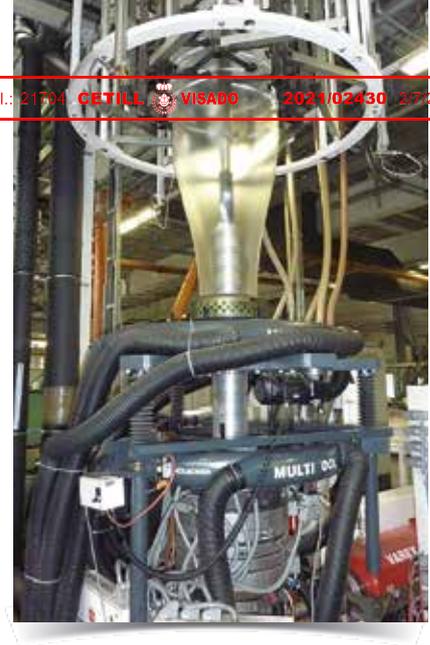
(expandable via external I/O modules, see FBM modules in chapter 05)

### Temperature measurement

- PT100, PT1000, KTY83, KTY84

### Network visualisation software

- Free GridVis®-Basic



## Areas of application



- Master device for energy management systems, (e.g. ISO 50001)
- Measurement, monitoring and checking of electrical characteristics in energy distribution systems
- Consumption data acquisition
- Monitoring of the power quality (harmonics, short-term interruptions, transients, starting currents, etc.)
- Measured value transducer for building management systems or PLC
- Control tasks e.g. depending on measured value or limit values being reached
- Peak demand management
- Ethernet gateway for subordinate measurement points
- Remote monitoring

## Main features



### Power quality

- Harmonics analysis up to 40th harmonic
- Unbalance
- Distortion factor THD-U /THD-I
- Measurement of positive, negative and zero sequence component
- Short-term interruptions (> 20 ms)
- Logging and storage of transients (> 50  $\mu$ s)
- Start-up processes
- Fault recorder function
- Rotary field indication

### DIN mounting rail (6TE):

#### Simple and cost-optimised installation

- Mounting on a 35 mm DIN rail
- Clear cost advantages in the switch cabinet construction through lower installation and connection effort
- Simple integration into the LVDB, in machinery construction, in installation subdistribution panel for building management systems, in IT and in data centres



### Modern communications architecture via Ethernet

- Rapid, cost-optimised and reliable communication through integration into an existing Ethernet architecture
- Integration in PLC systems and building management systems
- High flexibility due to the use of open standards
- Simultaneous polling of interfaces possible



Fig.: DIN rail mounting (6TE)

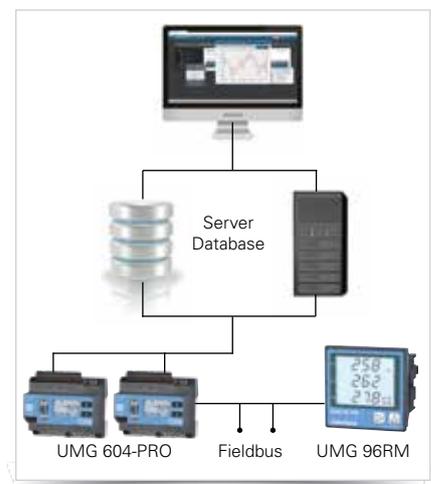


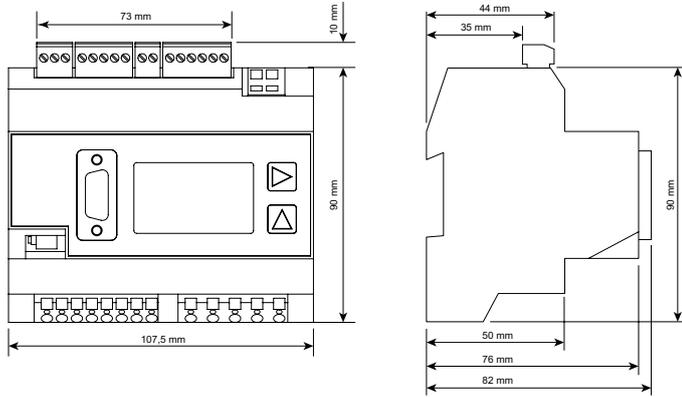
Fig.: Modern communication architecture





## Dimension diagrams

All dimensions in mm

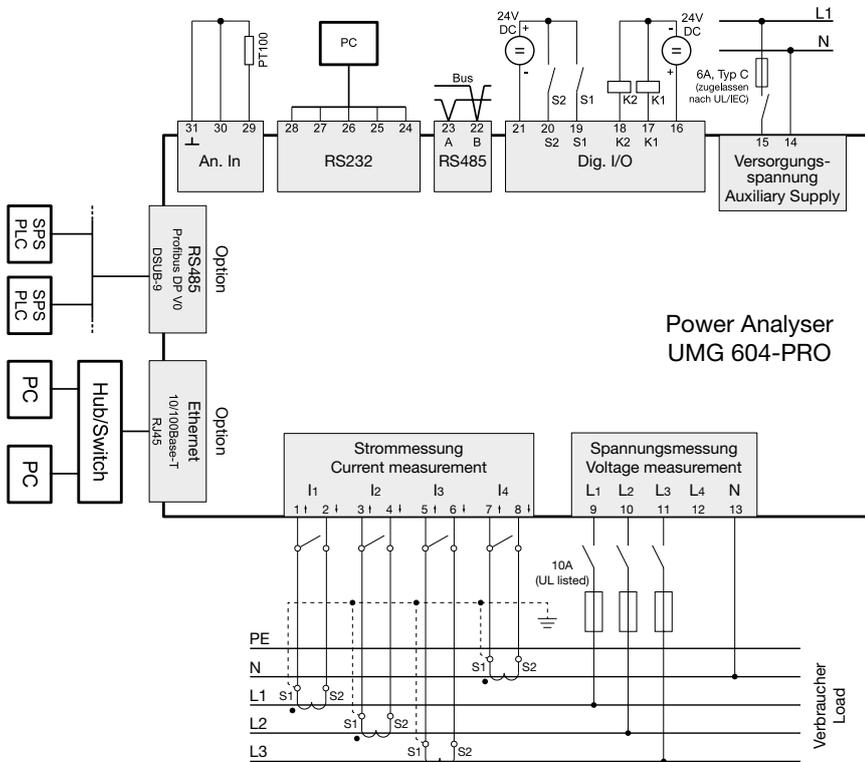


Front view

Side view



## Typical connection





## Device overview and technical data

Item number	UMG 604E-PRO			UMG 604EP-PRO	
	52.16.202	52.16.012	52.16.222	52.16.201	52.16.221
Item number (UL)	52.16.202	-	52.16.222	52.16.201	52.16.221
AC supply voltage	95 to 240 V AC	50 to 110 V AC	20 to 50 V AC	95 to 240 V AC	20 to 50 V AC
Supply voltage DC	135 to 340 V DC	50 to 155 V DC	20 to 70 V DC	135 to 340 V DC	20 to 70 V DC
<b>Communication</b>					
<b>Interfaces</b>					
RS485: 9.6 – 921.6 kbps (screw-type terminal)	•	•	•	•	•
RS232: 9.6 – 115.2 kbps (screw-type terminal)	•	•	•	•	•
Profibus DP: Up to 12 Mbps (DSUB-9 plug)	-	-	-	•	•
Ethernet 10/100 Base-TX (RJ-45 socket)	•	•	•	•	•
<b>Protocols</b>					
Modbus RTU, Modbus TCP, Modbus RTU over Ethernet	•	•	•	•	•
Modbus gateway for master-slave configuration	•	•	•	•	•
Profibus DP V0	-	-	-	•	•
HTTP (homepage configurable)	•	•	•	•	•
SMTP (email)	•	•	•	•	•
NTP (time synchronisation)	•	•	•	•	•
TFTP (automatic configuration)	•	•	•	•	•
FTP (file transfer)	•	•	•	•	•
SNMP	•	•	•	•	•
DHCP	•	•	•	•	•
TCP/IP	•	•	•	•	•
BACnet (optional)	•	•	•	•	•
ICMP (Ping)	•	•	•	•	•
<b>Device options</b>					
Emax function (peak load optimisation)	52.16.080	52.16.080	52.16.080	52.16.080	52.16.080
BACnet communication	52.16.081	52.16.081	52.16.081	52.16.081	52.16.081

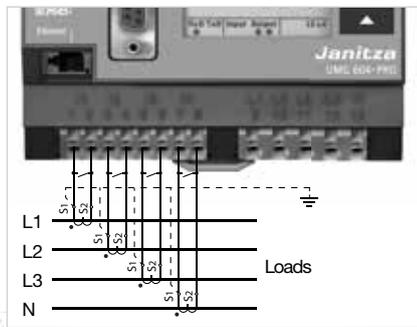


Fig.: Current measurement via current transformers

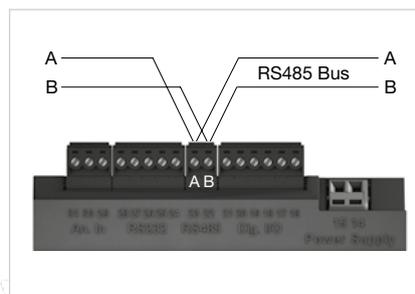


Fig.: RS485 interface, 2 pin plug contact

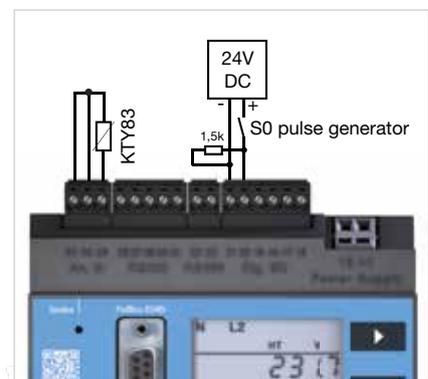


Fig.: Example temperature input (KTY83) and S0 pulse transducer

<b>General</b>	
Net weight	350 g
Device dimensions	approx. l = 107.5 mm, w = 90 mm, h = 82 mm (per DIN 43871:1992)
Housing flammability rating	UL 94V-0
Installation position	any
Fastening/assembly	35 mm DIN rail (as per IEC/EN60999-1, DIN EN 50022)
Battery	Type Lithium CR2032, 3 V (approval i.a.w. UL 1642)
Service life of the backlight (optional)	40000 h (50% of the initial brightness)

<b>Environmental conditions</b>	
The device is intended for weatherproof, fixed installation and meets the operational conditions in accordance with DIN IEC 60721-3-3.	
Working temperature range	-10° C to +55° C
Relative humidity	5 to 95%, (at +25° C) without condensation
Pollution degree	2
Operating altitude	0 to 2000 m above sea level
Installation position	any
Ventilation	forced ventilation is not required.

<b>Transport and storage</b>	
The following information applies to devices which are transported or stored in the original packaging.	
Free fall	1 m
Temperature	-20° C to +70° C

<b>Supply voltage</b>	
The supply voltage must be connected through a UL/IEC approved fuse (6A Char. B) to the device.	
230 V option: Nominal range Operating range Power consumption Overvoltage category	95 V to 240 V (50/60 Hz) / DC 135 V to 340 V ±10% of nominal range max. 3.2 W / 9 VA 300 V CAT II
90 V option (without UL approval): Nominal range Operating range Power consumption Overvoltage category	50 V to 110 V (50/60 Hz) / DC 50 V to 155 V ±10% of nominal range max. 3.2 W / 9 VA 300 V CAT II
24V option: Nominal range Operating range Power consumption Overvoltage category	20 V to 50 V (50/60 Hz) / DC 20 V to 70 V ±10% of nominal range max. 5 W / 8 VA 150 V CAT II

<b>Terminal connection capacity (supply voltage)</b>	
Connectable conductors. Only one conductor can be connected per terminal!	
Single core, multi-core, fine-stranded	0.08 - 2.5 mm <sup>2</sup> , AWG 28 - 12
Terminal pins, core end sheath	1.5 mm <sup>2</sup> , AWG 16

<b>Protection class</b>	
Protection class II in accordance with IEC 60536 (VDE 0106, part 1), i.e. a ground wire connection is not required!	
Protection against ingress of solid foreign bodies and water	IP20 in accordance with EN60529 September 2014, IEC60529:2013

<b>Digital inputs</b>	
Maximum counter frequency (Pulse input S0)	20 Hz
Switching input	
Input signal present	18 V to 28 V DC (typical 4 mA)
Input signal not present	0 to 5 V DC, current less than 0.5 mA
Response time (Jasic program)	200 ms
Cable length	up to 30 m unshielded, from 30 m shielded

<b>Digital outputs</b>	
2 digital outputs; semiconductor relays, not short-circuit proof	
Switching voltage	max. 60 V DC, 30 V AC
Switching current	max. 50 mAeff AC/DC
Response time (Jasic program)	200 ms
Output of voltage dips	20 ms
Output of voltage exceedance events	20 ms
Switching frequency	max. 20 Hz
Cable length	up to 30 m unshielded, from 30 m shielded

<b>Terminal connection capacity</b>	
Connectable conductors.	
Single core, multi-core, fine-stranded	0.08 - 1.5 mm <sup>2</sup>
Terminal pins, core end sheath	1 mm <sup>2</sup> Only one conductor must be connected per terminal!

<b>Temperature measurement input</b>	
3-wire measurement	
Update time	Approx. 200 ms
Connectable sensors	PT100, PT1000, KTY83, KTY84
Total burden (sensor + cable)	max. 4 kOhm
Cable length	up to 30 m unshielded, from 30 m shielded

Sensor type	Temperature range	Resistor range	Measurement uncertainty
KTY83	-55 °C to +175 °C	500 Ohm to 2.6 kOhm	± 1.5% rng <sup>1)</sup>
KTY84	-40 °C to +300 °C	350 Ohm to 2.6 kOhm	± 1.5% rng <sup>1)</sup>
PT100	-99 °C to +500 °C	60 Ohm to 180 Ohm	± 1.5% rng <sup>1)</sup>
PT1000	-99 °C to +500 °C	600 Ohm to 1.8 kOhm	± 1.5% rng <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> rng = metering range

<b>Terminal connection capacity (temperature measurement input)</b>	
Single core, multi-core, fine-stranded	0.08 - 1.5 mm <sup>2</sup>
Terminal pins, core end sheath	1 mm <sup>2</sup> Only one conductor must be connected per terminal!

<b>Voltage measurement inputs</b>	
Three-phase 4-conductor systems (L-N/L-L)	max. 277 V / 480 V
Three-phase 3-conductor systems (L-L)	max. 480 V
Resolution	0.01 V
Metering range L-N	0 <sup>1)</sup> to 600 V <sub>rms</sub>
Metering range L-L	0 <sup>1)</sup> to 1000 V <sub>rms</sub>
Crest factor	2 (related to 480 V <sub>rms</sub> )
Overvoltage category	300 V CAT III
Measurement voltage surge	4 kV
Protection of voltage measurement	1 - 10 A
Impedance	4 MOhm / phase
Power consumption	approx. 0.1 VA
Sampling rate	20 kHz / phase
Transients	> 50 μs
Frequency of the fundamental oscillation	45 Hz to 65 Hz
- Resolution	0.001 Hz

<sup>1)</sup>The UMG device can only determine measured values, if an L-N voltage of greater than 10 V<sub>eff</sub> or an L-L voltage of greater than 18 V<sub>eff</sub> is applied to at least one voltage measurement input.

<b>Current measurement inputs</b>	
Rated current	5 A
Rated current	6 A
Protection when measuring directly (without a current transformer)	6 A, char. B (approved i.a.w. UL/IEC)
Resolution on the display	10 mA
Metering range	0.005 to 7 A <sub>rms</sub>
Crest factor	2 (related to 6 A <sub>rms</sub> )
Overvoltage category	300 V CAT III
Measurement voltage surge	4 kV
Power consumption	approx. 0.2 VA (Ri = 5 MOhm)
Overload for 1 sec.	100 A (sinusoidal)
Sampling rate	20 kHz
Phase angle accuracy of measurement	0.15°

<b>Terminal connection capacity (current measurement and voltage measurement)</b>	
Connectable conductors. Only one conductor can be connected per terminal!	
Single core, multi-core, fine-stranded	0.08 - 4 mm <sup>2</sup> , AWG 28 - 12
Terminal pins, core end sheath	2.5 mm <sup>2</sup> , AWG 14

<b>RS232 interface</b>	
Connection	5-pin screw-type terminals
Protocol	Modbus RTU/slave
Transmission rate	9.6 kbps, 19.2 kbps, 38.4 kbps, 57.6 kbps, 115.2 kbps

<b>RS485 interface</b>	
Connection	2-pin screw-type terminals
Protocol	Modbus RTU/slave, Modbus RTU/master
Transmission rate	9.6 kbps, 19.2 kbps, 38.4 kbps, 57.6 kbps, 115.2 kbps, 921.6 kbps

<b>Profibus interface (optional)</b>	
Connection	SUB D 9-pole
Protocol	Profibus DP/V0 per EN 50170
Transmission rate	9.6 kBaud to 12 MBaud

<b>Ethernet interface</b>	
Connection	RJ45
Function	Modbus gateway, embedded web server (HTTP)
Protocols	TCP/IP, EMAIL (SMTP), DHCP client (BootP), Modbus/TCP(port 502), ICMP (ping), NTP, TFTP, Modbus RTU over Ethernet (port 8000), FTP SNMP.

<b>Measurement uncertainty</b>		
Measurement uncertainty on the device applies when using the following metering ranges. The measured value must be within the specified limits. The measurement uncertainty is not specified outside of these limits.		
Measured value	Measurement uncertainties	
Voltage	± 0.2%	as per DIN EN 61557-12:2008
Current L	± 0.25%	in accordance with DIN EN 61557-12:2008
Current N	± 1%	as per DIN EN 61557-12:2008
Power	± 0.4%	as per DIN EN 61557-12:2008
Harmonics U, I	Class 1, DIN EN 61000-4-7	
Active energy		
Current transformer ..5 A	Class 0.5S	(DIN EN62053-22:2003, IEC62053:22:2003)
Current transformer ..1 A	Class 1	(DIN EN62053-21:2003, IEC62053:21:2003)
Reactive energy		
Current transformer ..5 A	Class 2	(DIN EN62053-23:2003, IEC62053:23:2003)
Current transformer ..1 A	Class 2	(DIN EN62053-23:2003, IEC62053:23:2003)
Frequency	± 0.01 Hz	
Internal clock	±1 minute/month (18° C to 28° C)	

The specification applies under the following conditions:

- annual re-calibration,
- a warm-up time of 10 minutes,
- an ambient temperature of 18 to 28° C.

If the device is operated outside the range of 18 to 28° C, an additional measuring error of ±0.01% of the measured value per °C deviation must be taken into account.

<b>Firmware</b>	
Firmware update	Update via GridVis® software. Firmware download (free of charge) from the website: <a href="http://www.janitza.com">http://www.janitza.com</a>

Comment: For detailed technical information please refer to the operation manual and the Modbus address list.

