

23-4-2021

“LA BOTA 25,2MWn”

# PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE TERRENO DE 25,2 MWn y 32,76 MWp en GIBRALEÓN

Provincia de Huelva



*Promotor: S.A.T. Nº1596 Nufri*



INGENIERÍA / INSTALADORA: ESCALA SOLAR S.L.

## ÍNDICE

<b>MEMORIA.....</b>	<b>3</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. ANTECEDENTES.....	4
3. OBJETO.....	6
4. ALCANCE.....	6
5. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	7
6. TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN Y AGENTES IMPLICADOS.....	12
7. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	12
7.1. EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS.....	12
8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES .....	16
8.1. DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	16
8.1.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	17
8.1.2. INVERSOR & ESTACIÓN DE POTENCIA.....	18
8.1.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE.....	20
8.1.4. COMBINER BOX (O CAJAS DE CONEXIONADO).....	24
8.2. CABLEADO.....	25
8.2.1. CABLEADO CC.....	25
8.2.2. CABLEADO CA BT & SERVICIOS AUXILIARES.....	26
8.2.3. CABLEADO CA MT.....	27
8.2.4. CONEXIÓN CABLEADO CC.....	28
8.3. CANALIZACIONES.....	29
8.3.1. CANALIZACIONES CC.....	29
8.3.2. CANALIZACIONES AC.....	29
8.3.3. TRAMOS ENTERRADOS.....	30
8.4. PROTECCIONES.....	30
8.4.1. PROTECCIONES CC.....	30
8.4.2. PROTECCIONES AC.....	30
8.4.3. SISTEMA DE TIERRA.....	31
8.4.4. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.....	31
8.5. SISTEMA DE MONITORIZACION.....	32
8.6. OBRA CIVIL.....	32

8.6.1.	LÍNEA INTERIOR MEDIA TENSIÓN.....	32
8.6.2.	SUBESTACIÓN 20kV / 66kV.....	34
8.6.3.	LÍNEA EVACUACIÓN 66KV.....	35
8.6.4.	VALLADO PERIMETRAL.....	36
8.6.5.	CAMINOS DE PASO.....	36
8.6.6.	ZANJAS BT & MT.....	36
8.6.7.	CIMENTACIONES DE LA ESTRUCTURA (HINCADOS).....	38
8.6.8.	CIMENTACIONES DE INVERSORES/ESTACIONES DE POTENCIA.....	38
8.6.9.	EDIFICIO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO.....	39
8.6.10.	SISTEMA DE SEGURIDAD.....	39
9.	ESTUDIO DE PRODUCCIÓN - PVSYSY.....	40
<b>ANEXOS.....</b>		<b>41</b>
1.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	42
2.	PLANOS.....	55
3.	PLANIFICACIÓN.....	56
4.	PRESUPUESTO Y MEDICIONES.....	112
5.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	114
6.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	174
7.	INFORME PVSYSY.....	191
8.	ESTUDIO DESMANTELAMIENTO DE PROYECTO.....	192
9.	FICHAS TÉCNICAS DE MATERIALES.....	193



Proyecto: La Bota 25,2 MWn  
Promotor: SAT N°1596 Nufri  
Situación: Gibraleón, Huelva

---

# MEMORIA

## 1. INTRODUCCIÓN

La instalación solar fotovoltaica conectada a red, objeto del presente proyecto, contará con una potencia de campo fotovoltaico de **32,76MWp** y una potencia nominal de inversores de **25,20MW**, hincada sobre terreno mediante estructuras metálicas fijas.

Las parcelas dónde se proyecta la instalación se encuentran ubicadas en Gibraleón (Huelva).

La instalación solar fotovoltaica está formada por:

- 61.236 módulos fotovoltaicos JA Solar de 535Wp, para una potencia pico total de **32,76MWp**.
- 7 estaciones de potencia (inversores) modelo MV SKID de 20kV Frame 2; 7 unidades conformadas por 7 inversores HEMK 3670, para una potencia total final de 26,60MW. Se limitará a potencia nominal de salida de los inversores a **25,20 MW** mediante una Power Plant Controller.

Cada MV SKID lleva incorporado su Inversor + Transformador + Celdas de Media Tensión, así como todas las protecciones necesarias en CC y CA, transformando la energía procedente de los paneles fotovoltaicos en energía alterna a 20kV / 50Hz.

Las MV SKID se conectarán entre sí a 20kV hasta la Subestación proyectada y ubicada en el interior del parque fotovoltaico, la cual medirá la energía generada y transformará la energía a 66kV para su posterior transporte hasta el punto de conexión en la Subestación de La Bota propiedad de Endesa Distribución Eléctrica S.L.U.

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

## 2. ANTECEDENTES

Una de las actividades que desarrolla S.A.T. N°1596 Nufri, es la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. En el año 2012 puso en marcha 52 instalaciones fotovoltaicas de 20 kW sobre 52 cubiertas de las naves industriales del Parque Empresarial de La Jara, en Moguer, propiedad de la sociedad.

En el año 2017, la sociedad adquirió unos terrenos próximos al Parque Empresarial La Jara y solicitó punto de conexión a Endesa Distribución en la subestación de Galarín, situada en el interior del Parque empresarial. Se concedió autorización de conexión para un parque sobre terreno de 9,965 MW, que actualmente está finalizando su proceso de legalización.

Más tarde, Productos La Jara adquirió nuevos terrenos en la misma zona, por lo que solicitó nuevamente punto de conexión a Endesa Distribución en la subestación de Galarín. Endesa Distribución autorizó la conexión para 9,6 MW más, que corresponderán al proyecto de **Parque Fotovoltaico La Jara Fase II**.



Proyecto: La Bota 25,2 MWn  
Promotor: SAT N°1596 Nufri  
Situación: Gibraleón, Huelva

---

Actualmente se encuentra tramitando un proyecto de parque FV en el municipio de Gibraleón, objeto de este proyecto.

### 3. OBJETO

El objeto del presente proyecto es la descripción, dimensionado, justificación y **legalización ante las administraciones correspondientes Parque Solar Fotovoltaico La Bota, con una potencia total de 25,20MWn y 32,76MWp.**

El parque fotovoltaico La Bota contará con una línea de evacuación de Alta Tensión a 66kV, que partirá desde la Subestación 20/66 kV de 30MVA, ubicada en el interior del mismo parque, hasta la Subestación de La Bota, propiedad de Endesa Distribución Eléctrica S.L.U.

### 4. ALCANCE

El proyecto describe el Parque Fotovoltaico La Bota, ubicado en el municipio de Gibraleón, en Huelva.

El alcance general del proyecto es:

- Describir la instalación solar fotovoltaica diseñada y sus componentes.
- Describir los trabajos y elementos correspondientes a obra civil.
- Cálculos justificativos de las instalaciones antes mencionadas.
- Presupuesto y mediciones.
- Cronograma constructivo.
- Estudio de Seguridad y Salud.
- Pliego de Condiciones Técnicas.

El proyecto se ha redactado para garantizar la seguridad de las personas y objetos, aplicando la normativa vigente en el lugar de ejecución del proyecto.

La Subestación 20/66 kV de 30 MVA, así como el trazado de la línea de evacuación a 66kV se contemplan en proyectos a parte.

## 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 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.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión, del RAT que aquí les presentamos está totalmente corregida y actualizada según R. D. 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.
- 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 cálculo.
- 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).
- Condiciones técnicas de las instalaciones de producción eléctrica conectada a la red de Iberdrola. 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 envolvente 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 72.54.01 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 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.
- Real Decreto 356/2010, de 3 de agosto, para la obtención de la autorización ambiental unificada

## 6. TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN Y AGENTES IMPLICADOS

El titular de la instalación es SAT N°1596 Nufri, propietaria de las parcelas en las cuales se ejecutará la construcción del parque.

DATOS DEL TITULAR	
Razón social:	SAT N°1596 Nufri

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

DATOS DE LA INGENIERÍA	
Razón social:	ESCALA SOLAR, SL

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

### 7.1. EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS

EMPLAZAMIENTO:

La instalación objeto del presente proyecto se ubicará sobre terreno rústico, en parcelas que la Promotora tiene en propiedad, en la Finca de Las Herrumbres, en el término municipal del Gibraleón (Huelva).

A continuación, se detallan los datos exactos del emplazamiento:

DATOS DE EMPLAZAMIENTO	
Dirección:	Polígono 10, parcela 76, CP 21500; GIBRALEÓN (HUELVA)
Referencia catastral:	21035A010000760000QW
Coordenadas UTM X:	677.530
Coordenadas UTM Y:	4.133.520
Huso y Datum:	29 / ETRS89



*Imagen 1. Vista aérea de los terrenos donde se realizará la instalación solar fotovoltaica.*

En el Anexo pueden consultarse el plano de emplazamiento.

#### ACCESOS:

Acceso al emplazamiento desde Gibraleón:

Saliendo de Gibraleón por la carretera N-431, seguimos en ella durante 4,4 Km hasta tomar un camino rural a mano izquierda (dirección finca las Herrumbres). Continuamos por este camino rural hasta llegar a nuestro destino

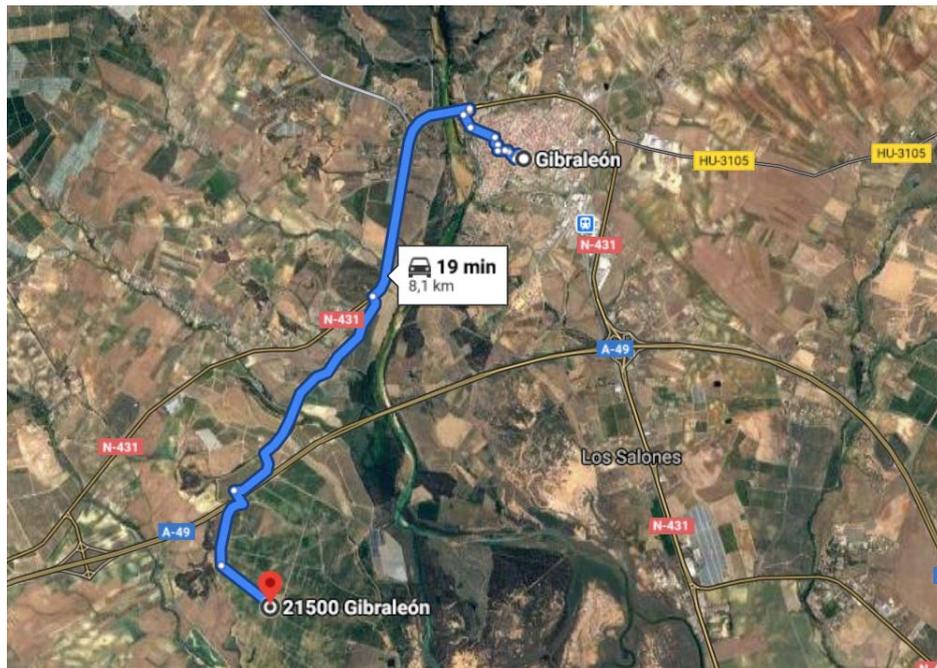
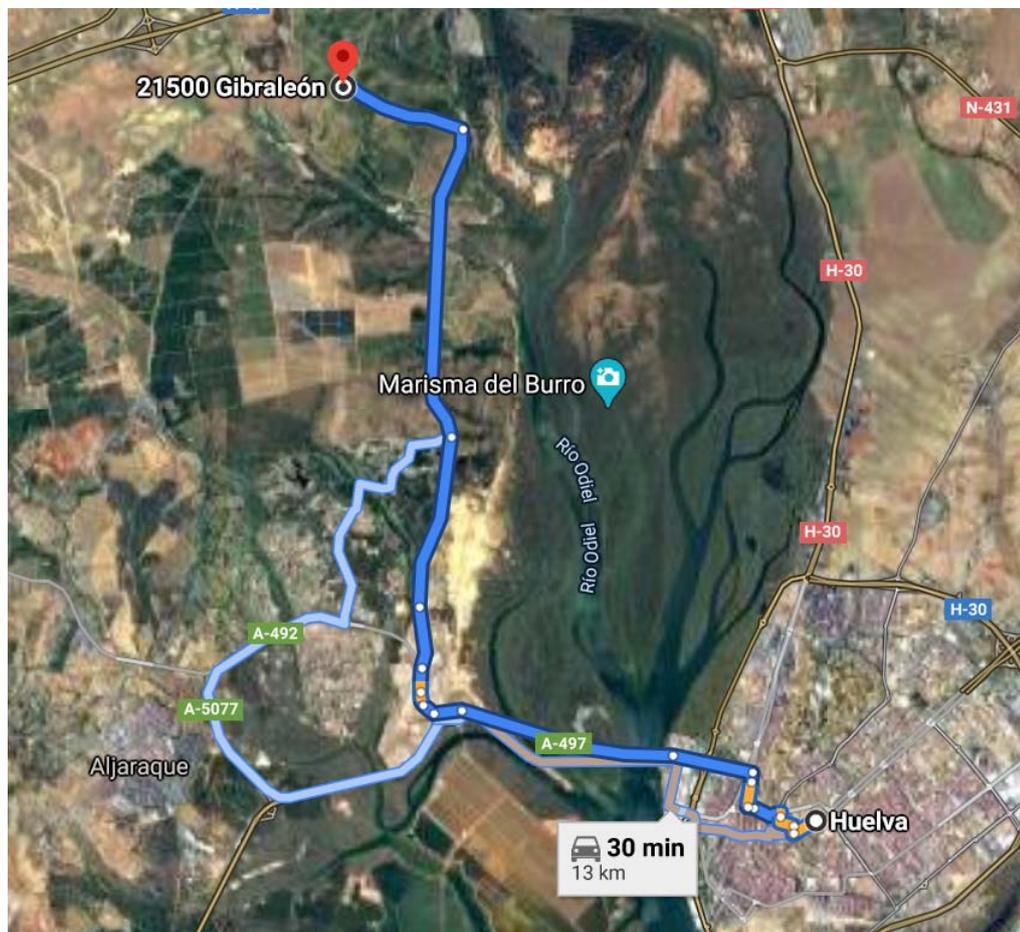


Imagen 2. Itinerario de acceso al emplazamiento desde Gibraleón.

Acceso al emplazamiento desde Huelva:



*Imagen 3. Itinerario de acceso al emplazamiento desde Huelva.*

Saldremos de Huelva en dirección oeste por la autovía A-497 hasta tomar la salida 3 en dirección A-492. Continuaremos 10,3 Km hasta una intersección donde tomaremos un camino rural que nos llevará hasta la Finca las Herrumbres.

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

### 8.1. DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

El Parque Solar Fotovoltaico La Bota, es un **proyecto de 25,20 MWn** y 32,76MWp, ubicado en el municipio de Gibraleón, en la provincia de Huelva. El punto de conexión a la Red de distribución será en la Subestación La Bota, propiedad de Endesa Distribución Eléctrica S.L.U., la cual se ubica en las coordenadas X: 674.988; Y: 4.199.942 Huso 29 (Huelva).

La energía eléctrica de generación renovable se inyectará en la Subestación Eléctrica de la Bota. Una línea de transmisión aérea-subterránea de 66kV de aproximadamente 15 km de longitud, transportará la energía eléctrica desde el parque solar hasta el punto de conexión, en la subestación de la Bota.

El campo generador estará constituido por módulos JAM72S30 MR-535 de 535Wp de potencia pico y de 2,58m<sup>2</sup> de superficie cada uno de ellos. Se agrupan en cadenas de 27 unidades en serie, montadas sobre estructuras fijas a 22° hincadas en el terreno.

Se instalarán 7 Estaciones de Potencia: una MV SKID de 3.800 kW@40°C que ofrecerán una potencia máxima de 25,20MW, así como su transformador y celdas de Media Tensión asociadas. De esta forma la instalación quedará diferenciada en 7 subcampos.

Cada una de las Estaciones de Potencia estará conectada a la línea de media tensión de 20kV que discurrirá por el interior del campo hasta la subestación transformadora. Esta línea de 20KV será llevada hasta una subestación elevadora en la cual se elevará el voltaje hasta 66kV, la cual coincide con la tensión en el punto de conexión.

También se prevé la instalación de un dispositivo/s, Power Plant Controller de Power Electronics o similar, para gestionar la instalación con el fin de cumplir con todas las necesidades y requerimientos para la calidad de red así como, limitar la potencia nominal de los inversores a la **potencia de proyecto de 25,20MWn**.

Esta configuración supone un total de 61.236 módulos fotovoltaicos a instalar con una potencia pico de 32,76MWp, y una potencia nominal de 25,20MWn.

Los módulos se instalarán mediante estructuras de soporte diseñadas y dimensionadas acorde con las cargas a soportar. Estas estructuras, estarán cimentadas al terreno mediante el hincado de sus pilares con 1,5m de profundidad.

Para este proyecto se proponen:

- 2268 estructuras de 27 paneles en 3 filas de 9 paneles en vertical.

Mediante el uso del **software PVSyst**, que contempla la irradiación en la latitud de la implantación, orientación, inclinación, sombras y capacidades del terreno donde se implementan los módulos, se ha determinada una inclinación de los módulos de 22° y una separación entre filas de estructuras de 13,20 m.

Las principales características del generador fotovoltaico son:

<b>GENERADOR FOTOVOLTAICO</b>	
<b>Estación de Potencia FS 3670</b>	
Nº Paneles: (u)	8748
Nº inversores: (u)	1
Superficie Módulos: (m2)	22.608
Potencia pico: kWp	4.680
Potencia nominal: kWn	3.600
Tensión en circuito abierto: Voc (V)	1380
Intensidad de cortocircuito: Isc (A)	3932
Tensión punto máxima potencia:	1134
Intensidad punto máxima potencia: Impp (A)	3703
Orientación (Azimut) $\alpha$ : (°)	0
Inclinación $\beta$ : (°)	25
Separación entre filas estructuras: (m)	13,2
Número estructuras:	324
Paneles por estructura:	27

### 8.1.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos proyectados son del fabricante **JA Solar**, el modelo **JAM72S30-535/MR**. 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>	
Potencia máx. pico: (Wp)	535
Tensión en circuito abierto: Voc (V)	49,45
Intensidad de cortocircuito: Isc (A)	13,79

<b>Tensión punto máxima potencia: Vppm (V)</b>	41,47
<b>Intensidad punto máxima potencia: Ippm (A)</b>	12,90
<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.

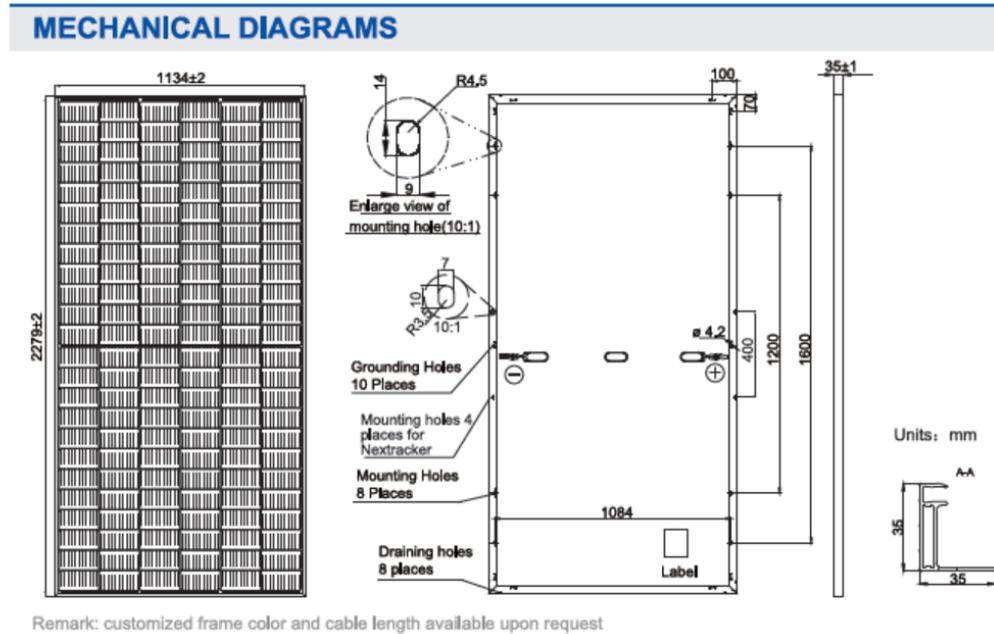


Imagen 4. paneles JA Solar JAM72S30-MR/535

### 8.1.2. INVERSOR & ESTACIÓN DE POTENCIA

Los inversores proyectados en el proyecto son los HEMK del fabricante Power Electronics, modelos FS3670K (3.800 kvas a 40°C). Se contempla instalar 7 unidades.



Imagen5: Inversor HEMK

Estos inversores se colocarán dentro de un conjunto tipo MV SKID.

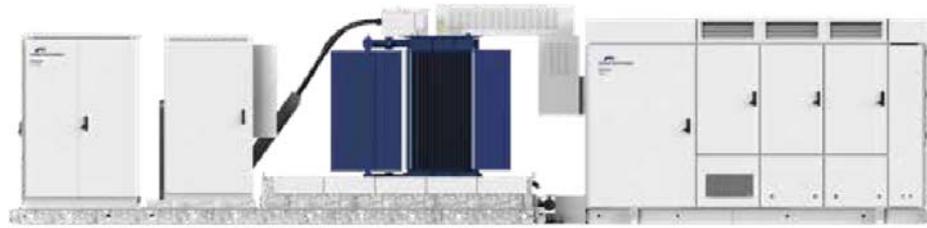


Imagen6: Sistema MVSKID

HEMK es un inversor solar modular que ofrece las ventajas tanto de los inversores centrales como los de string. Alcanzando una potencia de salida máxima de 3,8MW, está disponible en seis tensiones CA, ofreciendo la flexibilidad de elegir la mejor solución para cada planta fotovoltaica.

Su etapa de potencia se basa en el más que probado inversor HEC V1500, incluyendo un nuevo y optimizado diseño mecánico que permite reemplazar módulos fácilmente en campo sin la necesidad de personal especializado.

El nuevo y patentado sistema de refrigeración “Cyclone drive” permite instalar el inversor HEMK en los ambientes más agresivos y a la vez mantener la más alta eficiencia con la estación más compacta.

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

<b>INVERSOR HEMK FS3670K</b>	
<b>VALORES DE ENTRADA (CC)</b>	
Tensión nominal CC (V)	1500
Rango de tensión MPP (V)	976 - 1310
Tensión máxima CC (V)	1500
Corriente máxima CC (A)	3970
Corriente de cortocircuito CC (A)	6000
MPPT	1
<b>VALORES DE ENTRADA (CA)</b>	
Potencia nominal CA (kW)	3800
Frecuencia nominal CA(Hz)	50/60
Rango de tensión (V)	660 +/- 10%
Corriente máxima CA (A)	3175
THD (%)	< 3% (potencia nominal)
Rendimiento (%)	98,60 %

SKID MV SKID FRAME 2 (VALORES MT)	
Rango de potencias CA (kVA)	2.220/3.800
Rango de Media Tensión (kV)	11/20/22/23/30/33/34,5
Rango de Baja Tensión (V)	565/690
Tipología de Tanque	Aceite sellado
Rango protección Transformador	IP54

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

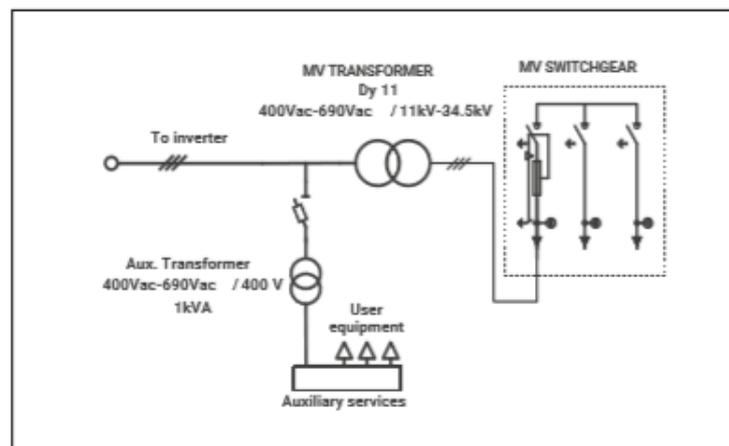


Imagen 7. Esquema unifilar

### 8.1.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE

La **estructura de soporte** del generador fotovoltaico ha sido diseñada y dimensionada para soportar las cargas y esfuerzos derivados del peso de los propios módulos y de las condiciones meteorológicas (viento, cambios de temperatura, lluvia, granizo, etc.).



*Imagen 8. Sistema BiPoste*

#### **Descripción de la estructura:**

La estructura de soporte de los paneles será biposte y la disposición de los módulos será en vertical con una inclinación de  $22^\circ$ , construida con perfiles de alta resistencia S275JR y S355JR y/o acero galvanizado en caliente G-90. Todo ello conformando una protección frente a la corrosión de 20 años.

El sistema de fijación a dicha estructura de los paneles se realizará mediante prensos intermedios y laterales de Aluminio directo de panel a Correa.

La tornillería y el tratamiento utilizados son de Grado 8.8 / ZnNi. Fabricados generalmente en acero galvanizado de alta calidad o inoxidable con un estándar mínimo de calidad A2.

#### **Detalle elementos estructurales:**

**Pilares:** Perfiles con la geometría y dimensiones en función de las condiciones mecánicas debido a la inclinación de los paneles, la distribución de los paneles y la ubicación geográfica. Estos pilares transmiten las cargas de los perfiles horizontales al suelo.

**Vigas y correas:** Las vigas del entramado también se fabrican en acero laminado horizontalmente en frío y galvanizado en caliente. Estos perfiles tienen una geometría y dimensiones en función de las condiciones mecánicas. Estos perfiles transmiten las cargas de los paneles fotovoltaicos a los pilares.



*Imagen 9. Estructura BiPoste*

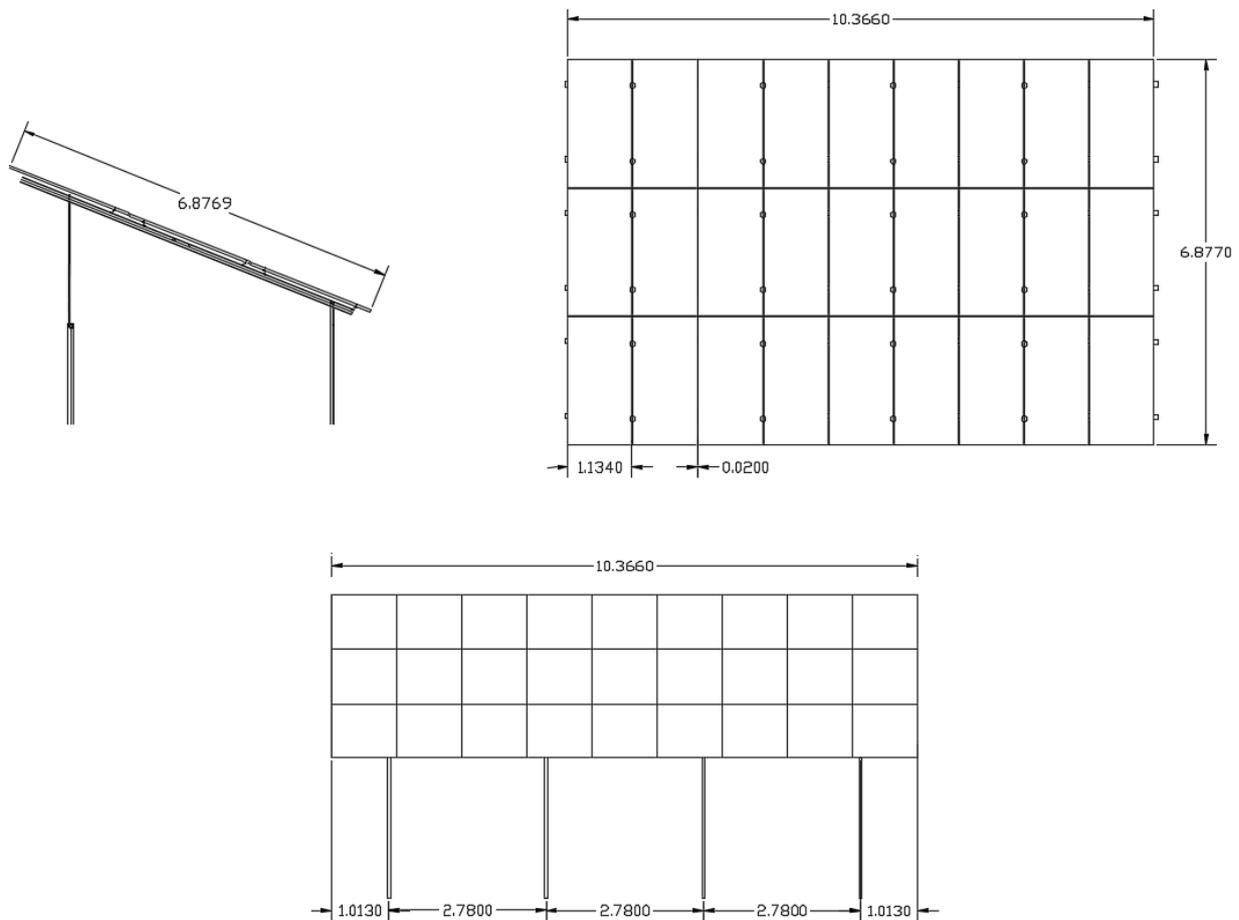
**Grapas:** Varían su forma en función del marco del panel. Su única función es la unión de los módulos fotovoltaicos a los perfiles metálicos que les sirven de apoyo.



*Imagen 10. Grapas*

**Tornillería y accesorios:** Conjunto de componentes auxiliares, utilizados en la unión de los anteriores elementos entre ellos o en la cubierta

A continuación, se muestra la configuración de las mesas y su sistema mecánico:



### Descripción de las cimentaciones:

Los pilares de la estructura se hincarán al terreno para asegurar una correcta transmisión de las fuerzas y cargas implicadas. El propósito de las cimentaciones es el de reconducir las fuerzas verticales hacia el suelo.

Debido a las características de la estructura y el viento, la principal función del sistema de cimentación proyectado será la de transmitir al suelo la succión y empuje (efecto vela) provocados por el viento sobre los paneles fotovoltaicos.

La longitud enterrada del pilar en el terreno debe ser suficiente para soportar y transmitir los esfuerzos mecánicos implicados, incluyendo el peso de los módulos, y la succión y empuje del viento (efecto vela).

Comúnmente, se consideran 1,5 metros de longitud enterrada para el hincado. Aun así, la longitud final dependerá de las características concretas del terreno determinadas por un estudio geotécnico previo a la construcción.



*Imagen 11. Preparación Hincada*

#### **8.1.4. COMBINER BOX (O CAJAS DE CONEXIONADO)**

Con el fin de optimizar las secciones del cableado en la parte de corriente continua, se instalarán 108 cajas de conexionado entre las series de módulos y los inversores.

La caja de conexión CC (corriente continua) estará formada por un máximo de 24 entradas de corriente continua de hasta 6 mm<sup>2</sup> y una salida de líneas CC de hasta 185 mm<sup>2</sup>, con seccionador CC 1.500V y 320A.

Las líneas procedentes de los módulos están protegidas por fusibles tipo gG de 15 A.

La caja de conexiones debe ser completamente estanca, IP 65, para asegurar el aislamiento frente a la humedad, al agua y el polvo, que producen una progresiva degradación en los circuitos.

Las cajas de conexionado proyectadas son del fabricante IBC Solar, el modelo GAK 1pol Si o similar.

Todas disponen de espacio para la instalación de protección contra sobretensiones si este fuera necesario clase II.

A continuación, se resumen las principales características. En el Anexo se puede consultar la ficha técnica.

<b>CAJAS DE CONEXIONADO</b>	
<b>Vmax en CC del sistema (V)</b>	1500
<b>I<sub>max</sub> de entrada para cada sistema (A)</b>	11,06
<b>Núm. Máximo de cadenas entrada</b>	24+ / 24-

<b>Imax interruptor de salida</b>	320
<b>Núm. cadenas de salida</b>	1
<b>Portafusibles</b>	48u 1500V
<b>Fusibles</b>	48u de 15A

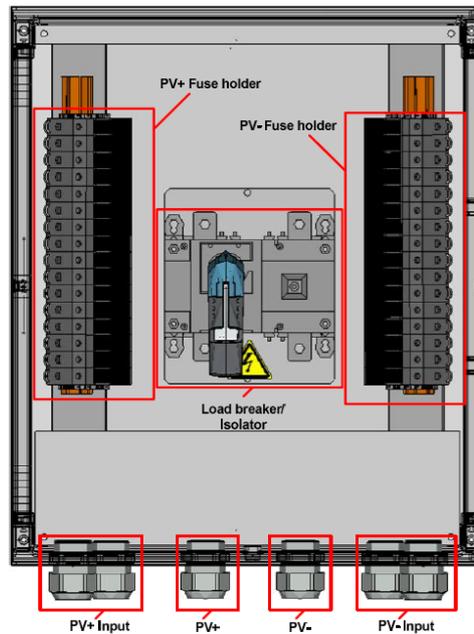


Imagen 12. Imagen orientativa de Combiner Box

## 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 RV-K o ZZ-F 1,8kV**, 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 los Módulos Fotovoltaicos y la Combiner Box: se empleará el cable CC tipo RV-K o ZZ-F 1,8kV XLPE CU de 6 mm<sup>2</sup>.
- Conexión entre la Combiner Box y el Inversor/Power Station: se empleará el cable CC tipo RV-K o ZZ-F 1,8kV XLPE AL de 300 mm<sup>2</sup>

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. CABLEADO CA BT & SERVICIOS AUXILIARES

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 RV-K 0,6/1kV**, 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 Inversor y Transformador el cable CA tipo RV-K 0,6/1kV XLPE CU de 185 mm<sup>2</sup>. Según tipo de servicio.
- Conexionado entre el Transformador auxiliar y el cuadro de protecciones general correspondiente a los servicios auxiliares: se empleará el cable CA tipo RV-K 0,6/1kV XLPE CU de 50 mm<sup>2</sup>.
- Conexionado entre cuadro de protecciones general a servicios auxiliares: se empleará el cable CA tipo RV-K 0,6/1kV XLPE CU de 1,5/2,5/4 mm<sup>2</sup>. Según tipo de servicio.

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.

### **8.2.3. CABLEADO CA MT**

Para la elección del cableado de la parte de corriente alterna (AC) en Media Tensión se seguirá con lo indicado en las ITC RAT 04, 13,14,15 & 19 así como las guías técnicas dispuestas.

Se instalarán cables Al Voltalene H Compact | AL RH5Z1 | Fca de la marca Prysmian 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.
- UNE-EN 50525-1 Anexo B: libre de halógenos.

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 Estaciones de Potencia: se empleará el cable CA Al Voltalene H Compact | AL RH5Z1 | Fca de la marca Prysmian o Similar de 400 mm<sup>2</sup>.

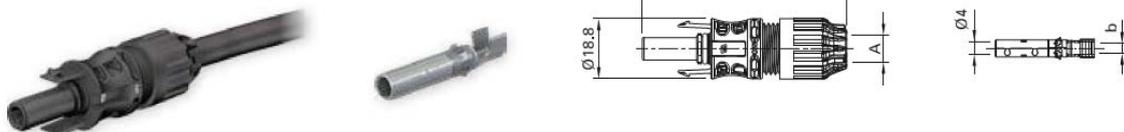
No obstante, la ficha técnica de los cables arriba mencionados puede consultarse en el Anexo del presente proyecto.

#### 8.2.4. CONEXIÓN CABLEADO CC

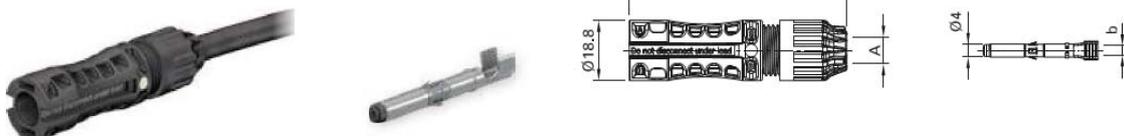
Para la conexión de finales de series a Panel y/o Combiner Box, se utilizan conectores MultiContact modelo MC4 o similar. Los incorpora el propio panel, además de utilizarse para los posibles puentes y conexiones al embarrado de la caja de conexiones.

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

PV-KBT4-EVO 2/...-UR



PV-KST4-EVO 2/...-UR



## 8.3. CANALIZACIONES

### 8.3.1. CANALIZACIONES CC

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

#### **Interconexión entre módulos fotovoltaicos y entre módulos – Combiner box:**

Los conductores se dispondrán 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 cada 0,40 m de cableado, con objeto de evitar el doblado por su propio peso.

#### **Conexión entre la Combiner box y los inversores/Estaciones de Potencia.**

- El cableado de este tramo de corriente continua será de doble aislamiento con armadura y adecuado para su uso en intemperie, de acuerdo con la norma UNE 21123, se dispondrá canalización de bandeja portacables.
- Así se dispondrán bandejas tipo rejilla con tapa metálica modelo REJIBAND del fabricante AEMSA 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.)”, ya que este tipo de acabado es el apto para instalación al exterior con condiciones agresivas o húmedas.

### 8.3.2. 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).

### 8.3.3. TRAMOS ENTERRADOS

Las canalizaciones del cableado de la planta se efectuarán mediante zanjas adecuadas al número y tipo de tubos que deberán albergar.

En los casos en los que exista un cruce, los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad mínima de 0,60 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será 0,25 m con cables de alta tensión y de 0,10 m con cables de baja tensión, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los de baja tensión y de 0,25 m con los de MT. Las líneas de media tensión irán siempre en tubos de PE de 160 mm de diámetro.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 0,20 m, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m.

## 8.4. PROTECCIONES

### 8.4.1. PROTECCIONES CC

Protecciones de las Combiner Box: Incorporan todas las protecciones necesarias de acuerdo normativa y características de la instalación.

- Fusibles en ambos polos de 15A 1.500V.
- Protecciones de sobretensión tipo II.

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

- Protección sobretensiones tipo II
- Fusibles CC FRU 10x38; 15A, 600VAC, 200Ka
- Fusibles CC FRU solares, 400A, 1.500v, 50kA
- Fusibles CC 10X38, 63 a 500A, 10kA.
- Seccionador / Interruptor 3P, 3.200A, 65kA.

### 8.4.2. PROTECCIONES AC

Protecciones de los inversores: Incorporan todas las protecciones necesarias de acuerdo normativa y características de la instalación.

- Protección sobretensiones

- Supresor de sobretensiones del Auxiliar.
- Interruptor Automático de Auxiliares, 10A, 10kA
- Disyuntor 3P, 3.200A

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

#### **8.4.3. 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.

- No se deben superar las tensiones de contacto de 50 V para CA y de 75 V para CC.

La conexión a tierras que tenemos en este proyecto es equipotencial, es decir, todos los elementos de la instalación están conectados a tierra a través de un cableado general.

Todos los elementos metálicos de una instalación sean activos o pasivos, deben estar conectados al sistema equipotencial. Así, los elementos metálicos lo estarán directamente y los conductores activos, tanto de alimentación como de señal, lo estarán a través de los correspondientes descargadores de rayo Tipo 1.

#### **8.4.4. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES**

Para la protección contra sobretensiones que pudieran producirse por la caída de un rayo o que pudieran originarse en la propia instalación fotovoltaica se instalaran protecciones de sobretensión en las combiner box del sistema fotovoltaico.

Por lo que se refiere a los inversores, estos ya llevan sus protecciones como se ha comentado anteriormente.

## 8.5. SISTEMA DE MONITORIZACION

Se instalará un sistema de monitorización que nos aportará datos a tiempo real e históricos de los principales parámetros de la instalación: medidas de voltaje y corriente en CC a la entrada del inversor, voltaje de fases en la red, potencia activa y reactiva a la salida del inversor.

Está compuesto por un sistema de comunicación con conexión a la red de datos, con tarjeta de comunicación RS-485, interface y tarjeta de entrada analógica o similar.

Los datos de medición se transmiten a través de una conexión telefónica o ADSL disponible. El sistema de monitorización remota además de recopilar continuamente todos los datos de los inversores e informar del estado de la instalación en todo momento, proporciona una monitorización continua en tiempo real de los valores históricos y puntuales de la energía producida por la instalación, comparándola con el rendimiento teórico previsto, para comprobar el buen diseño y ejecución de la instalación y a la vez detectar con facilidad el funcionamiento anómalo por avería, suciedad o sombras de la instalación.

El Sistema de Control y Monitorización del Parque Fotovoltaico debe mostrar y almacenar una serie de datos relacionados con el estado de la instalación en cualquier momento. Está dividido en tres sub-sistemas principales:

- Subsistema de Adquisición: Formado por los elementos que reciben los valores de cada una de las variables a medir y las transforman en señales de tensión ó de intensidad.
- Subsistema de Transmisión: Formado por los elementos de conexión entre el subsistema de adquisición y el equipo donde se va a realizar el tratamiento de los datos adquiridos. Esta conexión puede ser local (vía cable RS-232 o USB) o remota (vía modem).
- Subsistema de Tratamiento de la Información: Formado por el equipo PC que recibirá, vía local o remota, la información precedente del subsistema de adquisición.

Se prevé incrementar la captación de datos mediante la instalación de sondas de irradiación con medición de temperatura.

## 8.6. OBRA CIVIL

### 8.6.1. LÍNEA INTERIOR MEDIA TENSIÓN

El objeto de esta memoria es la descripción de la línea en Media Tensión que discurre por el interior del parque.

## 1.1. Emplazamiento

La línea de Media Tensión partirá del equipo inversor/transformador (Power Station) 1 y discurrirá por el interior del parque uniendo los 7 equipo inversor/transformador. La ubicación de los equipos y zanja se puede observar en los planos de distribución.

## 1.2. Descripción

La línea proyectada cuenta con una longitud total aproximada de 1.300m, estará compuesta por conductores unipolares de aluminio directamente enterrados. El trazado de la línea estará compuesto por 7 tramos:

1. LSMT que parte desde la celda de MT del Power Station 1 hasta la celda de entrada del Power Station 2.
2. 1. LSMT que parte desde la celda de MT del Power Station 2 hasta la celda de entrada del Power Station 3.
3. 1. LSMT que parte desde la celda de MT del Power Station 3 hasta la celda de entrada del Power Station 4.
4. 1. LSMT que parte desde la celda de MT del Power Station 4 hasta la celda de entrada del Power Station 5.
5. 1. LSMT que parte desde la celda de MT del Power Station 5 hasta la celda de entrada del Power Station 6.
6. 1. LSMT que parte desde la celda de MT del Power Station 6 hasta la celda de entrada del Power Station 7.
7. 1. LSMT que parte desde la celda de MT del Power Station 7 hasta la celda de entrada de la subestación ubicada en el interior del parque.

### Tramos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

El trazado será lo más rectilíneo posible. Así mismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que puedan soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

En el cruce de calzada los conductores discurrirán bajo tubería de polietileno de 160 mm de diámetro nominal y cumplirán con las normas UNE EN 50086 y ENDESA CNL002, así como con la especificación técnica de materiales de ENDESA 6700145 y que a continuación se detallan:

- Tipo de Material - PE (Polietileno)
- Tipo de construcción – Tubo doble pared rígido
- Diámetro Exterior – 160 mm
- Diámetro Interior – 140 mm
- Resistencia a la Compresión - > 450 N

- Resistencia al Impacto – Tipo N (Uso Normal)
- Color – Naranja o Rojo
- Norma – UNE EN 50086/94

Toda canalización bajo tubo irá protegida por un prima de hormigón en masa. Además deberá colocarse encima de ellos una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos por debajo de ella, especificación técnica ENDESA 6700157 y 6700151.

Se procederá a la instalación de arquetas de hormigón prefabricado tipo A2. Los marcos y tapas de estas deberán cumplir con las normas ONSE 001.01-14, en todo caso las tapas de fundición serán de clase D-400.

### **8.6.2. SUBESTACIÓN 20kV / 66kV**

Se detallan las características de la misma en un proyecto específico.

La subestación estará ubicada en el interior de la parcela, en el lado este del parque solar.

La ocupación de la subestación será de aproximadamente 1.000m<sup>2</sup>.

La tensión de entrada proveniente del campo solar será de 20kV y la tensión de salida de 66kV.

La subestación, con apartamento de servicio en intemperie y en interior estará formada por:

- Sistema de 66kV a la intemperie, compuesto por:
  - o 1 posición de línea.
  - o 1 posición de transformador con bancada y depósito de recogida de aceite.
- Transformador:
  - o 1 unidad de intemperie de 66/20 kV, 30MVA.
- Sistema de 20kV en interior con celdas blindadas de aislamiento en SF6 y configuración de simple barra compuesto por:
  - o 1 posición de transformador
  - o 5 posiciones de línea
  - o 1 posición de servicios auxiliares

Características generales:

- o Aislamiento: Los materiales que se emplearán serán adecuados y tendrán las características de aislamiento apropiadas a su operación.

- Estructura metálica: Será necesario el montaje de una estructura metálica que sirva de apoyo y soporte del aparellaje y los embarrados, entre otros aspectos intrínsecos.
- Embarrados de 66kV: Serán elegidos para que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40°C sobre la temperatura ambiente.
- Embarrados de 20kV: Solo existirá 1 embarrado desnudo en este sistema, mediante tubo de aluminio. El resto de conexiones y embarrados se realizarán mediante la combinación de cable aislado, terminaciones, etc.
- Transformador de potencia: para esta transformación se prevé el montaje de un transformador de potencia trifásico en baño de aceite, tipo intemperie. Se apoyará en una bancada de hormigón.
- Interruptores automáticos: para la apertura y cierre de los circuitos con carga y cortocircuito se ha previsto la instalación de un tipo SF6, tripolar, de servicio exterior.
- Seccionador: serán del tipo 2 columnas y accionamiento eléctrico.
- Pararrayos: para proteger la instalación contra las sobretensiones atmosféricas, se proyectará en la posición de entrada de línea un juego de pararrayos.

### **8.6.3. LÍNEA EVACUACIÓN 66KV**

Las características de la obra civil necesaria para la LAT se determinarán en el proyecto correspondiente a la línea de evacuación.

#### 8.6.4. VALLADO PERIMETRAL

El conjunto de la instalación quedará vallado en todo su perímetro de acuerdo con las limitaciones parcelarias correspondientes. La valla quedará separada de los elementos de la planta por una distancia de 4 metros para permitir el paso de un vehículo y realizar labores de mantenimiento.

Dicha valla podrá montarse justo en el límite cuando éste sea una separación entre parcelas privadas.

En los planos se observa la colocación de la valla perimetral y las distancias indicadas.

El cercado **será de 2 m de altura**, con malla de simple torsión galvanizada en caliente de trama 50/14STD. Poste extremo de tubo de acero galvanizado de 48 mm de diámetro.

En la zona de entrada principal y si fuera necesario, en algún otro punto del recorrido se instalarán puertas de acceso peatonal formada con eje vertical, con panel acanalado horizontal y barrotes de aluminio, de dimensiones 2,00x 3 m.

También en la zona de acceso principal se instalará una puerta de características similares, pero de mayor anchura, 3m para el paso de vehículos pesados.

En total el parque tendrá un perímetro a vallar de 1.600 metros. Cada 3-4 metros se instalará un poste de metálico. Aproximadamente habrá un total de 500 cimentaciones de hormigón para los anclajes de los postes.

Para la ejecución material de las losas de hormigón se requerirá un equipo de pequeñas excavadoras. El relleno de las losas se realizará mediante volcado directo del hormigón.

#### 8.6.5. CAMINOS DE PASO

El parque fotovoltaico quedará dividido en campos FV delimitados por una valla de seguridad dentro de la cual quedarán los caminos de circulación. Estos caminos se distinguen en 2 tipos:

- Zona de paso NO TRANSITABLE: Con una amplitud de 4m. Los caminos serán de tierra compactada.
- Zona de paso TRANSITABLE: Con una amplitud de 5m. Pensada para el paso de vehículos pesados. Los caminos serán de tierra compactada.

Los caminos de paso se utilizarán para el tránsito interno durante la construcción del parque fotovoltaico y para facilitar las tareas de mantenimiento una vez hecho el parque fotovoltaico.

En los planos se pueden observar las tipologías de caminos de paso previstos.

#### 8.6.6. ZANJAS BT & MT

Las zanjas se dividen en zanjas principales, que unen las cajas de conexionado con los inversores, y zanjas secundarias, necesarias para unir las series hacia sus correspondientes cajas de conexionado intermedio.

Las zanjas de corriente continua estarán rellenas de arena en su base y luego rellenas de tierra compactada, según los detalles indicados en los planos.

Las zanjas que contengan canalizaciones de media tensión estarán hormigonadas para garantizar la separación de las líneas MT y llevarán cinta señalizadora.

El trazado de las zanjas se realizará de manera que se optimicen los recorridos de los cables, con el fin de reducir la caída de tensión, reducir los costes aumentar la productividad.

Se ejecutarán las zanjas correspondientes para el paso de cableado de BT, MT, Comunicaciones y Servicios Auxiliares acorde a la normativa UNE-HD 60364-5-52:2014:

Para la ejecución de estas tareas será necesario un equipo de retroexcavadoras. Para aquellas que requieran un volcado de hormigón se utilizará una cuba. El hormigón será HM-25/B/20. Se aprovechará el material extraído de las zanjas para su relleno.

En el apartado de planos se reflejan las diferentes tipologías de zanjas de baja tensión, servicios auxiliares y Media Tensión.

Las zanjas que transcurran por un cruce hidráulico tendrán una profundidad mínima de 1,5m.

## **BAJA TENSIÓN**

Las zanjas de Baja Tensión (BT) y Servicios Auxiliares (SSAA) (Observar plano, Tipo BTt1, BTt2) tendrán una profundidad a determinar de acuerdo al nº de canalizaciones que a su vez, variará en función del cableado a transportar.

Estas zanjas tendrán tubos de diámetros 140mmØ para el cableado de CB a Estaciones de Potencia y tubos de 63mmØ para cableado de paneles a CB, cableado de SSAA y cableado de comunicaciones.

Dispondrán de una primera capa de arena de 5cm de espesor donde se tenderá el cable de tierras desnudo que se haya determinado.

Sobre esta capa se dispondrán los tubos corrugados. Se rellenará la zanja con material de aporte sin cantos vivos que puedan dañar el cable o los tubos.

Estas zanjas se emplazarán en el margen del camino, desde el final de las estructuras donde se instalará la combiner box, hasta el inversor correspondiente.

Hay que tener en cuenta:

- Se instalará una cinta de señalización a 15cm de la superficie.
- En caso de cruce de caminos, la zanja se reforzará con una capa de hormigón de 10cm.
- Deberá realizarse compactación del aporte cada 15 cm.

## MEDIA TENSIÓN

Las zanjas de Media Tensión (MT) (Observar plano, Tipo MTt1, MTt2) tendrán una profundidad a determinar de acuerdo al número de canalizaciones que, a su vez, variará en función del cableado a transportar.

Tendrán tubos de 63mmØ para cableado de SSAA y cableado de comunicaciones. El cableado de MT se instalará directamente enterrado.

Estas zanjas dispondrán de una primera capa de arena de 5cm de espesor donde se tenderá el cable de tierras desnudo que se haya determinado.

Sobre esta capa se instalarán el cable de MT que será cubierto con arena con espesor pertinente.

Se rellenará la zanja con material de aporte sin cantos vivos para evitar dañar el cableado.

Estas zanjas se emplazan de forma que conecten las Estaciones de Potencia entre sí y seguirá el circuito por la línea de evacuación hasta el CSMT.

Hay que tener en cuenta:

- Se instalará una cinta de señalización a 15cm de la superficie.
- En caso de cruce de caminos, la zanja se reforzará con una capa de hormigón de 10cm.
- Deberá realizarse compactación del aporte cada 15 cm.

En los tramos que el cable de Media Tensión se deba instalar entubado, este sería de 160mmØ.

En ciertos puntos se instalarán arquetas, observar planos para ver su modelo de tipología.

### 8.6.7. CIMENTACIONES DE LA ESTRUCTURA (HINCADOS)

La cimentación de la estructura se realizará mediante hincado de postes que servirán como pilar para la estructura. Los pilares se fijarán mediante tornillería

Los postes se hincarán a unos 1,5m de profundidad. Serán revisados por los valores que se obtendrán del estudio geotécnico y de hincado.

Si el terreno presenta dificultades al hincado se procedería a realizar una perforación del terreno previa al hincado.

### 8.6.8. CIMENTACIONES DE INVERSORES/ESTACIONES DE POTENCIA

Se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones de fabricante, se pueden observar los detalles en las fichas técnicas y manuales de instalación de estos.

### **8.6.9. EDIFICIO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO**

Se prevé la construcción de un edificio destinado al control y mantenimiento de todos los elementos del parque. Dicho edificio tendrá una superficie de aproximadamente 60 m<sup>2</sup>, de geometría rectangular y de una única planta.

El edificio se utilizará como almacén y sala de control. Estará situado lo más cerca posible del acceso de la carretera o camino del parque fotovoltaico de manera que se facilite el acceso al mismo.

Las paredes del edificio se montarán con bloques prefabricados de hormigón o similares.

La cubierta del edificio se construirá mediante viguetas y bovedillas de hormigón prefabricadas o similares.

También se destinará una zona del interior del edificio para el control de la planta, otra zona para las piezas de repuesto y un tercer espacio para sanitarios, todo separado mediante paredes interiores.

El edificio dispondrá de electricidad, agua y punto de acceso a internet.

### **8.6.10. SISTEMA DE SEGURIDAD**

Más allá del vallado perimetral, se prevé la instalación de un sistema similar al que a continuación se describe:

- Si se requiere, se implementará un servicio de CCTV los 365 días del año las 24 horas del día, todo ello con cámaras de control remoto.
- Las cámaras serán del tipo visión diurna/nocturna, con sistema inteligente de reconocimiento de intrusos, sistema de grabación en video, y conexión con central de alarmas, e irán montadas sobre báculos de entre 3/5 m de altura.
- Dicho sistema se podrá visualizar en tiempo real de forma remota, ya sea en el mismo edificio de control como exteriormente mediante PC o APP.

A modo complementario, y sin perjuicio de lo anterior, se contempla la previsión de medidas adicionales por requerimientos del promotor o por garantías financieras exigidas: sensores en vallado, cámaras infrarrojas u otros posibles elementos solicitados.

## 9. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN - PVSYSY

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.

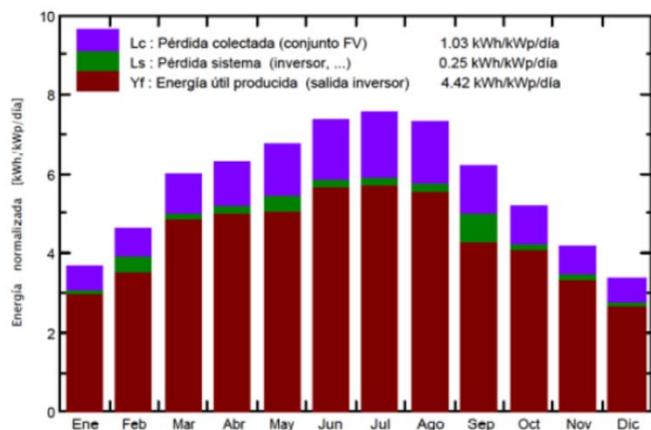
En el apartado de Anexos se adjunta el informe PVSYSY completo. En base a este cálculo se obtiene, como valores más relevantes lo siguiente:

**Nueva variante de simulación**  
**Balances y resultados principales**

	<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>	75.6	29.60	10.85	113.6	105.9	2908	2802	0.823
<b>Febrero</b>	95.6	36.30	12.45	129.3	122.5	3316	2975	0.767
<b>Marzo</b>	153.0	48.10	15.23	186.3	177.3	4691	4519	0.809
<b>Abril</b>	174.8	66.60	16.79	189.3	179.2	4711	4540	0.800
<b>Mayo</b>	210.6	73.80	20.60	209.0	197.2	5103	4740	0.756
<b>Junio</b>	230.7	68.10	24.51	220.9	208.9	5285	5094	0.769
<b>Julio</b>	240.0	61.20	26.47	233.4	221.1	5534	5336	0.762
<b>Agosto</b>	216.0	56.00	26.38	226.3	215.1	5392	5200	0.766
<b>Septiembre</b>	160.0	55.10	23.13	186.2	177.0	4517	3869	0.693
<b>Octubre</b>	122.3	41.40	19.91	160.3	152.3	3975	3832	0.797
<b>Noviembre</b>	85.0	31.10	14.39	124.3	116.7	3139	3024	0.811
<b>Diciembre</b>	66.6	28.30	11.82	103.5	94.5	2594	2498	0.805
<b>Año</b>	1830.2	595.59	18.58	2082.2	1967.8	51166	48428	0.776

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

Tal y como se puede ver en la tabla superior y adjunta, se estima una producción anual de energía de **52.770 kWh**, siendo julio y agosto los meses de mayor producción energética.





Proyecto: La Bota 25,2 MWn  
Promotor: SAT N°1596 Nufri  
Situación: Gibraleón, Huelva

---

# ANEXOS

## 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

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

#### 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 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 Terreno
- Capacidad máxima de módulos fotovoltaicos del Terreno en estructuras
- Capacidad de inversión económica.
- Punto de conexión.
- Criterios de rentabilidad.

#### 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:0.029%/°C.
  - Intensidad de cortocircuito Isc, coeficiente de aplicación 0,05%/C°.

Para configurar los inversores se utiliza el mismo software PVsyst 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. CALCULO CABLEADO

### Genérico CC & AC

Para escoger la sección nos basamos en:

- ITC-BT-7 del RBT.
- ITC-BT-18 del RBT.
- ITC-BT-19 del RBT: Instalaciones INTERIOR
  - Guía BT-19
- ITC RAT- 13, 14, 15 &19 : del RAT.

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 N° DE CONDUCTORES CON CARGA Y NATURALEZA DEL AISLAMIENTO

Intensidades admisibles (tabla reducida)													
A	Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	-	-	-	-	-	-		
A2	Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	-	-	-	-	-	-		
B	Conductores aislados en tubos <sup>2</sup> ; en montajes superficiales o empotrados en obra	-	-	3x PVC	2x PVC	-	-	-	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	-		
B2	Cables multiconductores en tubos <sup>2</sup> en montaje superficial o empotrados en obra	-	-	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	-	-	2x XLPE o EPR	-	-		
C	Cables multiconductores directamente sobre muro <sup>2</sup>	-	-	-	3x PVC	2x PVC	-	-	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	-		
E	Cables multiconductores al aire libre <sup>4</sup> . Distancia al muro no inferior a 0,3 D. <sup>25</sup>	-	-	-	-	3x PVC	-	-	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F	Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4</sup> . Distancia al muro no inferior a 0,3 D. <sup>25</sup>	-	-	-	-	-	3x PVC	-	-	-	3x XLPE o EPR(1)		
G	Cables unipolares separados un mínimo de D. <sup>25</sup>	-	-	-	-	-	-	-	3x PVC(1)	-	3x XLPE o EPR		
Cobre		mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		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	250	276	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		
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		

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	220	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	Factor de corrección							
	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 CC – Final String a Combiner Box & Combiner Box a Inversor

En la instalación debemos dimensionar el cableado CC de final de string a Combiner Box y de Combiner Box (Caja de unión de strings + & -, con protecciones) 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: 251,76(A).

Para determinar la sección ( $\text{mm}^2$ ) del cableado necesario, se analiza cada tramo de acuerdo con los siguientes criterios:

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 ( $I_{sc}(A)$ ) para los diferentes tramos CC 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.

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  $V_{oc}$  1.464V, por lo que el cableado debe cumplir con tensión: 1,8kV (1.800 V).

Tipología de cableado:

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

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 CC

<b>TABLA CÁLCULO TRAMOS CC</b>	<b>PAN-CB</b>	<b>CASO MÁS DESFAVORABLE</b>
--------------------------------	---------------	------------------------------

PANEL	JASOLAR 535WP
Tension en el punto de maxima potencia	Vmp: 41,47
Intesidad en el punto de maxima potencia	Imp: 12,9
Tension en vacio	Voc: 49,45
Intensidad de cortocircuito	Isc: 13,79
Potencia Nominal	Pn: 535

<b>GUIA-BT-ANEXO 2</b>
----------------------------

CONFIGURACIÓN TRAMOS	P-CB
Strings	u 1
Paneles por String	u 27
Intensidad para cálculo caída tensión	A 12,9
Intensidad para selección sección (1,25*Isc)	A 17,2375
Potencia para cálculo	Wp 14.445

TRAMO	P-CB
Longitud	m 150
Tensión Máxima Potencia	Vmp: 1119,69
Sección de cable elegido (Cu)	mm2 6
<b>CAIDA DE TENSIÓN:</b>	DV <sub>cc</sub> 11,52
	% 1,029%
<b>% TOTAL</b>	<b>1,029%</b>

DEFINICIONES	Conductividad TIPOLOGIA CABLE	56	48	44
	<b>COBRE</b>	56	48	44
<b>IEC 60.634-7-712</b>	Conductividad TIPOLOGIA CABLE	35	30	28
<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 Estación de Potencia.

- 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 CA (I(A)), seleccionamos la sección del cableado para cumplir con dicha intensidad, así como con los criterios de caída de tensión.
- 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.
- La caída de tensión en la línea, la cual en ningún caso debe ser superior al 7%



permitido en las instalaciones de Media Tensión según las normas particulares de la compañía eléctrica distribuidora.

## CÁLCULO DE SECCIONES Y CAÍDAS DE TENSIÓN CA EN MT

**Correspondiente al cable de MT que une las 7 Estaciones de Potencia hasta la Subestación Transformadora**

INVERSOR		HEMK FS3670K
Unidades		1
Tipología	3/PE	Trifásica
Tensión salida inversor	V	20000
Intensidad salida inversor	A	3175
Potencia Nominal / Máxima	kWn	3800

GUIA-BT-  
ANEXO 2

ZONA INVERSORES		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
TRAMO		I-QGFVAC	I-QGFVAC	I-QGFVAC	I-QGFVAC	I-QGFVAC	I-QGFVAC	I-QGFVAC
Longitud	m	110	195	450	165	175	120	90
Intensidad para cálculo caída tensión	A	3175,0	3175,0	3175,0	3175,0	3175,0	3175,0	3175,0
Intensidad para selección de sección (125%)	A	3968,8	3968,8	3968,8	3968,8	3968,8	3968,8	3968,8
Sección de cable elegido:	mm2	400	400	400	400	400	400	400
<b>CAIDA DE TENSIÓN:</b>	DV <sub>CC</sub>	54,01	95,75	220,95	81,02	85,93	58,92	44,19
	%	0,270%	0,479%	1,105%	0,405%	0,430%	0,295%	0,221%
	<b>% TOTAL</b>	<b>3,204%</b>						

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

### 1.3. CALCULO PROTECCIONES ELÉCTRICAS

#### Corriente CC

Todos los tramos de CC se realizan con cable unipolar de las características y secciones ya indicadas anteriormente.

Siguiendo el esquema de la instalación, tenemos en primer lugar las protecciones que incorpora cada una de las Combiner Box (CB) instaladas, con 24 entradas de  $15A > I_{sc} = 11,06A$ . Los fusibles serán CC 1500 V de 15A.

Cada Combiner Box viene preparada para la instalación, si fuera necesario, de Protecciones de sobretensión Tipo II.

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 CA BT

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 conjunto MV SKID correspondiente a los 3 equipos de potencia ya está provisto con las protecciones reglamentarias de acuerdo a las normativas que le son de afectación en BT y MT y las potencias diseñadas

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

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

Tenemos también las protecciones del propio inversor, para cortocircuitos, corrientes de fuga, monitoreo de red, protección de sobretensión Tipo III, ...

#### Corriente CA - MT

Se tiene en cuenta el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que le son de aplicación, en concreto la ITC-RAT 09.

El transformador y Celdas de la Estación de Potencia del conjunto MV-SKID (que incluye el inversor), así como el Centro de Seccionamiento y Medida de MT incorpora sus propias protecciones.

En el caso del Centro de Seccionamiento y Medida se valorará en el proyecto de evacuación.

## 1.4. CALCULO PUESTA A TIERRA

### 1.4.1. BT

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, Combiner Box, canalizaciones, Inversores y Estaciones de Potencia, irán conectados entre si.

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.

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.000
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

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

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 r / P$
Pica vertical	$R = r / L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 r / L$

r, resistividad del terreno (Ohm.m)  
 P, perímetro de la placa (m)  
 L, longitud de la pica o del conductor (m)

## 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.

Tal y como se puede consultar en el siguiente cálculo, 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  $\Omega$ .

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

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

La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones de la Tabla 2 de esta Instrucción y, **cuando estén enterrados**, deberán estar de acuerdo con los valores de la **tabla 1**. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Según Tabla 1 del REBT en la ITC-BT-018, las prescripciones generales de los conductores de protección son las siguientes:

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm <sup>2</sup> Cobre 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Según Tabla 2 del REBT en la ITC-BT-018, las prescripciones generales de los conductores de protección son las siguientes:

Estos valores solo son validos en el caso que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos. De no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinan de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la tabla 2.

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 ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	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.

### 1.2.1. MT

Los cálculos de las protecciones de Tierra para la Media tensión se basan en el reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión "Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre c

La norma aprobada sustituye al "Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias | ITC-RAT 01 a 23".

#### Cálculos

Todos ellos se llevan a cabo de acuerdo a la ITC MIE-RAT 13: "INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA". LA tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar se determina en función del tiempo de duración del defecto, según la formula siguiente:

$$V_{ca} = k / t_n$$

Siendo:

- K=72 y n=1 para tiempos inferiores a 0.9 segundos.
- K=78.5 y n=0.18 para tiempos superiores a 0.9 segundos e inferiores a 3 segundos.
- t=duración de la falta en segundos.

Para tiempos comprendidos entre 2 y 5 segundos la tensión de contacto aplicada no sobrepasará los 64 v. para tiempos superiores a 5 segundos la tensión de contacto aplicada

no será superior a 50 v. Salvo casos excepcionales justificados no se consideraran tiempos inferiores a 0,1 segundos.

En caso de instalaciones con reenganche automático rápido (no superior a 0,5 segundos) el tiempo a considerar en la formula será la suma de los tiempos parciales de mantenimiento de la corriente de defecto.

A partir de la formula anterior (1) se pueden determinar las máximas tensiones de paso y contacto admisibles en una instalación, considerando todas las resistencias que intervienen en el circuito.

A efectos de cálculos de proyecto se podrán emplear, par la estimación de las mismas, las expresiones siguientes:

Tensión de paso:  $V_p = 10k / t_n * (1 + 6 P_s / 1000)$  (V).

(3) Tensión de contacto:  $V_c = 10 / t_n * (1 + 1.5 P_s / 1000)$  (V).

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma y dimensiones y de la resistividad del suelo, se calculara por las fórmulas contenidas en la tabla 2 que sigue:

**Tabla 2.**

TIPO DE ELECTRODO	RESISTENCIA EN OHMIOS
Placa enterrada profunda	$R = 0.8 \rho / P$
Placa enterrada superficial	$R = 1.6 \rho / P$
Pica vertical	$R = \rho / L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2\rho / L$
Malla de tierra	$R = \rho / 4r + \rho / L$

Siendo:

R= resistencia de tierra del electrodo en ohmios.

$\rho$ = resistividad del terreno de ohmios\*metro.

P= perímetro de la placa en metros.

L= longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.

r= radio en metros de un circulo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

## RELACIÓN DE TIERRAS AC- VM

Todos ellos irán conectados al cable General de tierras enterrado de 50mm<sup>2</sup> desnudo. Este irá bajo Zanja hasta llegar a todos los elementos del parque, de forma que se le irán conectando los tierras de cada uno de los elementos.

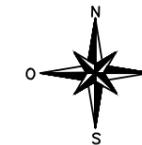
## 2. PLANOS

- 1- Emplazamiento.
- 2- Uso de superficies.
- 3- Layout general.
- 4- Distribución de elementos.
- 5- Configuración de strings.
- 6- Esquema unifilar tierras.
- 7- Esquema unifilar MT
- 8- Esquema unifilar tipo.
- 9- Estructura.
- 10- Cercado perimetral.
- 11- Arquetas

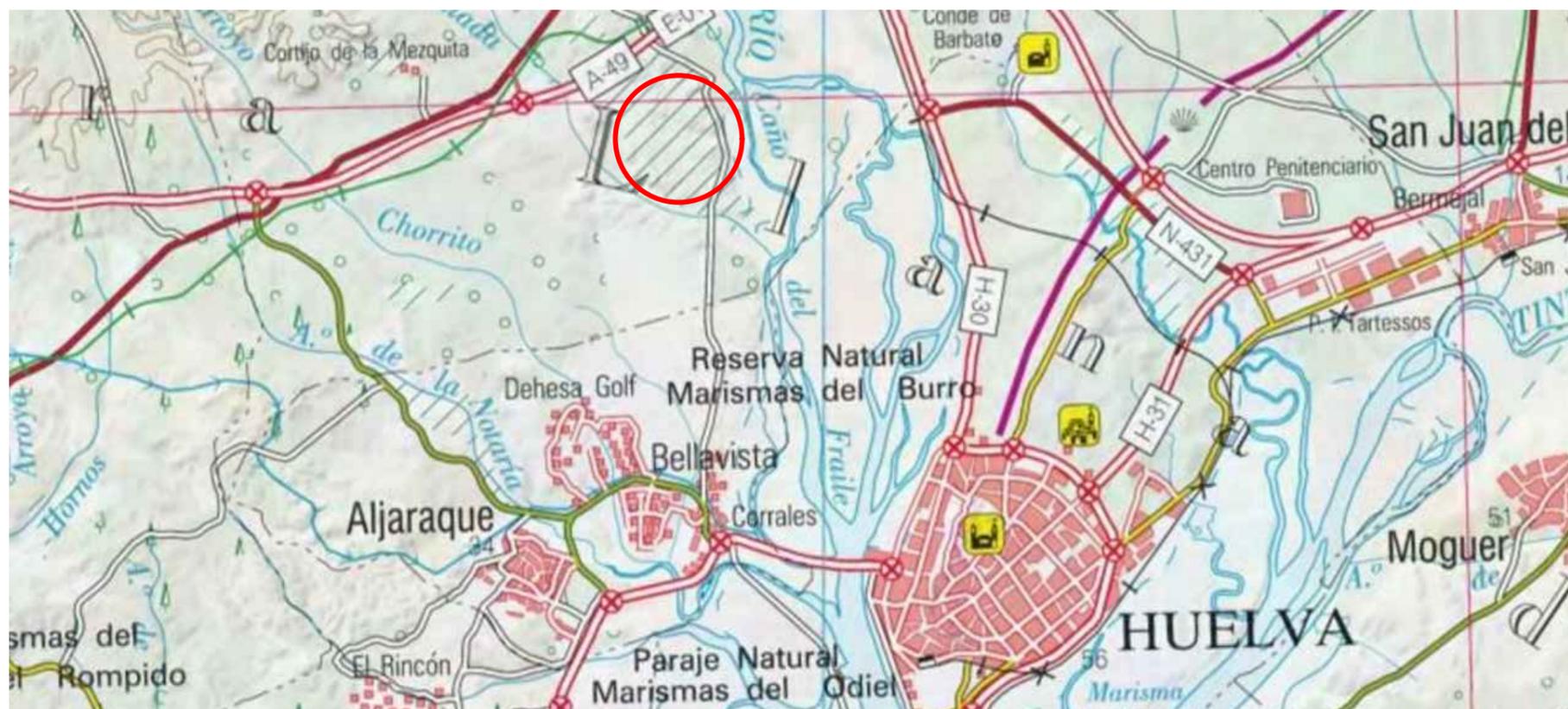
E: 1/25.000



Coord. UTM ETRS89  
 Huso 29  
 X: 677.530  
 Y: 4.133.520



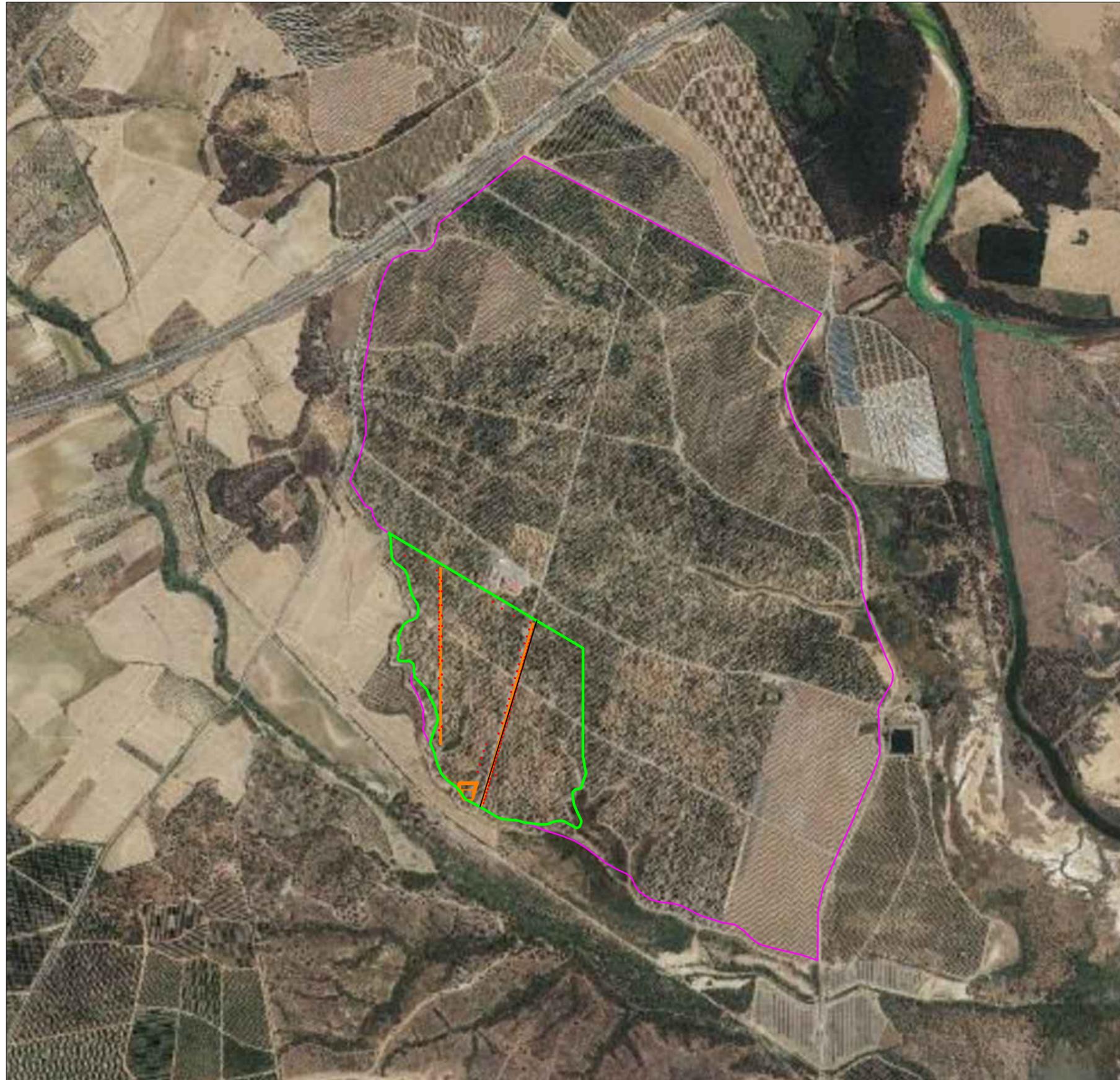
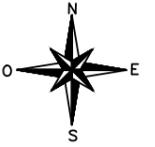
E: 1/100.000



Polígono 10 - PARCELAS  
 Ref cat: 21035A010000760000QW  
 Sup total: 347,04Ha  
 Sup ocupada: 41,2Ha

	<p>PROYECTO                  PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA                  DE 32,76MWp Y 25,20MWh LA BOTA</p>	<p>PROMOTOR                  NUFRI S.A.T 1596</p>	<p>UBICACION                  POLIGONO 10 PARCELA 76                  LAS HERRUMBRES                  GIBRALEÓN, HUELVA</p>	<p>TÉCNICO                  GERARD ESPINAGOSA CAMATS                  Nº COLEGIADO 21704-L</p>	<p>ESCALA                  VARIAS</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO                  SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</p>	<p>NUM.                  1/11</p>	<p>REFERENCIA PROYECTO                  PARC1933</p>	<p>FECHA                  23/04/2021</p>
---	--	---	---	--	---	--	---------------------------------------	--	--

E: 1/15.000



Polígono 10 - PARCELAS  
Ref cat: 21035A010000760000QW  
Sup total: 347,04Ha  
Sup ocupada: 41,2Ha



PROYECTO  
PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA  
DE 32,76MWp Y 25,20MWh LA BOTA

PROMOTOR  
NUFRI S.A.T 1596

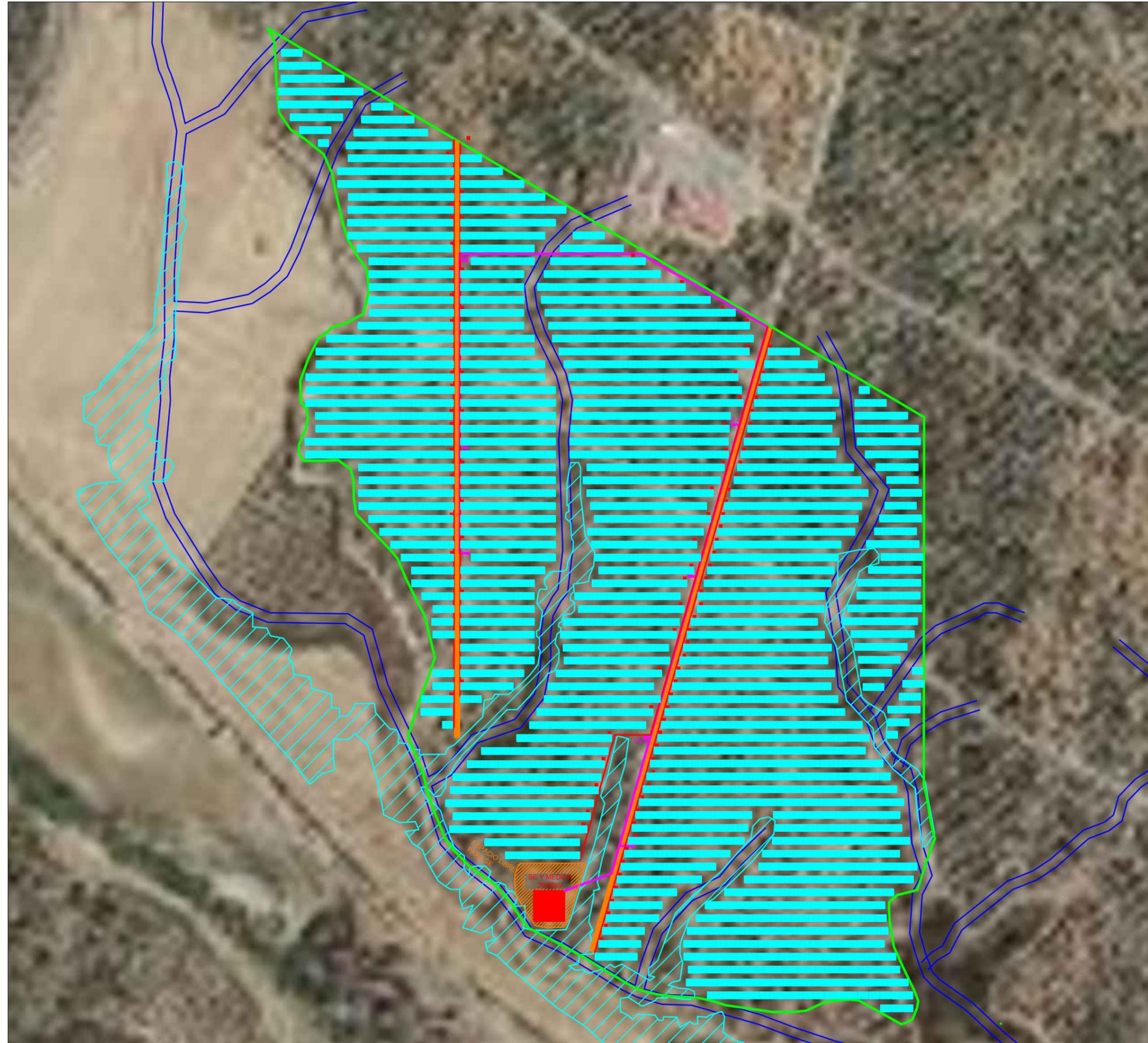
UBICACIÓN  
POLÍGONO 10 PARCELA 76  
LAS HERRUMBRES  
GIBRALEÓN, HUELVA

TÉCNICO  
GERARD ESPINAGOSA CAMATS  
Nº COLEGIADO 21704-L

ESCALA  
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO  
USO DE SUPERFÍCIES

NUM.	REFERENCIA PROYECTO	FECHA
2/11	PARC1933	23/04/2021



**DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS**

- ESTRUCTURA 27 PANELES
- █ ZONA DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
- ▨ ZONA INUNDABLE
- ZANJAS MEDIA TENSIÓN
- ZANJAS BAJA TENSIÓN
- PS 2 POWER STATION
- VIAL INTERNO
- VALLADO PERIMETRAL
- ⊠ COMBINER BOX

**Generador FV**  
 Fabricante: JA Solar  
 Modelo: JAM72S30 535/MR  
 Dimensiones paneles: 2279mm X 1134mm  
 Num de paneles: 61.236  
 Potencia paneles: 535 Wp  
 Potencia total pico: 32,76 MWp  
 Potencia total nominal: 25,20MWn  
 Tipo inversor: HEMK FS3670K  
 Número inversores: 7 unidades  
 Superficie ocupada: 41,2 Ha

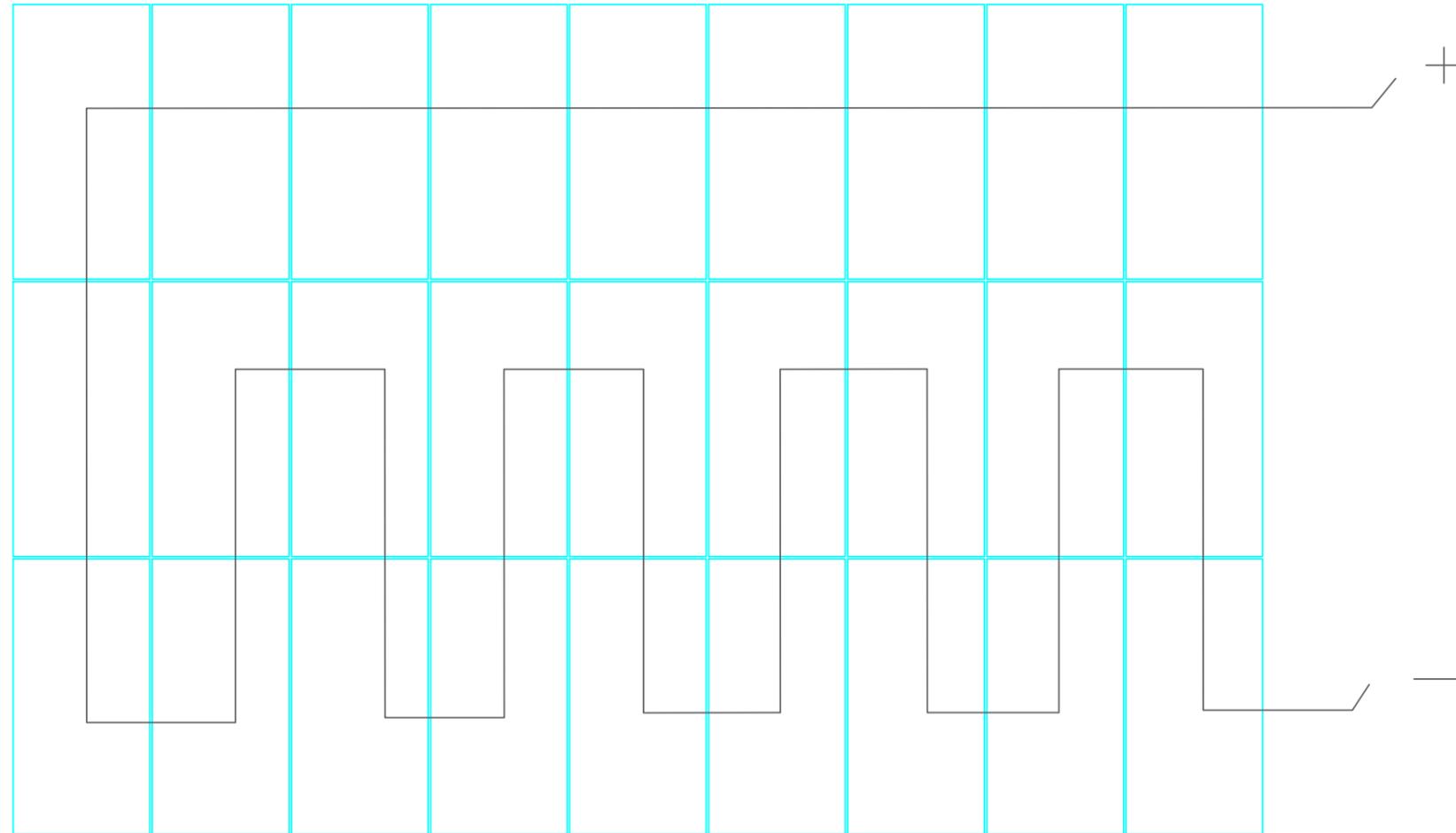
	PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA DE 32,76MWp LA BOTA	PROMOTOR NUFRI S.A.T 1596	UBICACIÓN POLÍGONO 10 PARCELA 76 LAS HERRUMBRES GIBRALEÓN, HUELVA	TÉCNICO GERARD ESPINAGOSA CAMATS Nº COLEGIADO 21704-L	ESCALA 1/5.000	TÍTULO DEL PLANO LAYOUT GENERAL Y DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS	NUM. 3/11	REFERENCIA PROYECTO PARC1933	FECHA 23/04/2021
--	--	------------------------------	--	---	-------------------	---	--------------	---------------------------------	---------------------



**DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS**

- ESTRUCTURA 27 PANELES
- ZONA DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
- ▨ ZONA INUNDABLE
- ZANJAS MEDIA TENSIÓN
- ZANJAS BAJA TENSIÓN
- PS 2  
POWER STATION

	PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA DE 32,76MWp LA BOTA	PROMOTOR NUFRI S.A.T 1596	UBICACIÓN POLÍGONO 10 PARCELA 76 LAS HERRUMBRES GIBRALEÓN, HUELVA	TÉCNICO GERARD ESPINAGOSA CAMATS Nº COLEGIADO 21704-L	ESCALA 1/5.000	TÍTULO DEL PLANO ZANJAS BAJA Y MEDIA TENSIÓN	NUM. 4/11	REFERENCIA PROYECTO PARC1933	FECHA 23/04/2021
---	--	------------------------------	--	---	-------------------	---	--------------	---------------------------------	---------------------



PROYECTO  
 PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA  
 DE 32,76MWp Y 25,20MWh LA BOTA

PROMOTOR  
 NUFRI S.A.T 1596

UBICACIÓN  
 POLÍGONO 10 PARCELA 76  
 LAS HERRUMBRES  
 GIBRALEÓN, HUELVA

TÉCNICO  
 GERARD ESPINAGOSA CAMATS  
 Nº COLEGIADO 21704-L

ESCALA  
 VARIAS

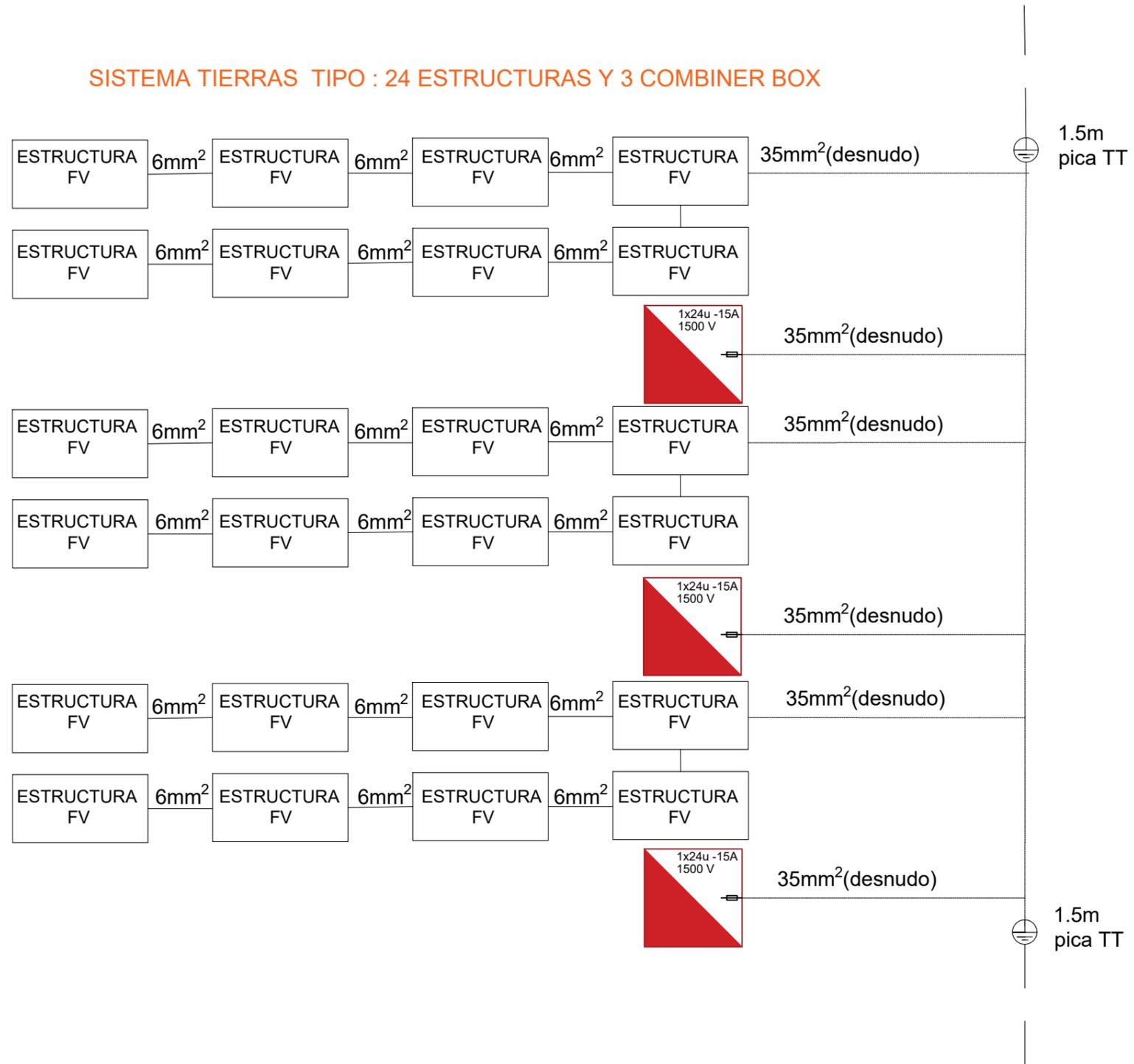
TÍTULO DEL PLANO  
 CONFIGURACIÓN STRINGS

NUM.  
 5/11

REFERENCIA PROYECTO  
 PARC1933

FECHA  
 23/04/2021

SISTEMA TIERRAS TIPO : 24 ESTRUCTURAS Y 3 COMBINER BOX



PROYECTO  
PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA  
DE 32,76MWp Y 25,20MWh LA BOTA

PROMOTOR  
NUFRI S.A.T 1596

UBICACIÓN  
POLÍGONO 10 PARCELA 76  
LAS HERRUMBRES  
GIBRALEÓN, HUELVA

TÉCNICO  
GERARD ESPINAGOSA CAMATS  
Nº COLEGIADO 21704-L

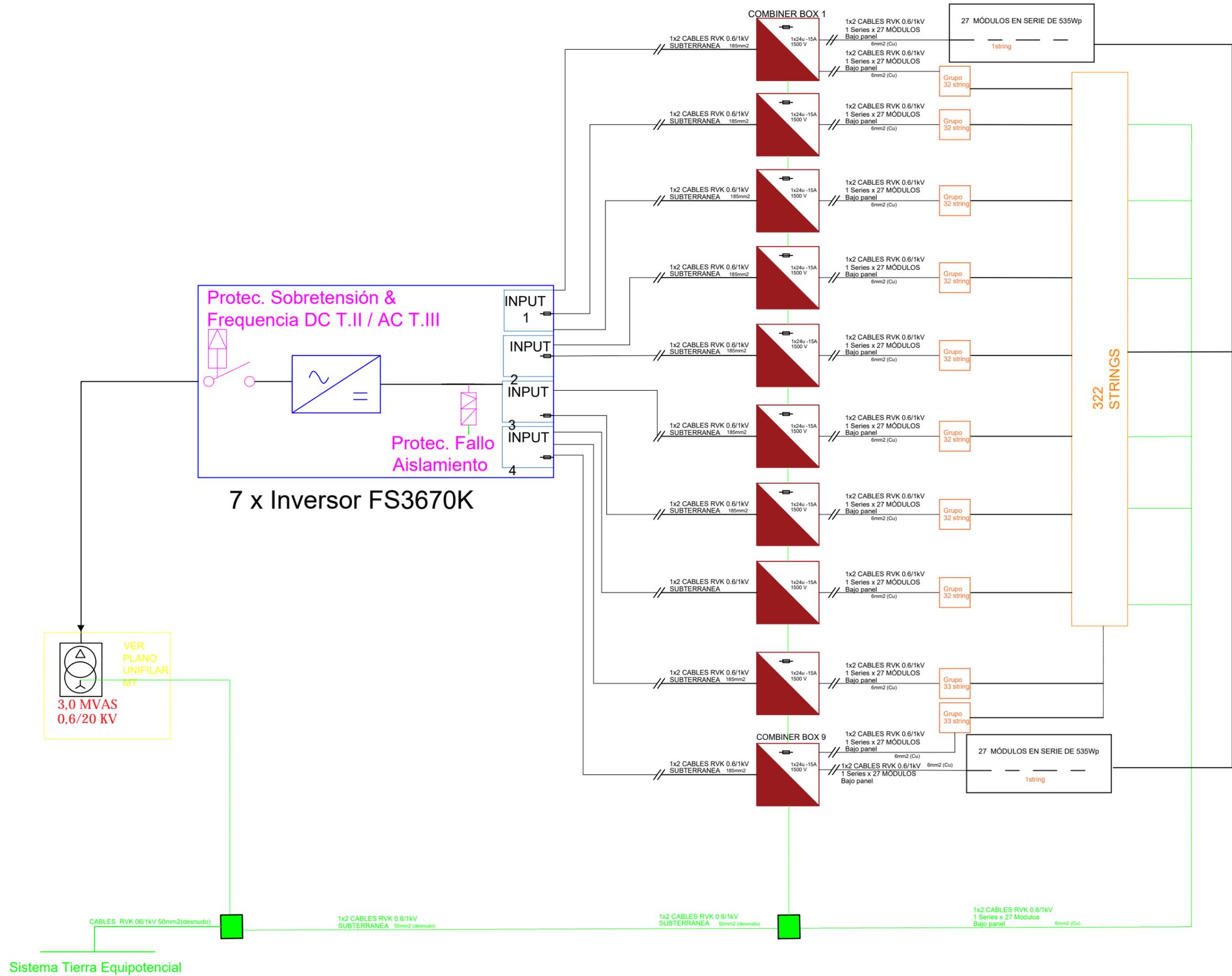
ESCALA  
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO  
ESQUEMA UNIFILAR TIERRAS

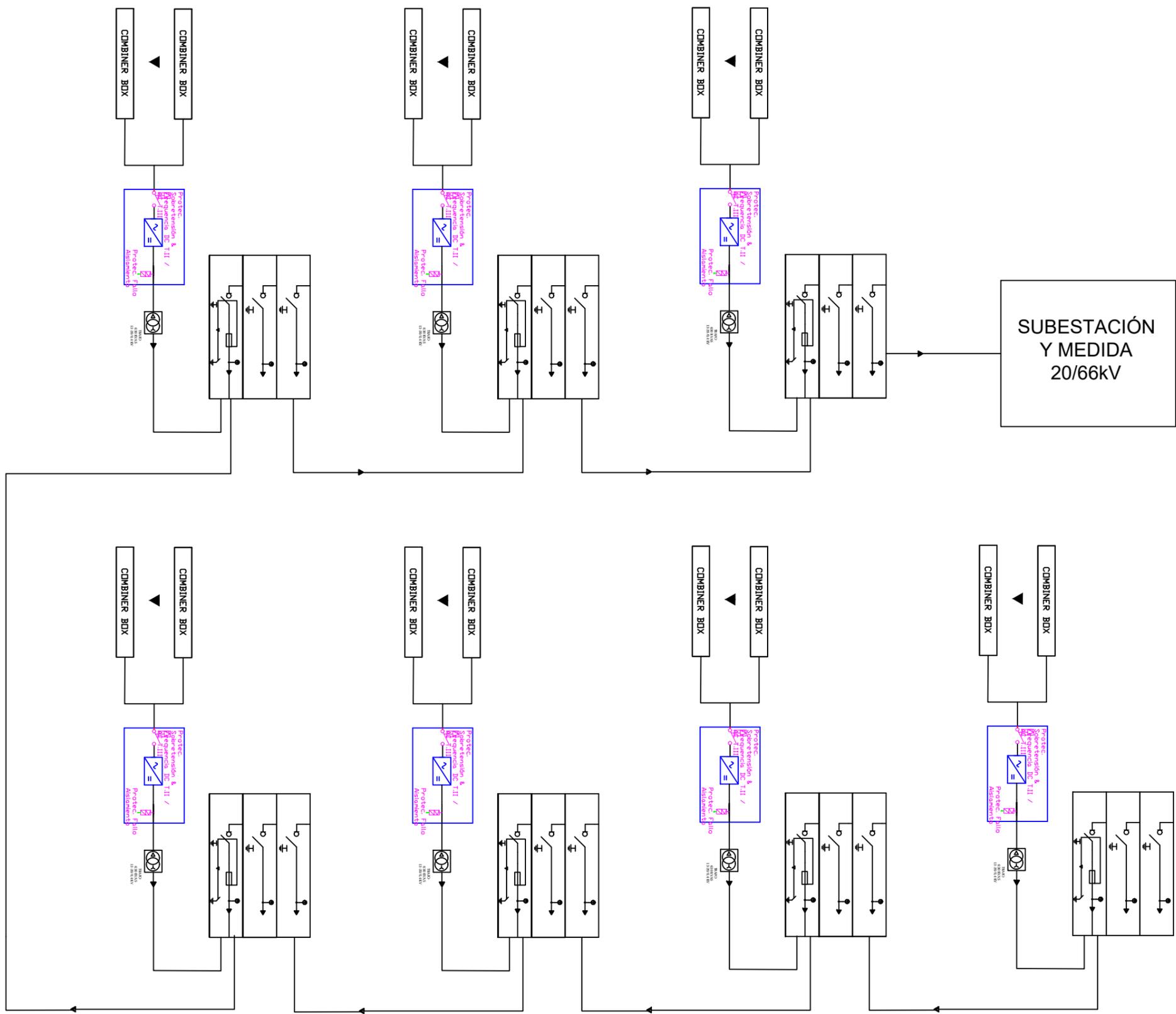
NUM.  
6/11

REFERENCIA PROYECTO  
PARC1933

FECHA  
23/04/2020



	PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA DE 32,76MWp Y 25,20MWh LA BOTA	PROMOTOR NUFRI S.A.T 1596	UBICACIÓN POLÍGONO 10 PARCELA 76 LAS HERRUMBRES GIBRALEÓN, HUELVA	TÉCNICO GERARD ESPINAGOSA CAMATS Nº COLEGIADO 21704-L	ESCALA VARIAS	TÍTULO DEL PLANO ESQUEMA UNIFILAR TIPO	NUM. 7/11	REFERENCIA PROYECTO PARC1933	FECHA 23/04/2021
--	---	------------------------------	--	---	------------------	---	--------------	---------------------------------	---------------------



PROYECTO  
 PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA  
 DE 32,76MWp Y 25,20MWh LA BOTA

PROMOTOR  
 NUFRI S.A.T 1596

UBICACIÓN  
 POLÍGONO 10 PARCELA 76  
 LAS HERRUMBRES  
 GIBRALEÓN, HUELVA

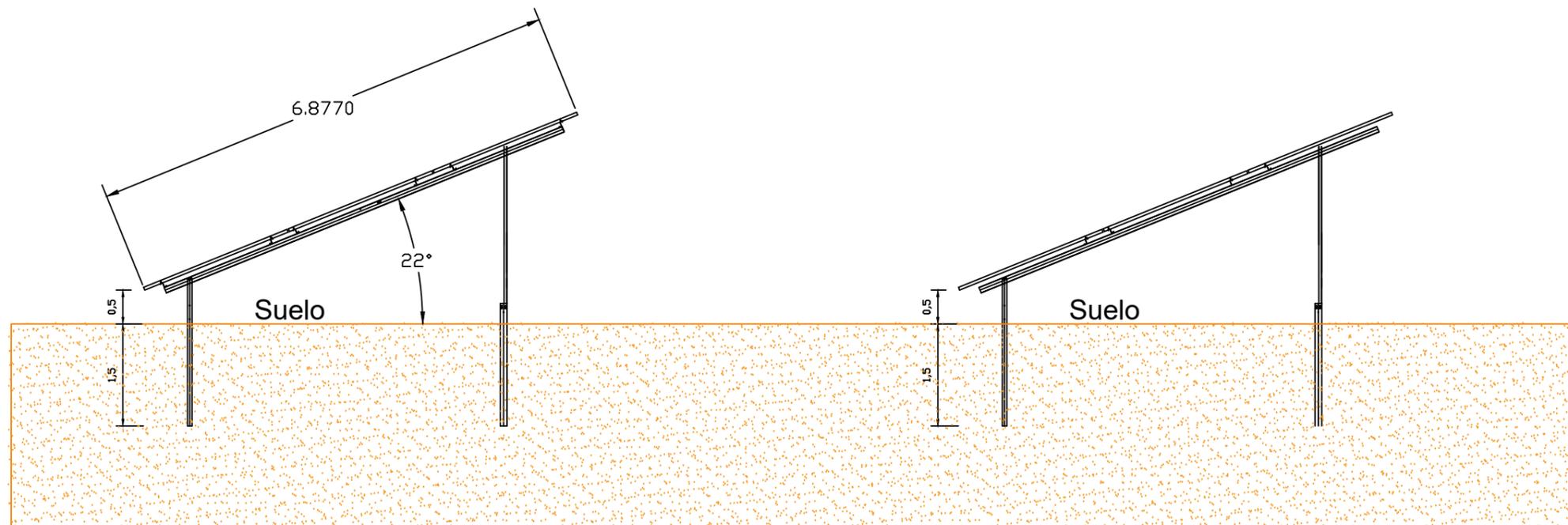
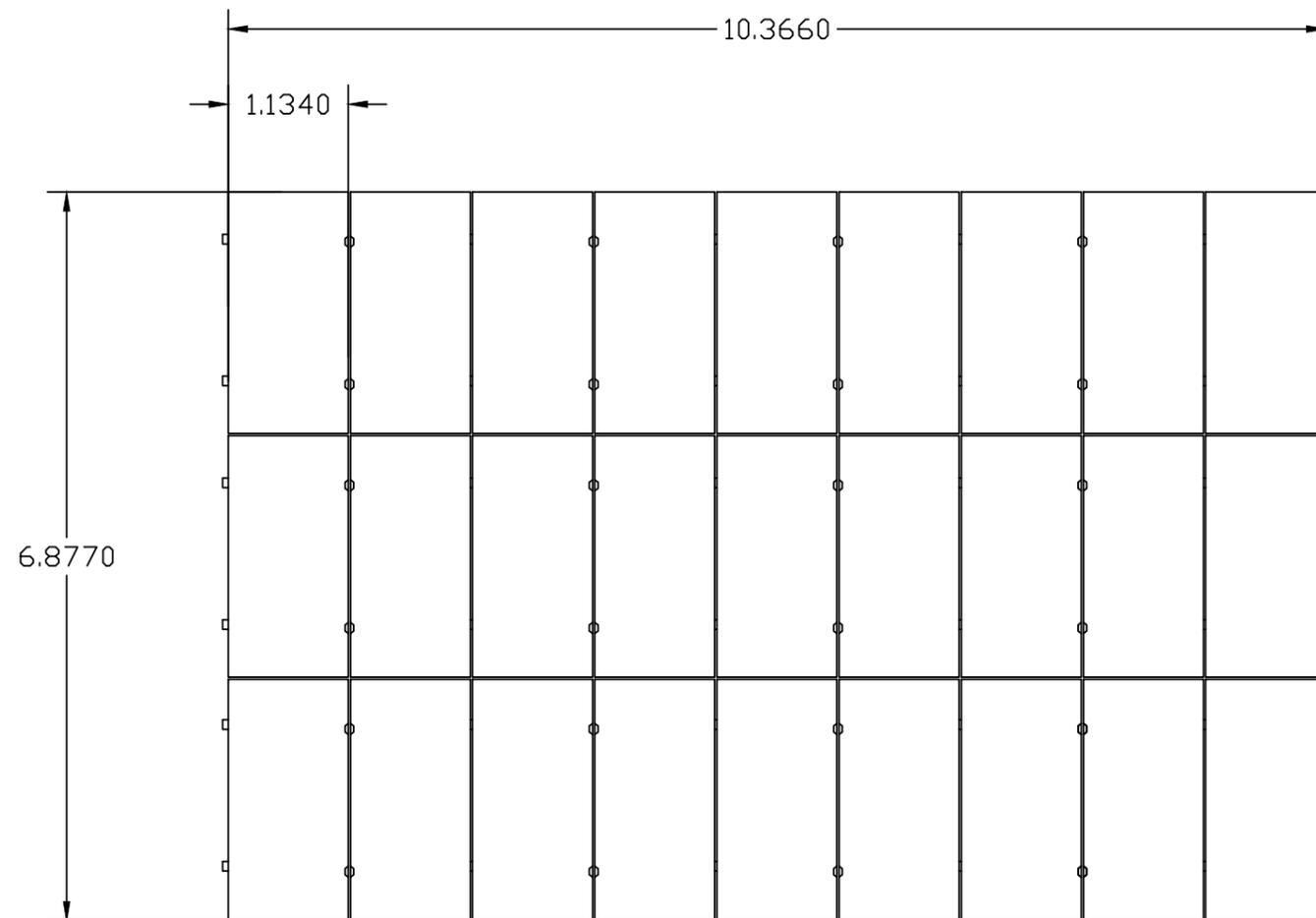
TÉCNICO  
 GERARD ESPINAGOSA CAMATS  
 Nº COLEGIADO 21704-L

ESCALA  
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO  
 ESQUEMA UNIFILAR MEDIA TENSIÓN

NUM. REFERENCIA PROYECTO  
 8/11 PARC1933

FECHA  
 23/04/2021



PROYECTO  
 PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA  
 DE 32,76MWp Y 25,20MWh LA BOTA

PROMOTOR  
 NUFRI S.A.T 1596

UBICACIÓN  
 POLÍGONO 10 PARCELA 76  
 LAS HERRUMBRES  
 GIBRALEÓN, HUELVA

TÉCNICO  
 GERARD ESPINAGOSA CAMATS  
 Nº COLEGIADO 21704-L

ESCALA  
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO  
 ESTRUCTURA

NUM.  
 9/11

REFERENCIA PROYECTO  
 PARC1933

FECHA  
 23/04/2021

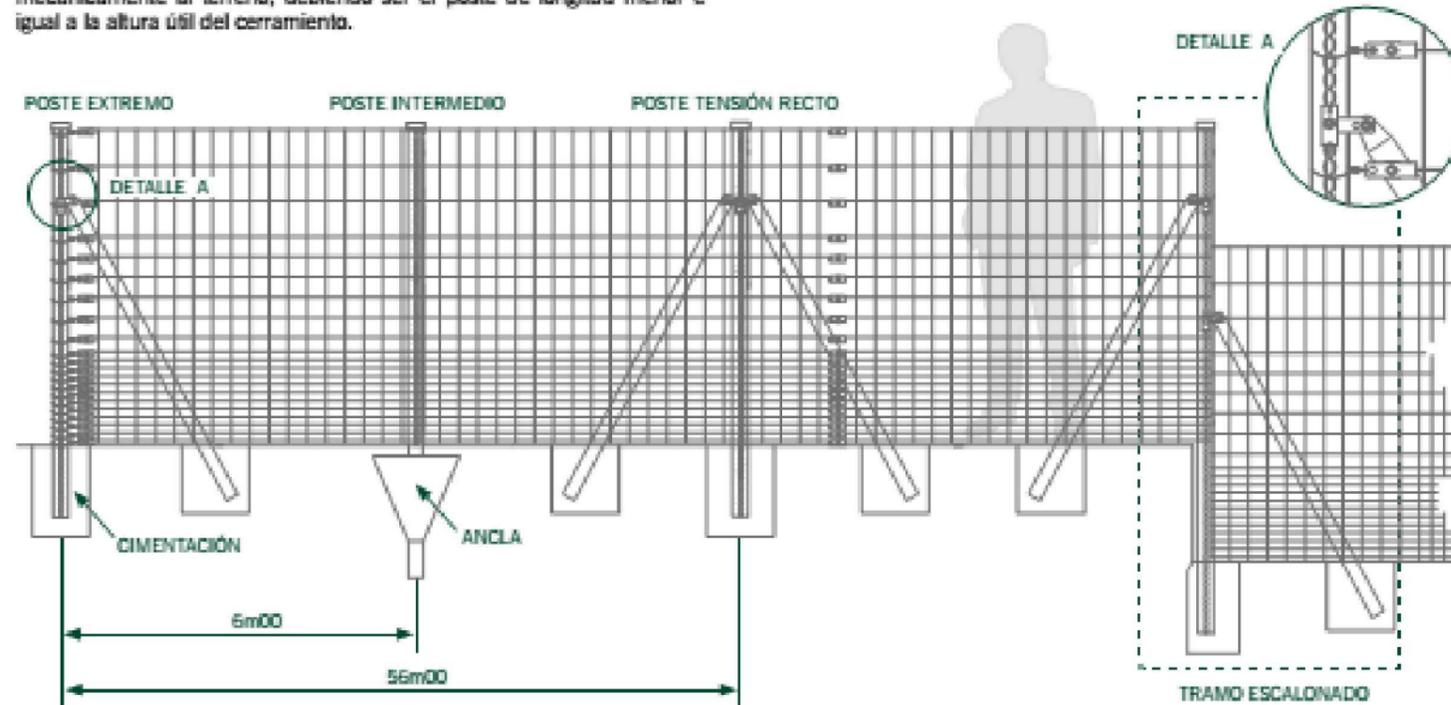
# MONTAJE

## TRAMO RECTO

Los postes extremos se colocan al principio y al final del cerramiento, los postes intermedios cada 6m y los postes de tensión cada 56m de tramo recto. En terrenos duros o muy compactados se puede substituir opcionalmente la cimentación del poste por el sistema de ancla hincada mecánicamente al terreno, debiendo ser el poste de longitud menor e igual a la altura útil del cerramiento.

## TRAMO ESCALONADO

En los escalones colocar un poste más largo (longitud normal + escalón) en la parte baja del cerramiento y grapar al mismo la malla de los tramos superior e inferior. Colocar en dicho poste doble número de soportes para los tornapuntas.



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### POSTES Y ACCESORIOS

- Poste tipo Lux 50 o Lux 80 según alturas, provistos de cremallera longitudinal para la fijación de los accesorios y grapas necesarias para soportar la tensión de las mallas. Chapa de acero bajo en carbono, según norma EN-10142. Resistencia a la tracción de 300 a 500 N/mm<sup>2</sup>
- Accesorios acoplados a la cremallera mediante tornillo de fijación
- Tapón de polipropileno indegradable a los agentes atmosféricos
- Grapa de alambre galvanizado reforzado, fijada verticalmente a la cremallera para impedir el posible deslizamiento longitudinal de la misma

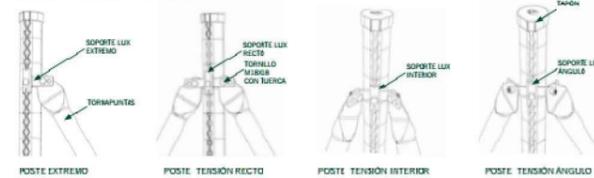
### MALLA ANUDADA

- Un cerramiento fiable y económico, ideal para cercar grandes espacios fabricado con malla anudada rectangular, alambre con triple protección galvanizada, diámetro de 2,40mm el superior e inferior y diámetro de 1,90mm el resto de alambres. Distancias entre alambres horizontales variables, ver cuadro características

ALTURA CERCADO	LONGITUD TOTAL POSTE	POSTE EXTREMO TENSIÓN			POSTE INTERMEDIO		
		TIPO	ESPESOR	Nº SOPORTES	TIPO	ESPESOR	Nº GRAPAS
1m00	1m25 (0m25 empotr.)	LUX 50	1,3mm/ale.m.	1	LUX 50	1,3mm/ale.m.	4
1m50	1m80 (0m25 empotr.)	LUX 50	1,3mm/ale.m.	1	LUX 50	1,3mm/ale.m.	5
2m00	2m35 (0m30 empotr.)	LUX 50 / 80	1,5mm/ale.m.	1	LUX 50	1,3mm/ale.m.	5

TIPO MALLA	DISTANCIA ENTRE ALAMBRES VERTICALES	ALTURA CERCADO	Nº HILOS HORIZONTALES	SERIE
100-05-15	15cm	1m00	8	LIGERA
100-08-30	30cm			
145-15-15	15cm	1m50	18	
145-15-30	30cm			
200-20-15	15cm	2m00	20	
200-20-30	30cm			

### POSTES Y ACCESORIOS

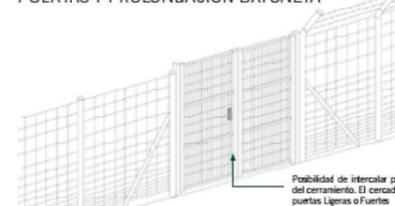


### RECUBRIMIENTO ANTICORROSIÓN

- Todos los materiales del Cercado Lux Malla Anudada están galvanizados en caliente.
- Accesorios: galvanizado electrolítico
  - Malla anudada rectangular con alambre triple protección galvanizada de 240gs Zn/m<sup>2</sup>
  - Color estándar:

● galvanizado

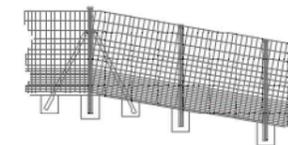
### PUERTAS Y PROLONGACIÓN BAYONETA



Posibilidad de intercalar puertas ligeras y fuertes en cualquier punto del cerramiento. El cercado Lux Malla Anudada armoniza con los modelos de puertas Ligeras o Fuertes

### TRAMO EN PENDIENTE

En los cambios de nivel del cerramiento es decir cuando cambia el grado de inclinación del mismo o se pasa de un tramo horizontal a uno inclinado, colocar un poste de tensión recto. Los postes en los tramos de cerramiento inclinados, deben estar apoyados verticalmente, quedando por tanto en dirección oblicua a los alambres horizontales de la malla.



PROYECTO  
PARQUE FOTOVOLTAICO SOBRE ESTRUCTURA FIJA  
DE 32,76MWp Y 25,20MWh LA BOTA

PROMOTOR  
NUFRI S.A.T 1596

UBICACIÓN  
POLÍGONO 10 PARCELA 76  
LAS HERRUMBRES  
GIBRLEÓN, HUELVA

TÉCNICO  
GERARD ESPINAGOSA CAMATS  
Nº COLEGIADO 21704-L

ESCALA  
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO  
CERCADO PERIMETRAL

NUM.  
10/11

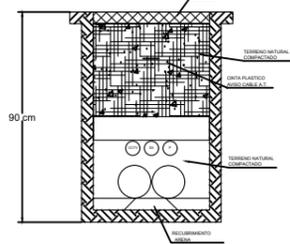
REFERENCIA PROYECTO  
PARC1933

FECHA  
23/04/2021

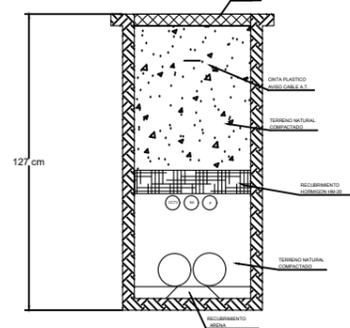
## ZANJAS INTERIOR PARQUE

### NO AFECTADAS POR CRUZAMIENTO HIDRAULICO

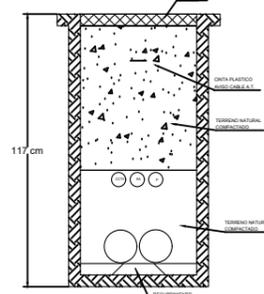
**BT TIPO 1**  
PASO  
TRANSITABLE  
CON  
HORMIGON



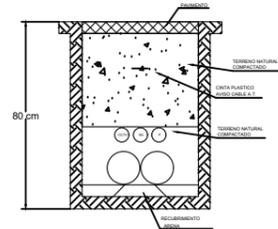
**MT TIPO 1**  
PASO  
TRANSITABLE  
CON  
HORMIGON



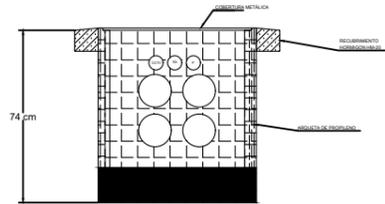
**MT TIPO 1**  
PASO NO  
TRANSITABLE



**BT TIPO 1**  
PASO NO  
TRANSITABLE

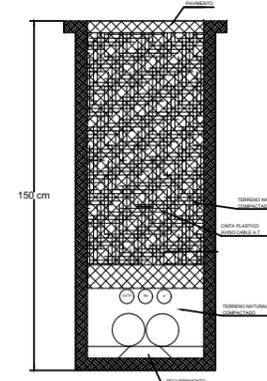


**ARQUETA**

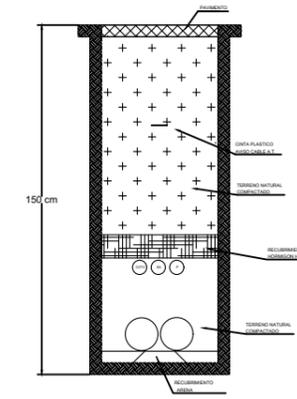


### AFECTADAS POR CRUZAMIENTO HIDRAULICO

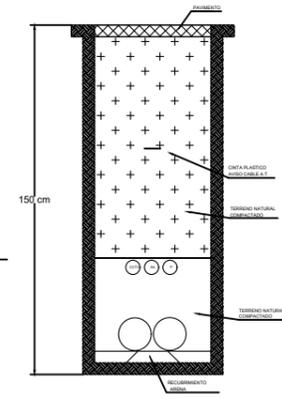
**BT TIPO 1**  
PASO  
TRANSITABLE  
CON  
HORMIGON



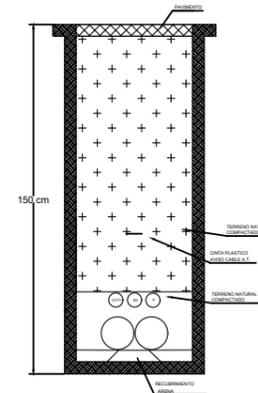
**MT TIPO 1**  
PASO NO  
TRANSITABLE  
CON  
HORMIGON



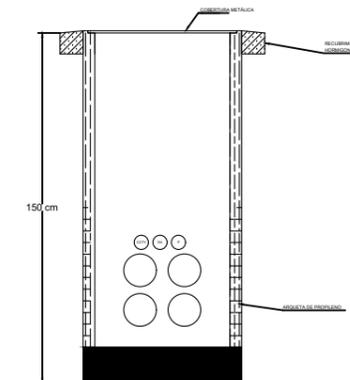
**MT TIPO 1**  
PASO NO  
TRANSITABLE



**BT TIPO 1**  
PASO NO  
TRANSITABLE



**ARQUETA**



### 3. PLANIFICACIÓN

Lista de actividades	CRONOGRAMA PROYECTO LA BOTA 25,2MWn y 32,80MWp															
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11					
<b>Inicio de la obra</b>																
<b>ORDENES DE COMPRA</b>																
Orden de compra paneles	OC															
Orden de compra inversores	OC															
Orden de compra estructura	OC															
Orden de compra material eléctrico			OC													
<b>RECEPCIÓN DE MATERIALES</b>																
Entrega paneles				EP												
Entrega inversores					EI											
Entrega estructura			EE													
Entrega material eléctrico					EM											
<b>OBRA CIVIL, MONTAJES E INSTALACIONES</b>																
Ballado perimetral																
Adecuación caminos internos																
Zanjas BT , MT y perimetro																
Montaje Estructura																
Montaje Paneles																
Montaje de inversores y centro de transformación																
Instalación eléctrica BT																
Instalación sistema de monitoreo																
Instalación MT																
Adecuación caminos internos - acabado final																
<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

(\*) Plazos que dependen de la administración

#### 4. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

<b>RESUMEN PRESUPUESTO PARQUE FOTOVOLTAICO</b>		
<b>EJECUCIÓN MATERIAL</b>		
CAPÍTULO 01.	MATERIALES INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	9.639.131,08 €
CAPÍTULO 02.	OBRA CIVIL	373.675,24 €
CAPÍTULO 03.	MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	4.429.677,56 €
<b>SUBTOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>14.442.483,88 €</b>
<b>INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA</b>		
CAPÍTULO 04.	INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA	211.458,00 €
<b>LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>		
CAPÍTULO 05.	LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN	40.674,00 €
<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>		
CAPÍTULO 06.	SEGURIDAD Y SALUD	38.278,72 €
<b>SUBTOTAL CAPITULOS 01 A 06 (IVA no incluido)</b>		<b>14.732.894,60 €</b>
<b>IVA (21%)</b>		<b>3.093.907,87 €</b>
<b>SUBTOTAL CAPITULOS 01 A 06 (IVA incluido)</b>		<b>17.826.802,47 €</b>
<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b>		
CAPÍTULO 07.	RESIDUOS	28.083,60 €
<b>IVA (10%)</b>		<b>2.808,36 €</b>
<b>SUBTOTAL RESIDUOS (IVA incluido)</b>		<b>30.891,96 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO (IVA incluido)</b>		<b>17.857.694,43 €</b>

#### RESUMEN PRESUPUESTO

El precio final de la instalación será de **17.857.694,43 €** (IVA y Gestión de residuos INCLUIDOS).

MEDICIONES PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN					
CAPÍTULO 1.	MATERIALES	Mediciones	Ud	€ / Ud	Total
<b>01.01 EQUIPOS FOTOVOLTAICA</b>					
01.01.01	Suministro paneles JA Solar JAM72S130-535/MR	61.236,00	ut	83,67	5.123.616,12 €
01.01.03	Suministro de inversores HEMK FS3670K de 3.670 kVA/kW a 40°C	7,00	ut	230.321,32	1.612.249,24 €
01.01.04	Suministro de estructura de acero galvanizado de 27 módulos (3V x 9), incluyendo postes hincados de 1,5m de altura, tornillería y grapas	2.268,00	ut	847,58	1.922.311,44 €
<b>SUBTOTAL EQUIPOS FOTOVOLTAICA (€)</b>					<b>8.658.176,80 €</b>
<b>01.02 MATERIAL ELÉCTRICO</b>					
01.02.01	Cableado CC tipo RV-K 1,5kV XLPE CU de 6 mm2	471.744,00	m	0,75	353.808,00 €
01.02.02	Cableado CC tipo RV-K 0,6/1kV XLPE AL de 95 mm2	20.143,42	m	1,90	38.272,50 €
01.02.03	Cableado PE tipo RV-K 0,6/1kV XLPE CU de 6 mm2	68.040,00	m	0,49	33.339,60 €
01.02.04	Cableado PE desnudo CU de 50 mm2	1.950,00	m	6,79	13.240,50 €
01.02.05	Cajas de unificación de strings con 26 fusibles de 1000V / 15A, con seccionador y bornera de unificación para salida con 2 cables de 95mm2 AL.	150,00	ut	1.950,00	292.500,00 €
01.02.06	Conectores Multicontact Macho-Hembra	4.710,46	ut	3,65	17.193,18 €
01.02.07	Cableado AC tipo RHZ1 18/30kV XLPE AL de 400 mm2	6.525,00	m	19,10	124.627,50 €
01.02.08	Power Plant Controller	1,00	ud	50.500,00	50.500,00 €
<b>SUBTOTAL MATERIAL ELÉCTRICO (€)</b>					<b>924.104,28 €</b>
<b>01.03 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL</b>					
01.03.01	Suministro e instalación de sistema de monitorización de la planta	1	ut	56.850,00	56.850,00 €
<b>SUBTOTAL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL (€)</b>					<b>56.850,00 €</b>
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>9.639.131,08 €</b>
CAPÍTULO 2.	OBRA CIVIL	Mediciones	Ud	€ / Ud	Total
02.01	Caminos internos según detalles de proyecto	11.001,90	m2	12,50	137.523,75 €
02.02	Valla perimetral de 2,5m de altura y poste cada 3m, con 2 puertas de acceso de 4m	3.845,40	ut	18,00	69.217,20 €
02.03	Zanjas internas BT y MT según detalles de proyecto completamente acabadas	1.846,00	ut	45,21	83.457,66 €
02.04	Losas de hormigón para la colocación de los inversores y transformadores.	43,75	m3	1.565,18	68.476,63 €
02.05	Caseta técnica para la operación y mantenimiento del parque, completamente acabada y preparada para su uso.	60,00	m2	250,00	15.000,00 €
<b>TOTAL OBRA CIVIL (€)</b>					<b>373.675,24 €</b>
CAPÍTULO 3.	MONTAJES Y PUESTA EN MARCHA	Mediciones	Ud	€ / Ud	Total
<b>03.01 MONTAJE DE INSTALACIONES</b>					
03.01.01	Montaje de estructura e hincado de postes	2.268,00	ut	1.322,40	2.999.203,20 €
03.01.02	Montaje de paneles	61.236,00	ut	4,89	299.444,04 €
03.01.03	Instalación eléctrica de baja tensión	61.236,00	ut	12,12	742.180,32 €
03.01.04	Instalación eléctrica de media tensión	1,00	m	150.500,00	150.500,00 €
<b>SUBTOTAL MONTAJE INSTALACIONES FOTOVOLTAICA (€)</b>					<b>4.191.327,56 €</b>
<b>03.02 MONTAJE DE OTRAS INSTALACIONES</b>					
03.02.01	Suministro e instalación de sistema de comunicaciones	1,00	ut	3.500,00	3.500,00 €
03.02.02	Suministro e instalación de alarma	1,00	ut	15.000,00	15.000,00 €
<b>SUBTOTAL MONTAJE OTRAS INSTALACIONES (€)</b>					<b>18.500,00 €</b>
<b>03.03 OTROS</b>					
03.03.01	Medios de elevación para los montajes y traslado de material a la obra	4,00	ut	35.650,00	142.600,00 €
03.03.02	Seguro de obra	1,00	ut	32.000,00	32.000,00 €
03.03.03	Puesta en marcha	1,00	ut	45.250,00	45.250,00 €
<b>SUBTOTAL OTROS (€)</b>					<b>219.850,00 €</b>
<b>TOTAL MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA (€)</b>					<b>4.429.677,56 €</b>
CAPÍTULO 4.	INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA	Mediciones	Ud	€ / Ud	Total
04.01	Ingeniería y visado de proyecto ejecutivo	1,00	ut	82.458,00	82.458,00 €
04.02	Dirección de obra	6,00	m	21.500,00	129.000,00 €
<b>TOTAL INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA (€)</b>					<b>211.458,00 €</b>
CAPÍTULO 5.	LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN	Mediciones	Ud	€ / Ud	Total
05.01	Legalización, tramitación de contrato, inscripción en el registro	1,00	ut	40.674,00	40.674,00 €
<b>TOTAL LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN (€)</b>					<b>40.674,00 €</b>
CAPÍTULO 6.	SEGURIDAD Y SALUD	Mediciones	Ud	€ / Ud	Total
06.01	Señalizaciones y cierres de area	20,00	ud	650,00	13.000,00 €
06.02	Coordinación de Seguridad y Salud	6,00	m	4.213,12	25.278,72 €
<b>TOTAL SEGURIDAD Y SALUD (€)</b>					<b>38.278,72 €</b>
CAPÍTULO 7.	RESIDUOS	Mediciones	Ud	€ / Ud	Total
07.01	Gestión de residuos	30,00	MWp	936,12	28.083,60 €
<b>TOTAL RESIDUOS (€)</b>					<b>28.083,60 €</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 Plan 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 25,20MWn conectada a red de alta tensión

Datos generales del proyecto:

- Técnico autor del proyecto:
- Director de obra:
- Director de ejecución de obra:

Características del emplazamiento:

- La instalación fotovoltaica se realizará sobre terreno con una superficie total de 41,2Ha.

Número de trabajadores:

- El número de trabajadores que permanecerán en el lugar de las obras está previsto que se encuentre alrededor de 35 operarios.

Servicios Públicos y servidumbres existente:

- No se constatan servicios afectados.

Edificios colindantes:

- No aplica.

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	
Razón social:	SAT N°1596 Nufri

DATOS DE LA INGENIERÍA	
Razón social:	ESCALA SOLAR, SL

Accesos:

- El acceso a la obra se realizará desde la misma parcela, por el camino que se llega a la misma.

Centro asistencial más próximo:

- Centro de Salud Gibraleón

### 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 "Instalación generadora de **energía solar fotovoltaica de 25,20 MWn** 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:

- El acceso se realiza directamente a través de la propia parcela.
- El sistema estructural es metálico con fijación mediante hincado.
- La instalación solar fotovoltaica se dispone de 61.236 módulos de silicio cristalino combinados según corresponda la configuración, en 2268 strings de 27 módulos en serie

#### - Proceso de ejecución.

El orden de la instalación será el que sigue:

1. Instalación de los sistemas de protección colectiva, consistentes en:
  - Delimitación de zonas de paso de maquinaria.
  - Delimitación de las zanjas o irregularidades del Terreno.
  - Implementación de una completa señalización de todos los riesgos, así como notificación de cada uno de ellos.
  - Perimetralmente, delimitación de paso a zonas no protegidas o de no Trabajo.
  - Identificación 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. Apertura de Zanjas para paso de cableado.
5. Colocación del cableado, inversores de corriente eléctrica, elementos de protección y maniobra, tomas de tierra y su consiguiente conexionado a red (sin tensión).
6. Instalación de bandeja de rejilla metálica de acero cincado 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.
7. Conexiones de las diferentes series en inversores fotovoltaicos, donde se transforma la corriente continua en corriente alterna. Estos equipos se instalarán distribuidos por

el terreno de forma optimización su ubicación en base a criterios de eficiencia.

8. Instalación de las Estaciones de Potencia (Transformador + Celdas de conexión + protección).
9. Línea de evacuación, en Alta Tensión

En los trabajos se seguirá el siguiente orden:

- Se alzarán y se ubicarán sobre terreno 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 terreno, de composición a determinar por estudio geológico.
- 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 eléctrica 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.
- Recepción de maquinaria - medios auxiliares y montajes
- Acopio de materiales.

- Montaje elementos.

- Estructura soporte y placas solares.
- Apertura de Zanjas
- Tendido e instalación de cableado eléctrico sin tensión y bandejas de rejilla abierta.
- Instalación Estaciones de Potencia + Inversores.

- 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.

**Observar punto 5.9.1. Detalle riesgos y protecciones POR TRABAJOS., para observar mas detalladamente los trabajos.**

- 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:

---

<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)

**Observar punto 5.9.2. *Detalle riesgos y protecciones POR MAQUINARIA.*, para observar más detalladamente los medios auxiliares.**

**- 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

**Observar punto 5.9.2. *Detalle riesgos y protecciones POR MAQUINARIA.*, para observar más detalladamente los medios auxiliares.**

**5.5. Plazo ejecución y número máximo trabajadores**

Para ejecutar la obra en un plazo de 150 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 35.

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 realización de una acometida provisional y/o grupo/s electrógenos.

- Riesgos detectables más comunes.

- Heridas punzantes en manos.
- Caídas al mismo nivel.
- Electrocutación; 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 30/300 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 tablones 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 triangulo, (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 destaca la fase de trabajos en cubierta por riesgo de caída en altura como global posible y especialmente peligrosa, y se requeriría la perspectiva presencia de recurso preventivo en sí mismas y más aún cuando coinciden entre sí como es el caso de esta obra.

### 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 Plan 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:

Riesgo	¿Se deben tomar nuevas acciones preventivas?	¿Cuándo hay que realizar las acciones preventivas?
<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

metodología y concreción conseguidas por este trabajo.

### **5.9.1. Detalle riesgos y protecciones POR TRABAJOS.**

#### **Análisis de riesgos en las fases de construcción**

##### **En implantación**

- Riesgos detectable
  - Caídas de personas al mismo nivel.
  - Atropellos y golpes contra objetos.
  - Caídas de materiales.
  - Incendios.
  - Riesgo de contacto eléctrico.
  - Derrumbamiento de acopios.
- Equipos de protección individual
  - Casco de seguridad.
  - Guantes de seguridad.
  - Calzado de seguridad
  - Traje de agua para tiempo lluvioso

##### **En eliminación de masa vegetal**

- Riesgos detectables
  - Golpes por o contra objetos.
  - Deslizamiento de la maquinaria por pendientes acusadas.
  - Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria.
  - Atrapamientos en el montaje y acoplamiento de implementos en la maquinaria.
  - Caídas a distinto nivel.
  - Caídas al mismo nivel.
  - Ruido.
  - Vibraciones.
- Equipos de protección individual
  - Casco de seguridad.
  - Guantes de cuero.
  - Guantes de goma o P.V.C.

- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla con filtro mecánico.
- Cinturón antivibratorio.

### **Desmante y terraplenado**

#### **- Riesgos detectable**

- Vuelcos o deslizamientos de las máquinas.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes por o contra objetos y máquinas.
- Atrapamientos.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Riesgos higiénicos por ambientes pulverulentos.
- Atropellos.
  - Equipos de protección individual
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla con filtro mecánico.
- Cinturón antivibratorio.

### **En vaciados**

#### **- Riesgos detectables**

- Desplome o desprendimiento de tierras, rocas, bolos, árboles, etc.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras (palas, camiones, etc.).
- Caída a distinto nivel de personas, vehículos, maquinaria u objetos.
- Caída de personas al mismo nivel.

- Contactos eléctricos con conducciones.

### **En excavación de zanjas o de trincheras**

#### **- Riesgos detectable**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atrapamiento.
- Los derivados por contactos con conducciones enterradas.
- Inundaciones.
- Golpes por o contra objetos, máquinas, etc.
- Caídas de objetos o materiales.
- Inhalación de agentes tóxicos o pulverulentos.

#### **- Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Traje para ambientes húmedos o lluviosos.
- Protectores auditivos.

### **En excavación de tierras mediante procedimientos neumáticos**

#### **- Riesgos detectable**

- Caída de personas y de objetos o materiales a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes por o contra objetos o materiales.
- Ruidos.
- Riesgos higiénicos por ambientes pulverulentos.
- Rotura de las mangueras, barras o punteros.
- Vibraciones.
- Sobre esfuerzos.
- Botas de goma o P.V.C.

- Cinturón antivibratorio.

### **En relleno de tierras o rocas y manipulación de materiales sueltos**

#### **- Riesgos detectable**

- Caídas o desprendimientos del material.
- Golpes o choques con objetos o entre vehículos.
- Atropello.
- Caída o vuelco de vehículos.
- Atrapamiento por material o vehículos.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Sobreesfuerzos.

#### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico.
- Guantes de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Protectores auditivos.

### **En trabajos de encofrado y desencofrado**

#### **- Riesgos detectable**

- Desprendimientos de las maderas o chapas por mal apilado o colocación de las mismas.
- Golpes en las manos durante la clavazón o la colocación de las chapas.
- Caída de materiales.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes por o contra objetos, máquinas o material, etc.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Contactos eléctricos.

- Sobreesfuerzos.
- Golpes por o contra objetos.
- Dermatitis por contacto.

- Equipo de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Cinturones de seguridad (clase C, cuando no exista un medio de protección colectiva).
- Guantes de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Botas de goma o de P.V.C.
- Trajes para tiempo lluvioso.

**Trabajos con ferralla. Manipulación y puesta en obra**

- Riesgos detectable

- Golpes por o contra objetos.
- Cortes por objetos o material.
- Atrapamiento o aplastamiento.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos o materiales.

- Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Cinturón porta-herramientas.
- Cinturón de seguridad (clases A o C, cuando no existan medios de protección colectiva).
- Trajes de agua para tiempo lluvioso.

**Trabajos de estructuras metálicas**

- Riesgos detectable

- Caída del material.
- Desprendimiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos.
- Golpes y/o cortes por objetos y/o herramientas.
- Quemaduras.
- Radiaciones por soldadura con arco.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Explosión de botellas de gases licuados.
- Incendios.
- Intoxicación.
- Sobreesfuerzos.

- Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Cinturón de seguridad (Clase C, si no existen medios de protección colectiva).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Botas de goma o de P.V.C.
- Manoplas de soldador.
- Mandil de soldador.
- Polainas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

**Trabajos de manipulación de hormigón**

- Riesgos detectables

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
  - Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
  - Pisadas sobre objetos punzantes.
  - Golpes por o contra objetos, materiales, etc.
  - Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
  - Atrapamientos.
  - Vibraciones.
  - Contactos eléctricos.
  - Riesgos higiénicos por ambientes pulverulentos.
  - Sobreesfuerzos
- Equipos de protección individual
- Casco de seguridad.
  - Guantes de seguridad.
  - Guantes impermeabilizados.
  - Calzado de seguridad.
  - Gafas de seguridad antiproyecciones.
  - Trajes impermeables para tiempo lluvioso.
  - Mandil.
  - Cinturón antivibratorio.
  - Protectores auditivos.

### **5.9.2. Detalle riesgos y protecciones POR MAQUINARIA PALA CARGADORA SOBRE NEUMÁTICOS O SOBRE ORUGAS**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina.
- Máquina en marcha, fuera de control por abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina.
- Vuelco de la máquina.
- Caída de la pala por pendientes.
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas (aéreas o enterradas).

- Desplomes de taludes o de frentes de excavación.
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos durante el trabajo.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulvígeno.
- Sobreesfuerzos.

#### **- Equipo de protección individual**

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.
- Mascarillas con filtro mecánico.
- Protectores auditivos.

### **RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS O SOBRE NEUMÁTICOS**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina.
- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.

- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamiento (trabajos de mantenimiento).
- Proyección de objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulverulento.
- Sobreesfuerzos

#### **- Equipo de protección individual**

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Protectores auditivos.

### **BULLDOZER**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Atropello.
- Desplazamientos incontrolados del tractor (barrizales, terrenos descompuestos y pendientes acusadas).
- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina e instalar los tacos).
- Vuelco del bulldozer.
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes asimilables).

- Colisión contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos (trabajos de mantenimiento y otros).
- Caída de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Proyección de objetos.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulvígeno.
- Sobreesfuerzos.

#### **- Equipo de protección individual**

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Bota de agua (terrenos embarrados).
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### **MOTONIVELADORA**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes con o contra la máquina, objetos, otras máquinas o vehículos.
- Vuelcos, caída o deslizamiento de la máquina por pendientes.
- Atropello.
- Atrapamiento.
- Vibraciones.
- Incendio.
- Quemaduras (mantenimiento).

- Sobreesfuerzos (mantenimiento).
- Desplomes o proyección de objetos y materiales.
- Ruido.
- Riesgos higiénicos de carácter pulvígeno

**- Equipo de protección individual**

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos (en caso necesario).
- Mascarilla con filtro mecánico (en caso necesario).
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de seguridad (mantenimiento).
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).
- Botas de goma o P.V.C.

**RETROCARGADORA**

**- Riesgos detectables más comunes**

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes con o contra la máquina, objetos, otras máquinas o vehículos.
- Vuelco, caída o deslizamiento de la máquina por pendientes.
- Atropello.
- Atrapamiento.
- Vibraciones.
- Incendios.
- Quemaduras (mantenimiento).
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).
- Desplomes o proyección de objetos y materiales.
- Ruido.
- Riesgos higiénicos de carácter pulvígeno.

**- Equipo de protección individual**

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de seguridad.

- Protectores auditivos (en caso necesario).
- Mascarilla con filtro mecánico (en caso necesario).
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de seguridad (mantenimiento).
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de goma o P.V.C.

## **RODILLO VIBRANTE AUTOPROPULSADO**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Atropello.
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco.
- Choque contra otros vehículos.
- Incendio (mantenimiento).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Caída del personal a distinto nivel.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).

### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad (siempre que exista la posibilidad de golpes).
- Protectores auditivos (en caso necesario).
- Cinturón antivibratorio.
- Gafas de seguridad antiproyecciones y polvo.
- Traje impermeable.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.
- Mascarilla antipolvo.
- Guantes de cuero (mantenimiento)
- Guantes de goma o P.V.C.

## **CAMIÓN DUMPER**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Caídas a distinto nivel.
- Golpes por o contra objetos o materiales.
- Vuelco del camión.
- Atropellos.
- Vibraciones.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.
- Atrapamiento.
- Proyección de objetos.
- Desplome de tierras.
- Contactos con la energía eléctrica (líneas eléctricas).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Sobreesfuerzos.
- Incendio.

### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

## **CAMIÓN DE TRANSPORTE**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamiento.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).
-

**- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad (mantenimiento).
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Cinturón antivibratorio.

**CAMIÓN HORMIGONERA**

**- Riesgos detectables más comunes**

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión, (terrenos irregulares, embarrados, etc.).
- Atrapamiento durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas.
- Caída a distinto nivel.
- Atropello.
- Colisión contra otras máquinas, (movimiento de tierras, camiones, etc.).
- Golpes por o contra objetos.
- Caída de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Riesgos higiénicos por contacto con el hormigón.

**- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de goma o P.V.C.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Mandil impermeable (limpieza de canaletas).
- Cinturón antivibratorio.

**CAMIÓN GRÚA**

**- Riesgos detectables más comunes**

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamiento.
- Caída a distinto nivel.

- Atropello.
- Caída de materiales (desplome de la carga).
- Golpes por o contra objetos, materiales o máquinas.

**- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.

**BOMBA PARA HORMIGÓN AUTOPROPULSADA**

**- Riesgos detectables más comunes**

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco.
- Deslizamientos por planos inclinados (trabajos en rampas y a media ladera).
- Proyecciones de objetos (reventón de tubería o salida de la pelota limpiadora).
- Golpes por objetos que vibran (tolva, tubos oscilantes).
- Atrapamientos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Sobreesfuerzos.

**- Equipo de protección individual**

- Guantes de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Calzado de Seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Mandil impermeable.
- Cinturón antivibratorio.

**GRÚA AUTOPROPULSADA**

**- Riesgos detectables más comunes**

- Los derivados del tráfico durante el transporte.

- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos.
- Golpes por o contra objetos, materiales o maquinaria.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Vuelco de la grúa autopropulsadora.
- Atropellos de personas.
- Desplome de la estructura en montaje (perfilería general, tramos de grúa torre, climatizadores, etc.).
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.

**- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Guantes de cuero.
- Botas de goma o P.V.C.

**COMOPRESOR**

**- Riesgos detectables más comunes**

- Vuelco.
- Atrapamiento de personas.
- Caída de la máquina desprendimiento durante el transporte en suspensión.
- Ruido.
- Rotura de la manguera de presión.
- Riesgos higiénicos derivados de la emanación de gases tóxicos.
- Atrapamiento durante operaciones de mantenimiento.
- Sobreesfuerzos.

**- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad con protectores auditivos incorporados.
- Protectores auditivos.

- Guantes de goma o P.V.C.

### **MOTOVOLQUETE AUTOPROPULSADO**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Vuelco o caída de la máquina durante el vertido o en desplazamientos.
- Atropellos de personas.
- Golpe por o contra objetos, materiales o vehículos.
- Los derivados de la vibración constante durante la conducción.
- Riesgos higiénicos de la inhalación de polvo o vapores tóxicos de la combustión.
- Ruido.

#### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suelo antideslizante.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Botas de goma o P.V.C.
- Trajes de agua para tiempo lluvioso.

### **AUTOHORMIGONERA**

#### **• Riesgos detectables**

- Deslizamientos por planos inclinados.
- Caída a distinto nivel.
- Vuelco.
- Atropello.
- Atrapamiento.
- Golpes por o contra objetos.
- Proyección de objetos.
- Riesgos higiénicos por ambientes pulvígenos.
- Vibraciones.

#### **- Equipo de protección individual**

- Gafas antipolvo.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.

- Guantes de goma o P.V.C.
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Mascarilla antipolvo.
- Protectores auditivos.

## **HORMIGONERA ELÉCTRICA**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Atrapamientos (paletas, engranajes, etc.).
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes por elementos móviles o materiales.
- Riesgo higiénico debido al polvo ambiental.
- Ruido.

### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antipolvo (antisalpicaduras de pastas).
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Guantes de seguridad.
- Botas de goma o de P.V.C.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Trajes impermeables.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.

## **PEQUEÑOS COMPACTADORES**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Ruido.
- Atrapamiento.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes.
- Explosión (combustible).

- Máquina en marcha fuera de control.
- Proyección de objetos.
- Vibraciones.
- Caídas al mismo nivel.

**- Equipo de protección individual**

- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad y a ser posible con protectores auditivos incorporados.
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.

## **SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO**

**- Riesgos detectables más comunes**

- Caída de personas a distinto nivel (estructura metálica, trabajos en el borde de forjados, balcones, aleros y asimilables).
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamiento de manos por objetos pesados.
- Colapso o derrumbe de la estructura.
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Proyección de partículas.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños (picado del cordón de soldadura).
- Pisadas sobre objetos punzantes.

**- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad con protección para radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).

- Guantes de cuero.
- Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
- Calzado de seguridad.
- Pantalla de soldadura de sustentación manual.
- Guantes aislantes (maniobras en el grupo bajo tensión).
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Cinturón de seguridad clase A (trabajos estáticos).
- Cinturón de seguridad clase C (trabajos y desplazamientos en riesgo de caída desde altura).

## **SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y OXICORTE**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Caída de personas a distinto nivel (estructura metálica, trabajos en el borde de forjados, balcones, aleros y asimilables).
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamiento de manos por objetos pesados.
- Golpes por o contra objetos y materiales.
- Quemaduras.
- Explosión (retroceso de llama).
- Incendio.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.
- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.
- Cortes por objetos.
- Riesgos higiénicos por humos y vapores de la soldadura.
- Sobreesfuerzos.
- Radiaciones.

### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.

- Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
- Pantalla de soldadura de sustentación manual.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Cinturón de seguridad clase A y C según las necesidades y riesgos a prevenir.

## **ROZADORA ELÉCTRICA**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Contacto con la energía eléctrica.
- Erosiones en las manos.
- Cortes por o contra objetos o máquinas.
- Golpes por fragmentos en el cuerpo.
- Proyección de objetos.
- Riesgos higiénicos por agentes pulvígenos.
- Pisadas sobre materiales (torceduras, cortes).
- Ruido.
- Sobreesfuerzos.

### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Mandil y manguitos de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Mascarilla de seguridad antipolvo con filtro mecánico recambiable.

## **TALADRO PORTÁTIL**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Contacto con la energía eléctrica.
- Atrapamiento.
- Erosiones en las manos.
- Cortes o proyecciones.
- Golpes por fragmentos en el cuerpo.

#### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad (antiproyecciones).
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.

### **EXTENDEDORA DE PRODUCTOS BITUMINOSOS**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Caída de personas desde la máquina.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Los derivados de los trabajos realizados bajo altas temperaturas (suelo caliente + radiación solar + vapor).
- Los derivados de la inhalación de vapores de betún asfáltico, (nieblas de humos asfálticos).
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos (apaleo circunstancial).
- Atropello durante las maniobras de acoplamiento de los camiones de transporte de aglomerado asfáltico con la extendedora.

#### **- Equipo de protección individual**

- Botas de media cañas, impermeables.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.

### **MOTOSIERRA**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Cortes.
- Golpes por o contra objetos.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras.
- Incendios.
- Proyección de partículas.
- Vibraciones.
- Ruido.

#### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad, con protector auditivo y pantalla.
- Pantalón de motoserrista con protección frente al corte.
- Botas de seguridad con puntera y suela con relieve antideslizante.
- Guantes de seguridad.

### **PLATAFORMA**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Los derivados del tráfico.
- Choque (contra otros vehículos, máquinas u objetos).
- Vuelco (taludes, cortes, zanjas, desplazamientos carga, etc.).
- Caídas a distinto nivel (subir o bajar a la plataforma desde ella).
- Caídas de objetos (desplome de la carga o parte de ella).
- Golpes por o contra objetos (la plataforma o la carga).
- Atrapamiento.
- Sobreesfuerzos (colocación o fijación de la carga).
- Quemaduras.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Incendio.

#### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas impermeables de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

### **CAMIÓN DE CAJA ARTICULADA CON EXTENDEDORA DE ÁRIDOS**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes por o contra objetos.
- Vuelco del camión.

- Atropellos.
- Polvo ambiental.
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos.
- Quemaduras (mantenimiento).
- Sobreesfuerzos.
- Incendios.

**- Equipo de protección individual Del conductor**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

**- Del peon de descarga**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de cuero.
- Gafas antiproyección y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo.
- Cinturón de seguridad (caso de ir sobre la plataforma).

**CAMIÓN CISTERNA DE AGUA**

**- Riesgos detectables más comunes**

- Caídas a distinto nivel.
- Golpes por o contra objetos.
- Vuelco del camión cisterna.
- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Quemaduras (mantenimiento).
- Sobreesfuerzos.
- Incendios.

**- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.

- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

### **CAMIÓN CISTERNA DE GAS-OIL**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Los debidos a los peligros intrínsecos del producto.
- Los derivados del proceso de carga y descarga.
- Los derivados de las condiciones del tráfico.
- Vuelco.
- Incendio.
- Atrapamiento.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.
- Quemaduras (mantenimiento).

#### **- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de plástico o caucho sintético.

### **CAMIÓN CISTERNA PARA RIESGO ASFÁLTICO**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Los debidos a los peligros intrínsecos del producto.
- Los derivados del proceso de carga y descarga.
- Los derivados de las condiciones del tráfico.
- Vuelco del camión cisterna.
- Incendio.
- Atrapamiento.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atropello de personas en la obra (entrada, circulación interna y salida).
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.

- Quemaduras.

#### **- Equipo de protección individual Del conductor**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Mascarilla contra gases o vapores.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de plástico o caucho sintético.

#### **- Del regado**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad adecuado.
- Mandil de cuero.
- Guantes de amianto.
- Gafas de seguridad.
- Mascarilla contra gases o vapores.
- Guantes de plástico o caucho sintético.
- Polainas de cuero.
- Manguitos de cuero.

### **EXCAVADORA PATAS ARTICULADAS SOBRE NEUMÁTICOS**

#### **- Riesgos detectables más comunes**

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina.
- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la excavadora).
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamiento (trabajos de mantenimiento).
- proyección de partículas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes.

- Ruido.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.

**- Equipo de protección individual**

- Gafas antiproyecciones (en caso necesario).
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Botas de goma o de P.V.C.
- Protectores auditivos.

**EQUIPO DE SACA AUTÓNOMO O MEDIANTE TOMA DE FUERZA DE TRACTOR**

**- Riesgos detectables más comunes**

- Atropellos.
- Deslizamiento de la máquina o caída por pendiente.
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco de la máquina.
- Atrapamientos.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Quemaduras.
- Incendio.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes.

**- Equipo de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección.
- Cinturón de seguridad y equipo de trepar.

- Gafas antiproyecciones.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo contra inclemencias del tiempo.
- Protectores auditivos.

## **EQUIPO DE DESCORTEZADO**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Atropellos.
- Deslizamiento de la máquina.
- Caída por pendientes.
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco de la máquina.
- Atrapamientos.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Riesgos higiénicos de carácter pulverulento (descortezado de restos de incendios, etc.)
- Quemaduras.
- Incendio.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Cortes o erosiones con máquinas o con materiales.
- Golpes.
- Picadura de animales venenosos.

### **- Equipo de protección individual**

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de seguridad.
- Cinturón abdominal antivibraciones.
- Botas de seguridad antideslizantes.
- Guantes de cuero.
- Protectores de los oídos contra el ruido.
- Mascarilla antipolvo con filtro recambiable.

- Ropa de trabajo contra inclemencias del tiempo.

## **MARTILLO NEUMÁTICO**

### **- Riesgos detectables más comunes**

- Vibraciones.
- Ruido.
- Riesgos higiénicos de carácter pulvígeno.
- Sobreesfuerzo.
- Rotura de manguera bajo presión.
- Proyección de objetos y partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Rotura del puntero o barrena.

-

### **5.10. Protección colectiva para 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:

- 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 para acceso a parte altas de estructuras, ya sean de madera o tramex.
- 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.

#### **5.11. 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.

Observar punto 5.9.1 & 5.9.2, donde se observan más detalladamente las protecciones individuales por cada tipo de trabajo o Maquinaria.

## **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:

c) 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 tablonces 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.

d) 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 carotideo ( 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.

#### **- 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**

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 SS. 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 prevención de riesgos.

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**

<b>RIESGO</b>	<b>NIVEL DE RIESGO</b>
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
	Contacto eléctrico	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 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.  $Irradiación = Irradiancia \cdot t$ . 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  $800 \text{ W/m}^2$  con distribución espectral AM 1'5 G, la temperatura ambiente es de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  y la velocidad del viento, de  $1 \text{ m/s}$ .

## **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:

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

Donde:

- $P_{mp}$  = Potencia pico del generador
- $G_{CEM}$  = 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:

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

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

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

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, conexiones, 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:

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

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

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.

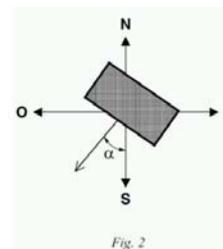
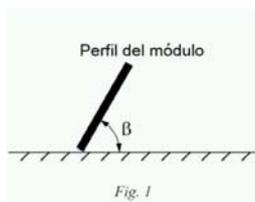
El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos

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

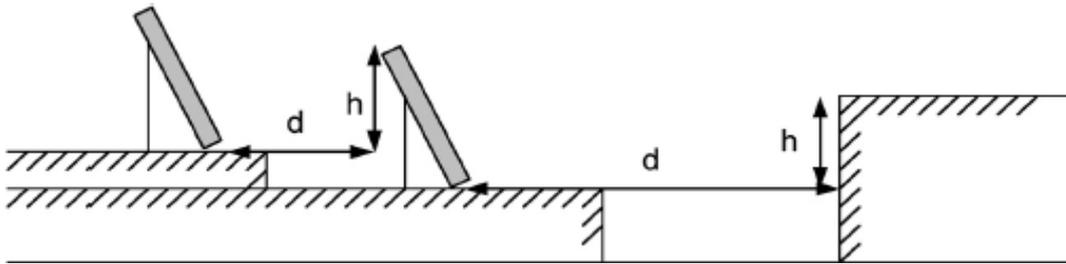
La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia  $d$  será superior al valor obtenido por 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: La Bota 25,2 MWn  
Promotor: SAT N°1596 Nufri  
Situación: Gibraleón, Huelva

---

## 7. INFORME PVSYST

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

**Proyecto :** labota2

<b>Sitio geográfico</b>	<b>Peguerillas</b>	<b>País</b>	<b>España</b>
<b>Ubicación</b>	Latitud	37.33° N	Longitud -7.00° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud 29 m
	Albedo	0.20	
<b>Datos meteorológicos:</b>	<b>Peguerillas</b>	Meteonorm 7.2 (1996-2010) - Sintético	

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

Fecha de simulación 26/04/21 13h53  
**Simulación para la 8.º año de funcionamiento**

<b>Parámetros de la simulación</b>	Tipo de sistema	<b>Sistema en cobertizos, fila simple</b>		
<b>Orientación plano captador</b>	Inclinación	22°	Acimut	0°
<b>Configuración de los cobertizos</b>	Núm. de cobertizos	34	Conjunto en cobertizos simple	
	Separación entre cobertizos	13.2 m	Ancho receptor	6.84 m
Banda inactiva	Arriba	0.02 m	Abajo	0.02 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo de perfil límite	20.6°	Factor de ocupación del suelo (GCR) 51.8 %	
<b>Modelos empleados</b>	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
<b>Horizonte</b>	Sin horizonte			
<b>Sombreados cercanos</b>	Sombreado lineal			
<b>Necesidades del usuario :</b>	Carga ilimitada (red)			

### Características del conjunto FV

<b>Módulo FV</b>	Si-mono	Modelo	<b>JAM72S30-535/MR</b>	
Parámetros definidos por el usuario		Fabricante	JA Solar	
Número de módulos FV		En serie	27 módulos	En paralelo 2268 cadenas
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	61236	Pnom unitaria 535 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	<b>32761 kWp</b>	En cond. de funciona. 29923 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	1009 V	I mpp 29665 A
Superficie total		Superficie módulos	<b>158257 m²</b>	Superficie célula 145673 m²

### Inversor

Parámetros definidos por el usuario		Modelo	<b>FS3670K_690V_20190301</b>	
Características		Fabricante	Power Electronics	
		Voltaje de funcionam.	976-1310 V	Pnom unitaria 3800 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	7 unidades	Potencia total 26600 kWac
				Relación Pnom 1.23

### Factores de pérdida del conjunto FV

Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	2.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Res. global conjunto	0.56 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
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 %
Deterioro promedio de los módulos	Año núm.	8	Factor de pérdidas	0.4 %/año
Desajuste debido al deterioro	Dispersión RMS sobre Imp	0.4 %/año	Dispersión RMS sobre Vmp	0.4 %/año

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

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	690 Vac tri		
	Conductores: 3x20000.0 mm <sup>2</sup>	471 m	Fracción de pérdidas	3.0 % en STC
Transformador externo	Pérdida fierro (Conexión 24H)	32285 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

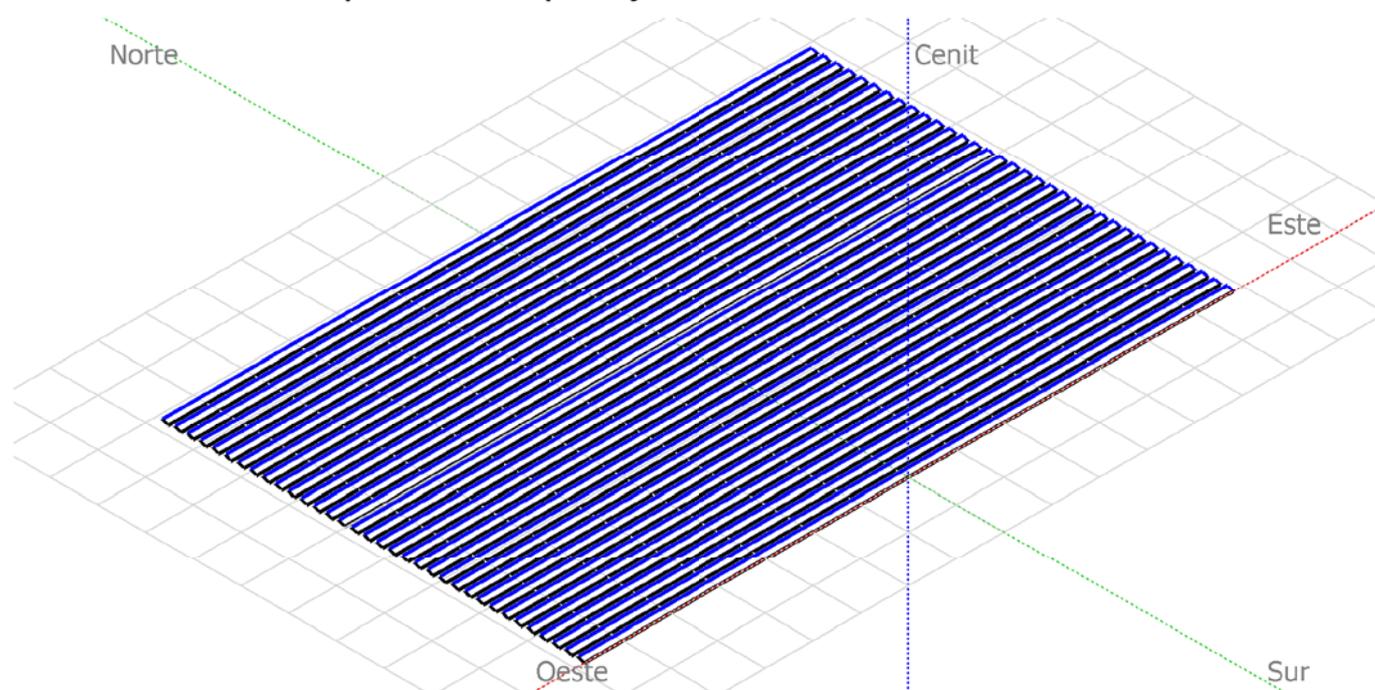
**Proyecto :** labota2

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

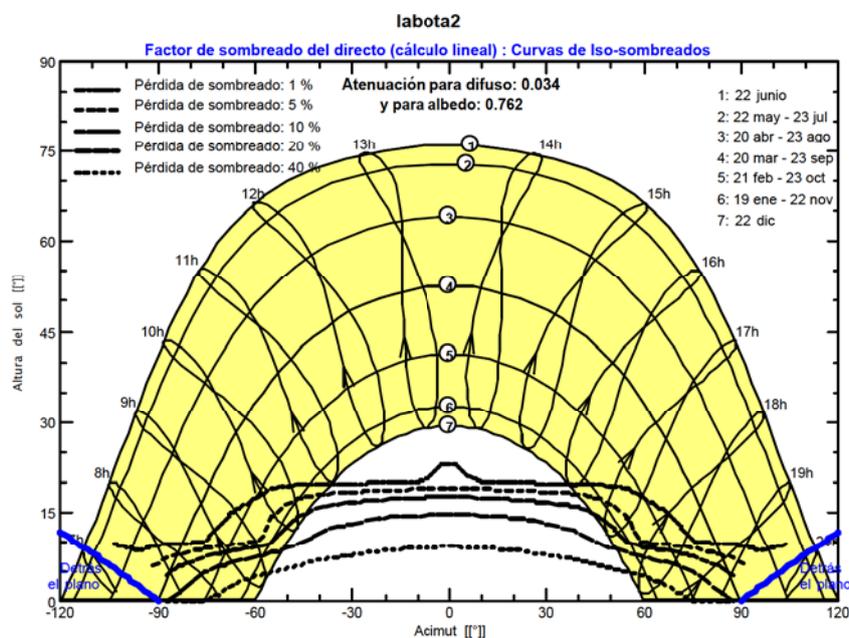
Simulación para la 8.º año de funcionamiento

<b>Parámetros principales del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>Sistema en cobertizos, fila simple</b>		
<b>Sombreados cercanos</b>	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	22°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	JAM72S30-535/MR	Pnom	535 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	61236	Pnom total	<b>32761 kWp</b>
Inversor	Modelo	FS3670K_690V_20190301	Pnom	3800 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	7.0	Pnom total	<b>26600 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

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



**Diagrama de Iso-sombreados**



## Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

**Proyecto :** labota2

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

Simulación para la 8.º año de funcionamiento

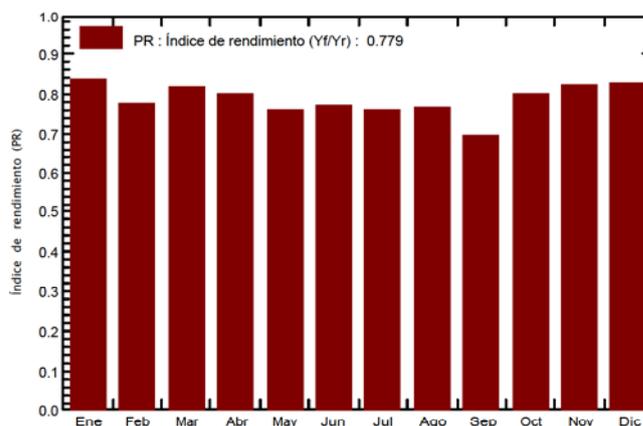
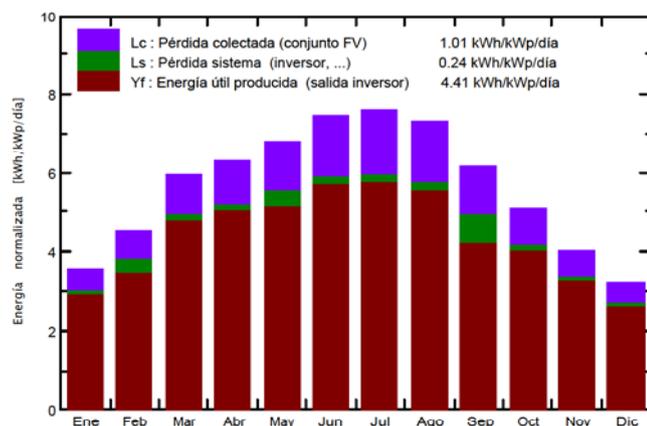
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema en cobertizos, fila simple	
<b>Sombreados cercanos</b>	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	22°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	JAM72S30-535/MR	Pnom 535 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	61236	Pnom total <b>32761 kWp</b>
Inversor	Modelo	FS3670K_690V_20190301	Pnom 3800 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	7.0	Pnom total <b>26600 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

### Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	<b>Energía producida</b>	<b>52770 MWh/año</b>	Produc. específica	1611 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	<b>77.87 %</b>		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 32761 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>	75.6	29.60	10.85	109.8	103.9	3113	3004	0.835
<b>Febrero</b>	95.6	36.30	12.45	126.2	120.5	3561	3198	0.774
<b>Marzo</b>	153.0	48.10	15.23	183.7	175.7	5073	4896	0.813
<b>Abril</b>	174.8	66.60	16.79	189.1	180.0	5149	4970	0.802
<b>Mayo</b>	210.6	73.80	20.60	210.9	200.6	5645	5250	0.760
<b>Junio</b>	230.7	68.10	24.51	224.0	213.5	5854	5652	0.770
<b>Julio</b>	240.0	61.20	26.47	236.2	225.4	6077	5870	0.759
<b>Agosto</b>	216.0	56.00	26.38	227.0	216.8	5873	5673	0.763
<b>Septiembre</b>	160.0	55.10	23.13	184.5	176.2	4893	4199	0.695
<b>Octubre</b>	122.3	41.40	19.91	156.9	150.0	4272	4125	0.802
<b>Noviembre</b>	85.0	31.10	14.39	120.5	114.4	3360	3242	0.821
<b>Diciembre</b>	66.6	28.30	11.82	99.8	93.3	2792	2693	0.824
<b>Año</b>	1830.2	595.59	18.58	2068.6	1970.2	55662	52770	0.779

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

## Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

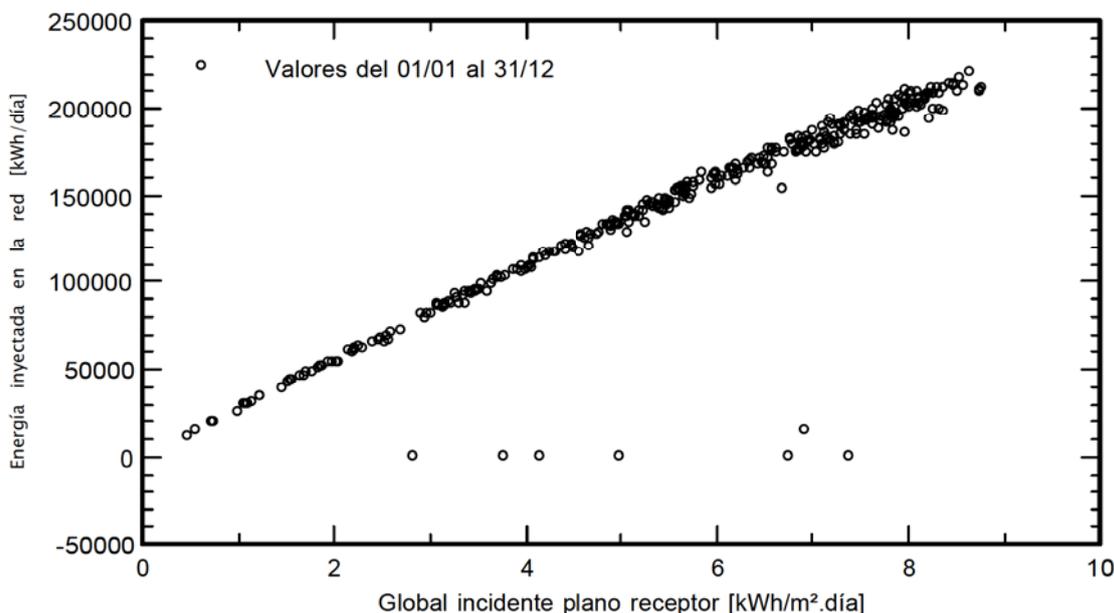
**Proyecto :** labota2

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

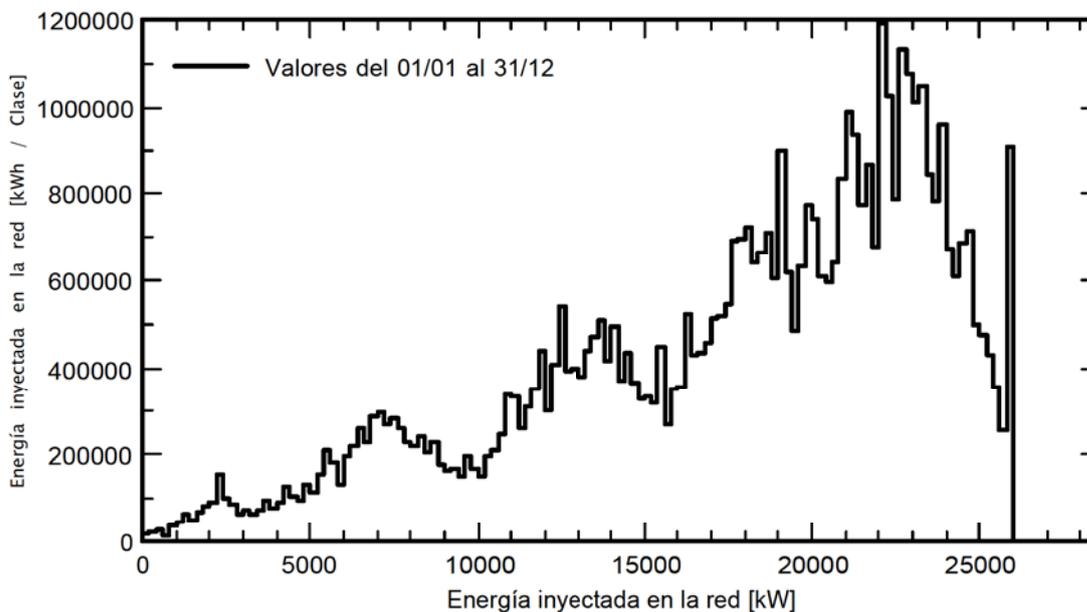
Simulación para la 8.º año de funcionamiento

<b>Parámetros principales del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>Sistema en cobertizos, fila simple</b>		
<b>Sombreados cercanos</b>	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	22°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	JAM72S30-535/MR	Pnom	535 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	61236	Pnom total	<b>32761 kWp</b>
Inversor	Modelo	FS3670K_690V_20190301	Pnom	3800 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	7.0	Pnom total	<b>26600 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

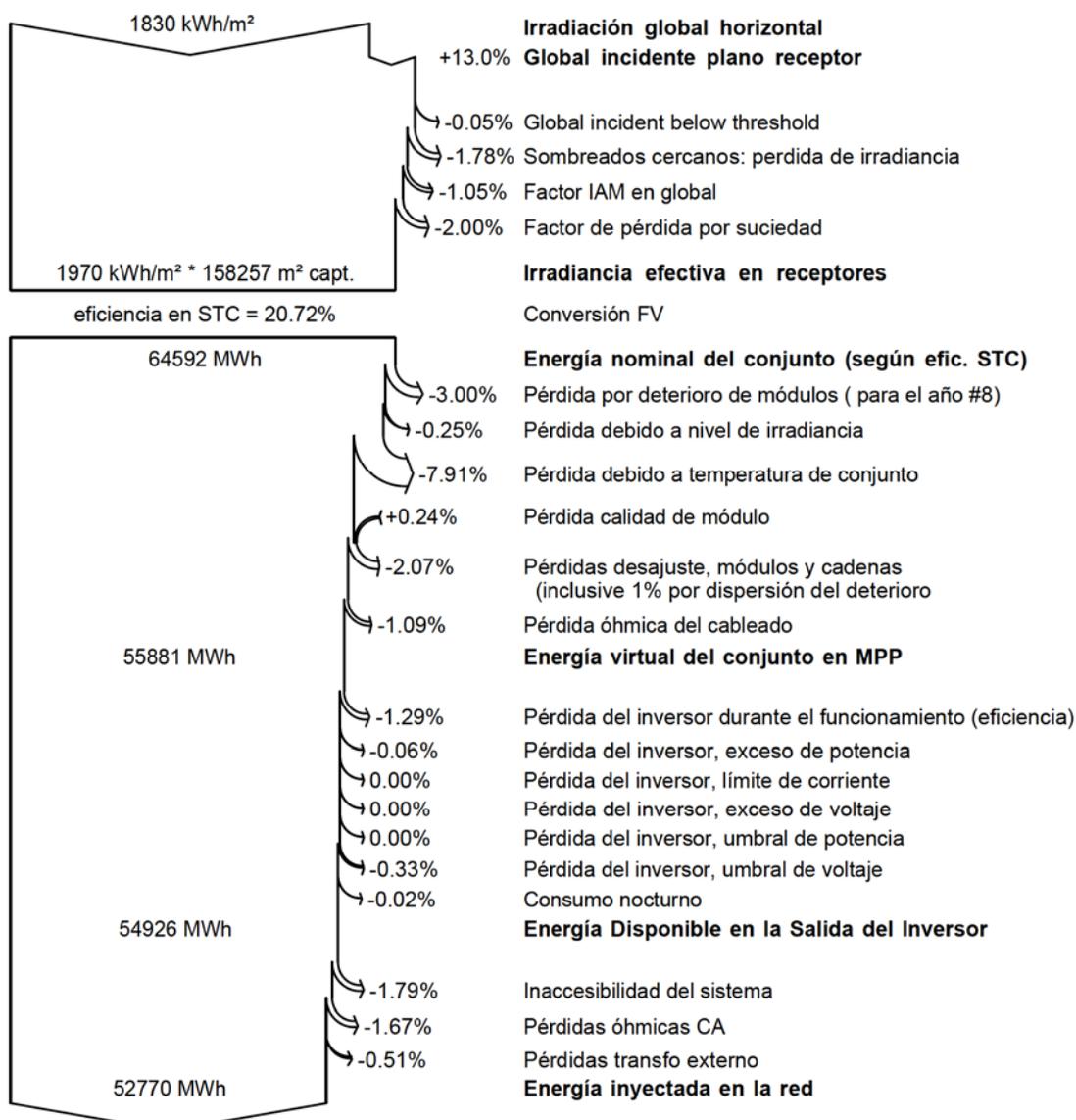
**Proyecto :** labota2

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

**Simulación para la 8.º año de funcionamiento**

<b>Parámetros principales del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>Sistema en cobertizos, fila simple</b>	
<b>Sombreados cercanos</b>	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	22°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	JAM72S30-535/MR	Pnom 535 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	61236	Pnom total <b>32761 kWp</b>
Inversor	Modelo	FS3670K_690V_20190301	Pnom 3800 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	7.0	Pnom total <b>26600 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

### Diagrama de pérdida durante todo el año





Proyecto: La Bota 25,2 MWn  
Promotor: SAT N°1596 Nufri  
Situación: Gibraleón, Huelva

---

## **8. ESTUDIO DESMANTELAMIENTO DE PROYECTO**

## **ANEXO XIII**

# **ESTUDIO DE DESMANTELAMIENTO**

## ÍNDICE

<b>MEMORIA</b> .....	2
1. OBJETO DEL PROYECTO .....	3
2. NORMATIVA APLICABLE .....	4
3. DESMANTELAMIENTO. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	6
4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIUDOS .....	9
5. PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO PARQUE FOTOVOLTAICO .....	13
6. CONDICIONES GENERALES .....	15
6.1. Disposiciones generales .....	15
6.2. Seguridad en el trabajo .....	16
6.3. Seguridad pública .....	16
7. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....	17
7.1. Datos de la Obra .....	17
7.2. Mejoras y variaciones del proyecto .....	17
7.3. Organización .....	17
7.4. Ejecución de las obras .....	18
7.5. Subcontratación de obras .....	18
7.6. Plazo de ejecución .....	18
7.7. Recepción provisional .....	19
7.8. Periodos de garantía .....	19
7.9. Recepción definitiva .....	19
7.10. Pago de obras .....	20
7.11. Abono de materiales acopiados .....	20
7.12. Disposición final .....	20
8. CONDICIONES FACULTATIVAS .....	21
8.1. Delimitación de funciones técnicas .....	21
8.2. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares .....	23
9. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	26
9.1. Condiciones generales .....	26



**Proyecto:** Parque fotovoltaico La Bota  
**Promotor:** Societat S.A.T Nufri 1596  
**Situación:** Gibraleón, Huelva.

---

# MEMORIA

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es el actualizar y establecer las condiciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de los trabajos de desmantelamiento de la instalación solar fotovoltaica de conexión a red y la restauración de terreno, situada en la finca “Las Herrumbres”, en Gibraleón, Huelva.

Esta instalación está constituida por una instalación fotovoltaica de 25,20 MWn, debiéndose realizar los trabajos de desmantelamiento de una sola vez, abaratando por tanto el presupuesto total del desmantelamiento de la planta.

Este proyecto se redacta siguiendo lo especificado en la Ley 7/2002, Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía, en concreto en la modificación de dicha ley incorporada mediante la Ley 18/2003. En ella se añadió una nueva disposición aparecida en BOJA de 31 de Diciembre de 2003 según la que se establece que, durante el periodo de vigencia del Plan Energético de Andalucía 2003-2006, las autorizaciones para los actos de construcción o instalación de infraestructuras, servicios, dotaciones o equipamiento vinculados a la generación mediante fuentes energéticas renovables, será necesario presentar ante la Delegación Territorial de Empleo, empresa y comercio un proyecto desmantelamiento y restitución de los terrenos.

Con posterioridad, se publica la instrucción 4/2004 de la Dirección General de Urbanismo en relación con los informes a emitir por la Consejería de Obras Públicas sobre la implantación de Parques eólicos en Andalucía, previstos en la disposición adicional séptima de la ley de Ordenación Urbanística de Andalucía. En esta instrucción, que consideramos también de aplicación en los proyectos de parques solares fotovoltaicos, se menciona la autorización que debe emitir la Consejería de Innovación, ciencia y empresa, donde deben incluirse las condiciones para el cumplimiento de lo dispuesto en el apartado 6 del artículo 52, entre ellas la prestación de garantía por una cuantía igual al importe de los gastos de restitución de los terrenos a su estado original.

## 2. NORMATIVA APLICABLE

Los sistemas fotovoltaicos y sus componentes estarán diseñados de acuerdo con las siguientes leyes, decretos, reglamentos, normas y especificaciones nacionales e internacionales:

- Ley 7/2002 de 17 de Diciembre de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Ley 18/2003 de 29 de Diciembre artículo 164. Medidas en materia de urbanismo.
- R.D. 1663/2000 Real Decreto sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Decreto 09/2011 de 18 de Enero, por el que se regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Ley 02/2007 de 27 de Marzo, de fomento de energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- R.D. 3410/75 Real Decreto sobre Reglamentación General de Contratación
- R.D. 162/97 Real Decreto sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 31/1995 Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 842/2002 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 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.
- R.D. 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.
- CEC 503 Los módulos estarán aprobados y homologados para cumplir los requerimientos de la Comisión Europea de la U.E. (Acuerdo N° 503) en el Centro de Investigación Comunitaria de Ispra, Italia. Estas pruebas demuestran la idoneidad del producto para su uso en las condiciones más adversas y su perfecto funcionamiento en ambientes con humedad hasta el 100% y rangos de temperatura entre -40°C y +90°C y soportando velocidades de viento de hasta 180 Km./hora.
- TÜV Adicionalmente a la homologación IEC 1215 los módulos deberán ser aprobados por el Grupo TÜV Rheinland para su uso como equipos Clase II.
- (Schutzklasse II) aprobando su idoneidad para plantas fotovoltaicas con un voltaje de operación de hasta 850Vcc.

- DC 89/336/CEE Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética (EMC).
- Ley 24/2013 Sector eléctrico
- R.D. 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.
- • RD1955/2000 Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- IEC 364 Instalaciones eléctricas de edificios.
- Instrucción 21-01-04 Instrucción de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las Instalaciones conectadas a la Red.
- DC 73/23/CEE Directiva Europea de Baja Tensión.
- Resolución de 05/05/2005, por la que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- Además, la instalación solar fotovoltaica considerada cumplirá la normativa vigente que a
- continuación se enumera:
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Complementarias MI-BT, incluidas las hojas de interpretación.
- Código Técnico de la Edificación CTE.
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT) y Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales, así como toda normativa que la complemente.
- Normas DB SE-A (Seguridad estructural y acero) del Código Técnico de Edificación CTE.

### 3. DESMANTELAMIENTO. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las fases de las obras de desmantelamiento son las siguientes:

- 1) Desconexión de la instalación.
- 2) Desmantelamiento de la instalación eléctrica BT.
- 3) Desmantelamiento de los módulos fotovoltaicos u estructura soporte.
- 4) Desmantelamiento de la instalación eléctrica subterránea de MT y edificios Power Station.
- 5) Desmantelamiento de la instalación eléctrica aérea de AT.
- 6) Desmantelamiento de la subestación eléctrica MT/AT.
- 7) Restauración vegetal y del paisaje.

#### **Desconexión de la instalación de BT**

La instalación eléctrica se realiza en distintos tramos: un primer tramo de interconexión entre módulos con cables fijos a la estructura, un segundo tramo, con una red de canalizaciones o zanjas subterráneas hasta el inversor y un último tramo, desde el inversor hasta el Centro de Transformación (circuito AC), fijos sobre los cuadros de Baja Tensión situados dentro del centro de transformación.

Todo el cableado eléctrico se realiza mediante conductores de cobre y aluminio unipolares flexibles, aislados de la clase 5, con aislamiento XLPE y recubrimiento de PVC.

Las secciones de los cables oscilarán entre los 6 mm<sup>2</sup> y los 400 mm<sup>2</sup>.

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

1. Desconexión de cableado de interconexión de módulos. Acopio en camión para transporte, ya sea a vertedero autorizado o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización.
2. Recuperación y transporte a vertedero autorizado de cableado eléctrico instalado en zanjas bajo tierra. Acopio en camión y transporte a vertedero autorizado o, al igual que en el caso anterior, a otro emplazamiento para su posterior reutilización/reciclado.
3. Desconexión y desmontaje de elementos de conexión y protección y acopio en camión de transporte.

Otro trabajo que forma parte del desmantelamiento de la instalación eléctrica es el desmantelamiento de las zanjas por las que discurre el cableado eléctrico de las instalaciones. De acuerdo con esto, con posterioridad al desmontaje de las estructuras soporte de las instalaciones fotovoltaicas se llevarán a cabo estos trabajos. Para ello, se recuperarán todas las arquetas y se trasladarán, en camiones, a vertederos autorizados. Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno mediante relleno de zanjas.

### **Desmantelamiento de la instalación eléctrica**

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- 1) Recuperación y transporte a vertedero autorizado de cableado eléctrico instalado en arquetas bajo tubo. Acopio en camión y transporte a vertedero autorizado o, al igual que en el caso anterior, a otro emplazamiento para su posterior reutilización/reciclado.
- 2) Desconexión y desmontaje de elementos de conexión y protección y acopio en camión de transporte.

Otro trabajo que forma parte del desmantelamiento de la instalación eléctrica es el desmantelamiento de las zanjas por las que discurre el cableado eléctrico de las instalaciones. De acuerdo con esto, con posterioridad al desmontaje de las estructuras soporte y de las cimentaciones de los seguidores se llevarán a cabo estos trabajos. Para ello, se recuperarán todas las arquetas y se trasladarán, en camiones, a vertederos autorizados. Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno mediante relleno de zanjas.

### **Desmantelamiento de los módulos fotovoltaicos**

Para llevar a cabo el desmontaje de los módulos que constituyen el generador Fotovoltaico, hay que tener en cuenta que éstos están unidos a la estructura soporte mediante tornillería, en las cuatro esquinas de su marco.

Una vez desmontados, los módulos se trasladarán a un camión, haciendo uso para ello de una carretilla elevadora y grúa.

En caso de la no reutilización de los módulos fotovoltaicos se podrán utilizar medios mecánicos para el achatarramiento y compactación de los mismos, con objeto de minimizar el volumen. En cualquier caso, los módulos fotovoltaicos constituyen un sustrato completamente inerte y se puede considerar como material de construcción, por lo que no requerirán ningún tratamiento específico previo a su vertido en emplazamientos autorizados.

### **Desmantelamiento de la instalación eléctrica subterránea de MT y Edificios Power Station.**

Antes de comenzar el desmontaje deberá desconectarse en ambos extremos de la instalación. Es decir, en las celdas de 15kV en el edificio de control de la subestación y en los cuadros de control y mando a la salida de cada uno de los inversores.

En segundo lugar, habrá que proceder al desmontaje de todos los edificios Power Station.

Para realizar los trabajos anteriores, se hará uso de un camión en el que se acopiarán todos los materiales y, a continuación, se transportarán a un vertedero autorizado.

### **Restauración vegetal y del paisaje.**

Dado que el terreno que nos ocupa se trata de suelo agrícola y por tanto con cambio de cultivo anual, su restauración a la situación original no requiere ningún tratamiento de replantación arbórea, matorral ni cualquier otra vegetación.



**Proyecto:** Parque fotovoltaico La Bota  
**Promotor:** Societat S.A.T Nufri 1596  
**Situación:** Gibraleón, Huelva.

---

Aunque no se estima estrictamente necesario, se contempla la posibilidad de un aporte de tierra vegetal en determinadas zonas más afectadas del parque y el esparcimiento de semillas silvestres para acelerar que aflore la vegetación en el terreno.

#### 4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIUDOS

Trabajos de desmantelamiento.

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además, es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se expone a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- Medios auxiliares (pales de madera), embaces y embalajes:
  - Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
  - No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
  - Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlo del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido (ej. Botellas de SF6 vacías o medio llenas).
  - Los pallets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.
- Residuos metálicos.
  - Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado.
- Aceites y grasas:
  - Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceite en talleres autorizados.
  - Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
  - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido.
- Tierras contaminadas:
  - Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas.
  - Disponer de bandeja metálica para almacenamiento de combustibles.
  - Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
  - Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Si no es así colocar en una bandeja estanca o losa de hormigón impermeabilizada y con bordillo.
  - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido. No realizar llenados de máquinas de potencia sin estar operativos los fosos de recogida de aceite. Colocar recipientes o material absorbente debajo de todos los empalmes de tubos utilizados durante la maniobra, para la recogida de posibles pérdidas.
  - Buenas prácticas en los trasiegos.
- Residuos vegetales:
  - Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto.
  - Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios.

### **Medidas de separación, manejo y almacenamiento en obra.**

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

#### •Segregación

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa a los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, por lo que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso no resultará técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

En el campamento de obra, se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (embases y embalajes, papel, vidrio y resto).

#### •Almacenamiento.

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, éstos serán almacenados de forma separada en el lugar de trabajo, según vaya a ser su gestión final, como se ha indicado en el punto anterior.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. Para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 833/1988 y Ley 10/98), con etiquetas o carteles resistentes a las
- distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgo, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento.

- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales.
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas, ...), papeles (sacos de mortero) etc., deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.
- Además de las zonas definidas, el campamento de obra deberá disponer de uno o más contenedores, con su correspondiente tapadera (para evitar la entrada del agua de lluvia) para los residuos sólidos urbanos (restos de comidas, envases de bebida, etc) que generen las personas que trabajan en la obra. Estos contenedores deberán estar claramente identificados, de forma que todo el personal de la obra sepa donde se almacena cada tipo de residuo.

### **Destinos finales de los residuos generados.**

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

### **Residuos no peligrosos.**

RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.

Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios. Si no es posible se gestionará su entrega en una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

Chatarra: Se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

### **Residuos peligrosos.**

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de residuos que prevé generar. En el Plan de gestión de residuos de construcción se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

- Como anexo a dicho Plan, el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria a llevar a cabo las distintas actividades de gestión de residuos:
  - Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
  - Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos y no peligrosos).
  - Autorizaciones de vertederos y depósitos.
  - Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).
- Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedarán registradas en una ficha de “Gestión de residuos generados en las obras de construcción “. Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas.
  - Documentos de Control y Seguimiento. (Residuos Peligrosos).
  - Notificación de traslado (Residuos Peligrosos).
- Albaranes de retirada o documentación de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.

## 5. PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO PARQUE FOTOVOLTAICO

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR PARTIDAS					
01	DESMANTELAMIENTO INSTALACION ELECTRICA BT	Mediciones	Ud	€/Ud	Total
01.01 DESMANTELAMIENTO LINEA ELECTRICA INSTALACION SOLAR					
01.01.01	Recuperacion del cableado eléctrico de instalacion solar	175.255,00	m	0,01	1752,55
01.01.02	Transporte a vertedero y/o reciclado	3,00	ud	100,00	300
				<b>Subtotal</b>	<b>2.052,55</b>
01.02 RECUPERACION DEL CABLEADO BT ENTERRADA					
01.02.01	Recuperacion del cableado electrico enterrado con ayuda de maquinaria excavadora	21.884,00	m	0,10	2188,4
01.02.02	Transporte a vertedero y/o reciclado	14,00	ud	100,00	1400
01.02.03	Relleno de zanjas y zonas afectadas	1.368,00	m3	3,00	4104
				<b>Subtotal</b>	<b>7.692,40</b>
01.03 RECUPERACION DE RESTO MATERIAL ELECTRICO					
01.03.01	Recuperacion del resto de material electrico (cuadros, protecciones,...)	20,00	ud	20,00	400
01.03.02	Transporte a vertedero y/o reciclado	2,00	ud	100,00	200
				<b>Subtotal</b>	<b>600,00</b>
02	DESMANTELAMIENTO MODULOS FV E INVERSORES	Mediciones	Ud	€/Ud	Total
02.01 DESMANTELAMIENTO MODULOS FV					
02.01.01	Desmontaje de modulos fv de la estructura soporte.	87.767,00	ud	0,15	13165,05
02.01.02	Transporte a vertedero y/o reciclado	44,00	ud	100,00	4400
				<b>Subtotal</b>	<b>17.565,05</b>
02.02 DESMANTELAMIENTO INVERSORES					
02.02.02	Desmontaje de inversores	41,00	ud	1,00	41
02.02.03	Transporte a vertedero y/o reciclado	12,00	ud	100,00	1200
				<b>Subtotal</b>	<b>1.241,00</b>
03	DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURAS SOPORTE MODULOS FV	Mediciones	Ud	€/Ud	Total
03.01 DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURA SOPORTE HORIZONTAL					
03.01.01	Recuperacion de la estructura soporte horizontal	6.572,00	ud	0,15	985,8
03.01.02	Transporte a vertedero y/o reciclado	9,00	ud	100,00	900
				<b>Subtotal</b>	<b>1.885,80</b>
03.02 DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURA SOPORTE HINCADO					
03.02.01	Recuperacion de la estructura soporte mediante deshincamiento ayudado medios mecanicos	17.525,00	ud	0,35	6133,75
03.02.02	Transporte a vertedero y/o reciclado	9,00	ud	100,00	900
				<b>Subtotal</b>	<b>7.033,75</b>
04	DESMANTELAMIENTO LINEA ELECTRICA SUBTERRANEA MT	Mediciones	Ud	€/Ud	Total
04.01 RECUPERACION DEL CABLEADO BT ENTERRADA					
04.01.01	Recuperacion del cableado electrico enterrado con ayuda de maquinaria excavadora	27.354,00	ud	0,25	6838,5
04.01.02	Transporte a vertedero y/o reciclado	2,00	ud	100,00	200
04.01.03	Relleno de zanjas y zonas afectadas	6.838,50	m3	3,00	20515,5
				<b>Subtotal</b>	<b>27.554,00</b>
05	DESMANTELAMIENTO CENTROS DE TRANSFORMACION MT	Mediciones	Ud	€/Ud	Total
05.01 DESMANTELAMIENTO DE EDIFICIOS DE CENTROS DE TRANSFORMACION					
05.01.01	Desconexión y desmontaje de aparata de los centros de transformación	21,00	ud	1,00	21
05.01.02	Carga con ayuda de camion grua de centro de transformacion	21,00	ud	50,00	1050
05.01.03	Transporte a vertedero y/o reciclado	21,00	Ud	100,00	2100
05.01.04	Relleno de zanjas y zonas afectadas	300,00	m3	3,00	900
				<b>Subtotal</b>	<b>4.071,00</b>
06	DESMANTELAMIENTO SUBESTACION ELECTRICA 30/220 kV	Mediciones	Ud	€/Ud	Total
06.01 DESMANTELAMIENTO SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 20/220 kV					
06.01.01	Demolición nave exenta, estructura metálica, m. Mecánicos	1.094,00	m3	2,17	2373,98
06.01.02	Demolición edificio exento, estruc. Hormigón, m. Mecánicos	615,00	m3	11,28	6937,2
06.01.03	Demolición con m. Mecánicos horm. Armado, exc. Tierras c. Media	137,00	m3	161,14	22076,18
06.01.04	Desmontado inst. Eléc. Y control edificio de control	1,00	pa	1.445,04	1445,04
06.01.05	Desmontaje equipos electromecánicos at y revalorización/retirada	1,00	pa	26.427,00	26427
06.01.06	Exc. Desmonte tierras consist. Media, transp. Terraplen	27.354,00	m3	0,57	15591,78
06.01.07	Demolición selectiva m. Mecánicos horm. En masa exc.tierras c/m	205,00	m3	86,60	17753
06.01.08	Retirada residuos mixtos demol. A planta de valoriz. 15 km	246,00	m3	20,66	5082,36
				<b>Subtotal</b>	<b>97.686,54</b>
07	DESMANTELAMIENTO LINEA AEREA ELECTRICA 220 kV	Mediciones	Ud	€/Ud	Total
07.01 DESMANTELAMIENTO LINEA AÉREA ELÉCTRICA 220 kV					
07.01.01	Demolición con m. Mecánicos horm. En masa, exc. Tierra, c. Med.	137,00	m3	117,97	16161,89
07.01.02	Desmontaje y retirada de conductor existente	2.735,00	m3	0,84	2297,4
07.01.03	Desmontaje y retirada de apoyos metálicos existentes	7,00	Tm	398,03	2786,21
07.01.04	Adecuación de caminos y posterior desmantelamiento	2,00	pa	5.458,40	10916,8
				<b>Subtotal</b>	<b>32.162,30</b>
08	RESTAURACION VEGETAL Y PAISAJISTICA	Mediciones	Ud	€/Ud	Total
08.01 RESTAURACION VEGETAL Y PAISAJISTICA					
08.01.01	Aporte de tierra vegetal en zonas afectadas	684,00	m3	10,00	6840
08.01.02	Extendido de tierra vegetal mediante ayuda mecanica en zonas afectadas	684,00	m3	5,00	3420
				<b>Subtotal</b>	<b>10.260,00</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN (€)</b>					<b>209.804,39 €</b>
<b>IVA (21%) (€)</b>					<b>44.058,92 €</b>
<b>PRESUPUESTO FINAL DE EJECUCIÓN CON IVA (€)</b>					<b>253.863,31 €</b>

### RESUMEN PRESUPUESTO

El presupuesto para desmantelamiento asciende a un total de 209.804,39€ IVA NO INCLUIDO

El precio final del desmantelamiento del parque solar fotovoltaico será de **253.863,31 € IVA** y Gestión de residuos INCLUIDOS.



**Proyecto:** Parque fotovoltaico La Bota  
**Promotor:** Societat S.A.T Nufri 1596  
**Situación:** Gibraleón, Huelva.

---

# **PLIEGO DE CONDICIONES PARA EL DESMANTELAMIENTO**

## 6. CONDICIONES GENERALES

Es objeto del presente Pliego de Condiciones regular las obras de desmantelamiento, con inclusión de materiales y medios auxiliares, que se detalla en los planos y demás documentación del presente proyecto, así como todas otras que con el carácter de reforma surjan durante el transcurso de las mismas, y aquellas que en el momento de la redacción del proyecto se pudiesen omitir y fuesen necesarias para su completa terminación que no fueran de la entidad suficiente como para ser objeto de un proyecto aparte.

Es también objeto del presente Pliego de Condiciones la definición de la normativa legal a que están sujetos todos los procesos y las personas que intervienen en la obra, y el establecimiento previo de unos criterios y medios con los que se pueden estimar y valorar las obras realizadas.

### 6.1. Disposiciones generales

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

#### **Normativa aplicable**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de condiciones, se regirán por lo especificado en:

Reglamentación General de Contratación, según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.

- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Norma Básica de la Edificación NBE-EA-95, “Estructuras de acero en edificación”; Real Decreto 1829/1995, de 10 de noviembre.
- Norma Básica de la Edificación NBE-EA-88, “Acciones en la Edificación”, Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre.

## **6.2. Seguridad en el trabajo**

Deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceitera, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales, tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

## **6.3. Seguridad pública**

El contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El constructor mantendrá la póliza de Seguros que lo proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## **7. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

El asentador ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de estos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

### **7.1. Datos de la Obra**

Se entregará al contratista una copia de los planos y del Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El constructor podrá sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### **7.2. Mejoras y variaciones del proyecto**

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

### **7.3. Organización**

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista, a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo caso de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### **7.4. Ejecución de las obras**

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en la Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el director de Obra.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### **7.5. Subcontratación de obras**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### **7.6. Plazo de ejecución**

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo. El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

### **7.7. Recepción provisional**

Una vez terminadas las obras, y a los quince días siguientes a la petición del Contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso.

Dicha Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

### **7.8. Periodos de garantía**

El período de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este período, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

### **7.9. Recepción definitiva**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose el Acta correspondiente por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### **7.10. Pago de obras**

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la ubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del constructor las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

### **7.11. Abono de materiales acopiados**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra, que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados.

El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

### **7.12. Disposición final**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

## 8. CONDICIONES FACULTATIVAS

### 8.1. Delimitación de funciones técnicas

#### Técnico Director de Obra

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación de este.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para
- asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

#### Obligaciones del Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución de la obra

- Aprobar antes del comienzo de la obra el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor.
- Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.
- Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

### **Obligaciones del Contratista**

- Organizar los trabajos de demolición o derribo, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, antes del comienzo de la demolición o derribo, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Verificación de los documentos del proyecto. Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.
- El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.
- 
- Plan de seguridad y salud en el trabajo. El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativas.
- Presencia del constructor o instalador en la obra. El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.
- El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.
- El jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.
- Trabajos no estipulados expresamente. Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.
- El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.
- El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria,

Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

- Son también por cuenta del contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.
- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto. Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.
- Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuna hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador el correspondiente recibo, si este lo solicitase.
- El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.
- Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa. Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.
- Faltas de personal. El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, si se manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.
- El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones.

## **8.2. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares**

### **Comienzo de los trabajos de desmantelamiento. Ritmo de ejecución**

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

### **Orden de los trabajos**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

### **Facilidades para otros Contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

### **Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado. El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, puntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

### **Prórroga por causas de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independencia de la voluntad de Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### **Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que, habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiesen proporcionado.

### **Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones de este que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales



**Proyecto:** Parque fotovoltaico La Bota  
**Promotor:** Societat S.A.T Nufri 1596  
**Situación:** Gibraleón, Huelva.

---

que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

## 9. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 9.1. Condiciones generales

#### **Descripción de las técnicas a emplear**

El presente pliego recoge los trabajos de derribo y demolición elemento a elemento, planeando la misma en orden inverso al que se siguió durante la construcción.

#### **Descripción de los componentes**

Los únicos componentes que aparecen en los trabajos de derribo de la instalación son los materiales que se producen durante ese mismo derribo y que, salvo excepciones, serán trasladados íntegramente a vertedero.

#### **Condiciones para la ejecución de las unidades de obra**

Antes del inicio de las actividades de demolición se reconocerá, mediante inspección e investigación, las características constructivas de la instalación a demoler, intentando conocer:

- La antigüedad de la misma y técnicas con la que fue construida.
- Las características de la estructura inicial.
- Las variaciones que ha podido sufrir a lo largo del tiempo.
- Estado actual que presentan los elementos estructurales.

#### **Ejecución de la demolición elemento a elemento**

Los elementos resistentes se demolerán en el orden inverso al seguido en su construcción:

#### **Demolición de edificaciones**

Se aligerará simétricamente la carga que gravita sobre los cargaderos. Cuando se trate de un muro de hormigón armado se demolerá, en general, como si se tratase de varios soportes, después de haber sido cortado en franjas verticales de ancho y alto inferiores a 1 y 4 metros respectivamente. Se permitirá abatir la pieza cuando se hayan cortado, por el lugar de abatimiento.

La demolición de estos elementos constructivos se podrá llevar a cabo:

- A mano: Para ello y tratándose de muros exteriores se realizará desde el andamio previamente instalado por el exterior y trabajando sobre su plataforma.
- Por tracción: Mediante maquinaria o herramienta adecuada, alejando al personal de la zona de vuelco y efectuando el tiro a una distancia no superior a vez y media la altura del muro a demoler.
- Por empuje: Rozando inferiormente el elemento y aplicando la fuerza por encima del centro de gravedad, con las precauciones que se señalan en el apartado correspondiente de las Demoliciones en general.

#### **Demolición de instalaciones**

Los equipos industriales se desmontarán, en general, siguiendo el orden inverso al que se utilizó al instalarlos, sin afectar a la estabilidad de los elementos resistentes a los que puedan estar unidos.



**Proyecto:** Parque fotovoltaico La Bota  
**Promotor:** Societat S.A.T Nufri 1596  
**Situación:** Gibraleón, Huelva.

---

### **Retirada de escombros**

A la empresa que realice los trabajos de demolición le será entregada, en su caso, documentación completa relativa a los materiales que han de ser acopiados para su posterior empleo; dichos materiales se limpiaran y trasladaran al lugar señalado al efecto en la forma que indique la Dirección Técnica.

## 9. FICHAS TÉCNICAS DE MATERIALES

- 1- Módulo JA Solar JAM72S30 – 535/MR. Ficha técnica.
- 2- Estación de potencia MV-SKID. Ficha técnica.
- 3- Inversor HEMK de Power Electronics. Ficha técnica.
- 4- Estructura Biposte-3VX9. Ficha técnica.

## 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

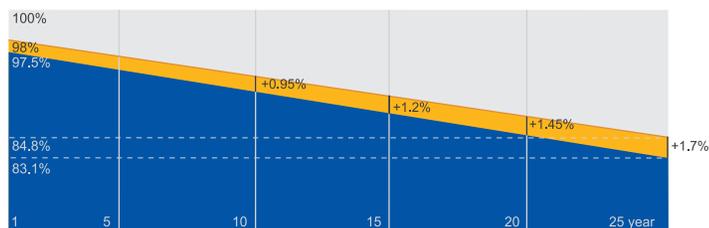


Better mechanical loading tolerance

### 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

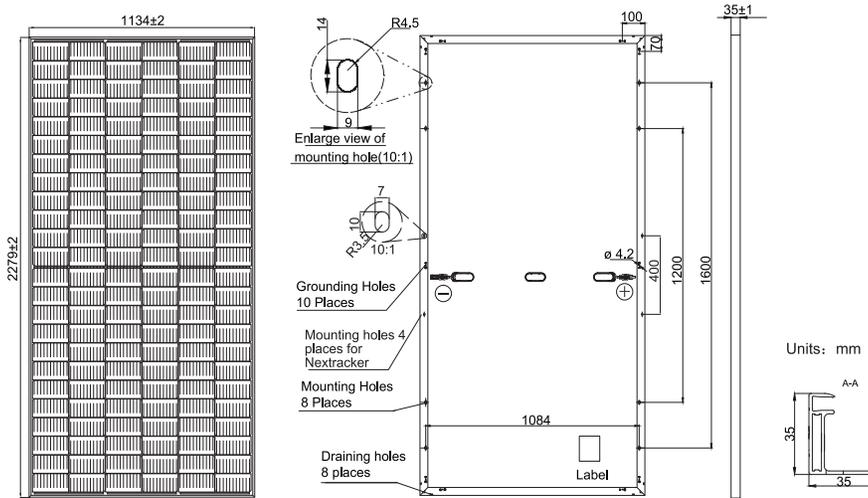
### Comprehensive Certificates

- 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**

**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

Remark: customized frame color and cable length available upon request

**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**

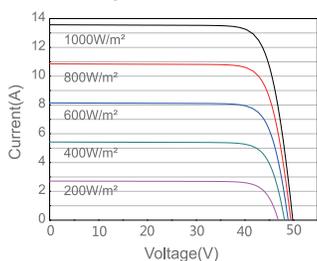
**OPERATING CONDITIONS**

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	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	Maximum Series Fuse Rating	25A
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.97	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17	Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112lb/ft <sup>2</sup> ) 2400Pa(50lb/ft <sup>2</sup> )
Max Power Current(Imp) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	NOCT	45±2°C
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
							Fire Performance	UL Type 1

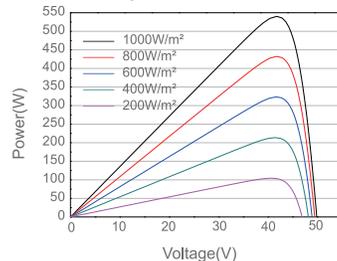
\*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.

**CHARACTERISTICS**

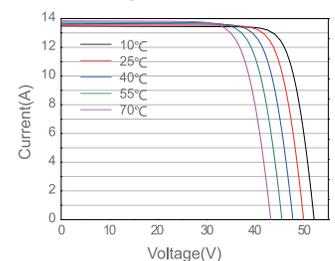
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR





# MV SKID

UTILITY SCALE SOLAR STATION



**TURN-KEY SOLUTION**



**HIGH RELIABILITY**



**EASY TO INSTALL**



**OUTDOOR DURABILITY**

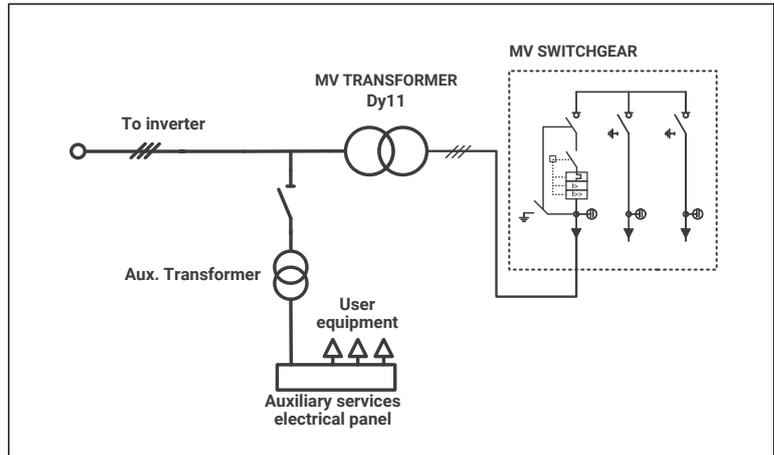
## SIMPLIFY YOUR COMMISSIONING WITH THE MOST COMPETITIVE SOLUTION INTEGRATED WITH ALL THE MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT

The MV Skid is a compact turnkey outdoor platform made from high resistance galvanized steel with all the medium voltage equipment integrated, including an outdoor power transformer, MV switchgear, oil tank, filter and built in fast power connection to any HEMK solar inverter. With between 600 V - 690 V in the low voltage range and 12 kV to 36 kV in the high voltage range, this compact platform achieves power outputs between 2125 kVA and 3800 kVA.

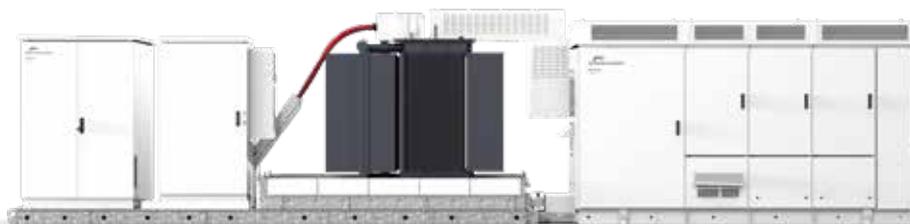
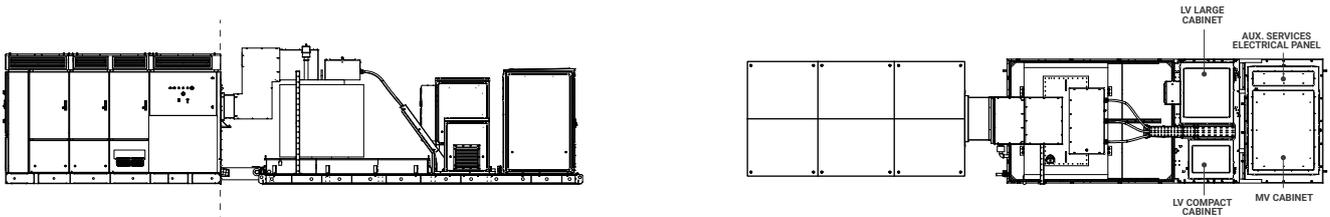
This compact solution also allows the installation of a low voltage cabinet that is fully configurable to the customer needs as well as different types of cells and even an enclosure fence among other options. The MV SKID simplifies the project design of the PV plant, reducing installation costs and the amount of resources needed. The benefits of the MV Skid and the fact that it is also easier to transport and deliver into remote sites makes it the optimal solution for EPC's (engineering, procurement and construction).

## MODEL NUMBERS AND OPERATIONAL DIAGRAM

REFERENCE	RATED POWER @50°C (kVA)
MVS2125[ ]	2125
MVS2180[ ]	2180
MVS2235[ ]	2235
MVS2285[ ]	2285
MVS2340[ ]	2340
MVS2445[ ]	2445
MVS3190[ ]	3190
MVS3270[ ]	3270
MVS3350[ ]	3350
MVS3430[ ]	3430
MVS3510[ ]	3510
MVS3670[ ]	3670



## SECTION



## TECHNICAL CHARACTERISTICS

## MV SKID

<b>MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT</b>	Rated power range @50°C	2125 kVA - 3670 kVA
	Rated power range @40°C	2200 kVA - 3800 kVA
	MV voltage range	6.6 kV / 11 kV / 13.2 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34.5 kV
	LV voltage range	600 V / 615 V / 630 V / 645 V / 660 V / 690 V
	Type of tank	Hermetically oil-sealed
	Cooling	ONAN
	Vector group	Dy11
	Transformer protection	Protection relay for pressure, temperature (two levels) and gassing. Monitoring of dielectric level decrease. PT100 optional.
	Oil retention tank	Integrated with hydrocarbon filter
	Transformer index of protection	IP54
	Switchgear configuration	Double feeder (2L)
	Switchgear protection <sup>[1]</sup>	Automatic circuit breaker (V)
	<b>CONNECTIONS</b>	Inverter AC connection
LV protection		Circuit breaker included in the inverter
HV AC wiring		MV bridge between transformer and protection switchgear prewired
<b>ENVIRONMENT</b>	Ambient temperature <sup>[2]</sup>	-10°C...+50°C (T>50°C power derating)
	Maximum altitude (above sea level)	Customizable
	Relative humidity	4% to 95% non condensing
<b>MECHANICAL CHARACTERISTICS</b>	Skid dimensions (WxHxD) mm <sup>[3]</sup>	5780 x 2340 x 2240
	Skid weight with MV equipment <sup>[1]</sup>	< 11 Tn
	Oil retention tank material	Galvanized steel
	Skid material	Galvanized steel
	Cabinet type	Outdoor
	Anti-rodent protection	✓
<b>AUXILIARY SERVICES ELECTRICAL PANEL</b>	Auxiliary supply <sup>[1]</sup>	400 V (3-phase), 50/60 Hz
	User power supply available	5 kVA / 20 kVA / 40 kVA
	Cabinet type	Outdoor
	Cooling	Air
	Auxiliary supply protection	✓
	Communication <sup>[4]</sup>	Ethernet (fiber optic or RJ45)
<b>OTHER EQUIPMENT</b>	UPS system <sup>[5]</sup>	1 kW (30 minutes) - 20 kW (20 minutes)
	Safety mechanism	Interlocking system
	Safety perimeter	Transformer access protection fence
	Backfeed tracker supply	Optional
	Emergency lighting	1h autonomy
	Fire extinguishing system (transformer accessory)	Optional
	LV revenue grade meter	For inverter output / for customer auxiliary supply
	I/O interface	Digital I/O, analog I/O
<b>STANDARDS</b>	Compliance	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1

[1] Depending on customer configuration.

[2] For lower temperatures, consult Power Electronics.

[3] 2515 mm high with the cover for the LV terminals.

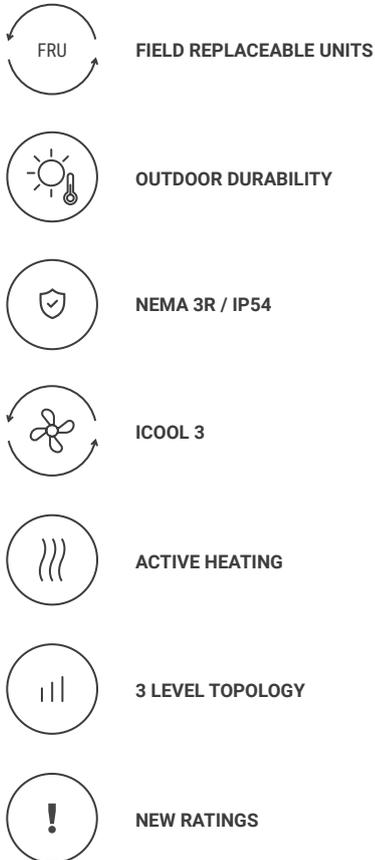
[4] By demand.

[5] Optional. For additional information of available configurations, consult Power Electronics.



# HEMK

## UTILITY SCALE CENTRAL STRING INVERTER



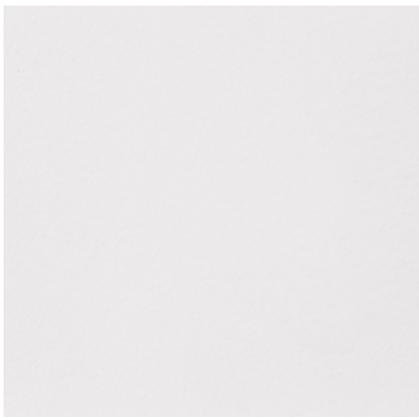
### COMBINING THE BENEFITS OF CENTRAL AND STRING INVERTERS

The HEMK is the second generation 1500V inverter, based on the more than proven HEC V1500. This modular solar inverter offers the advantages of both central and string inverters. Reaching a very high power density, and an output power of 3.8MW at 40°C, it is available in 6 different AC voltages, providing the flexibility to choose the best solution for each PV plant. The power stage architecture, composed of six field replaceable units (FRU), is designed to provide the highest availability and optimize yield production.

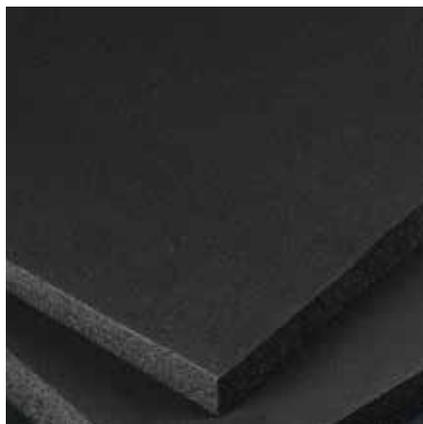
The innovative iCOOL3 cooling system allows the HEMK to be installed in the harshest environments, thanks to a degree of protection of up to IP54. This advanced air-cooling system, reduces the OPEX cost compared to other cooling solutions, that need the use of complex liquid-cooling systems.

## ROBUST DESIGN

---



Polymeric Painting



Closed-Cell Insulation



Galvanized Steel | Stainless Steel (Optional)

---

HEMK inverter modules have a design life of greater than 30 years of operation in harsh environments and extreme weather conditions. HEMK units are tested and ready to withstand conditions from the frozen Siberian tundra to the Californian Death Valley, featuring:

---

Totally sealed electronics cabinet protects electronics against dust and moisture.

---

Conformal coating on electronic boards shields PCBs from harsh atmospheres.

---

Temperature and humidity controlled active heating prevents internal water condensation.

---

C4 degree of protection according to ISO 12944. Up to C5-M optional.

---

Closed-Cell insulation panel isolates the cabinet from solar heat gains.

---

Roof cover designed to dissipate solar radiation, reduce heat build-up and avoid water leakages.

---

The solid HEMK structure avoids the need of additional external structures.

---

Random units selected to pass a Factory Water Tightness Test ensuring product quality.

---

NEMA 3R / IP54.

---

## COMPACT DESIGN - EASY TO SERVICE

By providing full front access the HEMK series simplifies the maintenance tasks, reducing the MTTR (and achieving a lower OPEX). The total access allows a fast swap of the FRUs without the need of qualified technical personnel.

With the HEMK, Power Electronics offers its most compact solution, achieving 3.8MW in just 12ft long, reducing installation costs and labor time.



## STRING CONCEPT POWER STAGES

The HEMK combines the advantages of a central inverter with the modularity of the string inverters. Its power stages are designed to be easily replaceable on the field without the need of advanced technical service personnel, providing a safe, reliable and fast Plug&Play assembly system.

Following the modular philosophy of the Freesun series, the HEMK is composed of 6 FRUs (field replaceable units), where all the power stages are physically joined in the DC side and therefore, in the event of a fault, the faulty module is taken off-line and its power is distributed evenly among the remaining functioning FRUs.



## INNOVATIVE COOLING SYSTEM

Based on more than 3 years of experience with our MV Variable Speed Drive, the iCOOL3 system allows to get IP54 degree of protection in an outdoor solar inverter. iCOOL3 delivers a constant stream of clean air to the FRUs, being the most effective way of reaching up to IP54 degree of protec-

tion, without having to maintain cumbersome dust filters or having to use liquid-cooling systems, avoiding the commonly known inconveniences of it (complex maintenance, risk of leaks, higher number of components...), therefore resulting in an OPEX cost reduction.



## VAR AT NIGHT

At night, the HEMK inverter can shift to reactive power compensation mode. The inverter can respond to an external dynamic signal, a Power Plant Controller command or pre-set reactive power level (kVAr).

## ACTIVE HEATING

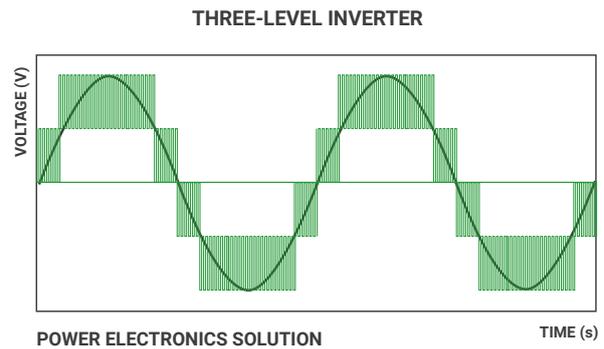
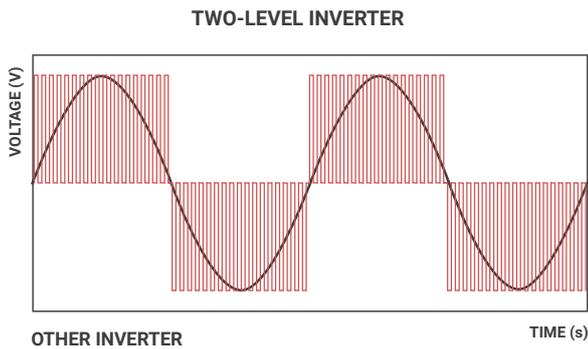
At night, when the unit is not actively exporting power, the inverter can import a small amount of power to keep the inverter internal ambient temperature above  $-20^{\circ}\text{C}$ , without using external resistors. This autonomous heating system is

the most efficient and homogeneous way to prevent condensation, increasing the inverters availability and reducing the maintenance. **PATENTED**

## MULTILEVEL TOPOLOGY

The multilevel IGBT topology is the most efficient approach to manage high DC link voltages and makes the difference in the 1,500 Vdc design. Power Electronics has many years of power design in both inverters and MV drives and the HEMK

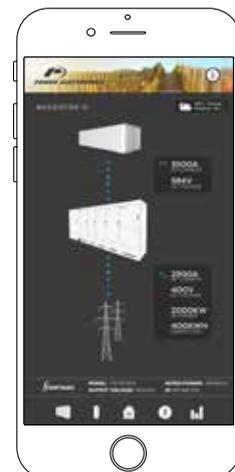
design is the result of our experience with 3 level topologies. The 3 level IGBT topology reduces stage losses, increases inverter efficiency and minimizes total harmonic distortion.



## EASY TO MONITOR

The Freesun app is the easiest way to monitor the status of our inverters. All our inverters come with built-in wifi, allowing remote connectivity to any smart device for detailed updates and information without the need to open cabinet doors.

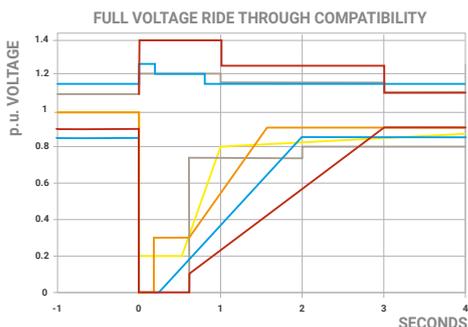
The app user friendly interface allows quick and easy access to critical information (energy registers, production and events).



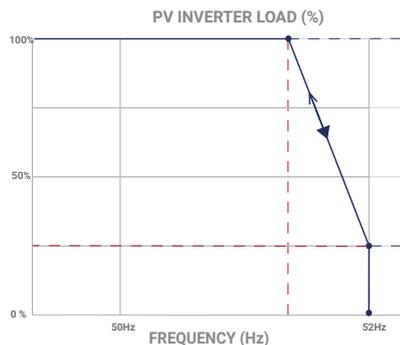
<b>AVAILABLE INFORMATION</b>	Grid and PV field data. Inverter and Power module data (Voltages, currents, power, temperatures, I/O status...) Weather conditions. Alarms and warnings events. Energy registers. Others.
<b>FEATURES</b>	Easy Wireless connection. Comprehensive interface. Real time data. Save and copy settings.
<b>LANGUAGE</b>	English, Spanish.
<b>SYSTEM REQUIREMENTS</b>	iOS or Android devices.
<b>SETTINGS CONTROL</b>	Yes

## DYNAMIC GRID SUPPORT

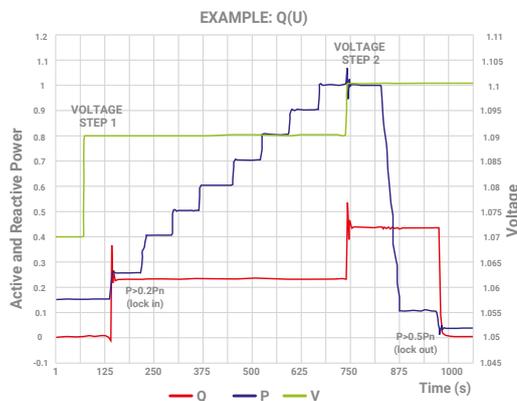
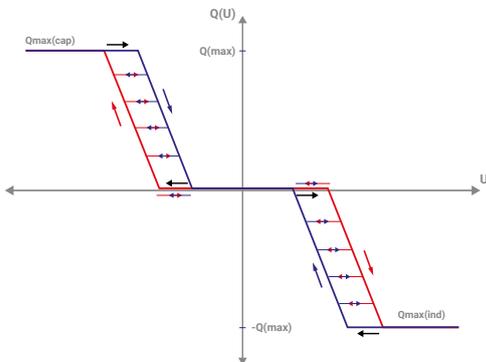
HEMK firmware includes the latest utility interactive features (LVRT, OVRT, FRS, FRT, Anti-islanding, active and reactive power curtailment...), and can be configured to meet specific utility requirements.



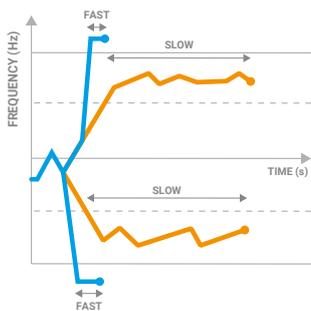
**Low Voltage Ride Through (LVRT or ZVRT).** Inverters can withstand any voltage dip or profile required by the local utility. In this situation, the inverter can inject current up to the nominal value.



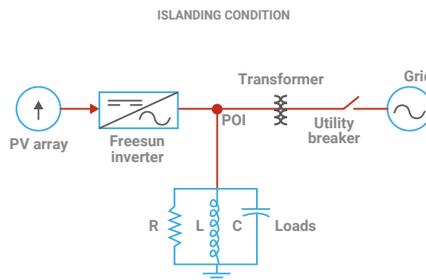
**Frequency Regulation System (FRS).** Frequency droop algorithm curtails the active power along a preset characteristic curve supporting grid stabilization.



**Q(V) curve.** It is a dynamic voltage control function which provides reactive power in order to maintain the voltage as close as possible to its nominal value.



**Frequency Ride Through (FRT).** Freesun solar inverters have flexible frequency protection settings and can be easily adjusted to comply with future requirements.



**Anti-islanding.** This protection combines passive and active detection methods that eliminate nuisance tripping and allow to comply with the IEC 62116 and IEEE 1547 standards.

## TECHNICAL CHARACTERISTICS

## HEMK 690V

	FRAME 1	FRAME 2	
REFERENCE	FS2445K	FS3670K	
<b>OUTPUT</b>	AC Output Power(kVA/kW) @50°C <sup>[1]</sup>	2445	3670
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C <sup>[1]</sup>	2530	3800
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) <sup>[2]</sup>	690V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) <sup>[3]</sup>	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
<b>INPUT</b>	MPPT @full power (VDC)	976V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs <sup>[2]</sup>	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs <sup>[4]</sup>	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) <sup>[4]</sup>	2645	3970
	Max. DC short circuit current (A) <sup>[4]</sup>	4000	6000
<b>EFFICIENCY &amp; AUXILIARY SUPPLY</b>	Efficiency (Max) (η)	98.9% (preliminary)	
	Euroeta (η)	98.5% (preliminary)	98.7% (preliminary)
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
<b>CABINET</b>	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
<b>ENVIRONMENT</b>	Degree of protection	NEMA 3R - IP54	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level <sup>[5]</sup>	< 79 dBA	
<b>CONTROL INTERFACE</b>	Interface	Graphic Display	
	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
<b>PROTECTIONS</b>	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Oversvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
<b>CERTIFICATIONS</b>	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00·Vac nom and cos Φ= 1.  
Consult Power Electronics for derating curves.

[2] Consult Power Electronics for other configurations.

[3] Consult P-Q charts available:  $Q(\text{kVAR})=\sqrt{S(\text{kVA})^2-P(\text{kW})^2}$ .

[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.

[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

## TECHNICAL CHARACTERISTICS

## HEMK 660V

	FRAME 1	FRAME 2	
REFERENCE	FS2340K	FS3510K	
<b>OUTPUT</b>	AC Output Power(kVA/kW) @50°C <sup>[1]</sup>	2340	3510
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C <sup>[1]</sup>	2420	3630
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) <sup>[2]</sup>	660V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) <sup>[3]</sup>	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
<b>INPUT</b>	MPPT @full power (VDC)	934V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs <sup>[2]</sup>	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs <sup>[4]</sup>	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) <sup>[4]</sup>	2645	3970
	Max. DC short circuit current (A) <sup>[4]</sup>	4000	6000
<b>EFFICIENCY &amp; AUXILIARY SUPPLY</b>	Efficiency (Max) (η)	98.8% (preliminary)	98.9% (preliminary)
	Euroeta (η)	98.5% (preliminary)	98.6% (preliminary)
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
<b>CABINET</b>	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
<b>ENVIRONMENT</b>	Degree of protection	NEMA 3R - IP54	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level <sup>[5]</sup>	< 79 dBA	
<b>CONTROL INTERFACE</b>	Interface	Graphic Display	
	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
<b>PROTECTIONS</b>	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
<b>CERTIFICATIONS</b>	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00•Vac nom and cos Φ= 1.

Consult Power Electronics for derating curves.

[2] Consult Power Electronics for other configurations.

[3] Consult P-Q charts available:  $Q(\text{kVar}) = \sqrt{S(\text{kVA})^2 - P(\text{kW})^2}$ .

[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.

[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

## TECHNICAL CHARACTERISTICS

## HEMK 645V

	FRAME 1	FRAME 2	
REFERENCE	FS2285K	FS3430K	
<b>OUTPUT</b>	AC Output Power(kVA/kW) @50°C <sup>[1]</sup>	2285	3430
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C <sup>[1]</sup>	2365	3550
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) <sup>[2]</sup>	645V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) <sup>[3]</sup>	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
<b>INPUT</b>	MPPT @full power (VDC)	913V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs <sup>[2]</sup>	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs <sup>[4]</sup>	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) <sup>[4]</sup>	2645	3970
	Max. DC short circuit current (A) <sup>[4]</sup>	4000	6000
<b>EFFICIENCY &amp; AUXILIARY SUPPLY</b>	Efficiency (Max) (η)	98.8% (preliminary)	98.9% (preliminary)
	Euroeta (η)	98.4% (preliminary)	98.6% (preliminary)
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
<b>CABINET</b>	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
<b>ENVIRONMENT</b>	Degree of protection	NEMA 3R - IP54	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level <sup>[5]</sup>	< 79 dBA	
<b>CONTROL INTERFACE</b>	Interface	Graphic Display	
	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
<b>PROTECTIONS</b>	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Oversoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
<b>CERTIFICATIONS</b>	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00·Vac nom and cos Φ= 1.  
Consult Power Electronics for derating curves.

[2] Consult Power Electronics for other configurations.

[3] Consult P-Q charts available:  $Q(\text{kVar}) = \sqrt{(S(\text{kVA})^2 - P(\text{kW})^2)}$ .

[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.

[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

## TECHNICAL CHARACTERISTICS

## HEMK 630V

	FRAME 1	FRAME 2	
REFERENCE	FS2235K	FS3350K	
<b>OUTPUT</b>	AC Output Power(kVA/kW) @50°C <sup>[1]</sup>	2235	3350
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C <sup>[1]</sup>	2310	3465
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) <sup>[2]</sup>	630V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) <sup>[3]</sup>	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
	<b>INPUT</b>	MPPt @full power (VDC)	891V-1310V
Maximum DC voltage		1500V	
Number of PV inputs <sup>[2]</sup>		Up to 36	
Number of Freemaq DC/DC inputs <sup>[4]</sup>		Up to 6	
Max. DC continuous current (A) <sup>[4]</sup>		2645	3970
Max. DC short circuit current (A) <sup>[4]</sup>		4000	6000
<b>EFFICIENCY &amp; AUXILIARY SUPPLY</b>	Efficiency (Max) (η)	98.8% (preliminary)	
	Euroeta (η)	98.4% (preliminary)	98.6% (preliminary)
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
<b>CABINET</b>	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
<b>ENVIRONMENT</b>	Degree of protection	NEMA 3R - IP54	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level <sup>[5]</sup>	< 79 dBA	
<b>CONTROL INTERFACE</b>	Interface	Graphic Display	
	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
<b>PROTECTIONS</b>	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
<b>CERTIFICATIONS</b>	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00•Vac nom and cos Φ= 1.  
Consult Power Electronics for derating curves.

[2] Consult Power Electronics for other configurations.

[3] Consult P-Q charts available:  $Q(\text{kVAR}) = \sqrt{(S(\text{kVA}))^2 - P(\text{kW})^2}$ .

[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.

[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

## TECHNICAL CHARACTERISTICS

## HEMK 615V

	FRAME 1	FRAME 2	
REFERENCE	FS2180K	FS3270K	
<b>OUTPUT</b>	AC Output Power(kVA/kW) @50°C <sup>[1]</sup>	2180	3270
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C <sup>[1]</sup>	2255	3380
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) <sup>[2]</sup>	615V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) <sup>[3]</sup>	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
<b>INPUT</b>	MPPT @full power (VDC)	870V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs <sup>[2]</sup>	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs <sup>[4]</sup>	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) <sup>[4]</sup>	2645	3970
	Max. DC short circuit current (A) <sup>[4]</sup>	4000	6000
<b>EFFICIENCY &amp; AUXILIARY SUPPLY</b>	Efficiency (Max) (η)	98.8% (preliminary)	
	Euroeta (η)	98.4% (preliminary)	98.6% (preliminary)
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
<b>CABINET</b>	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
<b>ENVIRONMENT</b>	Degree of protection	NEMA 3R - IP54	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level <sup>[5]</sup>	< 79 dBA	
<b>CONTROL INTERFACE</b>	Interface	Graphic Display	
	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
<b>PROTECTIONS</b>	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Oversoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
<b>CERTIFICATIONS</b>	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00·Vac nom and cos Φ= 1.  
Consult Power Electronics for derating curves.

[2] Consult Power Electronics for other configurations.

[3] Consult P-Q charts available:  $Q(\text{kVar})=\sqrt{(S(\text{kVA})^2-P(\text{kW})^2)}$ .

[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.

[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

## TECHNICAL CHARACTERISTICS

## HEMK 600V

	FRAME 1	FRAME 2	
REFERENCE	FS2125K	FS3190K	
<b>OUTPUT</b>	AC Output Power(kVA/kW) @50°C <sup>[1]</sup>	2125	3190
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C <sup>[1]</sup>	2200	3300
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) <sup>[2]</sup>	600V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) <sup>[3]</sup>	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
	<b>INPUT</b>	MPPt @full power (VDC)	849V-1310V
Maximum DC voltage		1500V	
Number of PV inputs <sup>[2]</sup>		Up to 36	
Number of Freemaq DC/DC inputs <sup>[4]</sup>		Up to 6	
Max. DC continuous current (A) <sup>[4]</sup>		2645	3970
Max. DC short circuit current (A) <sup>[4]</sup>		4000	6000
<b>EFFICIENCY &amp; AUXILIARY SUPPLY</b>	Efficiency (Max) (η)	98.8% (preliminary)	
	Euroeta (η)	98.4% (preliminary)	98.6% (preliminary)
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
<b>CABINET</b>	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
<b>ENVIRONMENT</b>	Degree of protection	NEMA 3R - IP54	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level <sup>[5]</sup>	< 79 dBA	
<b>CONTROL INTERFACE</b>	Interface	Graphic Display	
	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
<b>PROTECTIONS</b>	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
<b>CERTIFICATIONS</b>	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00•Vac nom and cos Φ= 1.  
Consult Power Electronics for derating curves.

[2] Consult Power Electronics for other configurations.

[3] Consult P-Q charts available:  $Q(\text{kVAR})=\sqrt{S(\text{kVA})^2-P(\text{kW})^2}$ .

[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.

[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

# ESTRUCTURA FIJA FOTOVOLTAICA: MONOPOSTE Y BIPOSTE

## NUESTRA SOLUCIÓN



NOS ADAPTAMOS A LAS  
NECESIDADES DE LOS CLIENTES



ADAPTABILIDAD AL TERRENO



PRODUCIMOS E INSTALAMOS  
DESDE 2006

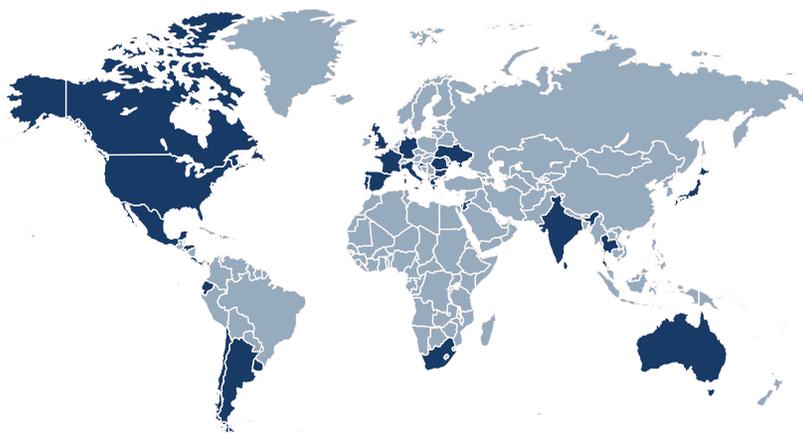


CENTRO DE PRODUCCIÓN  
PROPIO



TEST DE VIENTO

+ 2,5 GW instalados



**Nclave calcula, diseña y fabrica** estructuras fijas acordes a las especificaciones del cliente y a la normativa local de cada país.

Nclave utiliza los programas de cálculo y diseño más avanzados aprobados por la industria aeroespacial proporcionando un diseño optimizado para maximizar el rendimiento y la rentabilidad de cada proyecto. Uno de los valores añadidos de Nclave es la fabricación propia, la cual destaca por:

- Servicio de fabricación en España con personal altamente cualificado.
- Partners de fabricación homologados por Nclave en países estratégicos.
- Maquinaria de alta precisión controlada mediante CNC.
- Sistema integrado de gestión de calidad UNE-EN ISO 9001:2008.
- Sistema de gestión ambiental UNE-EN ISO 14001.

El prestigio de Nclave es consecuencia de una atención personalizada hacia sus clientes, destacando por las soluciones hechas a medida para cumplir con los requisitos de los proyectos más complicados.

## Principales características de las estructuras fijas de Nclave:

- 1 Adaptabilidad al terreno.
- 2 Versatilidad en la disposición de los módulos fotovoltaicos (máximo aprovechamiento de la superficie disponible).
- 3 Integración de nuestras estructuras en el conjunto del proyecto.
- 4 Análisis topográfico del proyecto.
- 5 Optimización del diseño de la estructura contando con una amplia gama de perfiles estructurales.
- 6 Suministro completo de la estructura incluyendo los elementos de unión.
- 7 Adecuación de los plazos de entrega según proyecto.
- 8 Instalación rápida y sencilla de la estructura sin necesidad de cortes y soldaduras en obra.



Estructura monoposte



Estructura biposte

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

<b>Estructura fija fotovoltaica</b>	Monoposte/Biposte
<b>Disposición de los módulos</b>	Horizontal/Vertical
<b>Configuración de la estructura</b>	Disponibles cualquier tipo de configuración
<b>Opciones de cimentación</b>	Hincado directo / Pre-drilling + hincado / Micropilote / Tornillo Fundamento roscado / Predrilling + compactado + hincado / Zapata
<b>Adaptación al terreno</b>	Pendientes de hasta un 20%**
<b>Perfiles: calidad y tratamiento</b>	Acero de alta resistencia S275JR y S355JR Magnelis®, Acero galvanizado en caliente G-90
<b>Tornillería y tratamiento</b>	Grado 8.8 / ZnNi + sellante*
<b>Fijación de módulos</b>	Pinzas de aluminio Fijación directa del panel a la correa (por remache o tornillería estándar)
<b>Tipos de módulos compatibles con la estructura</b>	Con marco, sin marco o glass glass para 60/72 células
<b>Cargas de viento y nieve</b>	Conforme a normativa local y requisitos del proyecto
<b>Normativa y regulación</b>	Cálculo, diseño y fabricación de la estructura de acuerdo a las normas Eurocódigo y EEUU estándares
<b>Instalación</b>	Fácil instalación. Uniones atornilladas sin cortes ni soldaduras en obra

### MANTENIMIENTO

<b>Mantenimiento</b>	Mantenimiento mínimo (revisar tornillería y espesor de galvanizado)
----------------------	---

### GARANTIA (\*)

<b>Estructura</b>	10 años
<b>Protección de la corrosión</b>	20 años acorde con ISO 14713 C3

\* Otras opciones disponibles

\*\* Según condiciones

#### ESPAÑA

Alda. de Burgos 114, 2º  
28050, MADRID  
Tel: 91 277 1126  
info@nclavegroup.com

Pol. Ind. La Peña  
Ctra. NA 134-KM 93  
31230-VIANA (NAVARRA)  
Tel: 948-645-121

#### EEUU (CA)

Tel: +1 602-516-5452  
mmcintyre@nclavegroup.com

#### EEUU (FL)

Tel: +1 305-748-0300  
cclavijo@nclavegroup.com

#### CHILE

T. +56 973-371-732  
sfernandez@nclavegroup.com

#### FRANCIA

T. +33 666-163-618  
jplendroit@nclavegroup.com

#### JAPÓN

Tel: +81 355-448-866  
aestelles@nclavegroup.com

#### BRASIL

Tel: +55 149-983-84646  
tsampedro@nclavegroup.com

#### AUSTRALIA

Tel: +61 403-994-655  
lforbarina@nclavegroup.com

#### ARGENTINA

Tel: +54 9-11-2716-0910  
nkeegan@nclavegroup.com



**+ 2,5 GW**  
instalados  
en todo el  
mundo

