

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE INSTALACIÓN  
FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 100 kWp SOBRE  
CUBIERTA, SITA EN CARRETERA DE SAN VICENTE-AGOST  
N.º 104, DEL POLÍGONO INDUSTRIAL "EL CANASTELL" DE  
SAN VICENTE DEL RASPEIG, PROVINCIA DE ALICANTE**

Trabajo Fin de Grado

**GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Autor:** David Penadés Zamudio

**Curso:** 2018-19

## Resumen

---

El presente trabajo fin de grado consiste en el diseño y cálculo de las instalaciones fotovoltaicas que se pretenden instalar en la fábrica Almendras Llopis S.A.U., ubicada en el polígono de "el Canastell", en San Vicente del Raspeig.

En él se estudian en profundidad todo tipo de componentes que lleva una instalación de autoconsumo fotovoltaico sobre la cubierta, además del estudio de la viabilidad económica de la instalación .

La planta presentará una potencia instalada de 100 kW generados por los inversores mediante 432 paneles solares que tienen una potencia pico de 116,64 kWp.

En este trabajo, también hace referencia a las nuevas instalaciones tipo de autoconsumo, debido al cambio de normativas estatales recientemente.

## Summary

---

This final degree project consists in the design and calculation of the photovoltaic installations that are to be installed in the "Almendras Llopis S.A.U." factory, located in the "El Canastell" polygon, in San Vicente del Raspeig.

In it, all types of components that a photovoltaic self-consumption installation covers on the roof are studied in depth, as well as the study of the economic viability of the installation.

The plant will present an installed power of 100 kW generated by inverters through 432 solar panels that have a peak power of 116.64 kWp.

In this work, it also refers to the new type of self-consumption facilities, due to the change of state regulations recently.

## Palabras clave

---

Autoconsumo

Placas solares

Ahorro energético

Eficiencia

Energía Renovable

## Keywords

---

Self-consumption

Solar panels

Energy savings

Efficiency

Renewable energy

# Índice proyecto

---

- 1. Memoria**
- 2. Planos**
- 3. Presupuesto y mediciones**
- 4. Pliego condiciones**
- 5. Estudio Seguridad y Salud**



# **1. MEMORIA**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. OBJETIVO Y ALCANCE .....	3
3. ANTECEDENTES.....	4
4. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE .....	5
5. TIPO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO .....	8
6. TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA .....	9
7. REQUERIMIENTO DE DISEÑO.....	11
7.1. DATOS DE PARTIDA .....	11
7.2. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....	11
7.3. DATOS METEOROLÓGICOS .....	12
8. ANALISIS Y PROPUESTA DE LA INSTALACIÓN.....	13
8.1. ANÁLISIS DEL PERFIL DE CONSUMO DEL CLIENTE.....	14
9. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN .....	16
9.1. INSTALACIÓN GENERADORA FOTOVOLTAICA.....	16
9.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA, MEDIANTE EFECTO FOTOELÉCTRICO .....	18
9.3. MÓDULOS SOLARES POLICRISTALINOS.....	18
9.4. SISTEMA DE FIJACIÓN DE LOS MÓDULOS .....	20
9.5. EQUIPOS INVERSORES .....	22
9.6. CAJAS STRING BOX .....	27
9.7. MONITORIZACIÓN DE LA PLANTA .....	28
9.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	28
9.8.1. CONDUCTORES .....	28
9.8.2. CANALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	30
9.9. INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA DEL SISTEMA .....	32
9.10. PROTECCIONES.....	33
9.11. CAJAS DE MANDO Y PROTECCIÓN .....	40
10. PLANIFICACIÓN .....	41
11. CONCLUSIONES .....	43
12. PROGRAMAS DE DISEÑO Y CÁLCULO .....	43
13. BIBLIOGRAFÍA.....	44
14. ANEJO Nº 1. ESTUDIO VIABILIDAD.....	45
15. ANEJO Nº 2. CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO Y MEDIDA DE POTENCIA INSTALADA.....	50
16. ANEJO Nº 3. CÁLCULO DE LA IRRADIACIÓN SOLAR, ENERGÍA GENERADA Y PARÁMETROS DE EFICIENCIA.....	58
17. ANEJO Nº 4. CÁLCULO DE CABLEADO Y PROTECCIONES ELÉCTRICAS.....	66
18. ANEJO Nº 5. CATÁLOGOS.....	92



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

## ÍNDICE PLANOS

1. PLANPO CUBIERTA.....	3
2. PLANO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN CUBIERTA.....	3
3. PLANO CATRASTAL .....	4
4. ESQUEMA UNIFILAR.....	5
5. EMPLAZAMIENTO .....	7



## 1. INTRODUCCIÓN

Las fuentes renovables como el sol, el viento, el agua, etc., aportan numerosas ventajas para el suministro de la demanda de energía eléctrica. Existe una necesidad imperiosa en reducir los impactos medioambientales y el uso de energías alternativas en lugar de la energía convencional, permite reducir notablemente estos impactos.

De los diferentes tipos de energía renovable, la solar fotovoltaica ha experimentado el mayor crecimiento mundial en los últimos años. El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar la instalación de un sistema solar fotovoltaico en una nave industrial alimentaria situada en el municipio de San Vicente del Raspeig, Alicante.

Tras evaluar la situación actual se opta por la instalación de placas solares para generar energía eléctrica y reducir considerablemente el gasto energético y por ende la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Una vez hecho el diseño y calculado el presupuesto de la instalación, se procede al análisis de rentabilidad para valorar hasta que punto resulta viable materializar tal iniciativa.

## 2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es el estudio de la viabilidad y beneficios económicos generados por la instalación fotovoltaica para autoconsumo en la fábrica alimentaria Almendras Llopis, dedicada a la industrialización de almendras. Esta instalación se situaría en una parte de la cubierta de dicha nave industrial, con una superficie de más de 12000 m<sup>2</sup> en el municipio de San Vicente del Raspeig, Carretera de San Vicente- Agost N.º 104 en el polígono "EL Canastell".

Con este estudio se pretende diseñar y seleccionar los distintos componentes de la instalación de un sistema fotovoltaico conectado a la red interior. Además, se diseñará la instalación adaptada a la normativa vigente de instalaciones fotovoltaicas en España.

Con esta instalación se aspira a ayudar a la sostenibilidad energética, invertir en un proyecto rentable a largo plazo y obtener beneficios económicos gracias al ahorro en la factura eléctrica. Paralelamente, la empresa podrá ver el gran activo económico que tiene en su cubierta y sacarle así el máximo provecho.

Mediante la generación de energía verde o renovable, conseguiremos reducir la emisión de gases de efecto invernadero producida antropogénicamente y así aportar un pequeño grano de arena para combatir el cambio climático. Por eso se ha optado por utilizar un recurso natural como es la energía procedente del sol, un recurso limpio, barato e inagotable.



Por otro lado, se pretende que la empresa ofrezca una imagen de “empresa sostenible”, involucrada con el medio ambiente y tan importante hoy en día para la sociedad, intentando dejar la menor huella ambiental que es parte de la estrategia competitiva del negocio. De este modo, el prestigio también aumenta.

### 3. ANTECEDENTES

La gran mayoría de países Europeos con regulaciones de autoconsumo introducen el concepto de “Balance Neto” para un uso eficiente de la red eléctrica. El “Balance Neto” supone que cuando una instalación de autoconsumo genera más energía de la que consume en ese momento, la cede a la red. A cambio, cuando necesita electricidad y la instalación no produce, como cuando cae el Sol, toma de la red un equivalente a lo cedido durante el día.

La Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, definía el autoconsumo como el consumo de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de un consumidor o a través de una línea directa de energía eléctrica asociadas a un consumidor y distinguía varias modalidades de autoconsumo.

La política energética española, al amparo de dicha dicción, el 10 de octubre de 2015 fue publicado en el BOE el Real Decreto (RD) 900/2015, que pasará a la historia por la creación del famoso “impuesto del Sol”. Este RD supuso un freno al autoconsumo, ya que se impusieron unos cargos por la potencia si se tenían baterías y por la energía autoconsumida si no estabas en los casos de excepción.

Hoy día con el RD 244/2019, aprobado el 5 de abril, certifica el acta de defunción del impuesto del Sol y establece las nuevas condiciones administrativas, técnico y económicas del autoconsumo donde introducimos algo parecido al “Balance Neto”.

El RD 244/2019 da continuidad a los establecido en el Real decreto-ley 15/2018, reglamentando todos aquellos aspectos no definidos en dicho texto, los principales aspectos son los siguientes:

- Tres modalidades de autoconsumo:
  1. Sin excedentes
  2. Con excedentes acogidos a compensación
  3. Con excedentes no acogidos a compensación

En el caso de Almendras Llopis, se acogerá a la modalidad de instalación con excedentes acogida a compensación en el que, la energía procedente de la instalación de autoconsumo que no sea consumida instantáneamente se inyecta a la red; cuando la empresa precise más energía de la que le proporciona la instalación de autoconsumo,



comparará la energía a la red al precio que marque su contrato de suministro (mercado libre pactado con la comercializadora). Al final del periodo de facturación (que no podrá ser superior a un mes) se realizará la compensación entre el coste de la energía comprada a la red y el valor de la energía excedentaria volcada a la red (valorada a precio de mercado o al precio acordado entre las partes según sea el contrato de suministro de mercado libre respectivamente).

En cualquier caso, el máximo importe que puede compensarse será el importe de la energía comprada a la red, puesto que en ningún momento el resultado de la compensación podrá ser negativo.

#### 4. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

Para el desarrollo y diseño de este proyecto se ha tenido en cuenta los siguientes reglamentos:

##### A) NORMATIVA ESTATAL

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorizaciones de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310 de 27/12/2000) y sus modificaciones
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE núm. 224, de 18/09/2002) y sus modificaciones.
- Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE núm. 67, de 18/03/2008).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (BOE núm. 295, de 08/12/2011) y sus modificaciones.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de instalaciones eléctricas de alta



tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. (BOE núm. 139, de 09/06/2014)

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo, así como a la memoria técnica de diseño o proyecto y que ha superado las pruebas y verificaciones reglamentarias (BOE núm. 243, de 10/10/2015) y sus modificaciones.
- Real Decreto 15/2018, de 5 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de energía eléctrica (BOE núm. 242, de 06/10/2018) y sus modificaciones.
- Real decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de energía eléctrica (BOE núm. 83, de 06/04/2019).
- Ley 49/1960 de 21 de julio sobre propiedad horizontal (texto consolidado). (BOE núm. 176 de 23/07/1960)
- Real decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código técnico de Edificación (BOE núm. 74, de 28/03/2006).
- Código técnico de la Edificación: Seguridad Estructural: Base de Cálculo y Acciones en la Edificación.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por el que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real decreto 485/1997, de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalizaciones de seguridad y salud en el trabajo. (BOE núm. 97, de 23/04/1997).
- Real decreto 486/1997, de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalizaciones de seguridad y salud en el trabajo. (BOE núm. 97, de 23/04/1997).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo (L31/95).
- Instalaciones de enlace de Iberdrola. Cajas de protección y medida NI 42.72.00.
- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada.
- UNE 206008:2013 IN Energía solar fotovoltaica. Términos y definiciones.
- UNE-EN ISO 9488:2001 Energía solar. Vocabulario. (ISO 9488:1999).
- UNE-EN 60269-6:2012 Fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica.
- UNE-EN 50618:2015 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.
- UNE-EN 61727:1996 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.



- UNE-EN 62446-1:2017 Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.
- UNE-EN 62852:2015 Conectores para aplicaciones de corriente continua en sistemas fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayo.
- UNE-EN 60891:2010 Dispositivos fotovoltaicos. Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiación de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos.
- UNE-EN 50524:2010 Información de las fichas técnicas y de las placas de características de los inversores fotovoltaicos.
- UNE-EN 50438:2014 Requisitos para la conexión de microgeneradores en paralelo con redes generales de distribución en baja tensión.
- UNE 206007-1:2013 IN Requisitos de conexión a la red eléctrica. Parte 1: Inversores para conexión a la red de distribución.
- UNE-EN 61173 Parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos autónomos.
- UNE-EN 61215 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre.
- UNE-EN 61277 Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- UNE-EN Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- UNE-HD 60364-7-712. Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).

## B) NORMATIVA AUTONÓMICA

- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat (DOCV núm. 4999, de 05/05/2005).
- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional (DOCV núm. 6389, de 03/11/2010).
- Ley 2/2012, de 14 de junio de la Generalitat, de Medidas Urgentes de Apoyo a la iniciativa Empresarial y a los Emprendedores, Microempresas y Pequeñas Y Medianas Empresas de la Comunidad Valenciana (DOCV núm. 6800, de 20/06/2012).



## 5. TIPO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO

La modalidad que vamos a elegir está dentro del Real Decreto 15/2018, de 5 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de energía eléctrica (BOE núm. 242, de 06/10/2018) y sus modificaciones. Dentro de la nueva normativa hay varias modalidades (Imagen 1) donde una de ellas se encuentra la instalación que vamos a proyectar que pertenecerá a la modalidad Autoconsumo con excedentes acogida a compensación.

En este tipo de instalación de autoconsumo el productor y consumidor optan por acogerse al sistema de compensación de excedentes.

El consumidor utiliza la energía procedente de la instalación de autoconsumo cuando la necesita; pudiendo comprar energía de la red en los momentos en que esta energía no sea suficiente.

Cuando no se consume la totalidad de la energía procedente de la instalación de autoconsumo, ésta puede inyectar a la red y, en cada periodo de facturación, la factura emitida por la comercializadora compensará el coste de la energía comprada a la red con la energía excedentaria valorada al precio medio del mercado horario, para consumidores PVPC, o al precio acordado con la comercializadora, aplicándose posteriormente los peajes e impuestos que procedan. En ningún caso podrá ser negativo.

Para ello es necesario que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- I. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
- II. La potencia total de la instalación de producción asociada no sea superior a 100 kW
- III. En su caso, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para auxiliares con una empresa comercializadora.
- IV. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del real decreto.
- V. La instalación de producción no esté sujeta a la percepción de un régimen retributivo adicional o específico.

		<b>SIN excedentes</b> Existen mecanismos anti-vertido
<b>Autoconsumo INDIVIDUAL</b>  Un consumidor asociado	<b>Instalación PRÓXIMA en RED INTERIOR</b> Conexión Red interior	<b>CON excedentes ACOGIDA a compensación</b> Fuente renovable Potencia de producción $\leq 100\text{kW}$ Contrato único consumo-auxiliares Contrato de compensación No hay otro régimen retributivo
<b>0</b>		<b>CON excedentes NO ACOGIDA a compensación</b> Resto de instalaciones con excedentes
<b>Autoconsumo COLECTIVO</b>  Varios consumidores asociados	<b>Instalación PRÓXIMA a TRAVÉS DE RED</b> Conexión a red BT del mismo centro de transformación. Distancia entre contadores generación-consumo $< 500\text{m}$ . Misma referencia catastral (14dígitos)	<b>CON excedentes NO ACOGIDA a compensación</b> Instalaciones con excedentes

Imagen 1: Cuadro resumen de las modalidades de autoconsumo

## 6. TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA

La tramitación administrativa referente al sistema de Instalación de autoconsumo con excedentes acogidos a compensación (Imagen 2).

La tramitación administrativa de las instalaciones de autoconsumo puede requerir trámites a nivel estatal, autonómico y local, además de trámites con la compañía distribuidora.

Este tipo de instalaciones son aquellas que están conectadas a la red de distribución y transporte y pueden ceder energía a la red.

Las conexiones a la red de transporte pueden realizarse de dos maneras:

- 1) Con conexión a la red interior del consumidor o consumidores asociados, que se denominan instalaciones próximas en red interior.



- 2) Con conexión en un punto externo a la red interior, de manera que la instalación generadora se une a los consumidores asociados utilizando la red pública de distribución o transporte.

Para cualquier tipo de conexión que se elija de autoconsumo con excedentes, podrá ser individual o colectivo.

En nuestro caso nos corresponde el punto uno, ya que el dos no procede.

Los tramites o legalización de la instalación de autoconsumo con excedentes acogidos a compensación son los siguientes:

- Diseño de la instalación.
- Proyecto de Ingeniero eléctrico.
- Impuesto sobre Construcciones, instalaciones y obras (ICIO).
- Autorización ambiental según cada Comunidad Autónoma (CCAA).
- Certificado de Instalador especialista.
- Certificado de fin de obra de Ingeniero técnico.
- Inspección inicial por Organismo de Control Autorizado (OCA) (para >25 kW).
- Inspección cada 5 años por el OCA (para >25 kW).
- Autorización e explotación de la CCAA.
- Modificación del contrato de acceso del abonado con la comercializadora
- Registro Autonómico de autoconsumo (la CCAA lo hará de oficio).
- Registro de Autoconsumo del Ministerio (la CCAA lo hará vía telemática).
- Solicitud de permiso a la distribuidora eléctrica para acceso y la conexión a la red.
- Depósito de Aval 40 €/kW, a devolver después.
- Contrato compensación de excedentes a negociar con la compañía comercializadora.



Imagen 2. Acogida a compensación

## 7. REQUERIMIENTO DE DISEÑO

### 7.1. DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida son el proyecto de Instalación Eléctrica de la planta industrial, planos de distribución y superficies y gasto energético del cliente a través de facturas del año 2018.

### 7.2. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

La planta Industrial se ubica en el pueblo de San Vicente del Raspeig provincia de Alicante, su emplazamiento se encuentra en el Polígono de “el Canastell”, Carretera de San Vicente-Agost, N.º 104. Las coordenadas (etrs89) de situación son:

UTM		GEOGRÁFICAS
x	latitud	38°24'74''N
y	longitud	0°32'21,42''W

En apartado Anejos Planos de este proyecto pueden apreciarse tanto la situación cómo el emplazamiento.



### 7.3 DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos necesarios para el diseño y desarrollo del sistema fotovoltaico son los de irradiación y temperatura ambiente principalmente. Los siguientes datos han sido consultados en distintas fuentes:

- Irradiación:

La irradiación se ha obtenido a través del programa PVGIS con el objetivo de obtener datos de la radiación solar y datos de temperatura.

Esta aplicación nos proporcionará valores medios de irradiación diaria, mensual y anual, en superficies horizontales e inclinadas.

- Temperatura ambiente:

Para obtener la temperatura ambiente de la zona se han obtenido los datos del Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante (UA), que es un centro al servicio de la investigación científica y está en la población de San Vicente del Raspeig (Tabla 1 y 2). Los valores obtenidos son:

Temperaturas Medias anuales (°C)		
Medición	Máxima	Mínima
Anual	31,9	10,3

**Tabla 1.** Tª Media Anual 2018

Velocidad media del viento (m/s)		
Medición	Máxima	Mínima
Anual	7,2	1,3

**Tabla 2.** Velocidad Viento Media Anual 2018



## 8. ANALISIS Y PROPUESTA DE LA INSTALACIÓN

La propuesta de la instalación será con las placas solares sobre cubierta tipo coplanar, en carriles pegados a la cubierta, aprovechando al máximo la superficie y en caso de futuras ampliaciones tener más espacio disponible en cuanto a  $m^2$  se refiere. Por otro lado, no hay impacto visual ya que las placas solares quedan pegadas a la cubierta. También nos ahorramos una estructura más compleja y con más peso en la superficie. Por contra no podremos aprovechar el ángulo y acimut más eficiente, pero al tener la cubierta prácticamente al sur no es un desaprovechamiento importante.

La superficie de la nave tiene un ángulo de inclinación de  $15^\circ$  respecto al plano horizontal y un Azimut respecto  $0^\circ$  Sur de  $-33^\circ$  al Este.

Con estos datos y la localización de la instalación, podemos sacar los datos del programa PVGIS, de la radiación y de la Energía Fotovoltaica que nos puede producir el sistema.

Como podemos apreciar en el gráfico Imagen 3, la irradiación mensual que recibe la instalación a una inclinación de  $15^\circ$  está muy próxima a una instalación con la inclinación óptima según el programa PVGIS, los meses de verano serán más productivos por el contrario los meses de invierno serán menos productivos.

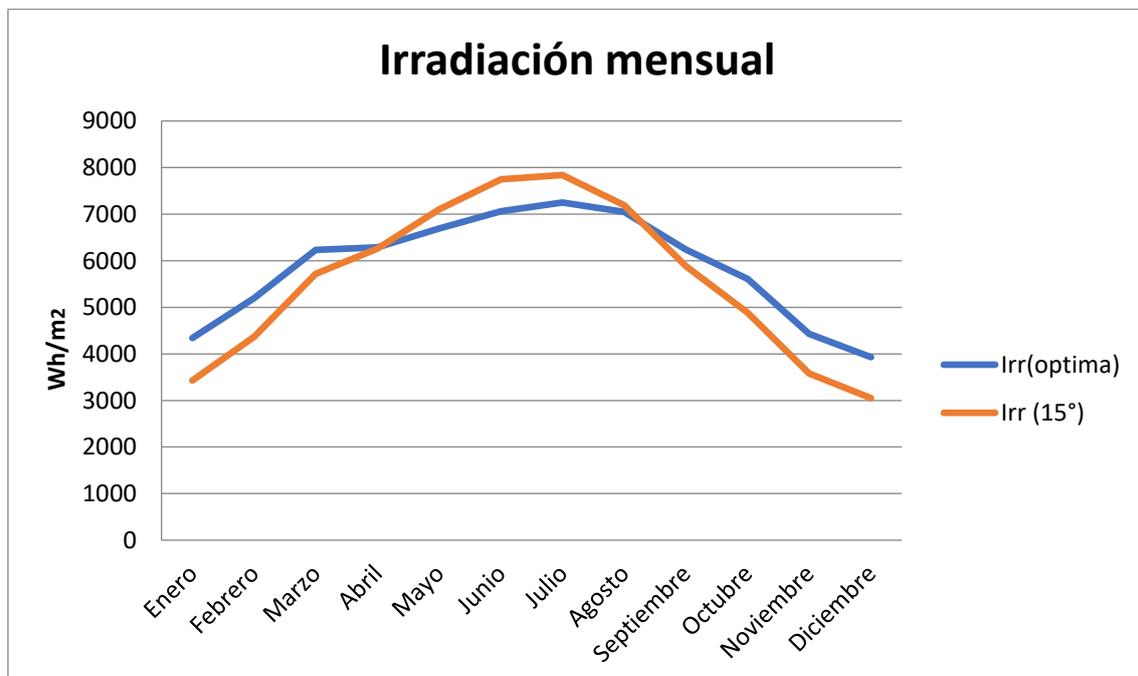


Imagen 3. Irradiación mensual



En la Imagen 4, la estimación de irradiación diaria sobre nuestra propuesta de instalación nos muestra que los meses más calurosos tenemos más irradiación y durante más horas a lo largo del día que los meses más fríos.

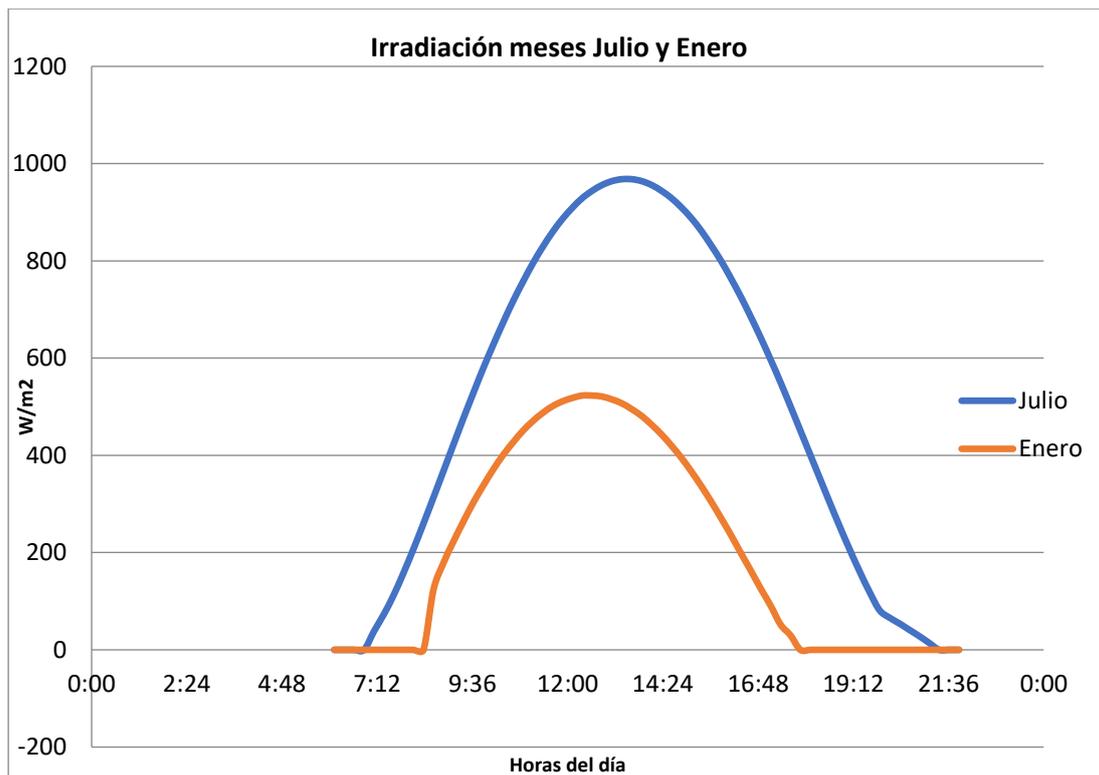


Imagen 4. Irradiación solar en enero y julio

En el anejo N.º 3 de este proyecto se ve con más profundidad este punto.

### 8.1 ANÁLISIS DEL PERFIL DE CONSUMO DEL CLIENTE

Almendras Llopis es una empresa que se dedica al industrializado de la almendra y utilizan una serie de procesos que conlleva un importante gasto energético ya que se utilizan muchos receptores eléctricos.

La jornada laboral es de tres turnos y por ello el consumo energético es elevado a cualquier hora del día, aunque la mayor demanda es en horarios con periodos tarifarios de coste elevado. Para contribuir a la reducción de estos gastos realizaremos un análisis del consumo que se verá con más detalle en el anejo N.º 1.



Será necesario analizar los horarios de producción y consumo para establecer la correspondencia entre la energía a producir y la energía a consumir en todos los periodos tarifarios. De este modo, se podrá conocer el alcance de los ahorros que serán generados por la instalación fotovoltaica de autoconsumo en cada periodo y su coste actual, con los datos de consumo facilitados estimados de la energía consumida en cada periodo tarifario a lo largo del año.

Por otra parte, para el consumo actual y espacio libre disponible en la cubierta del cliente diseñamos la instalación solar de 100 kW de potencia. La energía producida por la instalación fotovoltaica (Imagen 5) reducirá los consumos de electricidad proveniente de la red en función del mes, del año y de la hora que sea producida la energía por la instalación solar.

Para poder cuantificar las posibles reducciones de consumo se caracterizará el perfil de generación y consumo.

Una vez caracterizado el perfil de generación y consumo, se calcularán los ahorros económicos en cada periodo tarifario, de acuerdo con el horario legal y se cuantifican los ahorros que se generará en la instalación fotovoltaica en cada uno de los términos de la factura eléctrica.

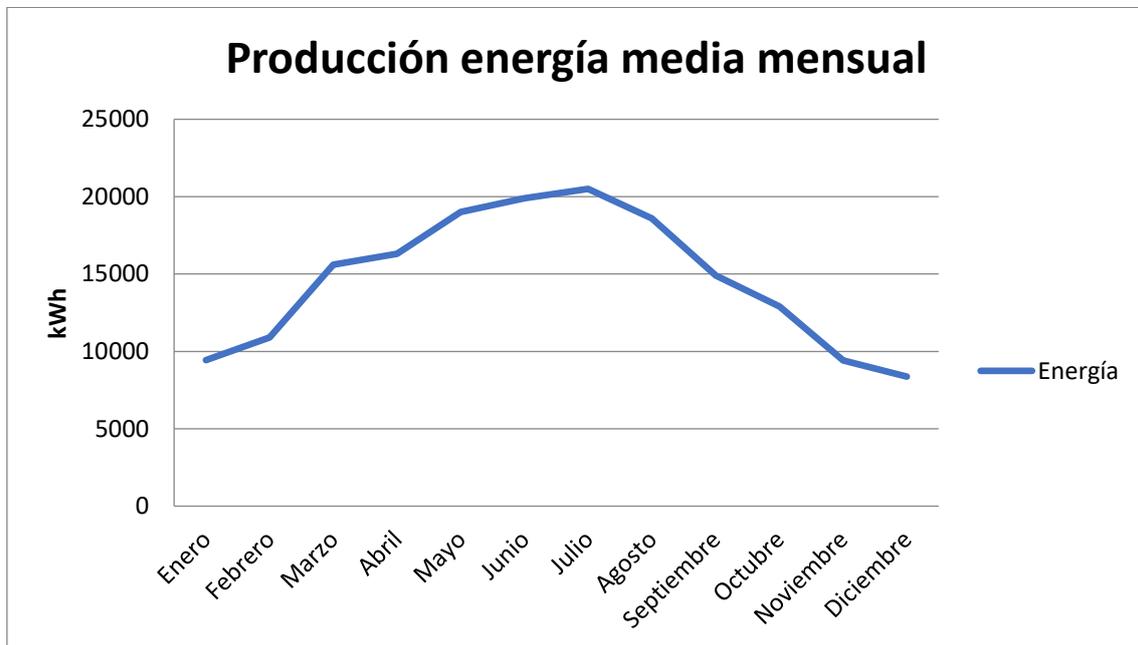


Imagen 5. Energía producida por la instalación fotovoltaica

## 9. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

En una instalación generadora de energía fotovoltaica es necesario una serie de elementos para poder producir y transportar dicha energía. Los elementos principales son las



placas solares, que son las que generarán la energía y el inversor para poder transformar la tensión de continua a alterna y así poder aprovecharla en nuestras instalaciones. Además, tenemos otros elementos secundarios, aunque no menos importantes, como es el sistema de fijación de los módulos a la cubierta y el cableado necesario para transportar la energía y las canalizaciones donde depositar los cableados, las cajas de fusibles o *strings box*, la instalación de tomas de tierra y las protecciones en los cuadros eléctricos.

### 9.1 INSTALACIÓN GENERADORA FOTOVOLTAICA

La instalación generadora fotovoltaica se instalará sobre la cubierta de la nave, ocupando una superficie de 710 m<sup>2</sup>. Dicha instalación estará compuesta por los siguientes materiales y su estructura estará compuesta por 24 ramas en paralelo con 18 módulos fotovoltaicos en serie por cada rama. Esto hace un total de 432 módulos fotovoltaicos y una potencia nominal de 116,64 kWp. Las principales características de nuestro generador fotovoltaico serán las siguientes:

- Potencia pico:

$$P = 432 \text{ paneles} \cdot 270 \text{ Wp} = 116640 \text{ Wp}$$

- Tensión en circuito abierto máxima ( $V_{oc}$ ):

$$V_{oc \max} = V_{oc} + (T_{C-10^\circ} - 25) \cdot \left( \frac{\alpha V_{oc}}{100} \cdot V_{oc} \right)$$

$$V_{oc \max} = 38,3 + (-10 - 25) \cdot \left( \frac{-0,36 \cdot 38,3}{100} \right) = 43,13 \text{ V}$$

$$V_{oc \max} = 43,13 \text{ V} \cdot 18 \text{ paneles} = 776,34 \text{ V}$$

- Intensidad de corto circuito máximo entrada inversor A/B:



$$I_{sc} = 9,43 \cdot 3 \text{ series} = 28,29 \text{ A}$$

- Tensión en el punto de máxima potencia:

$$V_{pm} = 31 \text{ V} \cdot 18 \text{ paneles} = 558 \text{ V}$$

- Tensión mínima:

$$V_{min} = V_{max} + (T_{C70^\circ} - 25) \cdot \left( \frac{\alpha V_{oc}}{100} \cdot V_{oc} \right)$$

$$V_{min} = 43,13 + (70 - 25) \cdot \left( \frac{-0,36 \cdot 38,3}{100} \right) = 24,80 \text{ V}$$

$$V_{min} = 24,80 \text{ V} \cdot 18 \text{ paneles} = 446,4 \text{ V}$$

- Intensidad en el punto de máxima potencia:

$$I_{pm} = 8,71 \text{ A} \cdot 3 \text{ series} = 26,13 \text{ A}$$

La instalación generadora dispondrá de una orientación  $\alpha = -33^\circ$  Sureste y una inclinación de  $\beta = 15^\circ$ .

No obstante, en el anejo N.º 2 de este proyecto se entra con más detalle en el cálculo de la Instalación generadora.

## 9.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA, MEDIANTE EFECTO FOTOELÉCTRICO

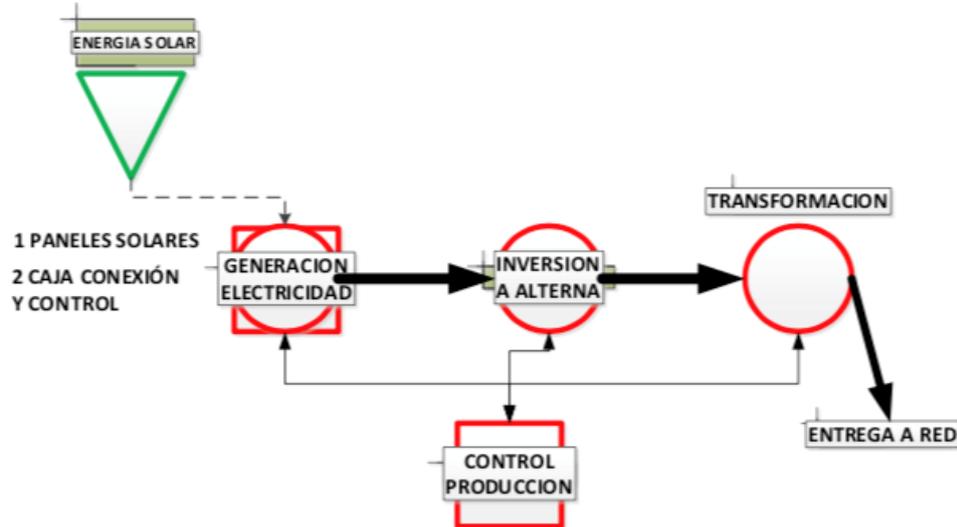


Imagen 6. diagrama de flujo de la producción eléctrica

## 9.3 MÓDULOS SOLARES POLICRISTALINOS

Hoy día se pueden encontrar en el mercado muchos módulos o placas solares para elegir, dependiendo del criterio de cada diseñador, la calidad y el precio, elegirá un modelo u otro. Los hay de distintas tecnologías, entre las más conocidos y eficientes tenemos los policristalinos y monocristalinos.

Teniendo en cuenta que los módulos son el componente clave de la instalación, ya que son los encargados de convertir la luz solar en energía eléctrica, seguramente se pueden tener dudas de que modelo elegir, por ese motivo se va a hacer una pequeña descripción de los dos modelos y justificación de que nuestra instalación se hará con módulos policristalinos.

Las células de silicio monocristalino se fabrican a partir de *ingots* (bloques de silicio cilíndricos), estos se cortan los cuatro lados del cilindro, con lo que se derrocha abundante silicio y se hacen láminas con bordes redondeados, a raíz de esta manipulación los cristales tienen una pureza elevada, lo que provoca que el rendimiento de cada celda aumente.

En los módulos policristalinos el proceso es diferente, ya que se funde en bruto (con impurezas) el silicio y a continuación, se vierte en un molde cuadrado. Como resultado, las láminas son todas perfectamente cuadradas, al tener impurezas, se forman policristales que disminuyen la eficiencia.



Viendo que la diferencia principal es la eficiencia, resolveremos ese problema añadiendo más módulos para los mismos vatios, ya que tenemos disponibles toda la cubierta de la fábrica y de ese modo, descartamos el módulo monocristalino por su alto precio y porque requieren más silicio para su fabricación que las policristalinos.

El módulo que utilizaremos para nuestra instalación será del fabricante KYOCERA SOLAR, en el anejo N.º 5 se expondrá el catálogo del fabricante.

Uno de los principales motivos por el que elegimos este fabricante es porque ha sido uno de las marcas sometidas al estudio realizado en el laboratorio Fraunhofer sobre la eficiencia de los paneles solares y el efecto de degradación por potencial inducido (PID), y la marca KYOCERA junto otras fue una de las que obtuvo después del test, donde pasan un proceso de ensayo, un rendimiento cercano al 100 %.

Características de los módulos según condiciones normalizadas para el ensayo de paneles (STC), radiación solar 1000 W/m<sup>2</sup>:

TIPO	
MODELO	KK270P-3CD8CG

DATOS ELÉCTRICOS		
Potencia máxima	(W)	270
Voltaje máximo del sistema	(V)	1000
Voltaje máximo del módulo	(V)	31
Intensidad máxima del módulo	(A)	8,71
Voltaje circuito abierto ( $V_{oc}$ )	(V)	38,3
Intensidad de corto circuito ( $I_{sc}$ )	(A)	9,43
Eficiencia	(%)	16,4
Tolerancia en potencia	(%)	+5/-3
Coefficiente de temperatura de ( $V_{oc}$ ) (%/K)		-0,36

DIMENSIONES		
Largo	(mm)	1662 ( $\pm$ 2,5)
Ancho	(mm)	990 ( $\pm$ 2,5)
Peso	(kg)	19
Cable	(mm)	(+) 1200 / (-) 1200
Tipo de conexión		PV-03 (SMK)
Caja de conexiones	(mm)	111 $\times$ 90 $\times$ 16
Código IP		IP 65



CÉLULAS	
Número por módulo	60
Tecnología de la célula	Policristalino
Medida de la célula (mm)	156 × 156
Unión celular	3 busbar

INFORMACIÓN GENERAL	
Producto garantizado	25 años
Garantía	10 años

Los módulos KYOCERA KK270P-3CD8CG cumplen con las homologaciones de acuerdo con las instrucciones (IEC 61215:2005, IEC 61730-1:2004 y IEC 61730-2:2004) así como el certificado de producto CE.

Los conexionados entre los módulos fotovoltaicos se realizará mediante el empleo de cableado con conectores tipo *multicontact* MC4 o similar.

#### 9.4 SISTEMA DE FIJACIÓN DE LOS MÓDULOS

El sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos que vamos a diseñar para nuestra cubierta tipo sándwich de acero es un sistema coplanar con dos perfiles portantes de aluminio por cada fila de módulos (Imagen 7). Está indicado cuando los perfiles pueden fijarse libremente en cualquier punto de la cubierta y se pueden compartir los perfiles portantes entre filas y módulos.

La fijación de los perfiles de aluminio se hará con un conjunto de tornillos en acero especial para atornillar sobre las correas de la cubierta y con arandela de goma para el sellado en la perforación, también se usará para reforzar algún tipo de sellado químico para lograr la mayor estanqueidad. Los módulos se sujetarán a los perfiles por una serie de tornillos con forma especial donde van introducidos en las guías de los perfiles y sujetan los paneles por los laterales (Imagen 8).

Los perfiles que soportan los módulos serán de aluminio, como se ha recalado y capaz de resistir el peso de los módulos, y con ellos instalados deberán ser capaces de aguantar sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación, Parte II, DB SE y DB SE-AE.



Imagen 7. Sistema coplanar con perfiles portantes

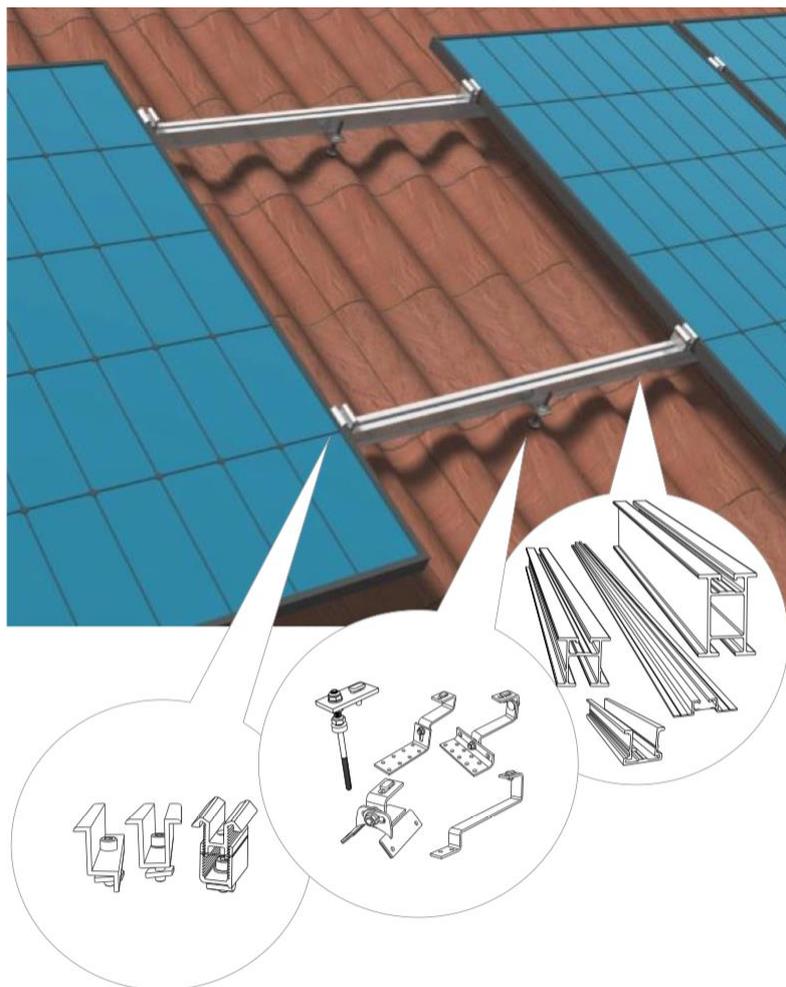


Imagen 8. Fijaciones de para el sistema fotovoltaico



Para calcular las cargas de la estructura de aluminio y los paneles fotovoltaicos se ha recurrido al *software Solar-Planit 5* del fabricante BayWa r.e. Este programa se basa para hacer los cálculos estáticos del sistema de montaje en las especificaciones dadas en Eurocódigo 1, adicionalmente tiene en cuenta los test de túnel de viento y las diferentes regulaciones nacionales en la elección de países en el software. Para los casos locales especiales en relación al Eurocódigo 1, como por ejemplo acumulaciones de nieve, nevadas y acumulaciones de hielo, no se tienen en consideración por el software y tienen que calcularse aparte, pero en nuestro caso por el nivel de altitud de nuestra instalación, no se tendrán en cuenta.

Los cálculos estáticos engloban sólo el sistema de montaje Novotegra de BayWa r.e. y no la estática del edificio. La estática del edificio debe ser revisada sobre el terreno por un ingeniero estructural y no procede en el presente proyecto.

La relación de materiales para nuestra estructura de la instalación fotovoltaica se expondrá en el presupuesto de la instalación.

A continuación, se va a reflejar las cargas básicas características y coeficiente de forma de la carga de nieve.

Carga del sistema de montaje	0,02 kN/m <sup>2</sup>
Carga del módulo	0,11 kN/m <sup>2</sup>
Presión dinámica pico de carga del viento	0,35 kN/m <sup>2</sup>
Carga de nieve en suelo	0,65 kN/m <sup>2</sup>
Coeficiente de forma de la carga de nieve	0,80
Carga de nieve perpendicular al módulo	0,48 kN/m <sup>2</sup>

## 9.5 EQUIPOS INVERSORES

Los inversores que vamos a proponer para este proyecto son de la marca SMA, modelo SUNNY 25000 TL y serán los encargados de convertir la corriente continua en corriente alterna, lo harán de tal manera que la salida de corriente alterna será igual a la utilizada en la red eléctrica.

El rendimiento máximo de nuestro modelo de inversor es de 98,4 % (Imagen 9), lo que conducirá a valores altos de rendimiento de la instalación. Este equipo tiene dos entradas MPPT que es uno de los factores más importantes del inversor, ya que su función es acoplar la entrada del inversor a los valores de potencia variables que produce el generador, obteniendo en todo momento la mayor cantidad de energía disponible, en definitiva, la máxima potencia.



El sistema fotovoltaico estará constituido por 4 inversores de 25 kW cada uno, en cada inversor hay 2 entradas MPPT y en cada una de ellas entrarán 3 *strings*. Este sistema de instalación tiene la particularidad que en caso de avería de algún inversor no cae todo el sistema.

Los inversores irán instalados en cubierta, ya que están fabricados para estar en intemperie con un grado de protección IP 65 y preparado para unas condiciones climáticas según la norma IEC 60721-3-3 de clase 4K4H, de esta manera podrán ser atornillados sobre las paredes laterales de la cubierta, aun así se recomienda instalar alguna protección tanto superior como lateral para mayor estanqueidad.

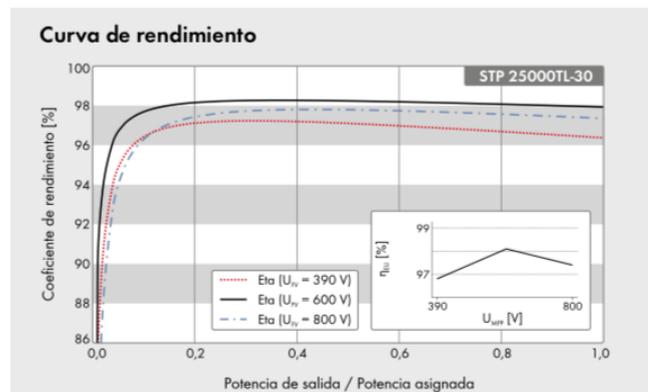


Imagen 9. Curva de rendimiento

Los equipos llevan microprocesadores que son los encargados de garantizar una curva senoidal con una mínima distorsión y pueden desconectar y conectar automáticamente la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, evitando el funcionamiento en isla, garantía de seguridad para los operarios de mantenimiento de la compañía eléctrica distribuidora.

También actúa como controlador permanente de aislamiento para la desconexión conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de resistencia de aislamiento. Junto con la configuración flotante para el generador fotovoltaico garantiza la protección de las personas.

Los inversores SUNNY 25000TL (Imagen 10) llevan incorporados dispositivos de protección contra polaridad inversa, interruptor-seccionador de potencia en CC y resistencia al cortocircuito en CA, además de monitorización de la red y de fallo a tierra.



Estos equipos tienen además capacidad para almacenar datos, como los rendimientos energéticos a lo largo del día, avisos de eventos tanto de usuario como de instalador.



Imagen 10. Inversor SMA. SUNNY TRIPOWER 25000 TL

Características técnicas del inversor:

DATOS TÉCNICOS	SUNNY TRIPOWER 25000TL
ENTRADA (CC)	
Potencia máx. del generador	45000 Wp
Potencia asignada de CC	25550 W
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de	390 V a 800 V/600 V



entrada	
Tensió de entrada mín./de inicio	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/ 33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A:3; B:3
SALIDA (CA)	
Potencia asignada ( 230 V, 50 Hz)	25000W
Potencia máx. aparente de CA	25000 VA
Tensió nominal de CA	3/N/PE; 220 V/380 V 3/N/PE; 230 V/400 V 3/N/PE; 240 V/415 V
Rango de tensió de CA	180 V a 280 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz
Frecuencia asignada de red/tensió asignada de red	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	36,2 A/36,2 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a = capacitivo
THD	$\leq 3 \%$
Fases de inyección/ conexión	3/3
RENDIMIENTO	
Rendimiento máx./ europeo	98,3 %/ 98,1 %



DATOS GENERALES	
Dimensiones	661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)
Peso	61 kg
Rango de temperatura de servicio	-25°C a + 60°C (-13°F a + 140°F)
Emisión sonora, típica	51 dB (A)
Autoconsumo nocturno	1 W
Topología/principio de refrigeración	Sin transformador/OptiCool
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
Valor máx. permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %

Los inversores SMA, tienen las siguientes certificaciones europeas y nacionales:

- CE
- CEI 0-16
- CEI 0-21
- EN 50438:2013\*
- IEC 60068-2-x
- IEC 61727
- IEC 62109-1/2
- IEC 62116
- RD 1699/413
- RD 661/2007
- No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438



## 9.6 CAJAS *STRING BOX*

El *string box* es un aparato que permite conectar en paralelo las cadenas de un campo fotovoltaico y, al mismo tiempo protegerlas a través de un fusible destinado a tal fin. El aparato incorpora un sofisticado sistema de control que permite conocer el estado de cada uno de los canales de medida.

La agrupación de 3 series se concentrará en una caja *string box* (Imagen 11).

Desde cada caja *string box* se conectará una línea de salida CC a cada entrada MPPT del inversor, respetando siempre la intensidad admisible en cada entrada de máxima potencia de inversor.

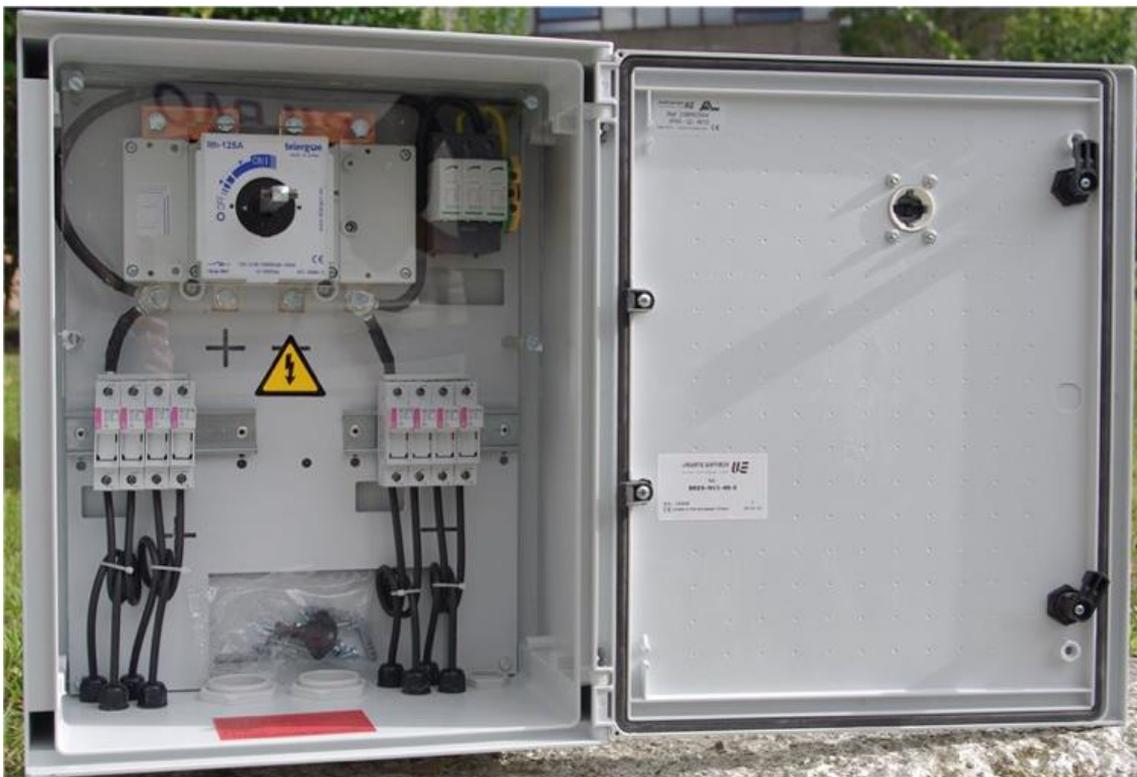


Imagen 11. Caja de conexiones *Sting Box*. Uriarte Safybox



Características técnicas del Sting Box:

<b>BRES-NV1-4S-10ª ARMARIO DE 4 STRINGS</b>	
Medidas (mm)	400x300x200
Peso (kg)	6,44
Material	PRFV
Grado de protección IP	IP-66
Grado de protección IK	IK-10

## 9.7 MONITORIZACIÓN DE LA PLANTA

La marca SMA ofrece para sus clientes el portal de internet SUNNY PORTAL para monitorización y gestión de la planta fotovoltaica. Podrán tener acceso en todo momento a los datos más importantes de la planta. Con esta herramienta, se puede analizar valores de medición, así como visualizar y comparar el rendimiento, con ello será más fácil detectar y corregir pequeñas desviaciones.

Los usuarios de *Sunny Portal* se benefician de una funcionalidad básica gratuita para la monitorización de planta en línea, con un uso intuitivo y visualización sencilla, optimiza la gestión de todo el sistema.

## 9.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 9.8.1 CONDUCTORES

#### a) Conductores Corriente Continua

Para la elección de los conductores de la parte de corriente continua (CC) seguiremos lo indicado en la especificación norma UNE-EN 50618:2015 y en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDEA que aunque no es de obligado cumplimiento son de gran ayuda y se basan en normas UNE..

La especificación en la norma UNE-EN 50618:2015 desarrolla el cableado a utilizar tanto en la conexión entre los módulos fotovoltaicos y la del inversor.

Los conductores de la parte de continua 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. Serán de alta seguridad (AS), es decir, no propagadores de llama, ni fuego y de baja emisión de humos y gases corrosivos.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos elevados. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1 % en toda la parte de corriente continua de nuestra instalación.

Los conductores deberán indicar el fabricante o marca comercial, la designación del cable, la sección de este, la tensión asignada y las dos últimas cifras del año de fabricación. La grabación deberá ser legible.

La tensión asignada por los cables serán 1,8 kV D.C. (conductor – conductor, sin puesta a tierra, circuito sin carga).

Los conductores que emplear serán del fabricante GENERAL CABLE o similar, en concreto los denominados comercialmente como Exzhellent Solar. Así los tipos empleados son:

- Conexionado entre los Módulos Fotovoltaicos: Se empleará el cable designado ZZ-F (AS) 1,8 kV DC.
- Conexionado entre los Módulos Fotovoltaicos y el Inversor: Se empleará el cable designado XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC. 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 VII del presente proyecto.

#### b) Conductores Corriente Alterna

Para la elección de los conductores de la parte de corriente alterna (CA) seguiremos con lo indicado en la ITC BT-19, 20 y 28 del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La caída de tensión máxima vendrá impuesta según lo estipulado en la ITC-BT 40 punto 5, es decir, la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la Instalación Interior, no será superior al 1,5 % para la intensidad nominal.

Los conductores de la parte de alterna irán desde la salida de nuestro Inversor hasta el Cuadro de Protección de alterna junto a los inversores, en la cubierta de la nave. Será instalado en montaje sobre Bandeja de tipo rejilla.



Los conductores 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.

Los conductores que emplear serán del fabricante GENERAL CABLE o similar, en concreto los denominados comercialmente como Exzhellent XXI 1000 V, cuya designación es RZ1 – K(AS) 0,6/1 kV.

No obstante, la ficha técnica de los cables arriba mencionados puede consultarse en el Anejo N.º 5 del presente proyecto.

### 9.8.2 CANALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

En esta parte diferenciamos tres tipos:

#### a) Interconexión entre módulos fotovoltaicos:

En este caso los conductores dispondrán fijados directamente sobre la estructura portante.

Como los conductores empleados serán de doble aislamiento, los mismos 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.
- El radio de doblado no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces con cables de canalizaciones no eléctricas se realizarán por la parte posterior o anterior de las mismas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior.

#### b) Conexiónado *Strings* – Inversor:

Los conductores de este tramo de corriente continua serán 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 de rejilla, en las partes donde estén expuestas al sol se le instalará tapa metálica a la rejilla.



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.

Las bandejas *Rejiband* se tratan de bandejas metálicas de varillas electrosoldadas con borde de seguridad, para evitar el dañado del cableado y del instalador. Con este tipo de bandejas se ofrece un máximo de ventilación y limpieza del cableado, proporcionando gran resistencia al sistema de canalización.

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.

Las dimensiones de las canalizaciones a utilizar serán las siguientes:

Tramo	Tipo de bandeja	Dimensiones	Longitud necesaria
Series-inversor	Rejiband	100 X 60	48

El fabricante nos asegura además que la bandeja *Rejiband* posee una buena continuidad eléctrica entre tramos de bandeja, no obstante, y como medida de seguridad, cada tramo de bandeja se dispondrá a tierra de forma independiente.

En todo momento se deberá respetar la capacidad de carga de cada tramo acorde a lo indicado por el fabricante y conforme a la norma UNE-EN-61537, así como las recomendaciones de este en cuanto a soportes, curvas y accesorios a utilizar.

El tramo de canal que va sobre la cubierta estará soportado con soportes tipo omega, atornilladas a estas.

c) Canalización parte corriente alterna:

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

Según la tabla 10 de la ITC BT-20 y al disponer conductores de tipo unipolar con cubierta se podrán utilizar "Bandejas de Escalera o Bandejas Soportes", por lo que dispondremos 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). Siendo su montaje de tipo superficial.



## 9.9 INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA DEL SISTEMA

La toma de tierra de la instalación fotovoltaica (Imagen 12), tanto de la sección continua como la alterna, estarán conectadas a una única tierra, en este caso irá conectada a la toma de tierra del edificio, esta tierra será independiente de la del neutro de la compañía suministradora de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión. Así, se dispondrá una conexión equipotencial a tierra a la que se unirán todas las partes metálicas de los componentes de nuestro sistema fotovoltaico. Esta red de tierra tendrá los siguientes objetivos:

- La protección de las personas frente a contactos indirectos, al impedir que las masas adquieran potencial en el caso de defectos de aislamiento.
- Permitir la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.
- Los conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones de corriente continua y de corriente alterna de nuestra instalación. La sección mínima de dichos conductores vendrá dada según la tabla 2 de la ITC BT-18 y cumplirá la norma UNE 20.460-5-54.

Los conductores de protección serán del mismo tipo y modelo que los empleados en sus respectivos tramos, descritos en el apartado correspondiente del presente proyecto, excepto los que se utilicen para las conexiones de los marcos y partes metálicas que serán de  $2,5 \text{ mm}^2$ , además se deberán instalar en la ubicación de la placa que viene especificado con el símbolo de toma de tierra.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Se describen una serie de requisitos para la instalación de puesta a tierra de la instalación:

- Es recomendable que el conductor de protección a tierra no se atornille directamente al marco de los paneles, sino hacerlo por medio de un terminal auxiliar, de modo que se pueda quitar un módulo (por avería, mantenimiento, etc.) sin interrumpir la conexión a tierra del resto de la instalación.
- La simple conexión de los marcos de los módulos a una estructura anclada en el suelo no se considera como una puesta a tierra eficaz.
- El conductor de protección a tierra de los módulos solares es recomendable que se conecte también a un punto de la estructura.
- Los conductores de protección deben conectarse al punto de puesta a tierra de la instalación, que a su vez se conectará al electrodo principal de tierra (generalmente de tipo pica o jabalina) a través del conductor de enlace.

- Las secciones de los conductores de protección y de enlace, y las características de los electrodos de tierra (dimensiones, conexiones, etc.), cumplirán lo prescrito en los correspondientes reglamentos electrotécnicos de baja tensión RBT.
- El conductor de puesta a tierra del sistema fotovoltaico debe ser desnudo, o ir protegido bajo tubo.

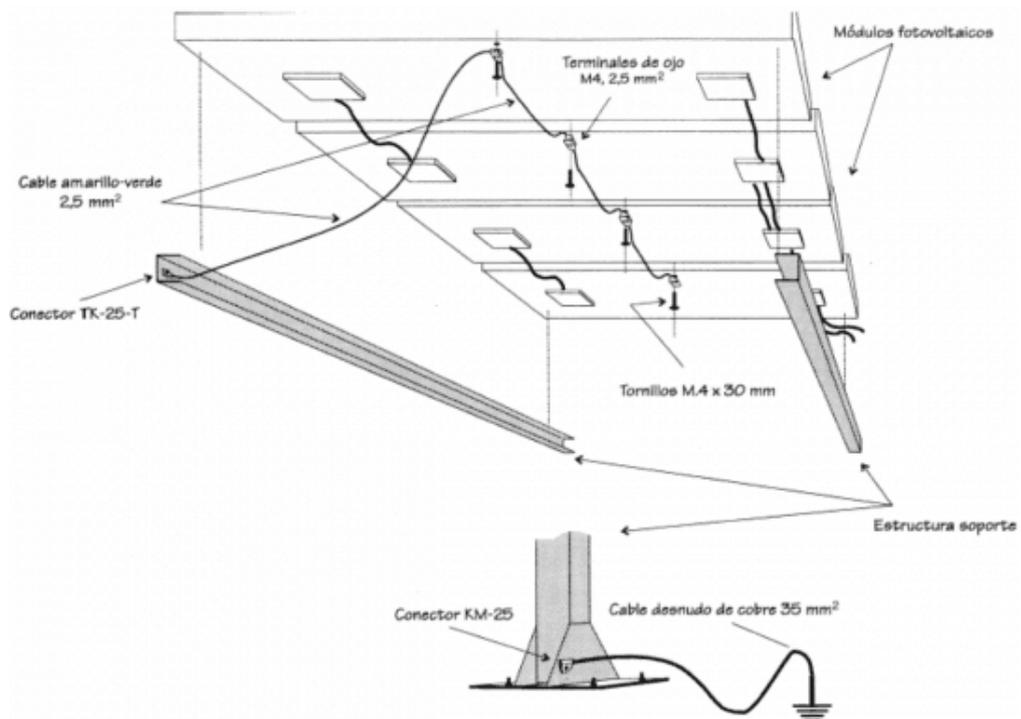


Imagen 12. Instalación de toma de tierra

## 9.10 PROTECCIONES

### A) PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

La protección principal contra contactos directos se logrará principalmente mediante la aplicación de medidas para impedir el contacto de las personas con las partes activas de la instalación. Siendo estas medidas las siguientes:

- Recubrimiento de las partes activas con material aislante.
- Interposición de barreras o envolvente.
- Interposición de obstáculos.
- Puesta fuera de alcance por alejamiento



La protecció auxiliar consistirà en:

- I. Parte de corriente continua:  
Nuestro inversor dispondrá de un controlador de aislamiento de la parte de corriente continua, con el objeto de que si la resistencia de aislamiento de nuestra instalación disminuye por debajo de los valores de seguridad desconectará el inversor y accionará una alarma. Como norma general, el valor de ajuste de la resistencia de aislamiento será mayor o igual a 10 veces la tensión de circuito abierto del generador.
- II. Parte de corriente alterna:  
Igualmente, nuestro inversor dispondrá de un dispositivo de corriente diferencial residual de sensibilidad igual a 30 mA Tipo A, asociado al interruptor general de salida CA.

#### B) PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Las dos protecciones contra contactos indirectos a utilizar serán los siguientes:

- Protección por corte automático de la alimentación.
- Protección por el empleo de materiales de clase II o aislamiento equivalente.

#### I. Parte de corriente continua:

El generador fotovoltaico, con esquema IT (Imagen 13), cumplirá que:

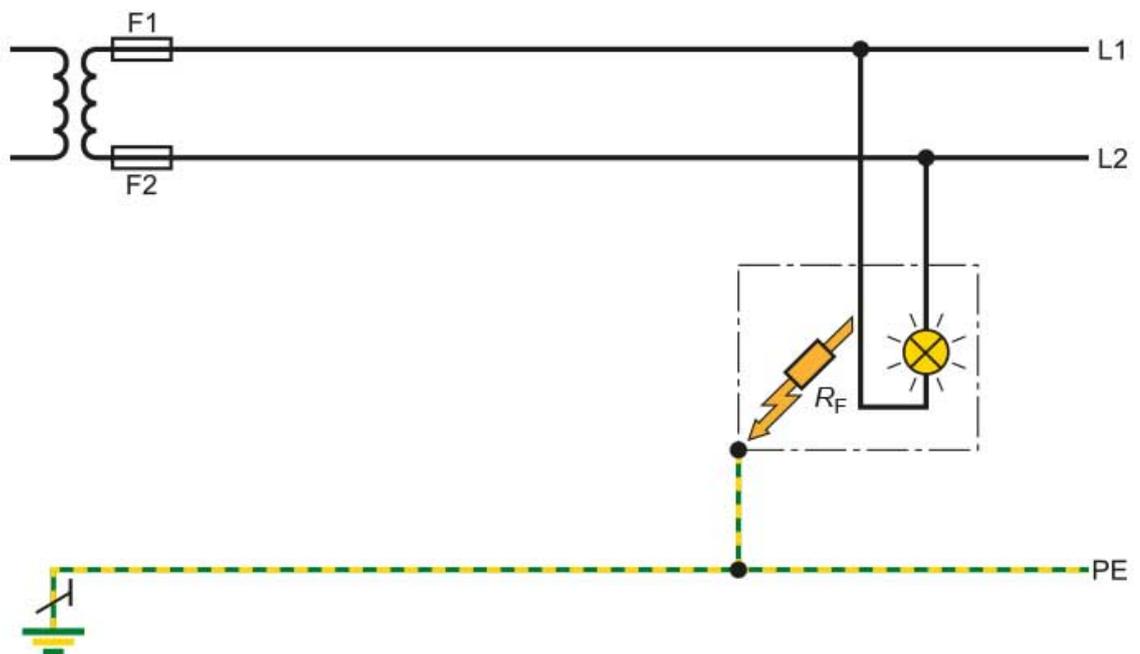


Imagen 13. Esquema IT



Siendo:

$$R_t \cdot I_d < U_L$$

$R_t$  = Resistencia eléctrica de la toma de tierra de las masas

$I_d$  = Intensidad de defecto

$U_L$  = Tensión límite convencional de seguridad en instalaciones a la interperie = 24 V<sub>dc</sub>

Teniendo en cuenta que en esta parte de la instalación no contamos con un dispositivo de corte por corriente diferencial residual, la única forma de limitar el valor de la intensidad de defecto será mantener la resistencia de aislamiento ( $R_{iso}$ ), sea mayor o igual que 10 veces la tensión de generación ( $V_{oc}$ ).

Así, el inversor escogido dispondrá de un controlador de aislamiento de la parte de corriente continua, con el objeto de que si la resistencia de aislamiento de nuestra instalación disminuye por debajo de los valores de seguridad desconectará el inversor y accionará una alarma.

Se emplearán en la instalación materiales de clase II o aislamiento equivalente (módulos, cajas, cables, inversor, etc..).

## II. Parte de corriente alterna:

El corte automático de la instalación se realizará mediante el empleo de un dispositivo de corriente diferencial residual de sensibilidad regulable entre 0-30 mA tipo A, asociado al interruptor automático general en la salida de CA del inversor, de forma que se cumplirá:

$$R_T \cdot I_d \leq U_L \rightarrow R_T \leq \frac{24}{0,03} = 800 \Omega$$

Ya que,

$U_L$  = Tensión límite convencional de seguridad en emplazamientos secos en corriente alterna = V<sub>AC</sub>

No obstante, la Guía BT-26 referente al REBT, hace unas recomendaciones entre las que figura que se consiga que la resistencia de puesta a tierra  $R_T < 37 \Omega$  para edificios sin pararrayos, como es nuestro caso.



### C) PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES

Para la protección frente a sobretensiones se utilizará un sistema interno de protección, con el objeto de reducir y evitar los efectos de las sobretensiones originadas por la descarga del rayo y los campos electromagnéticos asociados, así como las sobretensiones transmitidas por las líneas de conexión.

El sistema interno de protección empleado consistirá en las siguientes medidas:

- Conexión equipotencial: se basa en conseguir la equipotencialidad de las tierras utilizando un único electrodo de puesta a tierra para toda la instalación. Esto evita que, ante una descarga del rayo, aparezcan diferencias de potencial entre los distintos elementos del sistema.
- Instalación de descargadores de sobretensión: encargadas de limitar el valor de las sobretensiones que se pueden presentar en la instalación.

#### I. Parte de corriente continua:

En la parte de corriente continua se deben proteger los componentes del generador fotovoltaico y el inversor. Así, se dispondrán en el cuadro de protección descargadores de sobretensiones de corriente continua clase 2 hasta 1000Vdc.

#### II. Parte de corriente alterna:

Con objeto de proteger nuestra instalación frente a sobretensiones procedentes de la red eléctrica se dispondrá en la salida de corriente alterna del inversor un descargador de sobretensiones.

Como la acometida a la planta industrial se realiza en alta tensión de forma aérea, solo será necesario que nuestros descargadores sean de Clase C. Teniendo en cuenta que en España se utiliza el esquema de distribución TT, el descargador a utilizar se instalará entre las fases y neutro y entre neutro y conductor de protección

Así, el descargador de sobretensiones de la parte de corriente alterna dispuesto en el inversor cumplirá como mínimo las siguientes condiciones:

- Clase C (Tipo 2 según EN 61643-11).
- Tensión nominal:  $U_n = 350 \text{ V}$ .
- Tensión máxima de funcionamiento:  $U = 385 \text{ VAC}$
- Corriente nominal de descarga:  $I_{SN} \geq 20 \text{ kA}$ .
- Corriente máxima de descarga:  $I_{max} \geq 40 \text{ kA}$ .
- Nivel de protección:  $U_p < 1,7 \text{ kV}$ . Inferior a tensión soportada a impulsos 1,2/50 kV por los elementos del generador fotovoltaico, según tabla 1 de la ITC BT-23, que



tiene un valor de Categoría III = 4 kV.

#### D) PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECARGAS Y SOBREINTENSIDADES EN LA PARTE DE CORRIENTE CONTINUA. *STRING BOX*

Protección de entrada del inversor:

Con objeto de proteger contra sobreintensidades la entrada de corriente continua del inversor, se colocará a su lado un cuadro de protección de 400x300x200 mm con bases portafusibles y fusibles también llamado *String box*. Este dispositivo de control y conexión de cadenas de módulos en paralelo, ya visto en el apartado de 9.6 de este trabajo.

Así, se utilizarán fusibles aptos para su uso en corriente continua y curva gPV, según IEC 60.269- 6, adecuada a instalaciones fotovoltaicas (Imagen 14).

La tensión asignada mínima de los fusibles deberá ser 1,1 veces superior a la tensión máxima de circuito abierto del generador ( $V_{oc\ máx\ generador}$ ) en condiciones estándar de medida.

La corriente asignada del fusible se escogerá de forma que los fusibles de cada rama cumplirán:

$$I_N \geq 1,25 \cdot N_{mp} \cdot I_{mod,sc,sct}$$

Time-current characteristics acc. VDE 0636-2; IEC/EN 60269-2

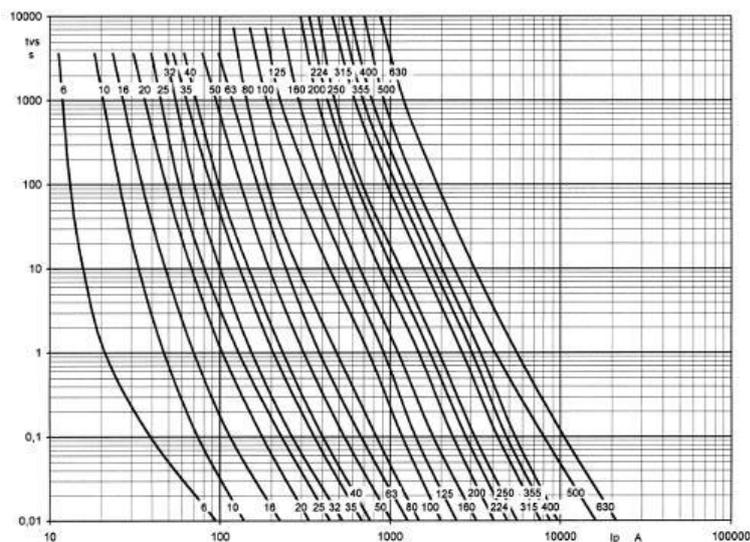


Imagen 14. Curva Tiempo-intensidad fusibles NH Curva gPV



Además, con objeto de cumplir lo indicado en la IEC 60.634-7-712, se deberá disponer de un interruptor de corte en carga para llevar a cabo los trabajos de reparación y mantenimiento.

#### E) PROTECCIONES FRENTE A SOBRECARGAS Y SOBREINTENSIDADES EN LA PARTE DE CORRIENTE ALTERNA.

Las sobreintensidades que puedan dañar nuestro circuito se corriente alterna, tendremos que disponer de los correspondientes elementos de protección.

Así, a la salida de los inversores se dispondrán de un interruptor automático magnetotérmico por cada uno de ellos, en su salida se unirán en una protección mediante un interruptor automático diferencial con relé toroidal asociado.

Dicho interruptor automático diferencial será de intensidad asignada 160 A curva regulable, asociado a un relé diferencial de sensibilidad 30 mA.

Para evitar paradas en la instalación por disparos intempestivos, el relé diferencial será de alta inmunidad o bien con reconexión automática.

#### F) PROTECCIÓN EN LA INTERCONEXIÓN

La conexión del generador fotovoltaico a la red no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa. Asimismo, su funcionamiento no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, las instalaciones fotovoltaicas no deberán mantener tensión en la línea de distribución. Para conseguir esto debemos asegurarnos que nuestro inversor cumple con el RD 1663/2000, por lo que el inversor debe poder trabajar en modo isla.

En el circuito de generación hasta el equipo de medida no podrá intercalarse ningún elemento de generación distinto al de la instalación autorizada.

La variación de tensión provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica no podrá ser superior al 2,5 % de la tensión nominal.

El factor de potencia de la energía suministrada debe ser lo más próximo a la unidad y,



en todo caso, superior a 0,98 cuando la instalación trabaje a potencias superiores al 25 % de su potencia nominal.

#### F) ESPECIFICACIONES PARA CONEXIÓN A REDES INTERIORES.

Se dispondrá de un transformador de propiedad del consumidor para la alimentación de la planta industrial con medida de alta tensión y su correspondiente cuadro de baja tensión a la salida del transformador.

Atendiendo a lo indicado en el RD 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia ( $\leq 100$  kW), como es nuestro caso, el artículo 14 de dicho RD fija las protecciones y relaciona los elementos de maniobra y protección que se deben incluir en la red de baja tensión de salida de nuestra instalación fotovoltaica

Por lo que, las protecciones con las que debemos contar en la interconexión serán las siguientes:

- a) Un elemento de corte general que proporcione un aislamiento requerido por el 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.
- b) Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.
- c) Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. La función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo, como así ocurre en nuestro caso.
- d) Protecciones de la máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5 y 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la tabla 1 del artículo 14 del RD 1699/2011, donde lo propuesto para baja tensión se generaliza para todos los demás niveles. La tensión para la medida de estas magnitudes se deberá tomar en el lado de red del interruptor automático general para las instalaciones en alta tensión o de los interruptores principales de los generadores en redes en baja tensión. En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.



e) La interconexión se hará a la entrada del magnetotérmico general de la fábrica, en paralelo con la derivación individual en un embarrado existente en el CGD actual.

#### 9.11 CAJAS DE MANDO Y PROTECCIÓN

a) Cajas de maniobra y distribución.

Se utilizarán armarios murales de acero (Imagen 15), de la marca Schneider de la serie Spacial CRN o similar, de doble aislamiento según UNE-EN 61439-1 fabricados en material higroscópico autoextinguible y elevada resistencia a la polución y la corrosión, tapa frontal de policarbonato, ventilación para asegurar la no existencia de condensación en el interior, pantallas de protección para evitar el contacto directo, con grado de protección y resistencia IP66 e IK10. En este tipo de armario irán ubicados los interruptores magnetotérmicos de cada inversor. Se instalarán lo más cerca de cada equipo inversor. Irán instalados a la intemperie.



Imagen 15. Armario Schneider



a) Cuadro general de distribución de la instalación fotovoltaica.

En él se instalará un interruptor magnetotérmico y relé diferencial. Este cuadro se ubicará en el cuarto destinado de la fábrica a las protecciones eléctricas donde está el CGD. Se instalará un armario modular de Schneider lo más próximo al existente (Imagen 16).

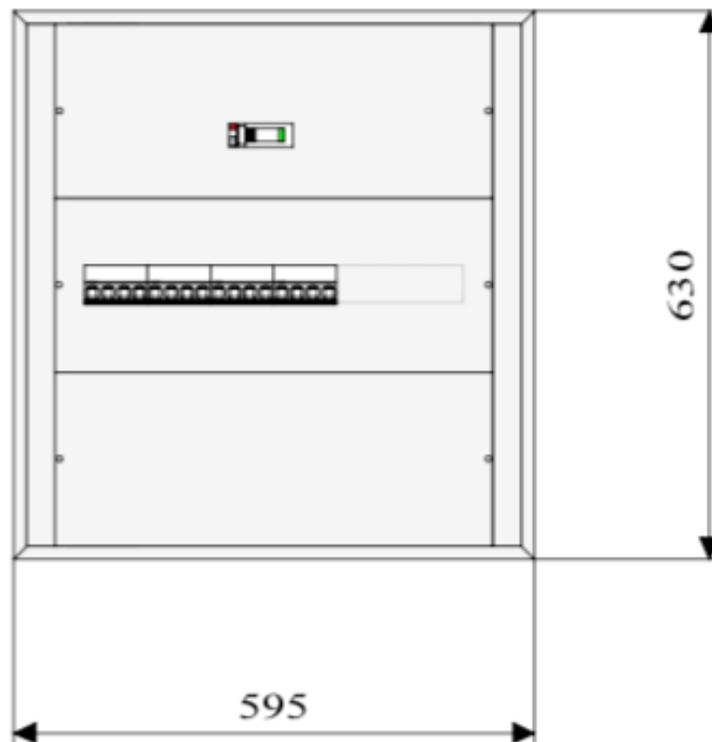


Imagen 16. Cuadro general de distribución FV instalado en cuarto de la fábrica

## 10. PLANIFICACIÓN

La duración de la obra será de 20 días aproximadamente si no hay imprevistos. En el diagrama de Gantt se aprecia la distribución de los trabajos por partidas a realizar y la duración estimada.



## 11. CONCLUSIONES

La conclusión fundamental que podemos obtener de este proyecto es que las instalaciones aisladas de la red para autoconsumo, concretamente las que funcionan con energía solar fotovoltaica, son una alternativa factible tecnológica y económicamente viable dentro del contexto actual tan marcado por un contiguo aumento del precio de la energía eléctrica y una cada vez mayor exigencia en términos de edificios de bajo consumo energético y bajo nivel de emisiones, ya que se puede aprovechar las cubiertas de los negocios para convertirlos en activos de las empresas. Si se tienen grandes consumos de energía este tipo de instalaciones además de ahorrar en el término de energía también ahorramos en el término de euros compensados de los excedentes que podamos tener los días inactivos de las empresas.

## 12. PROGRAMAS DE DISEÑO Y CÁLCULO

Para la realización del presente proyecto se han utilizado los siguientes programas de diseño y cálculo.

- Microsoft Office Excel 2013:  
Es una aplicación de hojas de cálculo que forma parte de la suite de oficina de Microsoft Office. Es una aplicación utilizada en tareas financieras y contables, con fórmulas, gráficos y un lenguaje de programación.
- Solar-Planit:  
Es una herramienta diseñada por BayWa r.e. que se utiliza para planificar instalaciones fotovoltaicas completas, desde el diseño de sistema de montaje y la disposición del inversor hasta los cálculos de eficiencia económica y la documentación de la instalación.
- PVGIS:  
Es una herramienta para hallar la estimación del potencial fotovoltaico, en él se pueden determinar sobre mapas interactivos el potencial de producción fotovoltaica de cualquier zona de Europa, además es un instrumento de investigación, demostración y apoyo de políticas para la evaluación geográfica del recurso de energía solar en el contexto de la gestión integrada de la generación de energía distribuida.
- Menfis:  
Es un programa para elaborar presupuestos, crear mediciones, generar certificaciones y/o redactar bases de precios.
- Microsoft Project:  
Es un software de administración de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

En nuestro caso lo usaremos para la planificación del trabajo a partir del presupuesto trasladado desde Menfis.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- Temarios y apuntes de las asignaturas correspondientes a Energías renovables e Instalaciones eléctricas de Energías renovables, impartidas en UPV Campus de Alcoy.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el real decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002.
- IDAE PCT-C-REV-julio 2011, Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- Iberdrola Distribución. Condiciones Técnicas de la Instalación de Producción eléctrica conectada a la Red de Iberdrola Distribución.
- Enlaces web:
  - <http://www.idae.es/>
  - <http://www.re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
  - <http://www.canadiansolar.com/au/solarPanels/>
  - <http://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico/sunny-tripower-15000tl-20000tl-25000tl.html/>
  - [productores/documentacion-tecnica/](http://www.productores/documentacion-tecnica/)
  - <https://web.ua.es/es/labclima/laboratorio-de-climatologia-universidad-de-alicante.html>
  - <https://sotysolar.es/placas-solares/monocristalinas-policristalinas>
  - [http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt\\_guia.aspx](http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx)
  - <https://www.safybox.com/es/fotovoltaica/534-bres-nv1-4s-10a-armario-de-4-strings.html>

# ANEJO N.º 1

## ESTUDIO DE VIABILIDAD

En este anejo se muestran los resultados del análisis realizado sobre los consumos del cliente con el objetivo de diseñar la instalación que mejor se adapta a sus necesidades. Por ello se analizará la viabilidad en la implantación de la central solar de producción para consumo propio y se analizará el consumo eléctrico actual de la empresa.

A continuación, se muestran las tarifas actuales contratadas por el cliente:

TARIFA	
TARIFA CONTRATADA	6.1
POTENCIA CONTRATADA (kW)	550

CONSUMOS	
ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA ANUAL (kWh)	2.592.506

Tarifa actual del cliente

Periodos	Energía(€/kWh)	Total Energía con I.E.(€/kWh) <sup>(1y2)</sup>	Potencia(€/kW*día)
P1	0,098098	0,10606	0,107231
P2	0,094572	0,10224	0,053662
P3	0,073006	0,07893	0,039272
P4	0,06784	0,07334	0,039272
P5	0,065792	0,07113	0,039272
P6	0,065495	0,07081	0,017918
		5,11%	

(1) Impuestos electricidad. (2) Incluye coeficiente de pérdidas de transformación de energía consumida de 3%.

También es necesario analizar los horarios de producción y consumo para establecer la correspondencia entre la energía a producir y la energía a consumir en todos los periodos tarifarios. Así se podrá conocer el alcance de los ahorros que serán generados por la instalación fotovoltaica de autoconsumo en cada periodo y su coste actual.

Hora		MES											
Desde	Hasta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	1	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1	2	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2	3	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3	4	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4	5	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5	6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6	7	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7	8	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8	9	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P4	P2
9	10	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P2	P6	P3	P5	P4	P2
10	11	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P2	P6	P3	P5	P4	P1
11	12	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P1	P6	P3	P5	P4	P1
12	13	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P1	P6	P3	P5	P4	P1
13	14	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P1	P6	P3	P5	P4	P2
14	15	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P1	P6	P3	P5	P4	P2
15	16	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P1	P6	P4	P5	P4	P2
16	17	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P1	P6	P4	P5	P3	P2
17	18	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P1	P6	P4	P5	P3	P2
18	19	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P1	P6	P4	P5	P3	P1
19	20	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P3	P1
20	21	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P3	P1
21	22	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P3	P2
22	23	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P4	P2
23	24	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P4	P2

Imagen 16. Horarios de tarifa de acceso 6.1A

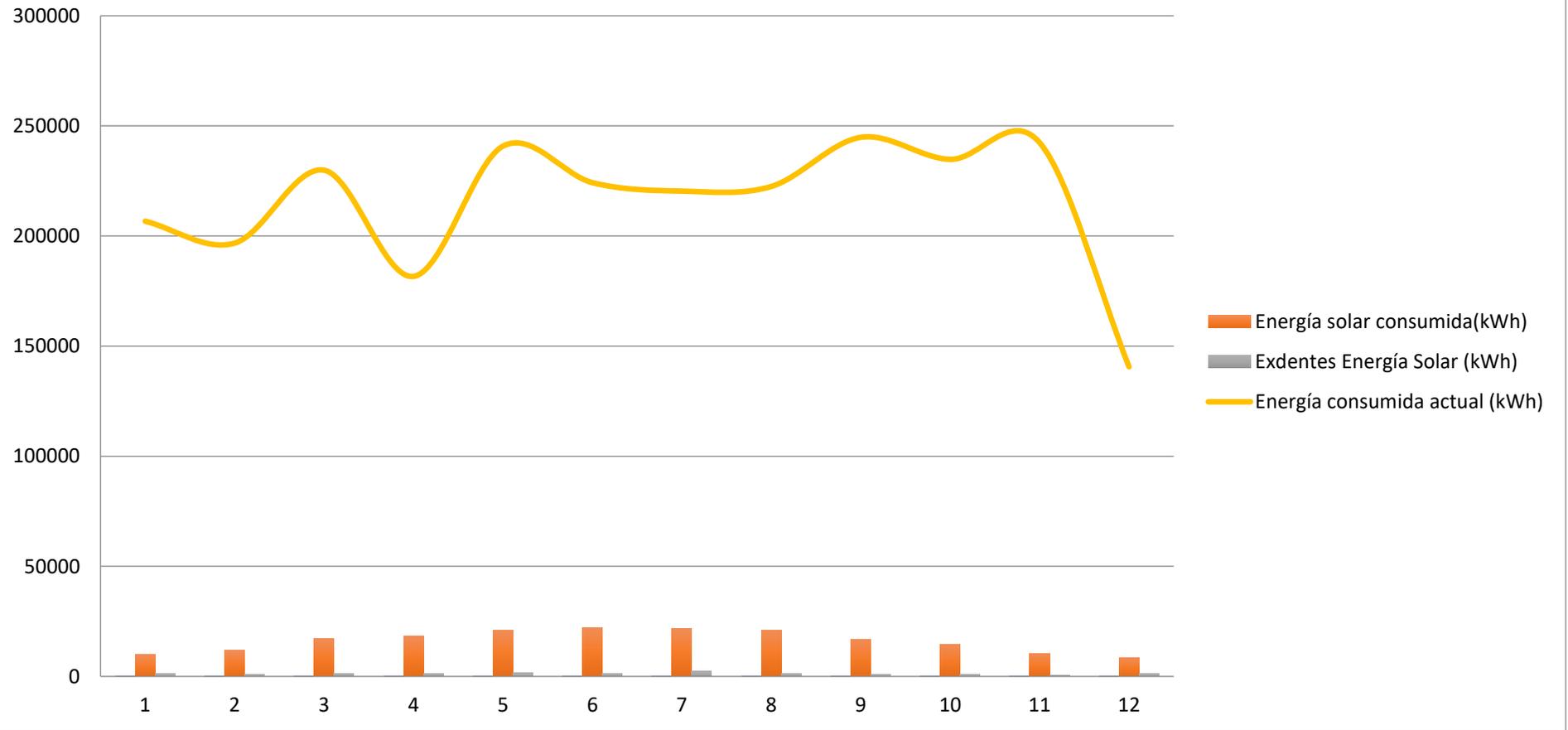
Con los datos de consumo cuarto horario facilitados obtenemos la energía consumida en cada periodo tarifario a lo largo del año.

Por otra parte, para el consumo actual y el espacio libre disponible en la cubierta del cliente diseñamos la instalación solar de 100 kW de potencia. La energía producida por la instalación fotovoltaica reducirá los consumos de electricidad proveniente de la red en función del mes, del año y de la hora que sea producida la energía por la instalación solar.

El primer paso para cuantificar las posibles reducciones de consumo es caracterizar el perfil de generación y consumo. En el siguiente gráfico se encuentra caracterizado el perfil de consumo del cliente y el perfil generador de la instalación fotovoltaica propuesta.

MES	Energía solar consumida(kWh)	Exdentes Energía Solar (kWh)	Energía consumida actual (kWh)	Fracción Solar de consumo (%)	Ratio Excedentes/Producción (%)
1	9866	1156	206693	4,8	11,72
2	11698	928	196750	5,9	7,93
3	17324	1303	229871	7,5	7,52
4	18202	1377	181648	10,0	7,57
5	21095	1491	240806	8,8	7,07
6	22109	1219	224209	9,9	5,51
7	21694	2249	220362	9,8	10,37
8	20893	1232	222480	9,4	5,90
9	16715	932	244810	6,8	5,58
10	14588	843	234793	6,2	5,78
11	10513	577	242403	4,3	5,49
12	8639	1123	140584	6,1	13,00
<b>Total</b>	<b>193336</b>	<b>14430</b>	<b>2585409</b>	<b>7,5</b>	<b>7,79</b>

### Perfil Mensual de Generación-Consumo



Una vez caracterizado el perfil de generación y consumo, se calculan los ahorros económicos en cada periodo tarifario (P1, P2, P3, P4, P5, P6) de acuerdo con el horario legal y se cuantifican los ahorros que generará la instalación fotovoltaica en cada uno de los términos de la factura eléctrica.

		AUTOCONSUMO						
MES	Generación Total (kWh)	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3(kWh)	P4(kWh)	P5(kWh)	P6(kWh)	Excedentes (kWh)
1	11327	4840	5017	0	0	0	9	1156
2	12600	5037	6467	0	0	0	195	928
3	18589	0	0	1020	15573	0	731	1303
4	19286	0	0	0	0	16900	1302	1377
5	22537	0	0	0	0	19089	2014	1491
6	23197	5093	4858	4534	5512	0	2113	1219
7	24398	13393	6405	0	0	0	1897	2249
8	21841	0	0	0	0	0	20893	1232
9	17437	0	0	12006	3569	0	1140	932
10	15321	0	0	0	0	13919	668	843
11	11205	0	0	17	10181	0	315	577
12	9991	4076	4550	0	0	0	13	1123
<b>Total</b>	<b>207729</b>	<b>32439</b>	<b>27297</b>	<b>17577</b>	<b>34835</b>	<b>49908</b>	<b>31290</b>	<b>14430</b>
		Cobertura en P1 (%)	Cobertura en P2 (%)	Cobertura en P3 (%)	Cobertura en P4 (%)	Cobertura en P5(%)	Cobertura en P6(%)	Excedentes sobre Produc.(%)
		15,6	13,1	8,5	16,8	24,0	15,1	6,9

La instalación fotovoltaica generará 208 MWh/año de los cuales 194 MWh/año serán consumidos en las propias instalaciones del cliente y 14 MWh/año serán vendidos a la red, lo que representa una cobertura del consumo global del cliente del 7,5 % y un ahorro neto de aproximadamente 14541 €/año.

Mes	Ahorro (€)
1	950
2	1118
3	1179
4	1197
5	1387
6	1802
7	2044
8	1367
9	1143
10	910
11	663
12	781
<b>Total</b>	<b>14541</b>

**ESTUDIO DE  
RENTABILIDAD**

						Gastos				
Potencia Nominal	100.000	AÑO	kWh		Ahorros	Amortización		Mto.	Circulante	Acumulado
Potencia pico	116.640	0							58.320,0	116.640,0
Coste de referencia	116.640,00	1	207.729	0,070	14.541,0	6.948,0	3.499,2	2.203,7	1.890,1	107.801,9
21% IVA	20.243,31	2	206.690	0,072	14.960,2	7.364,8	3.082,3	2.278,7	2.234,4	98.202,7
		3	205.657	0,075	15.391,6	7.806,7	2.640,4	2.356,1	2.588,3	87.807,7
Energía producida	155.131	4	204.629	0,077	15.835,3	8.275,1	2.172,0	2.436,3	2.951,9	76.580,7
Precio de venta	0,07	5	203.605	0,080	16.291,8	8.771,6	1.675,5	2.519,1	3.325,6	64.483,5
Ahorros año 1	11.018,72	6	202.587	0,083	16.761,5	9.297,9	1.149,2	2.604,7	3.709,6	51.475,9
Gasto anual mto.	2.203,74	7	201.575	0,086	17.244,7	9.855,8	591,3	2.693,3	4.104,3	37.515,8
kWh/kWp año	1.330	8	200.567	0,088	17.741,9	0,0	0,0	2.784,9	14.957,0	22.558,8
Reducción rendimiento	1%	9	199.564	0,091	18.253,4	0,0	0,0	2.879,6	15.373,9	7.184,9
Interés	6,0%	10	198.566	0,095	18.779,7	0,0	0,0	2.977,5	15.802,2	8.617,3
Amortización	7	11	197.573	0,098	19.321,1	0,0	0,0	3.078,7	16.242,4	24.859,7
		12	196.585	0,101	19.878,1	0,0	0,0	3.183,4	16.694,7	41.554,4
<b>IPC Estimado</b>	3%	13	195.602	0,105	20.451,2	0,0	0,0	3.291,6	17.159,6	58.714,0
<b>Factor de Autocon.</b>	84,87%	14	194.624	0,108	21.040,8	0,0	0,0	3.403,5	17.637,3	76.351,3
<b>Precio electricidad</b>	0,0981 €	15	193.651	0,112	21.647,4	0,0	0,0	3.519,2	18.128,2	94.479,4
<b>Precio mercado</b>	0,0500 €	16	192.683	0,116	22.271,5	0,0	0,0	3.638,9	18.632,6	113.112,0
<b>Coste unitario</b>	1,00 €	17	191.720	0,120	22.913,6	0,0	0,0	3.762,6	19.151,0	132.263,0
<b>Tipo</b>	1	18	190.761	0,124	23.574,2	0,0	0,0	3.890,5	19.683,6	151.946,6

		19	189.807	0,128	24.253,8	0,0	0,0	4.022,8	20.231,0	172.177,7
<b>Aportación %</b>	<b>50,00%</b>	20	188.858	0,132	24.953,1	0,0	0,0	4.159,6	20.793,5	192.971,1
<b>Aportación</b>	<b>58.320,00</b>	21	187.914	0,137	25.672,5	0,0	0,0	4.301,0	21.371,4	214.342,6
<b>Préstamo</b>	<b>58.320,00</b>	22	186.974	0,141	26.412,6	0,0	0,0	4.447,3	21.965,3	236.307,9
		23	186.039	0,146	27.174,1	0,0	0,0	4.598,5	22.575,6	258.883,5
Interés para cálculo VAN	3,00%	24	185.109	0,151	27.957,5	0,0	0,0	4.754,8	23.202,7	282.086,2
<b>VAN</b>	110.382,15	25	184.184	0,156	28.763,5	0,0	0,0	4.916,5	23.847,0	305.933,2
<b>TIR</b>	8%				<b>522.086,1</b>	<b>58.320,0</b>	<b>14.810,1</b>	<b>84.702,8</b>	<b>305.933,2</b>	

Analizada la viabilidad técnico-económica de la instalación fotovoltaica de autoconsumo podemos determinar que la instalación tiene un periodo de retorno de 9 años, a un TIR del 8%, aportando el cliente el 50 % del precio final.

En el estudio no se han considerado posibles beneficios fiscales, como exenciones en el IBI o la venta de los derechos de emisión de CO<sub>2</sub>.

La oferta económica de este documento corresponde a un servicio de instalación solar fotovoltaica en modalidad "llave en mano", quedando incluidos la totalidad de los suministros y del montaje de todos los equipos hasta dejar la instalación perfectamente finalizada y funcionando.

Quedan excluidos de la presente oferta económica:

- Impuesto sobre el Valor Añadido correspondiente.
- Costes de las licencias, tasas, otros impuestos y tasas de visado a excepción <sup>[1]</sup> de las tasas de visado del proyecto ejecutivo.

La instalación solar asciende a 116.403,04 €, que se detalla en el apartado presupuesto del presente proyecto.

# ANEJO N.º 2

## CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO Y MEDIDA DE POTENCIA INSTALADA

ÍNDICE ANEJO N.º 2

1. CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	52
2. CÁLCULO DE PERDIDAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	53

## 1. CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.

Para el cálculo del generador fotovoltaico se han tenido en cuenta varios factores. Desde los módulos, que son los encargados de generar la energía, hasta el inversor que se encargará de transformar la corriente continua en alterna.

Para este tipo de instalaciones, los principales factores que estudiaremos para llegar al éxito de la instalación son:

Por un lado, la cantidad de módulos en serie que vamos a instalar para no sobrepasar, ni quedarnos cortos en el rango de tensión de trabajo permitida en la entrada del inversor en la parte de CC y por otro lado la intensidad máxima permitida en cada entrada del inversor MPPT.

Cómo hemos mencionado la tensión máxima y mínima de los módulos es muy importante y para tener en cuenta estas tensiones debemos fijarnos en los coeficientes de temperatura ( $\%/^{\circ}\text{C}$ ), que nos da el fabricante, estos parámetros son fundamentales a la hora de la colocación de los paneles. Ellos nos dan una idea de la variación que sufre la tensión a medida que aumenta la temperatura.

Para el cálculo de la tensión máxima y mínima hemos tenido en cuenta las siguientes formulas y datos del módulo fotovoltaico que nos facilita el fabricante en su catálogo:

$\alpha V_{oc}$  = *Coeficiente de temperatura de tensión en circuito abierto*

$V_{oc}$  = *Tensión en circuito abierto*

$V_{mp}$  = *Tensión a máxima potencia*

- Tensión en circuito abierto máxima ( $V_{oc}$ )=

$$V_{oc\ max} = V_{oc} + (T_{C-10^{\circ}} - 25) \cdot \left( \frac{\alpha V_{oc}}{100} \cdot V_{oc} \right)$$

$$V_{oc\ max} = 38,3 + (-10 - 25) \cdot \left( \frac{-0,36 \cdot 38,3}{100} \right) = 43,13\ V$$

Teniendo en cuenta que la instalación llevará 18 módulos por cada serie tenemos una tensión máxima y mínima por serie de:

$$V_{oc\ max} = 43,13\ V \cdot 18\ \text{paneles} = 776,34\ V$$

- Tensión mínima=

$$V_{min} = V_{max} + (T_{C70^{\circ}} - 25) \cdot \left( \frac{\alpha V_{oc}}{100} \cdot V_{oc} \right)$$

$$V_{min} = 43,13 + (70 - 25) \cdot \left( \frac{-0,36 \cdot 38,3}{100} \right) = 24,80 V$$

$$V_{min} = 24,80 V \cdot 18 \text{ paneles} = 446,4 V$$

- Tensión en el punto de máxima potencia:

$$V_{mp} = 31 V \cdot 18 \text{ paneles} = 558 V$$

Una vez tenemos los datos de la tensión máxima y mínima por cada serie debemos diseñar la instalación para que sea válida para nuestro inversor y sabiendo que por cada inversor la entrada MPPT soporte una intensidad máxima, debemos calcular cuantas series entran por cada MPPT.

En nuestro caso tendremos por cada entrada MPPT 3 series conectadas en paralelo y dos entradas MPPT, A y B por inversor

Con estos datos ya podemos ver, que la intensidad máxima por entrada MPPT (33 A) de cada inversor debe ser mayor a la intensidad máxima de la instalación.

- Intensidad de corto circuito máximo entrada inversora A/B=

$$I_{sc} = 9,43 \cdot 3 \text{ series} = 28,29 A$$

- Intensidad en el punto de máxima potencia=

$$I_{mp} = 8,71 A \cdot 3 \text{ series} = 26,13 A$$

Para concluir debemos comprobar la potencia máxima que soporta cada uno de nuestros inversores.

$$P_{m\acute{a}x} = V_{mp} \cdot I_{mp}$$

$$P_{m\acute{a}x} = 776,34 \cdot 26,13 = 20285,76 Wp$$

## 2. CÁLCULO DE PERDIDAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Con los datos del punto anterior y los suministrados por el fabricante del inversor, ya podemos justificar que la instalación fotovoltaica cumple los requisitos por cada inversor de nuestra instalación, no obstante también corregir esta potencia con las pérdidas que podemos calcular según el pliego de condiciones técnica de instalaciones conectadas a la red de IDAE, que aunque no son de obligado cumplimiento es un referente en instalaciones fotovoltaicas y se apoyan en normas UNE.

Para ello vamos a utilizar una serie de ecuaciones con las que podremos corregir la potencia con las pérdidas generadas tanto en el cableado, en la temperatura, suciedad, dispersión además de las mismas pérdidas del inversor.

$$P_{CA,inv} = [P_{cc,inv}(1 - L_{inv})]$$

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

$$P_{cc,fov} = P_o \cdot R_{to,var} [1 - g \cdot (T_c - 25)] \cdot E/100$$

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

$P_{CA,inv}$  = Potencia salida inversor incluido las perdidas

$P_{cc,fov}$  = 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.

g= Coeficiente de temperatura de la potencia, en 1/ °C.

$T_c$  = Temperatura de las células solares, en °C.

$T_{amb}$  = Temperatura ambiente en la sombra, en °C, medida con el termómetro.

TONC= Temperatura de operación nominal del módulo.

E= Irradiación solar en W/m<sup>2</sup>, medida con la CTE calibrada.

$P_o$  = Potencia nominal del generador en CEM, en W.

$R_{to,var}$  = Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.

$$R_{to,var} = (1 - L_{pol}) \cdot (1 - L_{dis}) \cdot (1 - L_{ref})$$

$L_{pol}$  = Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.

$L_{dis}$  = Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.

$L_{ref}$  = 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  $L_{ref}$  es cero.

Ya expuestas las ecuaciones procedemos a calcular nuestros datos de la

instalación.

El primer dato que debemos sacar es el rendimiento ( $R_{to,var}$ ) y para ello nos basaremos en las tablas de IDEA.

Parámetro	Valor estimado, media anual	Valor estimado, día despejado (*)
$L_{cab}$	0,02	0,02
$g$ (1/ °C)	–	0,0035 (**)
TONC (°C)	–	45
$L_{tem}$	0,08	–
$L_{pol}$	0,03	–
$L_{dis}$	0,02	0,02
$L_{ref}$	0,03	0,01

$$R_{to,var} = (1 - 0,03) \cdot (1 - 0,02) \cdot (1 - 0,03) = 0,922$$

Una vez sacado el rendimiento, ya podemos sacar la temperatura de las células solares.

Para la temperatura ambiente en sombra y la irradiación nos guiaremos por la base de datos PVGIS, donde sacaremos la media de un día de Julio. El dato TOCN, nos lo da el fabricante del módulo.

$$T_c = 25,9 + (45 - 20) \cdot \frac{939}{800} = 55,24 \text{ °C}$$

Seguimos aplicando la siguiente fórmula que sería la potencia en CC a la salida de los paneles fotovoltaicos.

Para ello necesitamos, la potencia del generador por cada inversor, el rendimiento de la instalación, y algunos datos de PVGIS y los módulos.

Primero sacaremos el coeficiente de la temperatura, en 1/°C con el valor del coeficiente de temperatura máximo de potencia que nos da el módulo fotovoltaico

$$g = \frac{-0,46}{100} = -0,0046 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$$

Una vez obtenido el rendimiento, la temperatura el coeficiente de temperatura, aplicamos la fórmula para obtener la potencia de CC inmediatamente a la salida de los paneles FV por cada inversor de la instalación.

$$P_o = 18 \text{ paneles} \cdot 270 \text{ Wp} = 4860 \text{ Wp} \cdot 6 \text{ series por inversor} = 29169 \text{ Wp}$$

$$P_{cc,fov} = 29169 \cdot 0,922 \cdot [1 - 0,0046 \cdot (55,24 - 25)] \cdot \frac{939}{1000} = 21740,46 \text{ Wp}$$

Para obtener las pérdidas en el cable entre los paneles y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelos si los pusieran, calcularemos una media de longitud de las 6 series que entran en cada inversor, a tener en cuenta que para la longitud del cable se suma la ida y vuelta de la línea en cm.

$$L_{cab} = R \cdot I^2$$

$$R = 0,000002 \cdot L/S$$

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

L= la longitud de todos los cables en cm

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

$$R = 0,000002 \cdot \frac{10833,3}{0,025} = 0,8666$$

En la siguiente ecuación obtenemos la potencia en la entrada del inversor después de aplicarle las pérdidas en el cable de la instalación en CC.

$$P_{cc,inv} = 21740,46 \cdot (0,8666) = 18840,28 \text{ Wp}$$

Una vez obtenido la potencia en la entrada del inversor, le aplicamos el rendimiento que nos dice el fabricante que tenemos a la salida del inversor y la potencia final sería la siguiente.

$$P_{CA,inv} = [18840,28 \cdot (0,984)] = 18538,84 \text{ W}$$

$$P_{Total,int} = 4 \cdot 18538,84 = 74.155,34 \text{ W}$$

En este caso para los 4 inversores que cada uno nos dará los siguientes datos:

- Entrada máxima en CC de 45000 Wp
- Potencia asignada de 25550 Wp
- Entrada máxima de tensión de 1000 V y un rango de tensión de 240 / 800 V.
- Corriente máxima de entrada por MPPT de 33 A
- Salida de 25 kW de potencia nominal por cada inversor, suman una potencia nominal en la instalación máxima de 100 kW de potencia.
- Frecuencia de red de CA entre 50/44 a 55 Hz

Podemos apreciar que la potencia máxima de entrada en CC no superará la potencia máxima del inversor una vez aplicadas las pérdidas de la instalación de generación y cableado.

# ANEJO N.º 3

## CÁLCULO DE LA IRRADIACIÓN SOLAR, ENERGÍA GENERADA Y PARAMETROS DE EFICIENCIA

ÍNDICE ANEJO N.º 3

1. IRRADIACIÓN SOLAR .....	60
2. PERDIDAS EN LA INSTALACIÓN .....	61
3. ENERGÍA GENERADA.....	63

## 1. IRRADIACIÓN SOLAR

En primer lugar vamos a obtener los valores de irradiación solar, que obtendremos a través del “*Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)*” del *Joint Research Centre \_ Institute for Energy and Transport (IET)* de la Comisión Europea, en su página web: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.

PVGIS nos proporciona los datos con la inclinación de 15° y una orientación al SE de -33°, con lo que obtenemos una irradiación que reciben los módulos (Imagen 1) de  $H_{(15)} = 5,6 \text{ kWh/m}^2$  y una irradiación en el plano horizontal de  $H_H = 5,05 \text{ kWh/m}^2$

**Monthly Solar Irradiation**

**PVGIS Estimates of long-term monthly averages**

Location: 38°24'11" North, 0°32'22" West, Elevation: 133 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Optimal inclination angle is: 35 degrees  
Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	$H_h$	$H_{opt}$	$H(15)$	$I_{opt}$	$T_{24h}$	$N_{DD}$
Jan	2520	4340	3430	63	11.7	175
Feb	3460	5200	4370	55	11.1	138
Mar	4990	6230	5720	42	12.9	71
Apr	5870	6290	6260	26	15.5	21
May	7000	6690	7100	13	18.2	1
Jun	7820	7060	7750	5	21.8	0
Jul	7820	7250	7840	9	24.8	0
Aug	6850	7050	7190	21	25.5	0
Sep	5250	6240	5880	36	23.3	2
Oct	4020	5610	4880	51	20.0	15
Nov	2710	4430	3580	60	15.5	129
Dec	2200	3930	3050	65	12.4	173
<b>Year</b>	<b>5050</b>	<b>5860</b>	<b>5600</b>	<b>35</b>	<b>17.7</b>	<b>725</b>

$H_h$ : Irradiation on horizontal plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)  
 $H_{opt}$ : Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)  
 $H(15)$ : Irradiation on plane at angle: 15deg. (Wh/m<sup>2</sup>/day)  
 $I_{opt}$ : Optimal inclination (deg.)  
 $T_{24h}$ : 24 hour average of temperature (°C)  
 $N_{DD}$ : Number of heating degree-days (-)

PVGIS © European Communities, 2001-2012  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged  
 See the disclaimer [here](#)

Imagen 17. Especificaciones PVGIS

## 2. PERDIDAS EN LA INSTALACIÓN

Según la normativa del código técnico de edificación, sección HE4, las pérdidas por orientación e inclinación serán inferiores a los datos de la siguiente tabla.

Caso	Tabla 2.4 Pérdidas límite orientación e inclinación. (%)	Sombras (%)	Total (%)
General	10	10	15
Superposición	20	15	30
Integración arquitectónica	40	20	50

Para calcular las pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta a la óptima utilizamos la siguiente figura (Imagen 2) y aplicaremos las siguientes fórmulas:

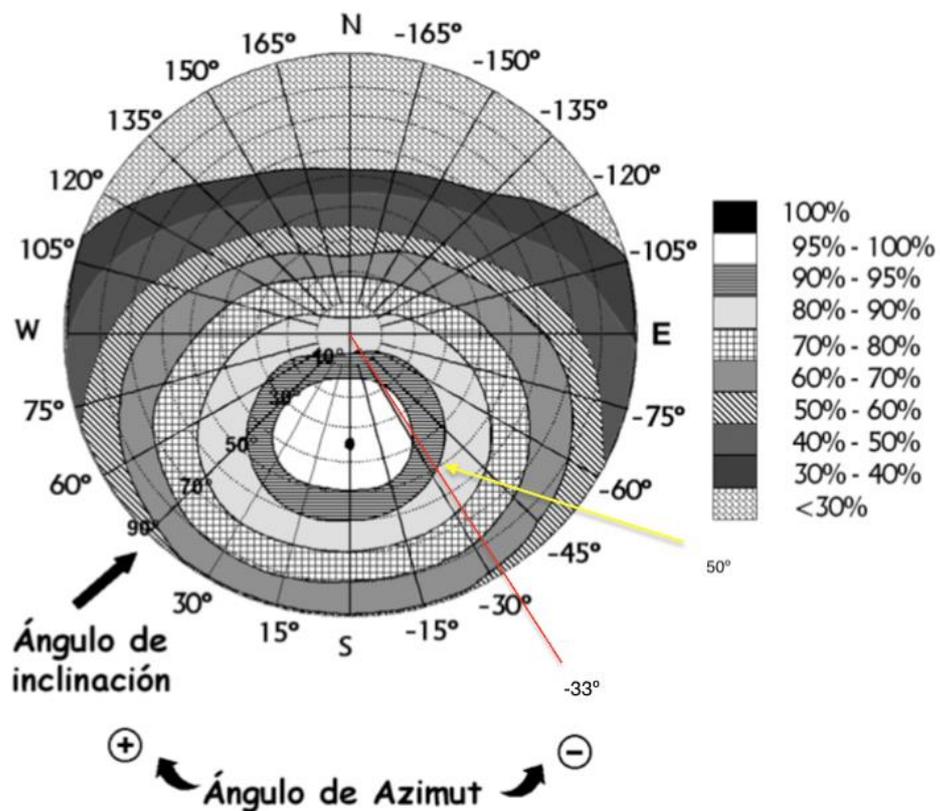


Imagen 18. Pérdidas totales por orientación

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. Para ello se utilizará la figura (Imagen 2) válida para una latitud,  $\phi$ , de  $41^\circ$ , de la siguiente forma:

- Conocido el azimut, determinamos en la imagen 2 los límites para la inclinación en el caso de  $\phi = 41^\circ$ . Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10 %; para superposición, del 20 %, y para integración arquitectónica del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersecan, se obtienen los valores para latitud  $\phi = 41^\circ$  y se corrigen de acuerdo con el apartado siguiente.

Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de  $41^\circ$ , de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{Inclinación} (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{Inclinación} (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}), \text{siendo } 0^\circ \text{ su valor mín.}$$

Donde aplicando las fórmulas, nos darán los siguientes datos:

$$\text{Inclinación máxima} = 50^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ$$

$$\text{Inclinación máxima} = 50^\circ - (41^\circ - 38^\circ) = 47^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ - (41^\circ - 38^\circ) = 4^\circ$$

Por tanto, nuestra instalación de inclinación  $15^\circ$ , cumple los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

Para obtener las pérdidas de la instalación que no debe ser según el código técnico de edificación a los datos de la tabla expuesta, y en casos cerca del límite y como instrumento de verificación, utilizaremos las siguientes fórmulas.

$$\text{Pérdidas}(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta$$

$$P\acute{e}rdidas(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2] \text{ para } \beta \leq 15^\circ$$

Para nuestro caso utilizaremos la siguiente f3rmula:

$$P\acute{e}rdidas(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (15 - 38,14 + 10)^2] = 2,10 \%$$

Donde:

$\beta = \text{Ángulo de inclinación del módulo}$

$\phi = \text{Latitud}$

$\alpha = \text{Orientación de los módulos}$

Cómo podemos apreciar queda justificado que las pérdidas por orientación son menores al 20 % ya que nuestra instalación se considera en superposición al ir coplanar en la cubierta del edificio y en todo caso incluso el 10 % en términos generales.

Según los datos obtenidos tenemos unas pérdidas del 2,10 % con lo que tenemos un 97,8 % de aprovechamiento de la irradiación captada en la instalación.

No se han tenido en cuenta pérdidas por sombra ya que la instalación es coplanar y no hay obstáculos que hagan sombra.

### 3. ENERGÍA GENERADA

Para determinar la producción anual de la instalación fotovoltaica que nos ocupa necesitaremos conocer los siguientes datos:

- Valores de irradiación solar en el plano correspondiente al generador fotovoltaico, es decir, en la localidad de San Vicente del Raspeig, orientación SE  $\alpha = -33^\circ$  e inclinación de  $\beta = 15^\circ$ .
- La potencia nominal del generador fotovoltaico, que en nuestro caso hemos determinado en el Anejo 2, resultando una potencia nominal de 116,64 kWp.
- Factor de rendimiento del sistema o Performance Ratio (PR), 85%.

Así la energía inyectada anualmente por el sistema fotovoltaico vendrá determinada por la siguiente ecuación:

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

Donde:

$G_{dm}$  = Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en  $kWh/m^2 \cdot día$ , 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. El parámetro  $\alpha$  representa el azimut y  $\beta$  la inclinación del generador. [SEP]

$P_R$  = Rendimiento energético de la instalación.

$P_{mp}$  = Potencia pico de la instalación.

$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

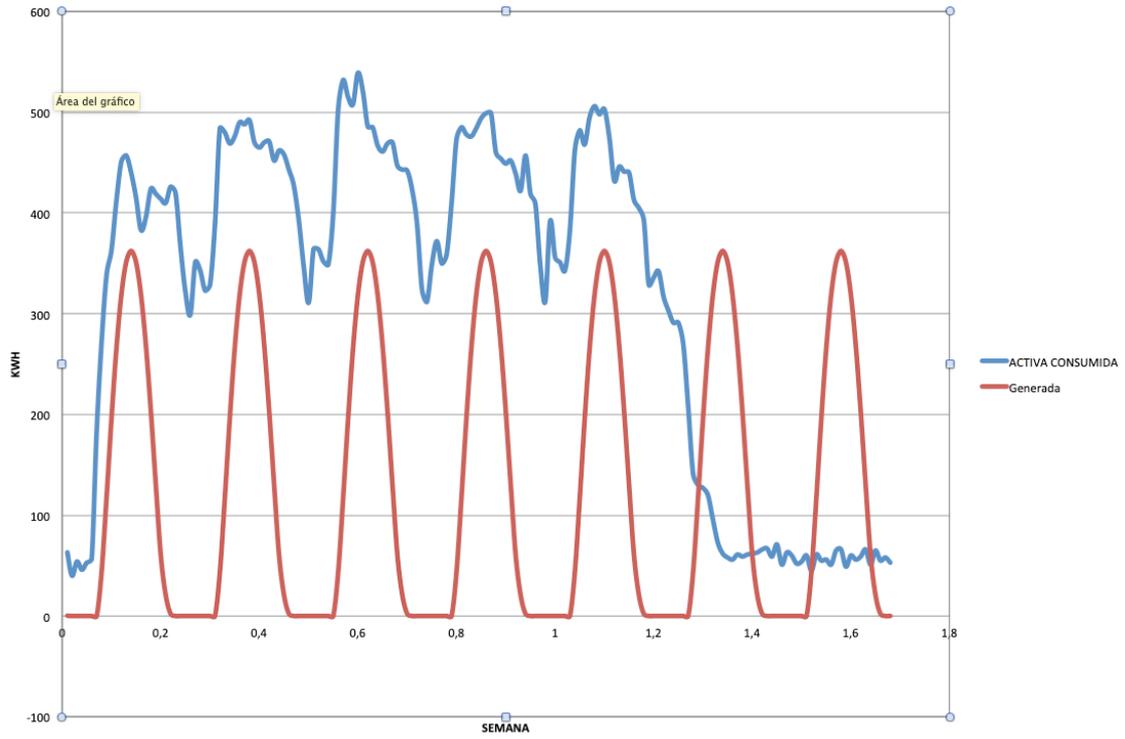
$F_s$  = Factor de sombra y Orientación e inclinación [SEP]

$P_r$  = Performance Ratio, rendimiento de la instalación (estimación por montajes similares)

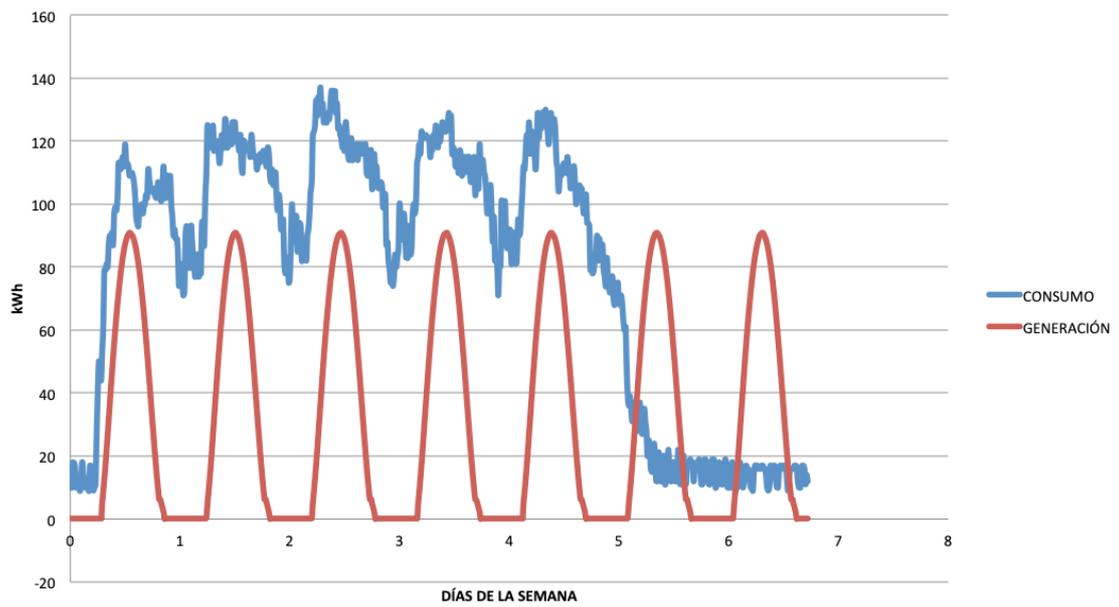
$$E_p = \frac{5,6 \cdot 116,64 \cdot 0,978 \cdot 0,85}{1} = 543 \text{ kWh/día}$$

Aprovechando la fórmula para calcular la energía a partir de la irradiación y potencia instalada, podemos obtener las gráficas en cuarto horaria y horaria, gracias a PVGIS y la curva de cargas de energía suministrada por el cliente, pudiendo apreciar el excedente los fines de semana y que la curva de generación entre semana siempre está dentro de la de consumo, donde se aprecia que se aprovecha toda la energía generada.

**CURVA CONSUMO GENERACIÓN HORARIA**



**CURVA CONSUMO GENERACIÓN CUARTO HORARIA**



# ANEJO N.º 4

## CÁLCULO DE CABLEADO Y PROTECCIONES ELÉCTRICAS

ÍNDICE ANEJO N.º 4

1. CABLEADO .....	68
1.1. CABLEADO CC .....	69
1.2 CABLEADO CORRIENTE ALTERNA (CA) .....	75
2. PROTECCIONES ELÉCTRICAS .....	85
2.1. PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA.....	85
2.2. PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA.....	86
2.3. CALCULO DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	91

## 1. CABLEADO

Para el cálculo del cableado de la Instalación fotovoltaica presente en este proyecto, lo dividiremos en 4 partes, una por inversor.

Cada Inversor llevará las series de los paneles hasta la caja de fusibles de protección, y desde la caja comunicará a las entradas del inversor.

Desde cada inversor de la instalación saldrá el cableado en CA hasta el cuadro de distribución de la instalación fotovoltaica, y desde el cuadro hasta la interconexión con la red eléctrica de la fábrica.

Analizaremos tramo a tramo siguiendo los tres criterios utilizados para el cálculo de secciones:

- **Criterio térmico**

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 rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en STC del módulo. Así mismo, se tendrá en cuenta lo indicado en la ITC-BT 40 punto 5, que nos indica que los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

- **Criterio caída de tensión**

Se tendrá en cuenta lo indicado en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDEA, 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 deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %. En la ITC-BT 40 en su punto 5, es decir, la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

- **Criterio por Cortocircuito**

Para el cálculo por el criterio de cortocircuito nos basaremos en la ITC-BT 22, punto 1.1.

En la parte de CC, nos guiaremos en los datos del fabricante de los paneles e inversor. Para el análisis del valor de corriente de cortocircuito de CA, calcularemos la intensidad máxima y mínima de cortocircuito, a través de una serie de ecuaciones.

## 1.1 CABLEADO CC

En la parte de continua, para el dimensionado de la sección del cableado, se empleará la corriente de cortocircuito,  $I_{sc}$ , ya que es la máxima que podrá circular por el cable.

Características por rama:

Potencia (kWp)	4,860
Corriente de cortocircuito (A)	9,43
Tensión de circuito abierto (V)	776,34

Características por ramas en paralelo salida *String Box* a Inversor:

Potencia (kWp)	14.580
Corriente de cortocircuito (A)	28,29
Tensión de circuito abierto (V)	776,34

Criterio térmico del cable:

Teniendo en cuenta lo indicado en la norma IEC 60.364-7-712, el conductor deberá soportar:  $1,25 \cdot I_{sc,mod} = 1,25 \cdot 9,43 = 11,79$  A, teniendo en cuenta que lo instalaremos sobre superficie, según Tabla V de la especificación EA 0038 o Norma **UNE-EN 50618:2015**, (Imagen 19) tendríamos que utilizar como mínimo conductor de  $1,5 \text{ mm}^2$  que es capaz de soportar hasta 29 A.

Tabla V. Máxima intensidad admisible de cables de utilización en circuitos de sistemas fotovoltaicos en función de la sección del conductor (Fuente: especificación EA 0038)

Sección (mm <sup>2</sup> )	Tipo de instalación		
	A1 aire 60°C (A)	Sobre superficie (A)	Adyacente a superficies (A)
1.5	30	29	24
2.5	41	39	33
4	55	52	44
6	70	67	57
10	98	93	79
16	132	125	107
25	176	167	142
35	218	207	176

Tabla 9 – Especificación EA 0038

Imagen 19. Intensidad máxima

Cálculo del factor de corrección:

Entendiendo que se van a instalar 6 circuitos de las series que se extenderán por la bandeja de rejilla, tipo de instalación E y F hasta llegar a las cajas de *String Box*, ubicadas al lado de los inversores, aplicaremos un factor de corrección de 0,75 según la norma UNE 20 460-5-523:2004 (Imagen 20) y teniendo en cuenta que por las dimensiones de la bandeja de rejilla de 100 x 60 mm, se podrían instalar en dos capas, añadiremos al factor de corrección 0,8 que como resultado nos dará un FC = 0,75 · 0,8 = 0,6.

Tabla E. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos (Tabla A.52-3 de la norma UNE 20 460-5-523:2004)

Ref.	Disposición de cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores									
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
A1 y A2 B1 y B2	1	Empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
C	2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores.		
C	3	Capa única fijada bajo techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60			
E y F	4	Capa única en una bandeja perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70			
E y F	5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines) etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,8			

Nota 1. Estos factores son aplicables a grupos homogéneos de cables cargados por igual.  
 Nota 2. Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario factor de reducción alguno.  
 Nota 3. Los mismos factores se aplican para grupos de dos o tres cables unipolares que para cables multiconductores.  
 Nota 4. Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos, y se aplica el factor correspondiente a las tablas de dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas de tres conductores cargados para los cables de tres conductores.  
 Nota 5. Si la instalación se compone de "n" conductores unipolares cargados, también pueden considerarse como "n/2" circuitos de dos conductores o "n/3" circuitos de tres conductores cargados.

Imagen 20. Tabla A.52-3 de la norma UNE 20 460-5-523:2004

Tabla F – Factor de reducción adicional para cables instalados en varias capas

Nº de capas	2	3	4 ó 5	6 a 8	9 o más
Factor	0,8	0,73	0,70	0,68	0,66

Imagen 21. Factor de reducción adicional

Como la intensidad que puede llegar a circular por el cable es 11,79 A, elegimos de las tablas de intensidades admisibles de la norma UNE 20460-5-523:2004. Se considerarán los valores para cables de cobre ( $C_{CU} = 56$ ) con recubrimiento de XLPE.

$$I_Z(s = 1,5 \text{ mm}^2) = 24 \text{ A}$$

$$I_{Z,m\acute{a}x.} = I_Z \cdot F_{corr.} = 24 \cdot 0,6 = 14,4 \text{ A} > 11,79 \text{ A Cumple}$$

Pero cómo entre la  $I_Z$  y  $I_B$  que nos da, del resultado de multiplicar por el factor de corrección no tenemos una Intensidad nominal en cuanto a protecciones se refiere, iremos a la siguiente sección:

$$I_Z(s = 2,5 \text{ mm}^2) = 33 \text{ A}$$

$$I_{Z,m\acute{a}x.} = I_Z \cdot F_{corr.} = 33 \cdot 0,6 = 19,8 \text{ A} > 11,79 \text{ A Cumple}$$

Respecto a los circuitos de salida de las cajas *String Box* al Inversor, y teniendo en cuenta que las cajas estarán ubicadas al lado de los inversores, no se ha tenido en cuenta ningún factor de corrección respecto a estas líneas. Por lo tanto, se multiplicará por 1.

Teniendo en cuenta lo indicado en la norma IEC 60.364-7-712, el conductor deberá soportar:  $1,25 \cdot I_{sc,mod} = 1,25 \cdot 28,29 = 35,36 \text{ A}$ , teniendo en cuenta que lo instalaremos sobre superficie, según Tabla V de la especificación EA 0038 o Norma **UNE-EN 50618:2015**, (Imagen 1) tendríamos que utilizar como mínimo conductor de  $4 \text{ mm}^2$  que es capaz de soportar hasta 35,36 A.

Como la intensidad que puede llegar a circular por el cable es de 35,36 A, elegimos de las tablas de intensidades admisibles de la norma UNE 20460-5-523:2004. Se considerarán los valores para cables de cobre ( $C_{CU} = 56$ ) con recubrimiento de XLPE [11].

$$I_Z(s = 4 \text{ mm}^2) = 45 \text{ A}$$

$$I_{Z,m\acute{a}x.} = I_Z \cdot F_{corr.} = 45 \cdot 1 = 45 \text{ A} > 35,36 \text{ A Cumple}$$

La tabla siguiente valdrá para los 4 inversores, ya que todos tienen las mismas características.

ID.	CONCEPTO	Pot. Cálcl. (W)	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
STRING 1	STRING BOX 1	4860,00	776,34	33	0,6	19,80	11,79
STRING 2	STRING BOX 1	4860,00	776,34	33	0,6	19,80	11,79
STRING 3	STRING BOX 1	4860,00	776,34	33	0,6	19,80	11,79
L1/A (DC)	STRING BOX 1	14580,00	776,34	45	1	45,00	35,36
STRING 4	STRING BOX 2	4860,00	776,34	33	0,6	19,80	11,79
STRING 5	STRING BOX 2	4860,00	776,34	33	0,6	19,80	11,79
STRING 6	STRING BOX 2	4860,00	776,34	33	0,6	19,80	11,79
L1/B (DC)	STRING BOX 2	14580,00	776,34	45	1	45,00	35,36

Tabla Excel de Cálculo por el criterio de calentamiento térmico

### Criterio caído de tensión:

Según el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE, la sección de los conductores debe asegurar que la caída de tensión no superará el 1,5%, y el REBT no especifica en este punto, por lo tanto, en nuestro caso para cada rama vamos a aplicar una caída de tensión máxima del 1 %.

Para el cálculo de la caída de tensión se ha tenido en cuenta las siguientes formulas aplicadas a una hoja Excel para el cálculo final de la caída de tensión.

Se ha tenido en cuenta en primer lugar el material del conductor, que en nuestro caso será de Cobre cuya conductividad y resistividad a 20°C es la siguiente:

$$C_{CU} = 56 \cdot \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \quad \rho_{cu} = 0,018 \cdot \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

El tipo de aislamiento a una temperatura de servicio de 90°C es:

XLPE: Polietileno Reticulado "Termoestable"

También tendremos en cuenta para el cálculo de la caída de tensión, la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura cuyas formulas son las siguientes:

$$R_{\theta} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)] \quad \rho_{\theta} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$$

Material	$\rho_{20} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	$\rho_{70} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	$\rho_{90} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392

CONDUCTIVIDAD			
MATERIAL	$\gamma_{20}$	$\gamma_{70}$	$\gamma_{90}$
Cobre	56	48	44

Y para calcular la temperatura real estimada del conductor usaremos la siguiente formula:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx.}} - T_0) \cdot (I_B/I_Z)^2$$

Una vez que tenemos todos los datos, además de la tensión, potencia y longitud, podemos aplicar la siguiente fórmula para un circuito monofásico:

$$\%V = \frac{200 \cdot P \cdot l}{C \cdot S \cdot V^2}$$

Los resultados de la caída de tensión y por lo tanto las secciones correspondientes serían las siguientes:

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb.	Iz (A)	Ib (A)	Constante $\alpha$	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
STRING 1	2,5	4860	64,00	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,85	
STRING 2	2,5	4860	64,00	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,85	
STRING 3	2,5	4860	57,00	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,75	
L1/A (DC)	4	14580	4,00	776,34	Cu	XLPE	40	45,00	35,34	0,00392	56	90	70,84	46,69	0,10	0,95
STRING 4	2,5	4860	46,00	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,33	
STRING 5	2,5	4860	49,00	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,33	
STRING 6	2,5	4860	45,00	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,20	
L1/B (DC)	4	14580	3,00	776,34	Cu	XLPE	40	45,00	35,34	0,00392	56	90	70,84	46,69	0,08	0,41
STRING 7	2,5	4860	25,00	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,33	
STRING 8	2,5	4860	25,00	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,33	
STRING 9	2,5	4860	15,00	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,20	
L2/A (DC)	4	14580	3,00	776,34	Cu	XLPE	40	45,00	35,34	0,00392	56	90	70,84	46,69	0,08	0,41
STRING 10	2,5	4860	6	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,08	
STRING 11	2,5	4860	17	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,22	
STRING 12	2,5	4860	6	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,08	
L2/B (DC)	4	14580	4	776,34	Cu	XLPE	40	45,00	35,34	0,00392	56	90	70,84	46,69	0,10	0,33
STRING 13	2,5	4860	65	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,86	
STRING 14	2,5	4860	59	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,78	
STRING 15	2,5	4860	59	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,78	
L3/A (DC)	4	14580	4	776,34	Cu	XLPE	40	45,00	35,34	0,00392	56	90	70,84	46,69	0,10	0,96
STRING 16	2,5	4860	55	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,73	
STRING 17	2,5	4860	56	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,74	
STRING 18	2,5	4860	51	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,67	
L3/B (DC)	4	14580	4	776,34	Cu	XLPE	40	45,00	35,34	0,00392	56	90	70,84	46,69	0,10	0,84
STRING 19	2,5	4860	25	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,33	
STRING 20	2,5	4860	25	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,33	
STRING 21	2,5	4860	25	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,33	
L4/A (DC)	4	14580	5	776,34	Cu	XLPE	40	45,00	35,34	0,00392	56	90	70,84	46,69	0,13	0,46
STRING 22	2,5	4860	16	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,21	
STRING 23	2,5	4860	6	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,08	
STRING 24	2,5	4860	6	776,34	Cu	XLPE	40	19,80	11,79	0,00392	56	90	57,73	48,78	0,08	
L4/B (DC)	4	14580	4	776,34	Cu	XLPE	40	45,00	35,34	0,00392	56	90	70,84	46,69	0,10	0,32

Tabla Excel de cálculo de caídas de tensión

Se puede observar que por cada entrada al inversor se le ha sumado las caídas de tensión más desfavorable de cada circuito, y el resultado de la acumulada no excede tampoco de 1%.

**Criterio cortocircuito:**

Para calcular la intensidad de cortocircuito provocada por el generador fotovoltaico, tenemos en primer lugar la corriente de cortocircuito de la serie o lazo, que coincide con la corriente de cortocircuito de un panel, al estar estos en serie:

$$I_{cc} = 9,43 \text{ A}$$

La  $I_{cc}$  a la salida de los *String Box*, será la suma de la cantidad de lazos que lleguen a la caja, que será la misma que entre por MPPT del inversor:

$$I_{cc,1,2,3} = 9,43 \cdot 3 = 28,29 \text{ A}$$

## 1.2 CABLEADO CORRIENTE ALTERNA (CA)

En nuestro caso, las líneas de cableado de corriente alternan serán las que van desde las salidas de los inversores hasta el CGD de la instalación fotovoltaica. En nuestra instalación, tenemos 4 líneas con distintas longitudes, para el cálculo de las líneas aplicaremos los siguientes criterios:

**Criterio térmico:**

En el caso de los tramos deberán soportar 1,25 veces la intensidad nominal de salida del inversor. Dicha intensidad nominal vendrá dada por la expresión:

$$I_{inv} = \frac{P_{inv,ac}}{\sqrt{3} \cdot V_{inv,ac}} = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 36,08 \text{ A}$$

Por lo que cada tramo deberá soportar una intensidad de corriente de al menos:

$$1,25 \cdot I_{inv} = 1,25 \cdot 36,08 = 45,1 \text{ A}$$

Partiendo que se encuentra sobre bandeja de rejilla y consultando la tabla A.52- 1bis de la norma UNE 20460-5-523:2004 de la ITC BT 19, tipo de montaje F 3XLPE, nos iríamos a una  $I_Z$  de 49 A, pero aplicando el factor de corrección por agrupamiento de cables, se nos quedaría de la siguiente forma:

$$I_Z = 49 \cdot 0,8 = 39,2 \text{ A} < 45,1 \text{ A} \text{ No cumple}$$

Por lo tanto, nos tenemos que ir a la siguiente sección de  $10 \text{ mm}^2$ , que aplicando el mismo proceso quedaría de la siguiente forma:

$$I_Z = 68 \cdot 0,8 = 54,4 \text{ A} > 45,1 \text{ A} \text{ Cumple}$$

Para el cálculo de la Línea desde CGD de la instalación fotovoltaica, hasta la unión con el embarrado en el CGD de la fábrica y por lo tanto la unión con la red, tendremos en cuenta las siguientes formulas y aplicando el mismo criterio que para las líneas independientes de los inversores:

$$I_{int,fov} = \frac{P_{int,fov,m\acute{a}x.}}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 180,42 \text{ A}$$

En esta línea no tendremos en cuenta ningún factor de corrección por agrupamiento de cables, ya que la línea discurre sola por una bandeja de 10 m dentro del cuarto eléctrico de la fábrica.

Por lo tanto, la sección según la tabla A.52- 1bis de la norma UNE 20460-5-523:2004 de la ITC BT 19 (Imagen 4), tipo de montaje F 3XLPE, nos iríamos a una  $I_Z$  de 224 A, que nos dará una sección de  $70 \text{ mm}^2$ .

$$I_B < I_Z = 180,42 \text{ A} < 224 \text{ A} \text{ Cumple}$$

ID.	CONCEPTO	Pot. Cálcl. (W)	cos φ	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
L1	Salida Inversor Nº1	31250,00	1,00	400	68	0,8	54,40	45,11
L2	Salida Inversor Nº2	31250,00	1,00	400	68	0,8	54,40	45,11
L3	Salida Inversor Nº3	31250,00	1,00	400	68	0,8	54,40	45,11
L4	Salida Inversor Nº4	31250,00	1,00	400	68	0,8	54,40	45,11
LG	LÍNEA GENERAL FV	125000,00	1,00	400	224	1	224,00	180,42

Tabla Excel de Cálculo por el criterio de calentamiento térmico

Tabla 1:		INTENSIDAD ADMISIBLE (EN AMPERIOS), PARA CABLES AL AIRE, CON CONDUCTOR DE COBRE (TENSIÓN ASIGNADA HASTA 0,6/1KV)											
		Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
Método de instalación <sup>12)</sup>													
A1	Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A2	Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1	Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2	Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C	Cables multiconductores directamente sobre la pared					3x PVC		2x PVC			2x XLPE		
E	Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3 D						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F	Cables unipolares en contacto mútuo. Distancia a la pared no inferior a D							3x PVC		2x PVC	3x XLPE	2x XLPE	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm <sup>2</sup> COBRE													
1,5		11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	
2,5		15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	
4		20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	
6		25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	
10		34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	
16		45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	
25		59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35			77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50			94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70					149	160	171	185	199	214	224	244	269
95					180	194	207	224	241	259	271	296	327
120					208	225	240	260	280	301	314	348	380
150					236	260	278	299	322	343	363	404	438
185					268	297	317	341	368	391	415	464	500
240					315	350	374	401	435	468	490	552	590
300					360	401	430	461	500	538	563	638	678
400					431	480	515	552	599	645	674	770	812
500					493	551	592	633	687	741	774	889	931
630					565	632	681	728	790	853	890	1028	1071
Temperatura del aire: 40 °C													
Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos. A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de polioruro de vinilo (V).													

Imagen 22. Tabla Intensidades Admisibles

**Criterio por caída de tensión:**

Aplicando el mismo criterio expuesto en el punto anterior para Corriente Continua, y empleando la siguiente fórmula para circuitos trifásicos, que es válido para secciones menores de 120 mm<sup>2</sup>, que sería nuestro caso:

$$\%V = \frac{100 \cdot P \cdot l}{C \cdot S \cdot V^2}$$

A continuación, se exponen los resultados de la caída de tensión, respetando el REBT que nos dice que debe tener máximo 1,5 % en la línea que une el inversor con la red.

Se observa en el Excel también que a la línea general se le ha sumado la caída de tensión de la línea del inversor más desfavorable, con lo que el resultado de la acumulada tampoco excede del 1,5 %.

Por lo tanto, las secciones correspondientes serán las siguientes:

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante α	Conduct . 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
L1 (AC)	25	31250	53,00	400	Cu	XLPE	40	54,40	45,11	0,00392	56	90	74,38	46,16	0,90	
L2 (AC)	25	31250	48,00	400	Cu	XLPE	40	54,40	45,11	0,00392	56	90	74,38	46,16	0,81	
L3 (AC)	25	31250	43,00	400	Cu	XLPE	40	54,40	45,11	0,00392	56	90	74,38	46,16	0,73	
L4 (AC)	25	31250	37,00	400	Cu	XLPE	40	54,40	45,11	0,00392	56	90	74,38	46,16	0,63	
LG	70	125000	10,00	400	Cu	XLPE	40	224,00	180,42	0,00392	56	90	72,44	46,45	0,24	1,14

Tabla Excel de cálculo de caídas de tensión

### Criterio cortocircuito:

Para el cálculo de cortocircuito en la parte de corriente alterna debemos conocer la potencia de cortocircuito en el lado de AT, que en nuestro caso la despreciaremos porque ese dato nos lo tendría que dar la empresa suministradora, así que nosotros empezaremos los cálculos desde el CT del cliente.

Necesitamos saber los valores de las impedancias tanto del transformador como de los cables que se utilizan, y lo analizaremos a lo largo de las líneas, que se sumaran desde el inicio hasta el final de la línea. Para ello utilizaremos las fórmulas siguientes aplicadas a una hoja de Excel.

En sistemas trifásicos con o sin neutro se considera un cortocircuito trifásico.

#### Intensidad de cortocircuito máxima

$$i_{cc} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot Z_1}$$

En sistemas monofásicos o trifásicos con neutro se considera un cortocircuito fase-neutro.

#### Intensidad de cortocircuito mínima

$$i_{cc} = \frac{230}{Z_F + Z_N}$$

Cálculo de la impedancia del transformador:

Potencia (KVA)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
Ucc (%)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
U <sub>rcc</sub> (%)	1,75	1,63	1,47	1,40	1,30	1,23	1,15	1,10	1,03	1,01	1,05
Z <sub>cc</sub> (mOhm)	64,00	51,20	40,00	32,00	25,60	20,32	16,00	12,80	10,16	10,00	8,00
R <sub>cc</sub> (mOhm)	28,00	20,86	14,70	11,20	8,32	6,25	4,60	3,52	2,62	2,02	1,68
X <sub>cc</sub> (mOhm)	57,55	46,76	37,20	29,98	24,21	19,33	15,32	12,31	9,82	9,79	7,82

$$Z_{cc} = \frac{\%U_{cc} \cdot V^2}{100 \cdot S}$$

$$R_{cc} = \frac{\%U_{rcc} \cdot V^2}{100 \cdot S}$$

$$X_{cc} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2}$$

Cálculo de impedancia de una línea:

$$Z_1 = R + jX$$

Valor de “R” y “X” según la sección del conductor, en material de cobre.

Sección mm <sup>2</sup>	Resistencia (mohm/m)			Reactancia (mohm/m)
	20°C	70°C PVC	90°C EPR/XLPE	
1,5	12,34	14,81	15,80	-
2,5	7,40	8,88	9,48	-
4	4,63	5,55	5,92	-
6	3,09	3,70	3,95	-
10	1,85	2,22	2,37	-
16	1,16	1,39	1,48	-
25	0,74	0,89	0,95	-
35	0,53	0,63	0,68	-
50	0,37	0,44	0,47	-
70	0,26	0,32	0,34	-
95	0,19	0,23	0,25	-
120	0,15	0,19	0,20	-
150	0,12	0,15	0,16	0,02
185	0,10	0,12	0,13	0,02
240	0,08	0,09	0,10	0,02

Tabla valores “R” y “X” según la sección

Una vez aplicadas las fórmulas en la hoja Excel, teniendo en cuenta las distancia de las líneas y los valores de las impedancias de los cables, nos dan los siguientes valores de las intensidades de cortocircuito.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito de la derivación individual de la fábrica, teniendo en cuenta la impedancia del CT de 800 kVA de potencia:

Cálculo de Impedancias del TRANSFORMADOR Y RED DE DISTRIBUCION													
<b>Acometida</b>													
Rcc "TRAFO" (mOhm):	2,020	SECCIÓN		3*(3*240+1*150)									
Xcc "TRAFO" (mOhm):	9,790												
<b>Rcc y Xcc para Icc Máxima (20°)</b>		<b>Fase</b>						<b>Neutro</b>					
Denominación	L (m)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)
Derivación individual	20	0,24	0,06	4,8	1,200	6,820	10,990	0,36	0,06	7,2	1,200	7,200	1,200
<b>Rcc y Xcc para Icc Mínima (70° - 90°)</b>		<b>Fase</b>						<b>Neutro</b>					
Denominación	L (m)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)
Derivación individual	20	0,3	0,06	6	1,200	8,020	10,990	0,48	0,06	9,6	1,200	9,600	1,200

Cálculo de las intensidades de cortocircuito de la línea general FV, teniendo en cuenta la impedancia de la derivación individual y transformador:

Cálculo de corrientes de cortocircuito desde el transformador																
LINEA GENERAL FOTOVOLTAICA																
<b>Fase</b>																
Rcc (Anterior):	6,820															
Xcc (Anterior):	10,990															
<b>Neutro</b>																
Rcc (Anterior):	7,200															
Xcc (Anterior):	1,200															
<b>Icc Máxima (20°)</b>			<b>Fase</b>						<b>Neutro</b>						<b>Icc</b>	
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	IccMáx (A)	
línea general FV	10	4	0,26	0	2,6	0,000	9,420	10,990	0,26	0	2,6	0,000	9,800	1,200	17855	
<b>Fase</b>																
Rcc (Anterior):	8,020															
Xcc (Anterior):	10,990															
<b>Neutro</b>																
Rcc (Anterior):	9,600															
Xcc (Anterior):	1,200															
<b>Icc Mínima (70° - 90°)</b>			<b>Fase</b>						<b>Neutro</b>						<b>Icc</b>	
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	IccMin (A)	
línea general FV	10	4	0,34	0	3,4	0,000	11,420	10,990	0,34	0	3,4	0,000	13,000	1,200	8427	

Podemos apreciar que tenemos una intensidad de cortocircuito en la Línea General de:  $i_{cc,m\acute{a}x.} = 17855 A$  y una  $i_{cc,min} = 8427 A$

Cálculo de las intensidades de cortocircuito de la líneas de los inversores desde el CGD fotovoltaico, teniendo en cuenta la impedancia de la línea general:

Cuadro General de Distribución o Protección																
Fase																
Rcc (Anterior):	9,420															
Xcc (Anterior):	10,990															
Neutro																
Rcc (Anterior):	9,800															
Xcc (Anterior):	1,200															
<b>icc Máxima (20°)</b>				Fase						Neutro						icc
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	iccMáx (A)	
L1	53	4	0,74	0	39,22	0,000	48,640	10,990	0,74	0	39,22	0,000	49,020	1,200	15955	
L2	48	4	0,74	0	35,52	0,000	44,940	10,990	0,74	0	35,52	0,000	45,320	1,200	15955	
L3	43	4	0,74	0	31,82	0,000	41,240	10,990	0,74	0	31,82	0,000	41,620	1,200	15955	
L4	37	4	0,74	0	27,38	0,000	36,800	10,990	0,74	0	27,38	0,000	37,180	1,200	15955	
Fase																
Rcc (Anterior):	11,420															
Xcc (Anterior):	10,990															
Neutro																
Rcc (Anterior):	13,000															
Xcc (Anterior):	1,200															
<b>icc Mínima (70° - 90°)</b>				Fase						Neutro						icc
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	iccMín (A)	
L1	53	4	0,95	0	50,35	0,000	61,770	10,990	0,95	0	50,35	0,000	63,350	1,200	1830	
L2	48	4	0,95	0	45,6	0,000	57,020	10,990	0,95	0	45,6	0,000	58,600	1,200	1978	
L3	43	4	0,95	0	40,85	0,000	52,270	10,990	0,95	0	40,85	0,000	53,850	1,200	2153	
L4	37	4	0,95	0	35,15	0,000	46,570	10,990	0,95	0	35,15	0,000	48,150	1,200	2408	

Según los cálculos obtenidos, tendremos los siguientes valores de intensidad de cortocircuito en las líneas de los inversores:

**Línea 1:**

$$i_{cc,m\acute{a}x.} = 15955 A \text{ y } i_{cc,min} = 1830 A$$

Línea 2:

$$i_{cc,m\acute{a}x.} = 15955 A \text{ y } i_{cc,min} = 1978 A$$

Línea 3:

$$i_{cc,m\acute{a}x.} = 15955 A \text{ y } i_{cc,min} = 2153 A$$

Línea 4:

$$i_{cc,m\acute{a}x.} = 15955 A \text{ y } i_{cc,min} = 2408$$

## **2. PROTECCIONES ELÉCTRICAS**

### **2.1 PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA**

Las protecciones del propio inversor SMA SUNNY 25000 TL y las cajas protección de las series fotovoltaicas, Uriarte BRES-NV1-4S-10, sin monitorización, hasta 4 entradas, con bases portafusibles y fusibles para continua tipo gPV, donde se tendrá en cuenta la siguiente ecuación de protección:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$11,79 \leq 15 \leq 19,8 A \text{ Cumple}$$

Por otro lado, según la norma UNE-EN 60269 en la tabla 101 dice que debe cumplir que los fusibles tipo gPV, la intensidad de fusión  $I_F$ , debe ser 1,45 veces la  $I_N$  del fusible en un tiempo convencional para nuestro caso de 1 hora:

$$I_F \leq 1,45 \times I_Z ; (15 \cdot 1,45) = 21,75 \leq (1,45 \times 19,8) = 28,71 A \text{ Cumple}$$

**Tabla 101 – Corrientes y tiempos convencionales para los cartuchos fusibles "gPV"**

Corriente asignada A	Tiempo convencional h	Corriente convencional	
		Tipo "gPV"	
		$I_{nf}$	$I_f$
$I_n \leq 63$	1	1,13 $I_n$	1,45 $I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2		
$160 < I_n \leq 400$	3		
$I_n > 400$	4		

**Tabla 101 de Norma UNE-EN 60269**

También se tendrá en cuenta el poder de corte de los fusibles con la intensidad de cortocircuito máxima que se muestra en esta ecuación:

$$I_{cc,m\acute{a}x.} \leq \text{Poder de corte}$$

$$11,79 \leq 30000 \text{ A Cumple}$$

Para la intensidad de cortocircuito de mínima, no será necesario la demostración ya que el inversor protegerá contra sobrecarga. No obstante, se expone la fórmula necesaria:

$$I_{Fusión(5s)} \leq I_{cc,min}$$

Además, llevará salida con seccionador hasta 1000Vdc y 125A, sin contacto auxiliar de estado. Montado en caja de doble aislamiento con tapa opaca, 400x300x200 mm, IP66. Entradas con prensaestopas M16 para entrada de cable de *Strings*, de M20 para las salidas de tierra y del seccionador.

Con protector contra sobretensiones de continua clase 2 hasta 1000Vdc, sin contacto auxiliar. Completo, montado y cableado. Según normas IEC.

## 2.2 PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA

Se instalará un interruptor general manual, que será un interruptor diferencial magnetotérmico omnipolar. Este interruptor, que se ubicará en el cuarto de los cuadros eléctricos de la fábrica, será de fácil acceso con objeto de poder realizar la desconexión manual que permita la realización de forma segura de labores de mantenimiento.

Se instalará por cada línea de cada inversor una protección independiente, para poder desconectar individualmente cada inversor. Se utilizarán magnetotérmicos tipo C. Según norma EN 60269, para protección contra sobrecargas, debe cumplir:

$$I_B < I_N < I_Z$$

Así pues, en el armario de AC se instalarán:

Interruptores automáticos magnetotérmico SCHNEIDER C60N 4P 50 A

$$I_{L1,2,3,4} = 45,11 \text{ A} < 50 \text{ A} < 54,40 \text{ A Cumple}$$

Y para la línea general de la instalación fotovoltaica, se instalará magnetotérmico y con relé diferencial SCHNEIDER NSX250 F 4P3R regulable 160-250 A

$$I_{LG} = 180,4 \text{ A} < 200 \text{ A} < 224 \text{ A Cumple}$$

PROTECCIONES INSTALACIÓN FV PARTE ALTERNA			
TIPO	Uds	Ubicación	Características técnicas
MAGNETOTÉRMICOS SCHNEIDER C60N 4P 50 A	4	CGD FV	$V_N = 400$ $I_N = 50 \text{ A}$ $P_{CORTE} = 6 \text{ kA}$
MAGNETOTERMICO CAJA MOLDEADA NSX250 F 4P3R 160-250 A	1	CGD FV	$V_N = 400$ $I_N = 160 - 250 \text{ A}$ $P_{CORTE} = 36 \text{ kA}$
RELÉ DIF RH99M	1	CGD FV	$V_N = 230 \text{ V}$ $R_s = 0,03 \dots 30 \text{ mA}$ $S_c = TT \text{ y } TN_S$
TOROIDAL CERRADO IA 80 mm	1	CGD FV	$I_N = 250 \text{ A}$

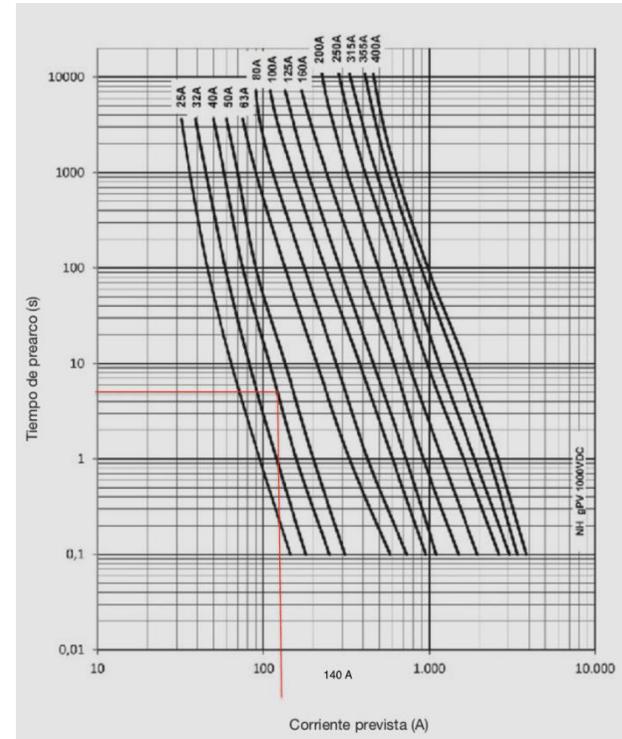
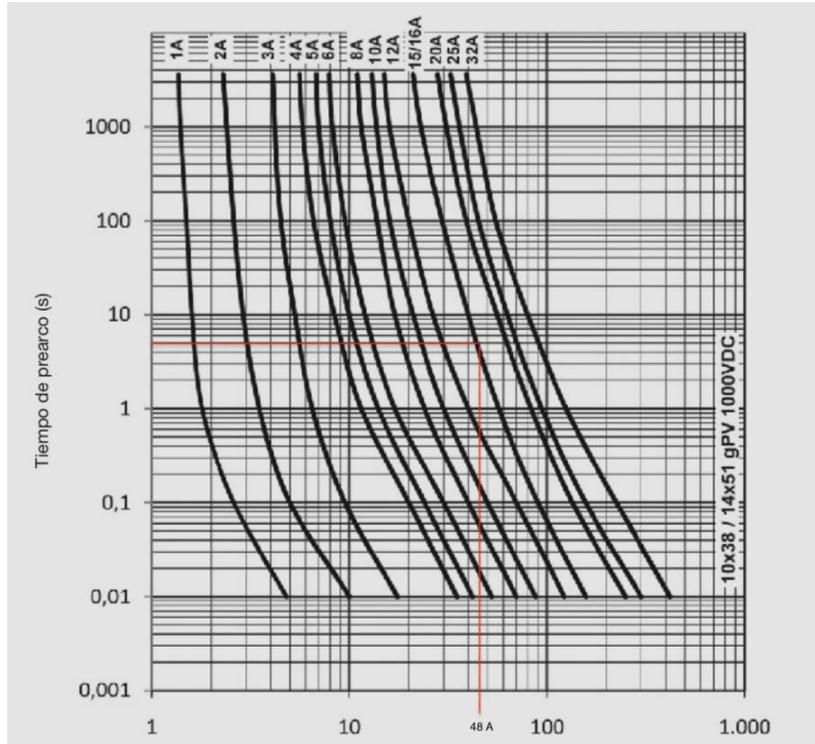
A continuación, se expone el Excel con los resultados obtenidos:

## Protección contra sobreintensidades

### Protección mediante FUSIBLES

ID	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	Coef If	If (A)	1,45*Iz (A)	Iccmáx (A)	P.corte	Ifus (5s)	Tipo Fusible	Nº Polos Base Fus	
STRING 1	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 2	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 3	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 4	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 5	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 6	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 7	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 8	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 9	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 10	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 11	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 12	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 13	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 14	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 15	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 16	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 17	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 18	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 19	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 20	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 21	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 22	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 23	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
STRING 24	11,79	15	19,8	1,45	21,75	28,71	9,43	30000	48	gPV	2	CUMPLE
L 1 A/B	35,36	40	45	1,45	58,00	65,25	28,29	30000	140	gPV	2	CUMPLE
L2 A/B	35,36	40	45	1,45	58,00	65,25	28,29	30000	140	gPV	2	CUMPLE
L 3 A/B	35,36	40	45	1,45	58,00	65,25	28,29	30000	140	gPV	2	CUMPLE
L 4 A/B	35,36	40	45	1,45	58,00	65,25	28,29	30000	140	gPV	2	CUMPLE

En las siguientes graficas del fabricante se sacan los valores de la  $I_{fus}(5s)$



Protección mediante INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS								
ID	Nº Polos	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>ccmáx</sub> (A)	I <sub>ccmín</sub> (A)	P.corte (A)	Tipo Curva
L1	4	45,11	50	54,4	15955	1830	20000	C
L2	4	45,11	50	54,4	15955	1830	20000	C
L3	4	45,11	50	54,4	15955	1830	20000	C
L4	4	45,11	50	54,4	15955	1830	20000	C
LG	4	180,42	200	224	17855	8427	36000	C

### 2.3 CALCULO DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Según la Guía técnica ITC\_BT\_40 (8.2.3.), cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública. Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

El generador es flotante, luego la toma de tierra es para amortiguar y disipar las posibles descargas atmosféricas. En la parte de alterna el neutro del inversor debe estar a tierra para tener la instalación tipo TT (ITC-BT 40. 8.2.2).

Basta con limitar la impedancia de tierra de las masas de la instalación según la sensibilidad del diferencial.

$$R < \frac{V_s}{I_s} = \frac{24}{0,03} = 800 \Omega$$

# ANEJO N.º 5

# CATÁLOGOS

# SUNNY TRIPOWER

## 15000TL / 20000TL / 25000TL



STP 15000TL-30 / STP 20000TL-30 / STP 25000TL-30



### Rentable

- Rendimiento máximo del 98,4 %

### Seguro

- Descargador de sobretensión de CC integrable (DPS tipo II)

### Flexible

- Tensión de entrada de CC hasta 1000 V
- Diseño de plantas perfecto gracias al concepto de multistring
- Pantalla opcional

### Innovador

- Innovadoras funciones de gestión de red gracias a Integrated Plant Control
- Suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7)

## SUNNY TRIPOWER

### 15000TL / 20000TL / 25000TL

El especialista flexible para plantas comerciales y centrales fotovoltaicas de gran tamaño

El Sunny Tripower es el inversor ideal para plantas de gran tamaño en el sector comercial e industrial. Gracias a su rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.

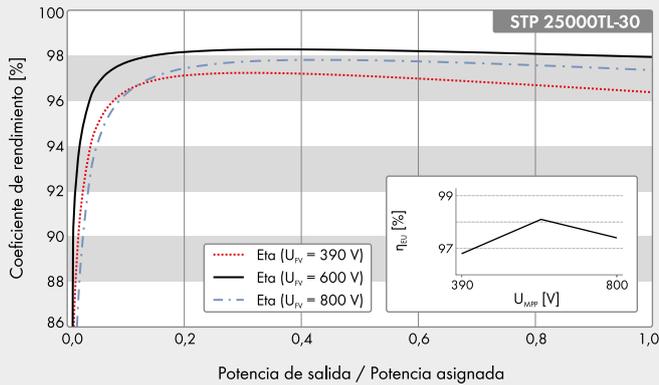
La integración de nuevas funciones de gestión de energía como, por ejemplo, Integrated Plant Control, que permite regular la potencia reactiva en el punto de conexión a la red tan solo por medio del inversor, es una firme apuesta de futuro. Esto permite prescindir de unidades de control de orden superior y reducir los costes del sistema. El suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7) es otra de las novedades que ofrece.

# SUNNY TRIPOWER

## 15000TL / 20000TL / 25000TL

Datos técnicos	Sunny Tripower 15000TL
<b>Entrada (CC)</b>	
Potencia máx. del generador fotovoltaico	27000 Wp
Potencia asignada de CC	15330 W
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	240 V a 800 V/600 V
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A;3; B:3
<b>Salida (CA)</b>	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	15000 W
Potencia máx. aparente de CA	15000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V
Rango de tensión de CA	180 V a 280 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/21,7 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a 0 capacitivo
THD	≤ 3%
Fases de inyección/conexión	3/3
<b>Rendimiento</b>	
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0%
<b>Dispositivos de protección</b>	
Punto de desconexión en el lado de entrada	●
Monitorización de toma a tierra/de red	● / ●
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II	○
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	● / ● / -
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II
<b>Datos generales</b>	
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)
Peso	61 kg (134,48 lb)
Rango de temperatura de servicio	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)
Emisión sonora, típica	51 dB(A)
Autoconsumo nocturno	1 W
Topología/principio de refrigeración	Sin transformador/OptiCool
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100%
<b>Equipamiento / función / accesorios</b>	
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Borne de conexión por resorte
Pantalla	○
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect	○ / ●
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus	● / ●
Relé multifunción/Power Control Module	○ / ○
OptiTrac Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7	● / ● / ●
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller	● / ●
Garantía: 5/10/15/20 años	● / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones previstos	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014
* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438	
Modelo comercial	STP 15000TL-30

## Curva de rendimiento



## Accesorios



Interfaz RS485  
DM-485CB-10



Power Control Module  
PWCMOD-10



Descargador de sobretensión  
de CC tipo II, entradas A y B  
DCSPD KIT3-10



Relé multifunción  
MFR01-10

● De serie ○ Opcional – No disponible  
 Datos en condiciones nominales  
 Actualizado: octubre de 2017

### Datos técnicos

#### Entrada (CC)

Potencia máx. del generador fotovoltaico
Potencia asignada de CC
Tensión de entrada máx.
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada
Tensión de entrada mín./de inicio
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP

#### Salida (CA)

Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)
Potencia máx. aparente de CA
Tensión nominal de CA

Rango de tensión de CA

Frecuencia de red de CA/rango

Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red

Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida

Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable

THD

Fases de inyección/conexión

#### Rendimiento

Rendimiento máx./europeo

#### Dispositivos de protección

Punto de desconexión en el lado de entrada
Monitorización de toma a tierra/de red
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)

#### Datos generales

Dimensiones (ancho/alto/fondo)
Peso
Rango de temperatura de servicio
Emisión sonora, típica
Autoconsumo nocturno
Topología/principio de refrigeración
Tipo de protección (según IEC 60529)
Clase climática (según IEC 60721-3-4)
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)

#### Equipamiento / función / accesorios

Conexión de CC/CA
Pantalla
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus
Relé multifunción/Power Control Module
OptiTrac Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantía: 5/10/15/20 años
Certificados y autorizaciones (otros a petición)

\* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438

Modelo comercial

### Sunny Tripower 20000TL

36000 W <sub>p</sub>
20440 W
1000 V
320 V a 800 V/600 V
150 V/188 V
33 A/33 A
2/A:3; B:3
20000 W
20000 VA

### Sunny Tripower 25000TL

45000 W <sub>p</sub>
25550 W
1000 V
390 V a 800 V/600 V
150 V/188 V
33 A/33 A
2/A:3; B:3
25000 W
25000 VA

3 / N / PE; 220 V / 380 V  
 3 / N / PE; 230 V / 400 V  
 3 / N / PE; 240 V / 415 V

180 V a 280 V

50 Hz/44 Hz a 55 Hz  
 60 Hz/54 Hz a 65 Hz

50 Hz/230 V

29 A/29 A

36,2 A/36,2 A

1/0 inductivo a 0 capacitivo

≤ 3%

3/3

98,4%/98,0%

98,3%/98,1%

●

● / ●

○

● / ● / –

●

1 / AC: III; DC: II

661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)

61 kg (134,48 lb)

–25 °C a +60 °C (–13 °F a +140 °F)

51 dB(A)

1 W

Sin transformador/OptiCool

IP65

4K4H

100%

SUNCLIX/Borne de conexión por resorte

○

○ / ●

● / ●

○ / ○

● / ● / ●

● / ●

● / ○ / ○ / ○

ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013\*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, S14777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014

STP 20000TL-30

STP 25000TL-30

# www.SunnyPortal.com

Monitorización, gestión y presentación profesionales de plantas fotovoltaicas



www.SMA-Iberica.com

SMA Solar Technology

We care! Since 1975.

# POLYCRYSTALLINE SOLAR MODULES

KK-SERIES: KK270P-3CD8CG



Residential home, Germany

## CUTTING-EDGE TECHNOLOGY



3-busbar, poly



Mechanical Load  
max. 7,000 Pa\*



Anti-reflecting glass



Diamond cut



Junction box encapsulated



LID resistant



PID resistant

\* declaration by TUV (Report 21230679.001 December 2015). Kyocera will not warrant the 7,000 Pa

## COMPANY

### ► Competence and stability:

Founded in 1959 in Kyoto, Japan, Kyocera is now a globally active, financially powerful corporation with 230 subsidiaries.

### ► Quality:

Kyocera Solar, a pioneer in the photovoltaic sector and collaborator in groundbreaking photovoltaic solutions since 1975, is one of the leading manufacturers of solar energy systems. Kyocera was the first company to introduce the series production of polycrystalline silicon solar cells and the patented 3-busbar cell technology in mass production.

### ► Verified longevity:

The reliability and longevity of the products have been verified by proven long-term solutions. For example, systems installed in Japan and Sweden have been providing excellent yields since 1984.

### ► Service:

- Professional Europe-wide customer service in Esslingen/Germany
- Individual maintenance service increases life expectancy of the photovoltaic system

### ► Warranty:

- 10 years warranty
  - 25 years linear performance warranty (a maximum performance degradation of 0,7 % p.y.)
- For further details please look at the warranty conditions.

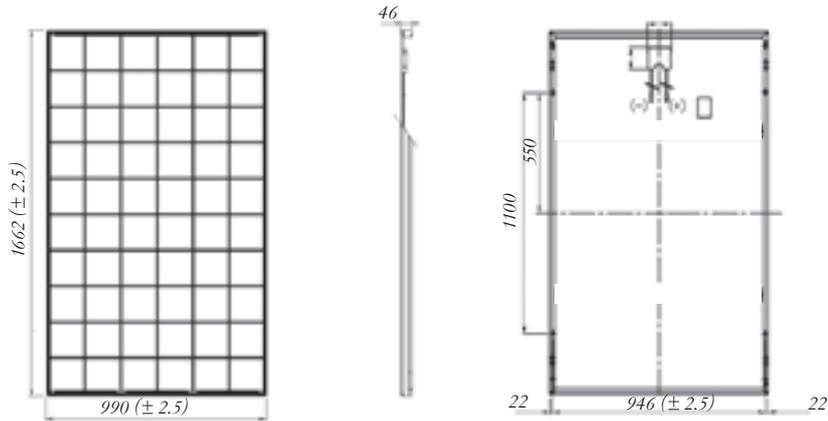
## Kyocera photovoltaic modules meet the highest standards

Kyocera is ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001 certified and registered.



## SPECIFICATIONS

in mm



### ELECTRICAL PERFORMANCE

PV Module Type

#### At 1000 W/m<sup>2</sup> (STC)<sup>(1)</sup>

Maximum Power	[W]
Maximum System Voltage	[V]
Maximum Power Voltage	[V]
Maximum Power Current	[A]
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	[V]
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	[A]
Efficiency	[%]

#### At 800 W/m<sup>2</sup> (NOCT)<sup>(2)</sup>

Maximum Power	[W]
Maximum Power Voltage	[V]
Maximum Power Current	[A]
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	[V]
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	[A]
NOCT	[°C]

Power Tolerance	[%]
Maximum Reverse Current I <sub>R</sub>	[A]
Series Fuse Rating	[A]
Temperature Coefficient of V <sub>oc</sub>	[%/K]
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub>	[%/K]
Temperature Coefficient of Max. Power	[%/K]
Reduction of Efficiency (from 1000 W/m <sup>2</sup> to 200 W/m <sup>2</sup> )	[%]

### DIMENSIONS

Length	[mm]
Width	[mm]
Depth / incl. Junction Box	[mm]
Weight	[kg]
Cable	[mm]
Connection Type	[mm]
Junction Box	
Number of bypass diodes	
IP Code	

### CELLS

Number per Module	
Cell Technology	
Cell Shape (square)	[mm]
Cell Bonding	

### GENERAL INFORMATION

Performance Guarantee	
Warranty	

(1) Electrical values under standard test conditions (STC): irradiation of 1000 W/m<sup>2</sup>, air mass AM 1.5 and cell temperature of 25 °C

(2) Electrical values under normal operating cell temperature (NOCT): irradiation of 800 W/m<sup>2</sup>, air mass AM 1.5, wind speed of 1 m/s and ambient temperature of 20 °C

### KK270P-3CD8CG

Maximum Power	270
Maximum System Voltage	1000
Maximum Power Voltage	31
Maximum Power Current	8.71
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	38.3
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	9.43
Efficiency	16.4

Maximum Power	194
Maximum Power Voltage	27.9
Maximum Power Current	6.96
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	35.1
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	7.63
NOCT	45

Power Tolerance	+5 / -3
Maximum Reverse Current I <sub>R</sub>	15
Series Fuse Rating	15
Temperature Coefficient of V <sub>oc</sub>	-0.36
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub>	0.06
Temperature Coefficient of Max. Power	-0.46
Reduction of Efficiency (from 1000 W/m <sup>2</sup> to 200 W/m <sup>2</sup> )	3.3

Length	1662 (± 2.5)
Width	990 (± 2.5)
Depth / incl. Junction Box	46
Weight	19
Cable	(+) 1200 / (-) 1200
Connection Type	PV-03 (SMK)
Junction Box	111 × 90 × 16
Number of bypass diodes	3
IP Code	IP65

Number per Module	60
Cell Technology	polycrystalline
Cell Shape (square)	156 × 156
Cell Bonding	3 busbar

Performance Guarantee	25 years <sup>(3)</sup>
Warranty	10 years <sup>(4)</sup>

(3) 25 years on 80% of the minimally specified power P under standard test conditions (STC)

(4) In the case of Europe

Validated date until May 31, 2017

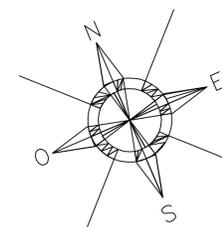
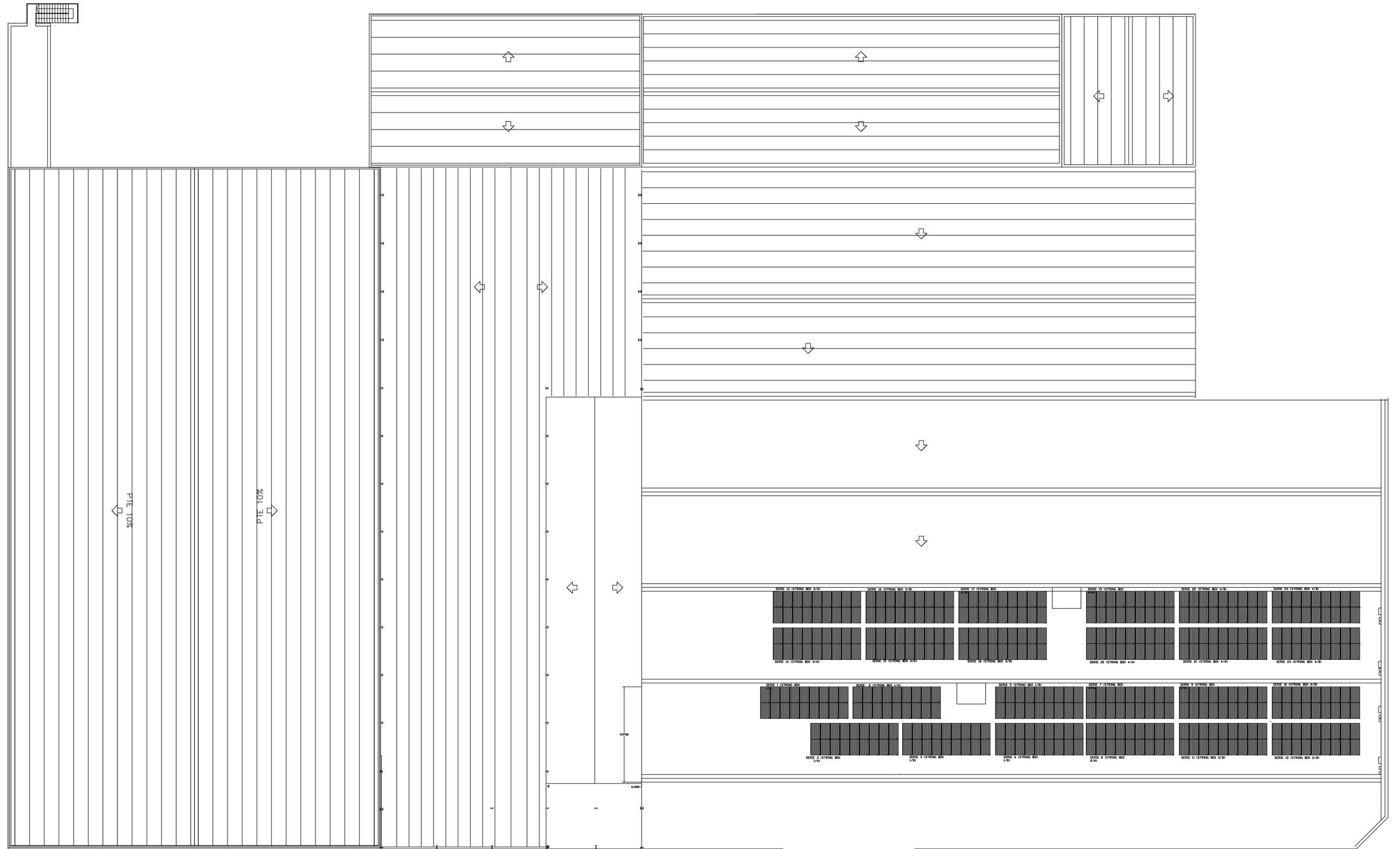
Your local Kyocera dealer:



KYOCERA Fin ceramics GmbH

Fritz-Mueller-Strasse 27  
73730 Esslingen / Germany  
Tel: +49 (0)711-93 93 49 99  
Fax: +49 (0)711-93 93 48 61  
E-Mail: solar@kyocera.de  
www.kyocerasolar.eu

# **2. PLANOS**



		EL AUTOR DEL PROYECTO: DAVID PENADÉS ZAMUDIO	FIRMA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALCOY - EPSA		FECHA <b>JULIO 2019</b>	SUSTITUYE A:
		TÍTULO: <b>Autoconsumo de 100 kW en          cubierta de Almendras Llopis</b>	
SITUACION: Carretera de Agost, 104. San Vicente del Raspeig		SUSTITUIDO POR:	
ESCALAS 1:200	TÍTULO DEL PLANO: CUBIERTA FÁBRICA ALMENDRAS LLOPIS	N° PLANO 1	



Leyenda

**LÍNEAS CORRIENTE CONTINUA**

- S-1 a S-24 = 2x2,5 mm<sup>2</sup> Rojo/negro
- L1 A/B = 2x4 mm<sup>2</sup> Rojo/negro
- L2 A/B = 2x4 mm<sup>2</sup> Rojo/negro
- L3 A/B = 2x4 mm<sup>2</sup> Rojo/negro
- L4 A/B = 2x4 mm<sup>2</sup> Rojo/negro

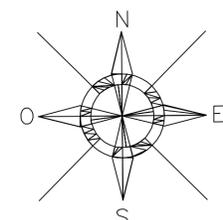
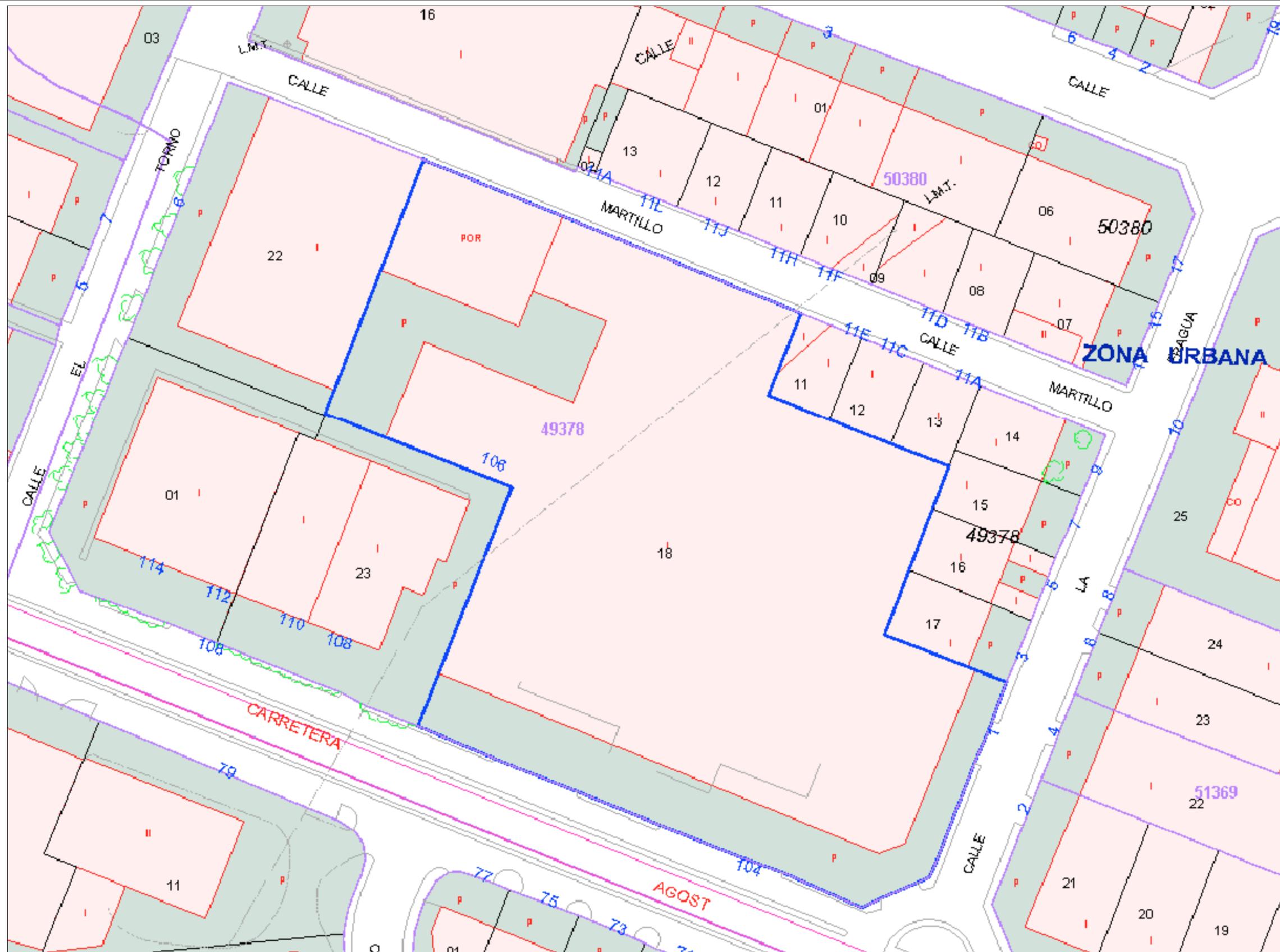
**TOMA DE TIERRA**

- Módulos = 1x 2,5 mm<sup>2</sup> Amarillo/verde
- Principal módulos = 1x 35 mm<sup>2</sup> Amarillo/verde

**LÍNEAS CORRIENTE ALTERNA**

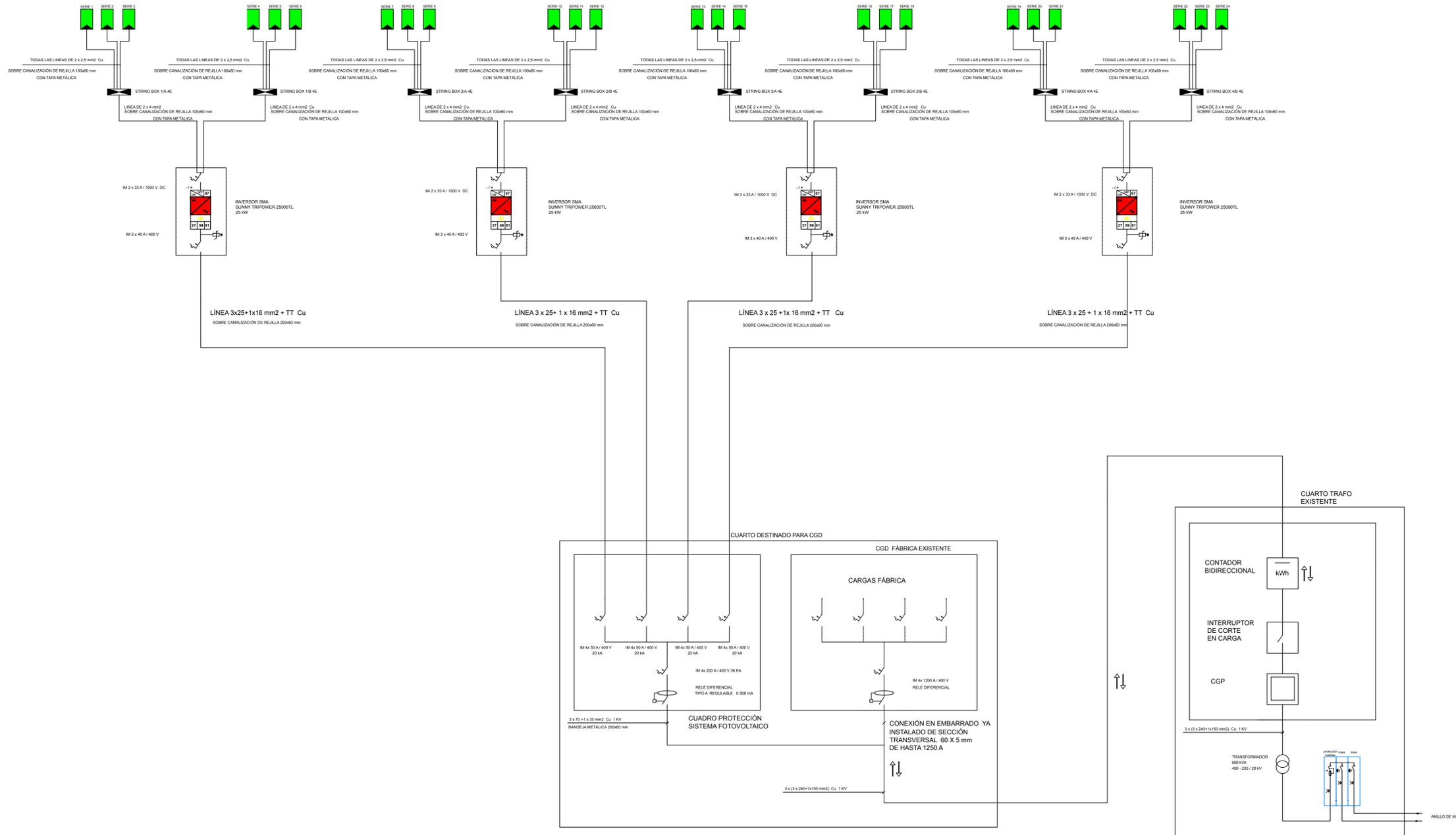
- L1 = 3x 25+1x16+TT mm<sup>2</sup>
- L2 = 3x 25+1x16+TT mm<sup>2</sup>
- L3 = 3x 25+1x16+TT mm<sup>2</sup>
- L4 = 3x 25+1x16+TT mm<sup>2</sup>

	EL AUTOR DEL PROYECTO: DAVID PENADÉS ZAMUDIO	FIRMA
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALCOY - EPSA	
TÍTULO:	<b>Autoconsumo de 100 kW en cubierta de Almendras Llopis</b>	FECHA <b>JULIO-2019</b>
SITUACIÓN:	Carretera de Agost, 104. San Vicente del Raspeig	SUSTITUYE A:
ESCALAS	TÍTULO DEL PLANO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN SUPERFICIE CUBIERTA ALMENDRAS LLOPIS</b>	Nº PLANO <b>2</b>
1:200		

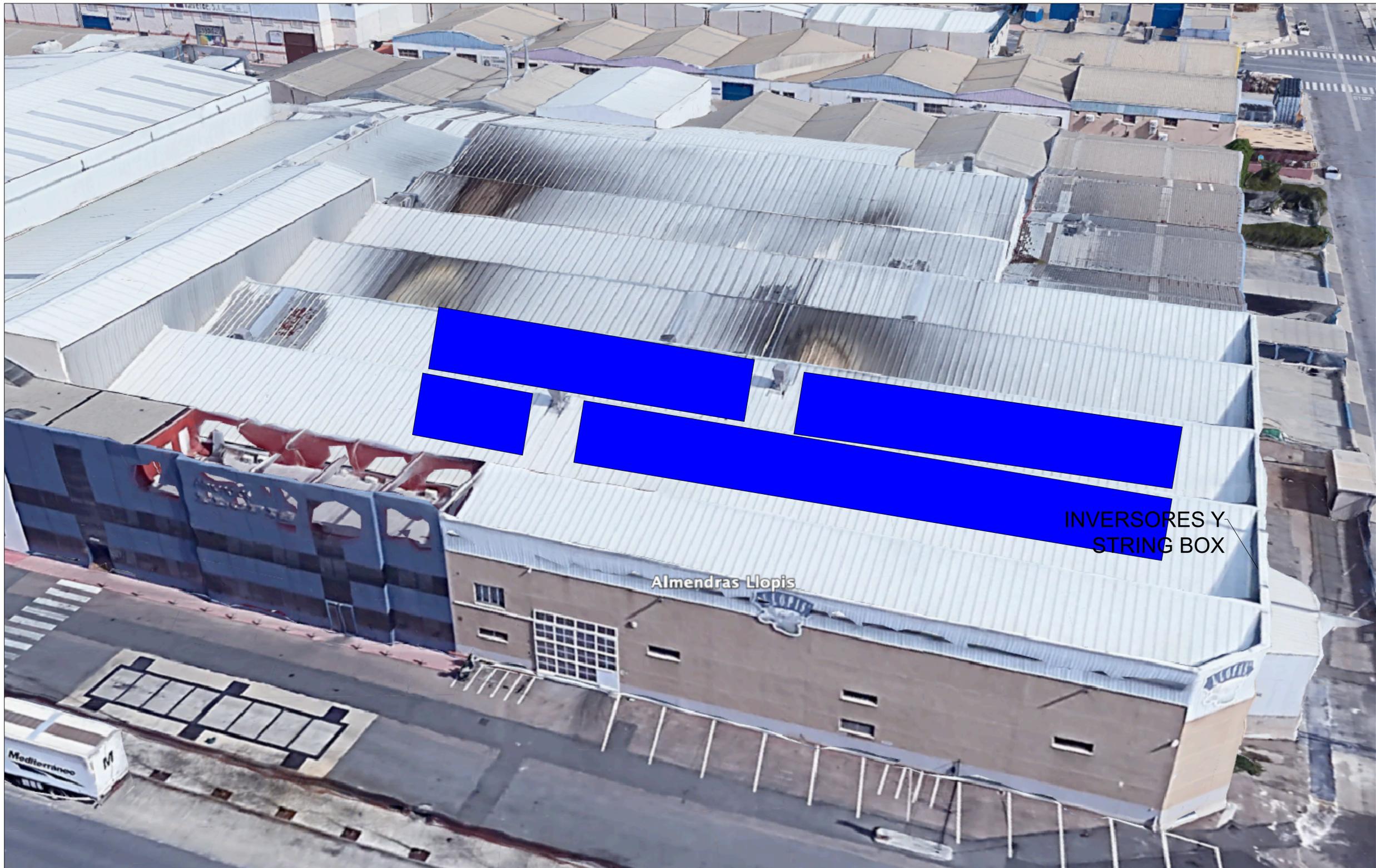


 EL AUTOR DEL PROYECTO: DAVID PENADÉS ZAMUDIO		FIRMA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALCOY - EPSA		FECHA <b>JULIO 2019</b> SUSTITUYE A:
TÍTULO: <b>Autoconsumo de 100 kW en          cubierta de Almendras Llopis</b>		SUSTITUIDO POR:
SITUACION: Carretera de Agost, 104. San Vicente del Raspeig		Nº PLANO
ESCALAS	TÍTULO DEL PLANO: <b>PLANO CATASTRAL          ALMENDRAS LLOPIS</b>	<b>3</b>

# PLANTA FOTOVOLTAICA EN CUBIERTA 100 kW



	EL AUTOR DEL PROYECTO: <b>DAVID PENABAZZAMURIO</b>	FIRMA
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALCOY - EIPSA	FECHA: <b>JULIO 2016</b>
TÍTULO: <b>Autoconsumo de 100 kW en cubierta de Almandras Utopis</b>		SUSTITUYE POR:
SITUACIÓN: Carretera de Agost, 104. San Vicente del Raspeig		Nº PLANO:
ESCALAS	TÍTULO DEL PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR</b>	<b>4</b>



INVERSORES Y  
STRING BOX

Almendras Llopis

		EL AUTOR DEL PROYECTO: DAVID PENADÉS ZAMUDIO	FIRMA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALCOY - EPSA		FECHA Julio 2019	SUSTITUYE A:
TÍTULO: <b>Autoconsumo de 100 kW en          cubierta de Almendras Llopis</b>		SUSTITUIDO POR:	
SITUACION: TM ALCOY (ALICANTE)		SEPTIEMBRE-2018	
ESCALAS	TÍTULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO	N° PLANO 5	

# **3. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

		Pág.: 1
	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Ref.: promyp1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

**01 ESTRUCTURA ALUMINIO**

Partida de instalación de estructura de aluminio sobre cubierta, para soporte de paneles solares. Tipo coplanar. Totalmente instalado con tornillería, accesorios necesarios y perfil de aluminio modelo FIX de la marca BAYWE.r.e., incluido mano de obra de oficial de 1ª, 2ª y ayudante.

**01.1 Sistema coplanar para módulos fotovoltaicos**

Montaje de estructura para instalación fotovoltaica sobre cubierta tipo coplanar, totalmente instalada con accesorios incluidos de tornillería, rieles, etc.

**Total partida 01.01** ..... 1,00 24.696,30 24.696,30

**Total capítulo 01** ..... **24.696,30**

		Pág.: 1
	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Ref.: promyp1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

**02            PANELES SOLARES**

Partida de instalación de Módulos fotovoltaicos, totalmente instalados con parte proporcional de cableado y conexionado eléctrico y toma de tierra, modulo KYOCERA de 270 Wp de potencia y una durabilidad de 25 años garantizados al 80 % y 10 años al 90 % de rendimiento.

02.1            **Montaje e instalación de paneles solares**

Montaje de paneles solares Kyocera, de 270 W, sobre estructura de aluminio, con tornillería especial para sujeción, totalmente instalado y probado.

<b>Total partida 02.01</b>	.....	432,00	.144,26	.62.320,32
<b>Total capítulo 02</b>	.....			<b>62.320,32</b>

		Pág.: 1
	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Ref.: promyp1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

**03                    INVERSORES Y STRING BOX**

Partida de instalación y conexión de inversores Marca SMA Modelo: SUNNY POWER 25000 TL y Cajas de fusibles. Totalmente instalados con parte proporcional de tornillería y soportes para sujección a pared. Instalación de cajas de fusibles para conexión de Strings, para protección en la instalación de CC. Preparada para entrada de hasta 4 series de circuitos en CC. Con fusibles incluidos de 10 A para CC y protección magnetotérmica de 40 A.

**03.1                    Montaje e instalación de Inversores**

Montaje e instalación de Inversores marca SMA de 25 kW cada uno, totalmente instalados sobre pared en cubierta.

**Total partida 03.01 ..... 1,00    12.505,08    12.505,08**

**03.2                    Montaje e instalación de Strig Box.**

Montaje e instalación de String box, de hasta 4 entradas de series, con portafusibles y fusibles de hasta 10 A y detector de sobretensiones, totalmente instalado sobre pared en cubierta.

**Total partida 03.02 ..... 1,00    4.062,36    4.062,36**

**Total capítulo 03 ..... 16.567,44**

		Pág.: 1
	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Ref.: promyp1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

**04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

**04.1 Montaje de cuadros instalación eléctrica de la parte de CA**

Instalación y montaje de cuadros para protección de Instalación de CA. Compuestos por armario metálico Prisma G de Schneider o similar, con protección magnetotérmica y protecciones de circuitos secundarios para líneas de baja tensión de los inversores. Instalación de magnetotérmico y relé diferencial en cuadro de fábrica ya instalado para protección de circuito de FV

**Total partida 04.01 .....1,00 3.328,96 3.328,96**

**04.2 Instalación de cableado especial fotovoltaica de CC totalmente, instalado con bridas de plástico sobre rejiban**

Instalación de cableado para líneas de CC, especial para fotovoltaico, totalmente instalado con bridas sobre el rejiban

**Total partida 04.02 .....1,00 1.344,62 1.344,62**

**04.3 Instalación de rejiban para CC de 100x60 en acero galvanizado**

Montaje e instalación de rejiban marca Aiscan o similar de 100x60, instalado con soportes especiales para subjección

**Total partida 04.03 .....1,00 1.226,52 1.226,52**

**04.4 Instalación de cableado instalación fotovoltaica parte de CA, totalmente instalado con bridas de plástico sobre rejiban**

		Pág.: 1
	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Ref.: promyp1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

Instalación de líneas de baja tensión para distribución de CA, desde inversores hasta cuadros de protección en interior de fábrica.

**Total partida 04.04 .....1,00 2.528,72 2.528,72**

04.5 **Instalación de rejiban para CA de 200x60 en acero galvanizado**

Instalación de rejiban marca Aiscan o similar de 200x60 mm para instalación de líneas de CA.

**Total partida 04.05 .....1,00 .453,44 453,44**

**Total capítulo 04 ..... 8.882,26**

		Pág.: 1
	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Ref.: promyp1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

**05 SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN**

05.1 **Sistema de monitorización del sistema a traves de plataforma de SMA**

Puesta en marcha de técnico cualificado de Sistema de monitorización gratuito de los inversores.

**Total partida 05.01 .....1,00 523,52 523,52**

**Total capítulo 05 ..... 523,52**

		Pág.: 1
	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Ref.: promyp1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

**06 MEDIOS DE SEGURIDAD Y ACCESO A CUBIERTA**

06.1 **Medios de seguridad**

Instalación de medios de seguridad para operarios en cubierta.

**Total partida 06.01 .....1,00 1.513,20 1.513,20**

06.2 **Plan de seguridad**

**Total partida 06.02 .....1,00 400,00 400,00**

**Total capítulo 06 ..... 1.913,20**

		Pág.: 1
	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Ref.: promyp1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

**07 PROYECTO Y LEGALIZACIÓN**

07.1 **Proyecto ejecución**

**Total partida 07.01 .....1,00 1.500 1.500,00**

**Total capítulo 07 ..... 1.500,00**

**Total presupuesto 116.403,04**

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

**01 ESTRUCTURA ALUMINIO**

Partida de instalación de estructura de aluminio sobre cubierta, para soporte de paneles solares. Tipo coplanar. Totalmente instalado con tornillería, accesorios necesarios y perfil de aluminio modelo FIX de la marca BAYWE.r.e., incluido mano de obra de oficial de 1ª, 2ª y ayudante.

01.1	<b>Sistema coplanar para módulos fotovoltaicos</b>	<b>1,00</b>	<b>24.696,30</b>	<b>24.696,30</b>
------	--	-------------	------------------	------------------

**Total Capítulo 01**

**24.696,30 €**

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

**02**

**PANELES SOLARES**

Partida de instalación de Módulos fotovoltaicos, totalmente instalados con parte proporcional de cableado y conexionado eléctrico y toma de tierra, modulo KYOCERA de 270 Wp de potencia y una durabilidad de 25 años garantizados al 80 % y 10 años al 90 % de rendimiento.

02.1	<b>Montaje e instalación de paneles solares</b>	<b>432,00</b>	<b>144,26</b>	<b>62.320,32</b>
------	---	---------------	---------------	------------------

**Total Capítulo 02**

**62.320,32 €**

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

**03 INVERSORES Y STRING BOX**

Partida de instalación y conexión de inversores Marca SMA Modelo: SUNNY POWER 25000 TL y Cajas de fusibles. Totalmente instalados con parte proporcional de tornillería y soportes para sujeción a pared. Instalación de cajas de fusibles para conexión de Strings, para protección en la instalación de CC. Preparada para entrada de hasta 4 series de circuitos en CC. Con fusibles incluidos de 10 A para CC y protección magnetotérmica de 40 A.

03.1	<b>Montaje e instalación de Inversores</b>	1,00	12.505,08	12.505,08
03.2	<b>Montaje e instalación de Strig Box.</b>	1,00	4.062,36	4.062,36

**Total Capítulo 03**

**16.567,44 €**

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

#### **04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

04.1	<b>Montaje de cuadros instalación eléctrica de la parte de CA</b>	1,00	3.328,96	3.328,96
04.2	<b>Instalación de cableado especial fotovoltaica de CC totalmente, instalado con bridas de plástico sobre rejiban</b>	1,00	1.344,62	1.344,62
04.3	<b>Instalación de rejiban para CC de 100x60 en acero galvanizado</b>	1,00	1.226,52	1.226,52
04.4	<b>Instalación de cableado instalación fotovoltaica parte de CA, totalmente instalado con bridas de plástico sobre rejiban</b>	1,00	2.528,72	2.528,72
04.5	<b>Instalación de rejiban para CA de 200x60 en acero galvanizado</b>	1,00	453,44€	453,44

**Total Capítulo 04 8.882,26 €**

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

**05 SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN**

05.1	<b>Sistema de monitorización del sistema a traves de plataforma de SMA</b>	<b>1,00</b>	<b>523,52</b>	<b>523,52</b>
------	--	-------------	---------------	---------------

**Total Capítulo 05 523,52 €**

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

**06 MEDIOS DE SEGURIDAD Y ACCESO A CUBIERTA**

06.1	<b>Medios de seguridad</b>	<b>1,00</b>	<b>1.513,20</b>	<b>1.513,20</b>
06.2	<b>Plan de seguridad</b>	<b>1,00</b>	<b>400,00</b>	<b>400,00</b>

**Total Capítulo 06 1.913,20 €**

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

**07 PROYECTO Y LEGALIZACIÓN**

07.1	<b>Proyecto ejecución</b>	<b>1,00</b>	<b>1.500,00</b>	<b>1.500,00</b>
------	---------------------------	-------------	-----------------	-----------------

<b>Total Capítulo 07</b>	<b>1.500,00 €</b>
--------------------------	-------------------

<b>Total Presupuesto</b>	<b>116.403,04 €</b>
--------------------------	---------------------

		Pág.: 1
	pepeCUADRO DE PRECIOS N° 1	Ref.: procdp1a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

<b>01</b>	<b>01.01</b>	<b>ESTRUCTURA ALUMINIO</b>	
01.1		<b>Sistema coplanar para módulos fotovoltaicos</b>	<b>24.696,30</b>
		<b>VEINTICUATRO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS</b>	

		Pág.: 1
	pepeCUADRO DE PRECIOS N° 1	Ref.: procdp1a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

<b>02</b>	<b>02.01</b>	<b>PANELES SOLARES</b>	
02.1		<b>Montaje e instalación de paneles solares</b>	<b>144,26</b>
		<b>CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS</b>	

		Pág.: 1
	pepeCUADRO DE PRECIOS Nº 1	Ref.: procdp1a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

<b>03</b>	<b>03.02</b>	<b>INVERSORES Y STRING BOX</b>	
03.1		<b>Montaje e instalación de Inversores</b>	<b>12.505,08</b>
		<b>DOCE MIL QUINIENTOS CINCO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS</b>	
03.2		<b>Montaje e instalación de Strig Box.</b>	<b>4.062,36</b>
		<b>CUATRO MIL SESENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS</b>	

		Pág.: 1
	pepeCUADRO DE PRECIOS Nº 1	Ref.: procdp1a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

<b>04</b>	<b>04.05</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	
04.1		Montaje de cuadros instalación eléctrica de la parte de CA	3.328,96
		<b>TRES MIL TRESCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS</b>	
04.2		Instalación de cableado especial fotovoltaica de CC totalmente, instalado con bridas de plástico sobre rejiban	1.344,62
		<b>MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS</b>	
04.3		Instalación de rejiban para CC de 100x60 en acero galvanizado	1.226,52
		<b>MIL DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS</b>	
04.4		Instalación de cableado instalación fotovoltaica parte de CA, totalmente instalado con bridas de plástico sobre rejiban	2.528,72
		<b>DOS MIL QUINIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS</b>	
04.5		Instalación de rejiban para CA de 200x60 en acero galvanizado	453,44
		<b>CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS</b>	

		Pág.: 1
	pepeCUADRO DE PRECIOS Nº 1	Ref.: procdp1a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

<b>05</b>	<b>05.01</b>	<b>SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>	
		<b>Sistema de monitorización del sistema a traves de plataforma de SMA</b>	<b>523,52</b>
		<b>QUINIENTOS VEINTITRES EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS</b>	

		Pág.: 1
	pepeCUADRO DE PRECIOS Nº 1	Ref.: procdp1a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

<b>06</b>	<b>06.02</b>	<b>MEDIOS DE SEGURIDAD Y ACCESO A CUBIERTA</b>	
06.1		<b>Medios de seguridad</b>	<b>1.513,20</b>
		<b>MIL QUINIENTOS TRECE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS</b>	
06.2		<b>Plan de seguridad</b>	<b>400,00</b>
		<b>CUATROCIENTOS EUROS</b>	

		Pág.: 1
	pepeCUADRO DE PRECIOS N° 1	Ref.: procdp1a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

**07            07.01            PROYECTO Y LEGALIZACIÓN**

07.1		<b>Proyecto ejecución</b>	<b>1.500,00</b>
		<b>MIL QUINIENTOS EUROS</b>	

		Pág.: 1
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	Ref.: prores1
		Fec.:

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe
01	01.01	ESTRUCTURA ALUMINIO	24.696,30
02	02.01	PANELES SOLARES	62.320,32
03	03,02	INVERSORES Y STRING BOX	16.567,44
04	04.05	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8.882,26
05	05.01	SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN	523,52
06	06.02	MEDIOS DE SEGURIDAD Y ACCESO A CUBIERTA	1.913,20
07	07.01	PROYECTO Y LEGALIZACIÓN	1.500,00

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL..... 116.403,04**

18 % I.V.A. .... 20.952,55

**TOTAL PRESUPUESTO C/IVA ..... 137.355,59**

Asciende el presupuesto proyectado, a la expresada cantidad de:

CIENTO TREINTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**9 de junio de 2019**

LA PROPIEDAD

LA DIRECCIÓN TÉCNICA

LA CONSTRUCTORA

Fdo.: .....

Fdo.: .....

Fdo.: .....

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 2	Ref.: procdp2a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

**01 01.01 ESTRUCTURA ALUMINIO**

01.01 **Sistema coplanar para módulos fotovoltaicos**

03-000001		Set conector de rail C47	320,000	4,83	1.545,60
03-000012		Set de toma de tierra SW18	10,000	3,77	37,70
03-000138		Set junta de dilatación	67,000	5,87	393,29
03-000184		Hermetizante circular EPDM d= 25 mm	904,000	0,19	171,76
03-000199		Set de tornillo de doble rosca SP M10x140 mm(para acero)	904,000	3,07	2.775,28
03-000226		Set conector M14 de 2 niveles para rail C	2.261,000	1,40	3.165,40
03-000285		Cierre de contacto de la abrazadera media 42-52 Set C	644,000	1,76	1.133,44
03-000287		Set pinza final 43-52 C	200,000	2,01	402,00
03-000291		Raíl C 47-2 6,12 m	457,000	30,55	13.961,35
A012H000	h	Oficial 1ª electricista	24,000	16,18	388,32
A012H100	h	Oficial 2ª electricista	24,000	15,41	369,84
A013H000	h	Ayudante electricista	24,000	14,68	352,32

<b>Clase: Mano de Obra</b>	<b>1.110,48</b>
<b>Clase: Material</b>	<b>23.585,82</b>
<b>Coste Total</b>	<b>24.696,30</b>

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 2	Ref.: procdp2a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

**02            02.01            PANELES SOLARES**

02.01            **Montaje e instalación de paneles solares**

BGE1U005	u	Módulo fotovoltaico p/conex.red,cel.monocristalina,175Wp	1,000	135,00	135,00
A012H000	h	Oficial 1ª electricista	0,200	16,18	3,24
A012H100	h	Oficial 2ª electricista	0,200	15,41	3,08
A013H000	h	Ayudante electricista	0,200	14,68	2,94

<b>Clase: Mano de Obra</b>	<b>9,26</b>
<b>Clase: Material</b>	<b>135,00</b>
<b>Coste Total</b>	<b>144,26</b>

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 2	Ref.: procdp2a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

**03            03.02            INVERSORES Y STRING BOX**

03.01            **Montaje e instalación de Inversores**

A012H000	h	Oficial 1ª electricista	4,000	16,18	64,72
A012H100	h	Oficial 2ª electricista	4,000	15,41	61,64
A013H000	h	Ayudante electricista	4,000	14,68	58,72
BGE2U040	u	Inversor p/conex.red,trifásico,salida 25 kW Marca SMA Modelo SUNNY POWER	4,000	3.080,00	12.320,00

**Clase: Mano de Obra            185,08**  
**Clase: Material            12.320,00**  
**Coste Total            12.505,08**

03.02            **Montaje e instalación de Strig Box.**

A012H000	h	Oficial 1ª electricista	4,000	16,18	64,72
A012H100	h	Oficial 2ª electricista	4,000	15,41	61,64
BG46_01	*	CAJA SECCIONADORA FUSIBLE PARA 4 STRING	8,000	492,00	3.936,00

**Clase: Mano de Obra            126,36**  
**Clase: Material            3.936,00**  
**Coste Total            4.062,36**

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 2	Ref.: procdp2a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

## 04 04.05 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 04.01 Montaje de cuadros instalación eléctrica de la parte de CA

BG1AU010	u	Armario metál. Schneider Prisma G con chapa electrozincada,p/cuadro distr.,630x595x175mm	1,000	331,24	331,24
A012H000	h	Oficial 1ª electricista	8,000	16,18	129,44
A012H100	h	Oficial 2ª electricista	8,000	15,41	123,28
BG41_05	*	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO DE CAJA MOLDEADA	2,000	960,00	1.920,00
BG42_02		RELÉ DIFERENCIAL AUXILIAR	1,000	345,00	345,00
BG41_04	*	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO	4,000	120,00	480,00

**Clase: Mano de Obra 252,72**  
**Clase: Material 3.076,24**  
**Coste Total 3.328,96**

### 04.02 Instalación de cableado especial fotovoltaica de CC totalmente, instalado con bridas de plástico sobre rejiban

A012H000	h	Oficial 1ª electricista	16,000	16,18	258,88
A012H100	h	Oficial 2ª electricista	16,000	15,41	246,56
A013H000	h	Ayudante electricista	16,000	14,68	234,88
BG317130	m	Cable 0,6/ 1kV AC, 1,8 kV DC EXZHELLENT SOLAR ZZ-F(AS) 1x2,5mm2	870,000	0,66	574,20
BG317140	m	Cable 0,6/ 1kV AC, 1,8 kV DC EXZHELLENT SOLAR ZZ-F(AS) 1x4mm2	35,000	0,86	30,10

**Clase: Mano de Obra 740,32**  
**Clase: Material 604,30**  
**Coste Total 1.344,62**

### 04.03 Instalación de rejiban para CC de 100x60 en acero galvanizado

BG2BU010		Canal de rejilla AISCAN o similar de acero galvanizado para montaje sobre cubierta de 100x60 mm	220,000	2,21	486,20
1					
A012H000	h	Oficial 1ª electricista	16,000	16,18	258,88
A012H100	h	Oficial 2ª electricista	16,000	15,41	246,56
A013H000	h	Ayudante electricista	16,000	14,68	234,88

**Clase: Mano de Obra 740,32**  
**Clase: Material 486,20**  
**Coste Total 1.226,52**

### 04.04 Instalación de cableado instalación fotovoltaica parte de CA, totalmente instalado con bridas de plástico sobre rejiban

A012H000	h	Oficial 1ª electricista	16,000	16,18	258,88
A012H100	h	Oficial 2ª electricista	16,000	15,41	246,56
A013H000	h	Ayudante electricista	16,000	14,68	234,88
BG315670	m	Cable 0,6/ 1kV RZ1-K (AS+), 5x16mm2	115,000	10,16	1.168,40
BG312680	m	Cable 0,6/ 1kV RZ1-K (AS), 5x25mm2	50,000	12,40	620,00

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 2	Ref.: procdp2a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

**Clase: Mano de Obra** **740,32**  
**Clase: Material** **1.788,40**  
**Coste Total** **2.528,72**

04.05

**Instalación de rejiban para CA de 200x60 en acero galvanizado**

A012H000	h	Oficial 1ª electricista	8,000	16,18	129,44
A012H100	h	Oficial 2ª electricista	8,000	15,41	123,28
BG2BU010	m	Canal acero galv.p/montaje sobre cubierta de 200x60 mm	52,000	3,86	200,72

**Clase: Mano de Obra** **252,72**  
**Clase: Material** **200,72**  
**Coste Total** **453,44**





		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 2	Ref.: procdp2a
	ESTRUCTURA ALUMINIO	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

**07            07.01            PROYECTO Y LEGALIZACIÓN**

07.01            **Proyecto ejecución**

A01H1000	h	Ingeniero eléctrico	40,000	25,00	1.000,00
07.01.02		Tasas	1,000	500,00	500,00

**Resto de obra                    1.500,00**  
**Coste Total                        1.500,00**

# **4. PLIEGO DE CONDICIONES**



## ÍNDICE

<b>1. Objeto</b> .....	3
<b>2. Generalidades</b> .....	3
<b>3. Definiciones</b> .....	4
<b>4. Instalación</b> .....	5
<b>5. Módulos</b> .....	6
<b>6. Integración arquitectónica</b> .....	6
<b>7. Componentes y materiales</b> .....	8
<b>8. Recepción y pruebas</b> .....	13
<b>9. Cálculo de producción anual esperada</b> .....	14
<b>Anexo I:</b> .....	16
<b>Anexo II:</b> .....	19
<b>Anexo III:</b> .....	20

## **1. Objeto**

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 la misma.

El ámbito de aplicación de este pliego de condiciones técnicas 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 PT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

## **2. Generalidades**

Este pliego 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 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto/1578/2008 de 27 de septiembre, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Introduciendo particularidades que afectan a los procedimientos de autorización administrativa, régimen especial, acceso y conexión a la red de distribución, de las instalaciones solares fotovoltaicas.
- Real Decreto 661/2007 de 26 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Introduciendo particularidades que afectan a los procedimientos de autorización administrativa, régimen especial, acceso y conexión a la red de distribución, de las instalaciones solares fotovoltaicas. En el punto 1.5 se desarrolla en profundidad este real decreto, comentando los cambios sustanciales que él introduce en el sistema fotovoltaico.
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.
- 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.

- Real Decreto 3490/2000, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para el 2001.
- Resolución del 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Para el caso de integración en edificios se tendrá en cuenta el Código Técnico de la edificación (CTE).

### 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 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.

## **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.

## 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:  $1.000 \text{ W/m}^2$
- Distribución espectral: AM 1'5 G
- Temperatura de célula:  $25 \text{ }^\circ\text{C}$

### **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 m/s.

## 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 este.

### **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. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

### **Diseño**

Diseño del generador fotovoltaico

### **Generalidades**

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.

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 aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa de la dirección de obra. 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.

Tabla I

	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 la Memoria de Solicitud 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, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo con el anexo III.

## 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 Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de los mismos. Además, 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. 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, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, 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 la Memoria de Solicitud 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 la Memoria de Solicitud y de Diseño o 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 a 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 % 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 a tarifas:

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa vigente (ver apartado de normativa), por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Introduciendo particularidades que afectan a los procedimientos de autorización administrativa, régimen especial, acceso y conexión a la red de distribución, de las instalaciones solares fotovoltaicas. En el punto 1.5 se desarrolla en profundidad este real decreto, comentando los cambios sustanciales que él introduce en el sector fotovoltaico.

Referente al apartado técnico:

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

## **Medidas**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

## **Protecciones**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión ( $1'1 U_m$  y  $0'85 U_m$  respectivamente) serán para cada fase.

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

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

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 la Memoria de Solicitud y de Diseño o 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 1663/2000 (artículo 13 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión).

### **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 a 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 pasará 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 vertederos
- 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 8 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 irradiación 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. En nuestro caso el inversor SMA SUNNY TRIPOWER 25000TL. 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.

## **9. Cálculo de producción anual esperada**

En la Memoria de Solicitud se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiación, 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

$G_{dm}(\alpha, \beta)$ . 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  $\alpha$  representa el azimut y  $\beta$  la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

*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:

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

Donde:

- $P_{mp}$  = Potencia pico del generador
- $G_{CEM} = 1kW/m^2$

## **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.

$P_o$ : Potencia nominal del generador en CEM, en W.

$R_{to, var}$  Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.

$L_{tem}$ : Pérdidas medias anuales por temperatura. En la ecuación (2) puede sustituirse el término  $[1 - g (T_c - 25)]$  por  $(1 - L_{tem})$ .

$R_{to, var} = (1 - L_{pol}) (1 - L_{dis}) (1 - L_{ref}) \quad (4)$   $L_{pol}$ : Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.

$L_{dis}$ : Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.

$L_{ref}$ : 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  $L_{ref}$  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.

Tabla III

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

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

$$R = 0,000002 \cdot \frac{l}{S} \quad (6)$$

- $R$  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  $\text{cm}^2$ . 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 %.
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  $1000 \text{ W/m}^2$ . 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.

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 ( $\pm 2 \text{ h}$ ) 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 pérdidas por orientación e inclinación del generador**

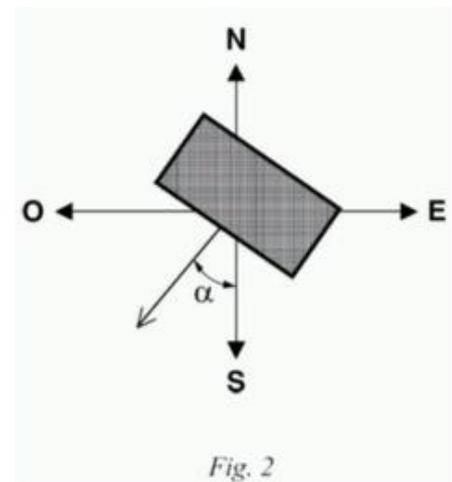
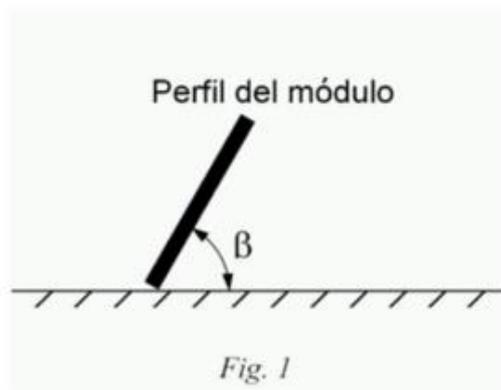
El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo con las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.

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. Para ello se utilizará la figura 3, válida para una latitud,  $N$ , de  $42^\circ$ , de la siguiente forma:

### 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:

### 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:

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

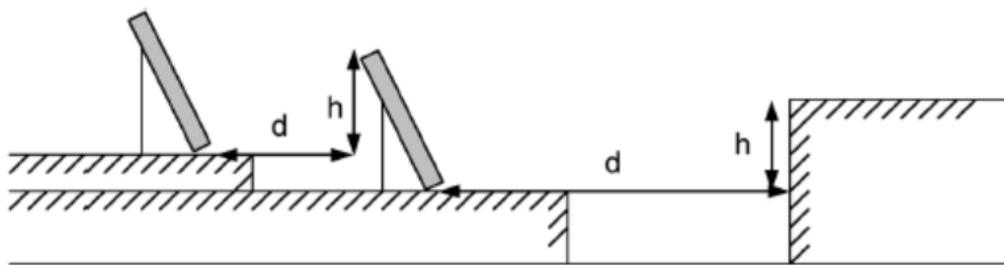
donde  $1 / \tan (61^\circ - \text{latitud})$  es un coeficiente adimensional denominado  $k$ .

Algunos valores significativos de  $k$  se pueden ver en la tabla VII en función de la latitud del lugar.

Tabla VII

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
$k$	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.



# **5. PLAN DE SEGURIDAD**

# **PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA SOBRE CUBIERTA DE AUTOCONSUMO**

## ÍNDICE

1. CARACTERÍSTICAS .....	4
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	4
3. VARIACIONES DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	4
4. CARACTERÍSTICAS .....	4
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	6
4.2. DETALLE ESTRUCTURA .....	8
4.3. PLAZO DE EJECUCIÓN: .....	9
4.4. NÚMERO DE TRABAJADORES:.....	9
4.5. NÚMERO DE SUBCONTRATISTAS: .....	9
4.6. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES:.....	9
4.7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES: .....	10
4.8. SUMINISTROS.....	10
4.9. SERVICIOS AFECTADOS .....	10
5. FORMACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	10
5.1 FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD:.....	10
5.2 RECONOCIMIENTO MÉDICO: .....	11
5.3 BOTIQUÍN: .....	11
5.4 ENFERMEDADES PROFESIONALES:.....	11
5.5 CENTROS ASISTENCIALES:.....	11
6. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS.....	13
6.1 RIESGOS GENERALES:.....	13
6.2 RIESGOS ESPECÍFICOS: .....	13
6.2.1. IZADODE CARGAS: RIESGOS .....	13
6.2.2. INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD: RIESGOS.....	16
6.2.3. PROTECCIONES COLECTIVAS: .....	20
6.2.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI'S) A UTILIZAR:.....	20
6.2.5. TRABAJOS DE SOLDADURA: RIESGOS.....	20
6.2.6 REDES DE SEGURIDAD:.....	22
6.2.7 PLAN DE ACCESOS: .....	23
6.2.8 GOLPE DE CALOR: .....	24
7. PLIEGO DE CONDICIONES. ....	26
7.1. CONDICIONES GENERALES EN LA OBRA: .....	28
7.2 LEGISLACIÓN GENERAL APLICABLE .....	29
7.3 LEGISLACIÓN ELÉCTRICA APLICABLE: .....	32
7.4 LEGISLACIÓN DE OBRA CIVIL APLICABLE:.....	35
8. PROTECCIONES COLECTIVAS.....	35
8.1 Vallas de cierre.....	35
8.2 Tableros.....	35
8.3 Barandillas.....	36

8.4 Andamios tubulares.....	36
8.5 Plataformas de recepción de materiales en planta.....	37
9. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA.....	37
10. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	38
11. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	40
12. PRESCRIPCIONES DE UTILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ÚTILES, HERRAMIENTAS, SISTEMAS Y EQUIPOS PREVENTIVOS.....	41
13. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	45
14. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	45
14.1 PROTECCIÓN PERSONAL.....	45
15. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD.....	50
15.1. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	50
15.2. LIBRO DE INCIDENCIAS.....	51
15.3. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	51
15.4. SEGUROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y TODO RIESGO EN OBRA.....	52
15.5. FORMACIÓN.....	52
15.6. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS.....	52
15.7. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	53
15.8. PLAN DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIAS.....	53
15.9. PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE LA EMPRESA Y NOMBRAMIENTO DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS.....	53
16. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS.....	54
16.1. ANÁLISIS DE RIESGOS.....	54

## 1. CARACTERÍSTICAS

El presente Plan de Seguridad y Salud, corresponde al proyecto obra de “Estudio técnico económico de instalación fotovoltaica de autoconsumo de 100 kwp sobre cubierta, sita en carretera de San Vicente-Agost, nº 104, del polígono industrial “el canastell” de San Vicente del Raspeig, provincia de Alicante”.

Y se redacta de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 7 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre y al artículo 16 de la Ley 31/95 Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como ampliación del Estudio de Seguridad y Salud de dicha construcción elaborado por el Coordinador de seguridad y salud en fase de diseño.

## 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.

- Desde la fecha de inicio de la obra.
- Previa aprobación del coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución, o cuando no haya sido necesaria su designación por la Dirección Facultativa.
- Será vinculante para todo el personal propio de ENERGY GREEN TECHNOLOGIES S.L. y el dependiente de otras empresas contratadas directamente por ésta.

## 3. VARIACIONES DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

- El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias que puedan surgir a lo largo de la obra.
- Será precisa la aprobación expresa del Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución, o cuando no haya sido necesaria su designación, por la Dirección Facultativa.
- Las modificaciones aprobadas se incluirán como anexos del Plan de Seguridad y Salud.

## 4. CARACTERÍSTICAS

### Datos de la obra

Definición del proyecto.	Instalación fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW sobre cubierta
--------------------------	--

Ubicación de la obra	Carretera de San Vicente-Agost, N.º 104, del Polígono industrial “el canastell” de San Vicente del Raspeig, provincia de Alicante”.
Empresa PROMOTORA.	Almendras Llopis S.A.U.
Proyectista.	David Penadés Zamudio
Autor del ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	David Penadés Zamudio
Presupuesto de Ejecución de todo el proyecto	116.403,04 €,
Fecha prevista comienzo obra Plazo de ejecución previsto.	13/06/2019
CONSTRUCTORA Principal	Energy Green Technologies S.L.
Plazo de intervención de la empresa.	20 días
Número máximo de operarios estimado	6
Autor de PLAN de Seguridad y Salud	David Penadés Zamudio
Coordinador de Seguridad y salud	Juan Carlos Rodríguez Sánchez
Presupuesto de seguridad y salud.	1913,2 €

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

A continuación, se realiza una descripción genérica de la obra para la implementación de los diferentes componentes de la instalación fotovoltaica objeto de la presente memoria.

##### CUBIERTA

1- Se procederá la implementación de las medidas de seguridad en el perímetro y superficie de la cubierta de acuerdo con el estudio y plan de seguridad y salud de la obra para evitar daños personales y materiales a propios y terceros.

2- Estas medidas se pueden observar en el estudio de seguridad y salud así como en los planos, siendo estas:

- Cierre perimetral en los puntos donde la altura del parapeto existente no sea suficiente.
- Cubrimiento de claraboyas con redes homologadas y/o otros sistemas que cumplan normativa.
- Señalización/delimitación de paso/Peligro donde las alturas de las protecciones existentes no sean suficientes y donde se encuentren elementos de riesgo.

Se procederá al montaje de la estructura para la posterior fijación de paneles en ella. Las características de la estructura y sus modelos se pueden observar en puntos posteriores de la memoria y en los anexos de fichas técnicas. Se procederá de la siguiente forma:

- Se subirán las cajas de la estructura, su peso y tamaño es perfecto para poder subir 1 caja por persona manualmente.
- Se marcan los puntos de fijación de la estructura en un replanteo previo. Se utilizan para ello elementos de medición.
- Se coloca cinta impermeabilizante en los puntos de fijación.
- Se fijan, mediante tornillería rosca-chapa con arandela de goma y una longitud no superior al grosor del panel sándwich, las piezas base de la estructura.
- Se fijan los elementos estructurales necesarios para la sujeción del panel con la base anclada en la cubierta mediante atornilladores manuales con batería o similar.

En este caso:

- a. Sistema COPLANAR: Directo Panel sujeto con Grapas y tornillería INOX.

Toda la estructura presentará un Certificado de resistencia a las cargas de viento de la zona por parte del fabricante.

3- En paralelo a la fijación de las piezas base que anclan la estructura a la cubierta se procede al replanteo y repartición del cableado DC correspondiente a los finales de los Strings establecidos en el diseño, así como las canalizaciones para su conducción. Este cableado se distribuye desde los finales de String hasta las String Box (Cajas de unificación y protección de cableado DC instaladas en cubierta).

Las tiradas de cables se cortarán a nivel de suelo y subirán mediante izado de cuerdas o paletizado mediante el medio auxiliar correspondiente. La otra opción será mediante el izado de la bobina siempre que haya espacio y zona para poder dejar la bobina teniendo en cuenta peso y dimensiones.

Estas cajas se distribuyen uniformemente por la cubierta de forma que las longitudes de dichos cables y los resultantes de la unificación hasta los inversores sean el máximo eficiente posible encunto a la relación caída de tensión/costes, y que cumplan con los requisitos técnicos de las propias String Box y inversores referente a secciones máximas/mínimas de entrada/salida.

4- A medida que se vaya concretando estructura se procederá al montaje de módulos solares fijando estos con grapas intermedias y laterales según tipología de estructura.

5- En paralelo se procederá a la interconexión de módulos de acuerdo con el número establecido por strings y al crimpado de los extremos de los cables DC replanteados con conectores Tipo 4.

6- En paralelo se procederá al crimpado de los extremos de los cables DC replanteados con conectores Tipo 4 para la conexión a las entradas de las String Box.

7- También a medida que se terminen zonas de módulos se realizará el conexionado del cableado DC en la zona de unificación de las Sting box, instalando el cableado resultante por las bandejas distribuidas por la cubierta para la conducción de dicho cableado hasta los inversores al lado de las cajas Sting Box.

## ZONA INTERIOR HABILITADA

1- En paralelo a todo ello, en la zona de los cuadros eléctricos de la fábrica, se van instalar, bandejas de distribución, cableado CA, cajas de protección, embarrado para unificación necesarios, realizando a su vez las conexiones pertinentes.

Los inversores se subirán mediante medio auxiliar a través de medios de elevación disponibles en la zona de trabajo tales como ascensor u otros similares.

2- Finalizada la instalación de todos los elementos y realizadas las conexiones de acuerdo con las prescripciones técnicas de la normativa aplicable, se verifican tensiones e intensidades de *strings* y se lleva a cabo la puesta en marcha de todos los inversores verificando su correcto funcionamiento y visualización a través del sistema de monitorización.

En paralelo se realizan los trámites administrativos pertinentes para su legalización y conexión a red.

### **4.2. DETALLE ESTRUCTURA**

Como se ha indicado con anterioridad el sistema que se ha proyectado es un sistema coplanar, es decir, que los paneles se superponen a la cubierta adquiriendo su orientación e inclinación. Las estructuras proyectadas son del fabricante *BayWe,r.e*, el modelo KHS915 para instalación COPLANAR.

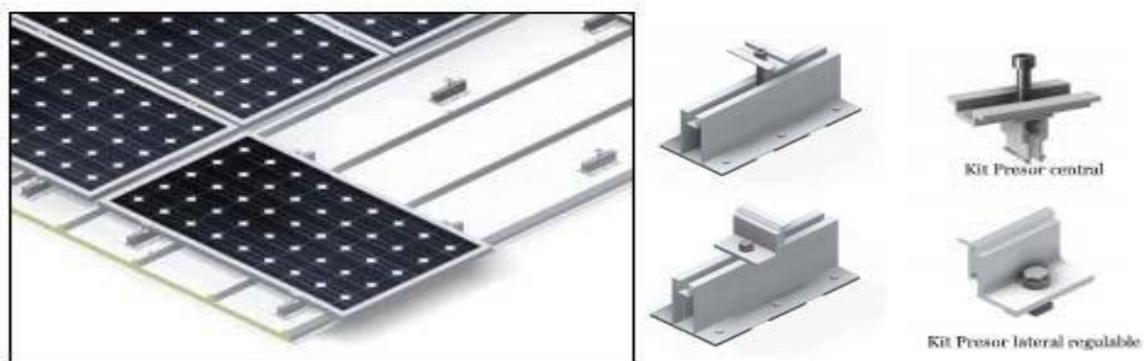


Imagen 5. Vistas estructura tipo COPLANAR

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

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

#### **4.3. PLAZO DE EJECUCIÓN:**

Se prevé un plazo de ejecución de la obra de 20 días hábiles estimando su inicio el lunes 13 de Junio de 2019.

#### **4.4. NÚMERO DE TRABAJADORES:**

La estimación de mano de obra en punta de ejecución, simultáneamente, es de 6 trabajadores.

#### **4.5. NÚMERO DE SUBCONTRATISTAS:**

No se sobrepasará en ningún caso el segundo nivel de subcontratación.

#### **4.6. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES:**

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevén utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente plan, son los que se relacionan a continuación:

- Taladradoras de mano
- Radiales y esmeriladoras
- Elevadores, trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Compresor
- Herramientas manuales
- Equipos de soldadura eléctrica u oxicorte

Entre los medios auxiliares cabe mencionar:

- Borriquetas
- Andamios metálicos modulares
- Escaleras de mano

- Escaleras de tijera
- Cuadros eléctricos auxiliares
- Bancos de trabajo
- Equipos de medición

#### **4.7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES:**

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Plan de Seguridad y Salud, se instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o se habilitarán grupos electrógenos.

#### **4.8. SUMINISTROS:**

Tendrán que solicitarse los suministros de agua potable, energía eléctrica y teléfono, cursándose las correspondientes peticiones de acometidas.

#### **4.9. SERVICIOS AFECTADOS:**

Antes del comienzo de los trabajos se comunicará a las empresas suministradoras la realización de la obra para que certifiquen la existencia o no de cualquier servicio que deba ser tenido en cuenta.

### **5. FORMACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.**

#### **5.1 FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD**

El trabajador recibirá la información y formación adecuadas a los riesgos profesionales existentes en el puesto de trabajo y de las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos, así como en el manejo de los equipos de trabajo. Estas acciones deben quedar recogidas documental y convenientemente archivadas.

Esta formación será exigible previamente a la entrada de los trabajadores en obra y será responsabilidad de cada una de las empresas que intervengan en impartirla a los trabajadores a su cargo, ya sean éstas subcontratadas o no.

Igualmente, el trabajador será informado de las actividades generales de prevención de la Empresa.

## **5.2 RECONOCIMIENTO MÉDICO**

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá haber pasado un reconocimiento médico previo que será repetido en el período máximo de un año.

## **5.3 BOTIQUÍN**

En el centro de trabajo, en los vestuarios o en la caseta del encargado, se colocará un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

El botiquín se revisará mensualmente reponiendo de inmediato el material consumido, el cual deberá contener:

Agua oxigenada, alcohol de 96 grados, tintura de yodo, mercurcromo, amoniaco, algodón, gasa estéril, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, antiespasmódicos, termómetro clínico, pinzas, tijeras, torniquetes, jeringuillas y agujas para inyectables desechables.

## **5.4 ENFERMEDADES PROFESIONALES**

Las posibles enfermedades profesionales que pueden originarse en los trabajadores de esta obra son las normales que trata la Medicina del trabajo y prevenciones de la Higiene Industrial.

Las causas de riesgos posibles son:

Ambiente típico de obra en la intemperie, polvo de los distintos materiales trabajados en la obra, ruidos, vibraciones, contaminantes como el derivado de la soldadura y acciones de productos químicos sobre la piel, especialmente de las manos.

Para la prevención de estos riesgos profesionales se prevé, como medios ordinarios entre otros, la utilización de los equipos de protección individual adecuados.

## **5.5 CENTROS ASISTENCIALES**

Como medida de primeros auxilios se empleará el botiquín descrito anteriormente.

El centro asistencial más cercano:

- CENTRO DE SALUD BABEL DE SAN VICENTE DEL RASPEIG I
- Dirección: Partida de Canastell, 16 San Vicente Del Raspeig
- Teléfono: 965 67 89 50
- Tlf. de ambulancias: 965 10 76 68

En un lugar visible, se dispondrá de un cartel con el listado de direcciones y teléfonos de los centros médicos, así como otros teléfonos de interés:

- Servicios Municipales de Urgencias
- Urgencias de la Seguridad Social
- Emergencias
- Ambulancias
- Bomberos
- Policía Local
- Policía Nacional
- Guardia Civil
- Protección Civil

## **6. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS.**

En este apartado se realiza un análisis de los riesgos generales y específicos presentes durante todas las etapas del proceso de construcción, instalación y montaje y se establecen las medidas preventivas pertinentes.

### **6.1 RIESGOS GENERALES**

Aquellos riesgos que afectan a todas las personas que trabajen en las actividades objeto de este Plan, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos o componentes sobre personas
- Caída de objetos por desplome derrumbamiento

- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Choques contra objeto sin móviles
- Choques contra objetos móviles
- Proyección de partículas a los ojos
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos
- Quemaduras por contactos térmicos
- Exposición a descargas eléctricas
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Incendios
- Explosiones
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento
- Exposición a factores atmosféricos extremos

## **6.2 RIESGOS ESPECÍFICOS**

Los propios de actividades concretas que afectan solo al personal que realiza trabajos en las mismas. Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 6.1., más los específicos de su actividad.

Se prevé que dichos riesgos específicos sean:

### **6.2.1. IZADODE CARGAS: RIESGOS**

- Caídas de cargas suspendidas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Golpes contra objetos

## MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las eslingas, cadenas, cables y todos los elementos y accesorios de izado que se empleen, deberán ser los adecuados dependiendo de la carga y tipología de las piezas que se vayan a levantar. Todas las cargas serán izadas desde puntos específicamente habilitados para ello por su fabricante, de modo que se garantice en todo momento su estabilidad durante el proceso de izado.
- Los materiales y elementos estructurales se apilarán en lugar señalados, debiendo quedar libres de obstáculos las zonas de trabajo y paso del personal, con el fin de evitar accidentes por interferencias.
- Las áreas sobre las que exista riesgo de caída de herramientas o materiales se acotarán debidamente y el paso a través de ellas quedará prohibido.
- Todos los elementos y accesorios de izado (eslingas, cadenas, ganchos con pestillo de seguridad...) serán objeto de revisión diaria mediante la que se garanticen adecuadas condiciones de conservación y mantenimiento.
- Las maniobras de izado de cargas serán supervisadas y dirigidas por un jefe de maniobras previamente designado. Además, tanto el jefe de maniobras como el personal encargado de las labores de estrobo y señalización dispondrán de formación adecuada y suficiente para los trabajos a desempeñar.
- Durante el proceso de izado ningún trabajador quedará situado ocasionalmente debajo de la carga ni en su radio de acción.
- No se pasarán las cargas suspendidas sobre otros puestos de trabajo.
- Los ganchos irán provistos de pestillos de seguridad.
- Se verificará la correcta colocación y/o fijación de los ganchos u otros accesorios de izado a la carga a suspender. Si la carga estuviese izada en condiciones inseguras, se deberá parar el proceso, se descenderá la carga al suelo y se procederá a su correcto enganche para poder continuar con la operación en condiciones seguras.
- Si en la revisión previa al izado de la carga se detectase que el muelle recuperador de algún gancho de seguridad no funciona correctamente, se le comunicará inmediatamente al responsable, parando éste los trabajos hasta que no se sustituyan los ganchos de seguridad afectados por otros que funcionen correctamente.
- En el izado de cargas, se colocarán los pestillos de seguridad hacia fuera, de este modo el alma de cada gancho serán los elementos que soporten la tensión que la carga les transmitirá al ser izada y no sean los pestillos los que soporten dicha tensión.

- El punto de anclaje se seleccionará correctamente y no se elegirán puntos sueltos o puntos que no formen parte de la propia estructura.
- Antes de la utilización de cualquier máquina o herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad instalados y en buen estado para evitar accidentes.
- Se iluminará y señalizará convenientemente la zona de trabajo.
- Todos los equipos y accesorios de izado estarán debidamente homologados y se emplearán conforme a las instrucciones de uso de su fabricante, siempre por personal debidamente formado y autorizado.
- El responsable del izado de cargas deberá ver en todo momento la carga, y si no fuera posible, las maniobras serán realizadas con un guía destinado a ese trabajo.
- No seguirán las cargas con la mano cuando esta esté izada. Se utilizarán cabos guía para el manejo de la carga.

## **6.2.2. INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD: RIESGOS**

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Proyección de partículas
- Cortes y golpes por herramientas
- Caídas de objetos desprendidos
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Incendios

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Cuadro eléctrico de obra:

Las condiciones de seguridad para las instalaciones eléctricas de las obras de construcción están recogidas en el Reglamento de Baja Tensión (R.D.842-2002, publicado en el BON núm. 224 de 18/09/2002 y vigente desde el año 2003) y fundamentalmente en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-33 para instalaciones provisionales y temporales de obras.

Las envolventes, paramenta, las tomas de corriente y los elementos de la instalación que estén a la intemperie deberán tener como mínimo un grado de protección IP45 según la norma UNE20.324. Este grado está simbolizado por dos gotas de agua cada una de ellas dentro de un triángulo.

Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidos por dispositivos diferenciales de 30 mA de sensibilidad (o más sensibles), la alimentación a muy baja tensión de seguridad MBTS o utilización de transformador de separación de circuitos.

La alimentación de los aparatos de utilización debe realizarse a partir de cuadros de distribución en los que se integren:

- Dispositivos de protección contra las sobrecorrientes
- Dispositivos de protección contra los contactos indirectos
- Bases de toma de corriente

### **Instalación eléctrica provisional:**

Previa consulta de la compañía a la que se le suministra el fluido eléctrico, se establecerá la acometida general de la obra, realizando la compañía sus instalaciones desde las cuales se procederá a montar la instalación de obra. Se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

A continuación, se detallarán las medidas preventivas que se deberán adoptar en la ejecución de los trabajos ya descritos, referidos a la instalación eléctrica, tanto a la instalación provisional de obra, como a la permanente.

- Todas las instalaciones eléctricas deberán disponer de su correspondiente toma de tierra, la cual irá conectada a la línea general de tierra del edificio.
- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.
- Se verificará el aislamiento tanto de las máquinas como de los cables. Para evitar contactos eléctricos indirectos por el uso de herramientas eléctricas. Todas las herramientas eléctricas tendrán doble aislamiento, así como clavijas adecuadas y cable de alimentación en buen estado. El circuito al que se conectan tiene un interruptor diferencial de 0.03 A.

Si se usan cables de extensión, las conexiones se harán comenzando por la máquina y siguiendo hacia la toma de corriente. Las tomas de corriente de todas las máquinas o herramientas serán adecuadas a los enchufes de los cuadros auxiliares, quedando prohibido eliminar la conexión a tierra. La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla y conectados a 24 V.

#### **Conductores:**

El grado de protección para los conductores será I.P.44 para ambientes húmedos y polvorientos. Las mangueras eléctricas en general estarán protegidas mecánicamente cuando discurran por el suelo y, a ser posible, su instalación será preferentemente aérea.

La identificación de conductores en función del color de la capa aislante corresponderá a la siguiente especificación, y su dimensionamiento en función de la potencia del circuito y las intensidades máximas admisibles a la sección que corresponda.

- Conductor Neutro: Azul
- Conductor Fase R: Negro
- Conductor Fase S: Marrón
- Conductor Fase T: Gris
- Conductor Protección: Amarillo-Verde

Los conductores de protección tienen como misión unir eléctricamente las masas metálicas de las distintas máquinas empleadas en la obra para asegurar la protección contra contactos eléctricos indirectos por corrientes de derivación. Dichos conductores irán alojados en los mismos tubos de protección que los conductores activos.

#### **Medios de protección para posibles contactos:**

Para protección contra contactos eléctricos directos se tendrán presentes las siguientes medidas:

- Distancia seguridad partes activas de las instalaciones
- Aislamiento efectivo de las partes activas

Para protección contra contactos eléctricos indirectos

- Interruptor diferencial completado con la puesta a tierra de la instalación
- Tensión de seguridad
- Doble aislamiento

#### **Maquinaria:**

En cuanto a la distinta maquinaria empleada en la obra y respecto a las condiciones que debe cumplir la instalación eléctrica, es de tener presente la maquinaria de elevación (grúa, cabrestante, monta cargas).

Toda la maquinaria contará con el grado de protección adecuado a trabajos intemperie y a este respecto están clasificadas como Clase 01, en el vigente Reglamento (M.I.B.T.031) y su grado de protección mínimo será IP. 55.

Los pulsadores de accionamiento de marcha y paro estarán suficientemente separados para no confundirlos. El pulsador de parada se distinguirá de los demás y se pintará en color rojo. Estarán protegidos de la lluvia y caída de materiales por sistemas de estanqueidad y protecciones sólidas y material aislante.

En general los armarios de maniobra independientes para el suministro de energía a estas máquinas y botones de accionamiento tendrán sus puntos cerrados y cajas de conexión protegidas.

Se vigilará la continuidad de los conductores y de la puesta a tierra.

#### **Instalación permanente de electricidad:**

La instalación constará de cuadro de distribución, y la instalación interior, propiamente dicha, será realizada de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión.

Para la colocación de las canalizaciones se procederá a la apertura de rozas, por procedimiento manual (uso de martillo y puntero), o bien por medios mecánicos, debiendo el personal que use la herramienta estar familiarizado con el trabajo de la misma.

La instalación eléctrica del edificio se complementa con las líneas para los servicios comunes, pudiendo ser de alumbrado (escaleras, garaje...) y fuerza motriz (ascensores, montacargas...).

La seguridad en el montaje de la instalación definitiva de electricidad depende en gran parte del estado de seguridad y conservación de la instalación provisional eléctrica de la obra y del cumplimiento de las normas de seguridad contenidas en la misma, puesto que la instalación definitiva es consecuencia de la provisional.

### **6.2.3. PROTECCIONES COLECTIVAS:**

- Toma de tierra
- Disyuntor diferencial
- Plataformas de trabajo reglamentarias (anchura mínima 0,6 m)
- Barandillas reglamentarias en trabajos sobre plataformas a más de 2 m de altura
- Protección de huecos verticales (ventanas, oberturas, claraboyas...)
- Condena de huecos horizontales con mallazo o similar
- Protección propia de la maquinaria (resguardos, carcasas...)

### **6.2.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI'S) A UTILIZAR:**

- Casco de protección (EN397)
- Botas de seguridad con puntera reforzada de acero y con suela aislante frente a contacto eléctricos (UNE- EN-ISO-20345)
- Ropa de trabajo
- Guantes de trabajo aislantes (EN 60 903)
- Herramientas con mango aislante

### **6.2.5. TRABAJOS DE SOLDADURA: RIESGOS**

- Caídas de altura (en función de donde se realice el trabajo)
- Caídas al mismo nivel
- Atrapamiento entre objetos
- Aplastamiento de manos por objetos pesados
- Los derivados de radiaciones de arco voltaico
- Los derivados de inhalaciones 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

### Medidas preventivas:

- La zona de trabajo se mantendrá limpia y ordenada en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos.
- Se suspenderán los trabajos en soldadura en exteriores con vientos iguales o superiores a 60 km/h o bajo régimen de lluvias.
- Los porta electrodos tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad.
- No se utilizarán porta electrodos deteriorados.
- Las operaciones de soldadura no se realizarán con tensiones superiores a 150 voltios si los equipos están alimentados con corriente continua.
- El soldador se protegerá con pantalla de mano siempre que suelde, evitando así las radiaciones de arco voltaico.
- No se mirará nunca directamente al arco voltaico, ya que la intensidad luminosa puede producir lesiones grave en ojos.
- El cordón de soldadura se picará utilizando protección ocular, ya que las esquirlas de la cascarilla desprendida pueden producir graves lesiones en los ojos.
- No se tocarán las piezas recientemente soldadas, puesto que pueden estar a temperaturas que produzcan serias quemaduras.
- Se soldará siempre que sea posible, y cuando el tipo de trabajo que se ejecute no lo impida, en lugares ventilados.
- Cuando se suelde en altura se comprobará que no hay operarios en la vertical de trabajo
- Todo grupo que se utilice llevará incorporado protector de clemas
- Antes de iniciar la soldadura se comprobará que el equipo está correctamente conectado a tierra.
- Aunque salte el disyuntor diferencial no debe anularse la toma de tierra de la carcasa del grupo de soldar.
- Se desconectará totalmente el grupo de soldadura cada vez que se haga una pausa de consideración (almuerzo, comida o desplazamiento a otro lugar).
- Las mangueras eléctricas estarán conectadas mediante conexiones estancas a la intemperie. Se evitará en todo momento las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.

- En cuanto se detecte una manguera deteriorada se procederá a su cambio. En caso de que sea necesario hacer un empalme se protegerá mediante forrillos termo retráctiles.
- Se escogerá el cordón adecuado para el cordón a ejecutar.
- Se comprobará el perfecto aislamiento de las Pinzas porta electrodos y de los bornes de conexión.

#### **Equipos de protección individual:**

- Casco de polietileno en caso de que exista posibilidad de caídas de objetos desprendidos o se realicen trabajos en niveles superiores
- Yelmo de soldador (casco + careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual
- Guantes de cuero
- Manguitos de cuero
- Polainas de cuero
- Mandil de cuero
- Ropa de trabajo
- Cinturón de seguridad clase A, B o C según las necesidades y riesgos a prevenir

#### **6.2.6 REDES DE SEGURIDAD**

El montaje de las redes de seguridad debe ser realizado por personal formado siguiendo el procedimiento establecido en el manual de instrucciones del fabricante:

- Si se utilizan como protección de caída lateral, la anchura de recogida, es decir, la distancia horizontal entre el borde del área de trabajo y el borde de la red de seguridad, estarán en relación con la caída de altura según la siguiente tabla.

<b>Altura de caída</b>	$\leq 1,0\text{m}$	$\leq 3,0\text{m}$	$\leq 6,0\text{m}$
<b>Altura de recogida</b>	$\geq 2,0\text{m}$	$\geq 2,5\text{m}$	$\geq 3,0\text{m}$

- El sistema tipo S de redes de seguridad debe instalarse con cuerdas de atado en puntos de anclaje separados menos de 2,5 m y capaces de resistir la carga característica de al menos 6 kN aplicada con un ángulo de 45°.

- La unión de distintas unidades de redes de seguridad se hará con cuerdas normalizadas de manera que no existan distancias mayores a 100 mm sin sujetar dentro del área de la red. En el caso de unión de sistemas de red tipo S de redes de seguridad por solapado, el solape debe ser al menos de 2 metros.
- La red de seguridad del sistema tipo V debe estar sujeta a soportes tipo horca cuyas dimensiones y sección resistente estarán fijados por el fabricante del sistema en función de los ensayos requeridos por la Norma UNE-EN 1263-1.
- La red de seguridad se unirá al soporte tipo horca por su borde superior y al edificio por su borde inferior de manera que:
  - La distancia entre horcas sea inferior a 5m.
  - La distancia entre los elementos de anclaje del borde inferior sea inferior a 50 cm.
  - El borde superior de la red debe estar sujeto a los soportes tipo horca por medio de cuerdas de atado.
  - El borde superior de la red de seguridad debe estar situado, al menos 1 metro por encima del área de trabajo.

#### **6.2.7 PLAN DE ACCESOS:**

Los trabajadores que intervendrán en la instalación accederán a la obra y una vez dentro, mantendrán los accesos a la cubierta limitados. El control de accesos deberá realizarse mediante el Recurso Preventivo o el Jefe de Obra y supervisado periódicamente por el Coordinador de Seguridad en fase de ejecución. Deberán tomar nota de todas las personas que accedan a la obra y dar de alta y cumplimentar el Libro de Subcontratación.

Tanto el Jefe de Obra como el Recurso Preventivo designado que actuarán como recurso preventivo, deberán disponer de la formación mínima exigible legalmente para poder realizar tal función, además de las formaciones en PRL de trabajos en altura, manipulación manual de cargas y las correspondientes a las de veinte horas específicas del convenio colectivo que les sea de aplicación. Así como aquellas formaciones en material de seguridad y salud específicas que sean legalmente exigibles, especialmente en el momento de la conexión y puesta en marcha de la instalación, etc. Especialmente si los *Strings* van conectados a 1000V de CC por tramo o *string*.

Todos los trabajadores dedicados al montaje de la estructura deberán estar autorizados al uso de maquinaria por parte del empresario, tanto convencional como especial y deben de acreditar su formación específica al tal efecto, antes del inicio de los trabajos, según lo que indica el RD39/1997 en las competencias en materia de Prevención de los Técnicos superiores en PRL.

La jornada de trabajo podrá ser de lunes a viernes de 7:30 de la mañana a 18:00 horas de la tarde.

#### **6.2.8 GOLPE DE CALOR:**

##### **Definición y riesgos:**

Cuando el cuerpo es incapaz de enfriarse mediante el sudor en actividades laborales que se realizan en medios muy calurosos, como la agricultura, la construcción, los trabajos en autopistas, canteras, reparación de calles, etc. Pueden presentarse una gran variedad de trastornos como:

- Síncope
- Edema
- Calambres
- Agotamiento
- Afecciones cutáneas

El efecto más grave de la exposición a situaciones de calor intenso es el llamado “golpe de calor”, que se caracteriza por una elevación incontrolada de la temperatura corporal, pudiendo causar lesiones en los tejidos. La elevación de la temperatura provoca una disfunción del sistema nervioso central y un fallo en el mecanismo normal de regulación térmica, acelerando el aumento de la temperatura corporal. Cuando se produce un golpe de calor se produce:

- Cese de la sudoración
- Aparición de convulsiones
- Aumento del ritmo respiratorio y cardiaco
- La temperatura corporal puede llegar a superar los 40 grados centígrados
- Aparición de alteraciones de conciencia

**Prevención:**

Informar a los trabajadores antes de realizar un esfuerzo físico en un ambiente caluroso, sobre la carga de trabajo y el nivel de estrés por calor que tendrán que soportar, así como sobre los riesgos de sufrir un golpe de calor.

Conocer los síntomas de los trastornos producidos por el calor:

- Mareo
- Palidez
- Dificultades respiratorias
- Palpitaciones y sed extrema.
- Evitar, o al menos reducir, el esfuerzo físico durante las horas más calurosas del día. Prever fuentes de agua potable próximas a los puestos de trabajo.
- Utilizar ropa amplia y ligera, con tejidos claros que absorban el agua y que sean permeables al aire y al vapor, ya que facilitan la disipación del calor.
- Evitar beber alcohol o bebidas con cafeína, ya que deshidratan el cuerpo y aumenta el riesgo de sufrir enfermedades debidas al calor.
- Distribuir el volumen de trabajo e incorporar ciclos de trabajo-descanso. Es preferible realizar ciclos breves y frecuentes de trabajo-descanso que períodos largos de trabajo y descanso.
- Dormir las horas suficientes y seguir una buena nutrición, son importantes para mantener un alto nivel de tolerancia al calor.
- Proteger la cabeza con casco, gorras o sombreros, según sea el trabajo realizado. Utilizar cremas de alta protección contra el sol.
- Beber agua fresca, si la víctima está consciente.
- Incrementar paulatinamente la duración de la exposición laboral hasta alcanzar la totalidad de la jornada para lograr la aclimatación a las altas temperaturas.
- Evitar la exposición directa de la piel al sol.
- Evitar comidas calientes y pesadas.
- Beber un vaso de agua cada cuarto de hora.
- En las pausas, hay que descansar en lugares frescos y a la sombra.

### **Primeros Auxilios**

Colocar a la persona accidentada en un lugar fresco y aireado. Se debe reducir la temperatura corporal disminuyendo la exposición al calor y facilitando la disipación de calor desde la piel. Se deben quitar las prendas innecesarias y airear a la víctima.

Refrescar la piel. Es conveniente la aplicación de compresas de agua fría en la cabeza y empapar con agua fresca el resto del cuerpo. El enfriamiento del rostro y la cabeza puede ayudar a reducir la temperatura del cerebro. Es conveniente abanicar a la víctima para refrescar la piel.

No controlar las convulsiones. Las convulsiones son movimientos musculares que se producen de manera incontrolada debido a un fallo en el sistema nervioso central. Si se intentan controlar estos movimientos, se podrían producir lesiones musculares o articulares importantes. Es conveniente colocar algún objeto blando (ropa, almohada, cojín, etc.) debajo de la cabeza de la víctima para evitar que se golpee contra el suelo.

Trasladar al paciente a un hospital.

### **7. PLIEGO DE CONDICIONES.**

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre se ocupa de las obligaciones del Promotor, reflejadas en los Artículos 3 y 4; Contratista, en los Artículos 7, 11, 15 y 16; Subcontratistas, en el Artículo 11, 15 y 16 y Trabajadores Autónomos en el Artículo 12.

El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Estudio de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del Proyecto de Ejecución de Obra. Dicho Estudio de Seguridad y Salud será visado en el Colegio profesional correspondiente.

Asimismo, se abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra tras aprobar el documento anexo presentado por la Empresa Constructora.

El Promotor vendrá obligado a abonar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra los honorarios devengados en concepto de aprobación del Plan de Seguridad y Salud, así como los de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

El Real Decreto 1627/1997 indica que cada contratista debe elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El Plan de Seguridad y Salud que analice, estudie, desarrolle y complemente este Estudio de Seguridad y Salud constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrán implicar disminución del importe total ni de los niveles de protección. La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.

La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.

Para aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio a una entidad especializada ajena a la Empresa.

La definición de estos Servicios, así como la dependencia de determinar una de las opciones que hemos indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 en sus artículos 30 y 31, así como en la Orden del 27 de junio de 1997 y Real Decreto 39/1997 de 17 de enero.

El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha Ley.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el Artículo 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

El empresario deberá consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el Artículo 33 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

#### **7.1. CONDICIONES GENERALES EN LA OBRA:**

El presente Pliego de Condiciones técnicas particulares de seguridad y salud, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- A.) Exponer todas las obligaciones en materia de SEGURIDAD Y SALUD en el TRABAJO, de la Empresa ENERGY GREEN TECHNOLOGIES S.L. contratista adjudicataria del proyecto de PLIEGO CONDICIONES TIPO EDIFICACIÓN, con respecto a este ESTUDIO de SEGURIDAD y SALUD.
- B.) Concretar la calidad de la PREVENCIÓN decidida.
- C.) Exponer las ACTIVIDADES PREVENTIVAS de obligado cumplimiento en los casos determinados por el PROYECTO constructivo y exponer las ACTIVIDADES PREVENTIVAS que serán propias de la Empresa Contratista.
- D.) Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la PREVENCIÓN que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito.
- E.) Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la PREVENCIÓN decidida y su administración.
- F.) Establecer un determinado programa formativo en materia de SEGURIDAD Y SALUD que sirva para implantar con éxito la PREVENCIÓN diseñada.

Todo eso con el objetivo global de conseguir la obra; sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de SEGURIDAD Y SALUD, y que han de entenderse como a transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

## 7.2 LEGISLACIÓN GENERAL APLICABLE

### Normativa:

La ejecución de la obra objeto del Estudio de Seguridad y Salud estará regulada por la Normativa de obligada aplicación que a continuación se cita.

Esta relación de textos legales no es exclusiva ni excluyente respecto de otra Normativa específica que pudiera encontrarse en vigor.

- VI CONVENIO DE LA CONSTRUCCIÓN (2017).
- II CONVENIO DEL METAL, (2017).
- RESOLUCIÓN de 1 de agosto de 2007, de la dirección general de Trabajo, por la que se inscribe en el registro y se publica el IV Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción. (BOE núm. 197, viernes 17 de agosto de 2007).
- REAL DECRETO 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la Subcontratación en el sector de la Construcción. (BOE núm. 250, jueves de 19 octubre).
- REAL DECRETO 604/2006, DE 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. (BOE núm. 86 de fecha 11 de abril de 2006).
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. (BOE núm. 60, de 11 de marzo de 2006)
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales. (BOE núm. 27, sábado 31 de enero de 2004)

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (BOE núm. 298, sábado 13 de diciembre)
- Real Decreto 836, de 27 de junio, (BOE del 17 de julio de 2003, núm. 170). Por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Real Decreto 255/2003, 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan. En especial a la ITC-BT-33: - Instalaciones provisionales y temporales de obras -.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, (B.O.E. 21-6-2001) sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, (B.O.E. 1-5-2001) sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, con su correspondiente Guía Técnica del INSHT.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, (B.O.E. 10-11-1997) Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, (B.O.E. 7-8-1997) por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, (B.O.E. 18-7-1997) sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, con su correspondiente Guía Técnica del INSHT.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril (B.O.E. 23-4-1997) sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores, con su correspondiente Guía Técnica del INSHT.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, (B.O.E. 23-4-1997) sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, con su correspondiente Guía Técnica del INSHT.

- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, (B.O.E. 8-2-1995) por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre (B.O.E. 11-12-1992). Dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas (Comercialización).
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, (B.O.E. 21-11-1989) sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido durante el trabajo.
- ORDEN TAS/2926/2002, de 19 de noviembre de 2002, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. BOE núm. 279 de 21 de noviembre de 2002.
- RD 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión. BOE núm. 224 de 18 de septiembre.
- R.D. 1.435/1.992 modificado por R.D. 56/1.995, dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- R.D. 1.495/1.986, modificación R.D. 830/1.991, aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas.
- Orden de 23/05/1.977 modificada por Orden de 7/03/1.981. Reglamento de aparatos elevadores para obras.
- Orden de 28/06/1.988 por lo que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas torres desmontables para obras.
- Reglamento Electrotécnico de baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Orden de 20/09/1.986: Modelo de libro de Incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo..
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, (B.O.E. 25-10-1997) por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

### 7.3 LEGISLACIÓN ELÉCTRICA APLICABLE:

#### A) NORMATIVA ESTATAL

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorizaciones de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310 de 27/12/2000) y sus modificaciones
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE núm. 224, de 18/09/2002) y sus modificaciones.
- Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE núm. 67, de 18/03/2008).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (BOE núm. 295, de 08/12/2011) y sus modificaciones.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. (BOE núm. 139, de 09/06/2014)
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo, así como a la memoria técnica de diseño o proyecto y que ha superado las pruebas y verificaciones reglamentarias (BOE núm. 243, de 10/10/2015) y sus modificaciones.
- Real Decreto 15/2018, de 5 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de energía eléctrica (BOE núm. 242, de 06/10/2018) y sus modificaciones.

- Real decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de energía eléctrica (BOE núm. 83, de 06/04/2019).
- Ley 49/1960 de 21 de julio sobre propiedad horizontal (texto consolidado). (BOE núm. 176 de 23/07/1960)
- Real decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código técnico de Edificación (BOE núm. 74, de 28/03/2006).
- Código técnico de la Edificación: Seguridad Estructural: Base de Cálculo y Acciones en la Edificación.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por el que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real decreto 485/1997, de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalizaciones de seguridad y salud en el trabajo. (BOE núm. 97, de 23/04/1997).
- Real decreto 486/1997, de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalizaciones de seguridad y salud en el trabajo. (BOE núm. 97, de 23/04/1997).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo (L31/95).
- Instalaciones de enlace de Iberdrola. Cajas de protección y medida NI 42.72.00.
- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada.
- UNE 206008:2013 IN Energía solar fotovoltaica. Términos y definiciones.
- UNE-EN ISO 9488:2001 Energía solar. Vocabulario. (ISO 9488:1999).
- UNE-EN 60269-6:2012 Fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica.
- UNE-EN 50618:2015 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.
- UNE-EN 61727:1996 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- UNE-EN 62446-1:2017 Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.
- UNE-EN 62852:2015 Conectores para aplicaciones de corriente continua en sistemas fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayo.

- UNE-EN 60891:2010 Dispositivos fotovoltaicos. Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiación de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos.
- UNE-EN 50524:2010 Información de las fichas técnicas y de las placas de características de los inversores fotovoltaicos.
- UNE-EN 50438:2014 Requisitos para la conexión de microgeneradores en paralelo con redes generales de distribución en baja tensión.
- UNE 206007-1:2013 IN Requisitos de conexión a la red eléctrica. Parte 1: Inversores para conexión a la red de distribución.
- UNE-EN 61173 Parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos autónomos.
- UNE-EN 61215 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre.
- UNE-EN 61277 Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- UNE-EN Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- UNE-HD 60364-7-712. Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).

a) **NORMATIVA AUTONÓMICA**

- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat (DOCV núm. 4999, de 05/05/2005).
- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional (DOCV núm. 6389, de 03/11/2010).
- Ley 2/2012, de 14 de junio de la Generalitat, de Medidas Urgentes de Apoyo a la iniciativa Empresarial y a los Emprendedores, Microempresas y Pequeñas Y Medianas Empresas de la Comunidad Valenciana (DOCV núm. 6800, de 20/06/2012).

#### **7.4 LEGISLACIÓN DE OBRA CIVIL APLICABLE:**

- Código Técnico de la Edificación, DBSE-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.

### **8. PROTECCIONES COLECTIVAS.**

#### **8.1 Vallas de cierre.**

La protección de todo el recinto de la obra se realizará mediante vallas autónomas de limitación y protección.

Estas vallas se situarán en el límite de la parcela tal como se indica en los planos y entre otras reunirán las siguientes condiciones:

- Tendrán 2 metros de altura.
- Dispondrán de puerta de acceso para vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente de acceso de personal.
- La valla se realizará a base de pies de madera y mallazo metálico electrosoldado.
- Esta deberá mantenerse hasta la conclusión de la obra o su sustitución por el vallado definitivo.

#### **8.2 Tableros.**

La protección de los riesgos de caída al vacío por los huecos existentes en el forjado se realizará mediante la colocación de tableros de madera.

Estos huecos se refieren a los que se realizan en obra para el paso de ascensores, montacargas y pequeños huecos para conductos de instalaciones.

Los tableros de madera deberán tener la resistencia adecuada y estarán formados por un cuajado de tablonces de madera de 7 x 20 cm. sujetos inferiormente mediante tres tablonces transversales, tal como se indica en los Planos.

### **8.3 Barandillas.**

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral en las plantas ya desencofradas, por las aberturas en fachada o por el lado libre de las escaleras de acceso se realizará mediante la colocación de barandillas.

La obligatoriedad de su utilización se deriva de lo dispuesto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en sus artículos 17, 21 y 22 y la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica en su artículo 187.

La disposición y sujeción de esta al forjado se realizará según lo dispuesto en Planos.

### **8.4 Andamios tubulares.**

La protección de los riesgos de caída al vacío por el borde del forjado en los trabajos de cerramiento y acabados del mismo deberá realizarse mediante la utilización de andamios tubulares perimetrales.

Se justifica la utilización del andamio tubular perimetral como protección colectiva en base a que el empleo de otros sistemas alternativos como barandillas, redes, o cinturón de seguridad en base a lo dispuesto en los artículos 187, 192 y 193 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica, en estas fases de obra y debido al sistema constructivo previsto no alcanzan el grado de efectividad que para la ejecución de la obra se desea.

El uso de los andamios tubulares perimetrales como medio de protección deberá ser perfectamente compatible con la utilización del mismo como medio auxiliar de obra, siendo condiciones técnicas las señaladas en el capítulo correspondiente de la memoria descriptiva y en los artículos 241 al 245 de la citada Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

### **8.5 Plataformas de recepción de materiales en planta.**

Los riesgos derivados de la recepción de materiales paletizados en obra mediante la grúa-torre solo pueden ser suprimidos mediante la utilización de plataformas receptoras voladas.

Su justificación se encuentra en los artículos 277 y 281 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Las plataformas voladas que se construyan en obra deberán ser sólidas y seguras, convenientemente apuntaladas mediante puntales suelo-techo, tal como se indica en los planos.

Las plataformas deberán ser metálicas y disponer en su perímetro de barandilla que será practicable en una sección de esta para permitir el acceso de la carga a la plataforma.

## **9. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA.**

### **“TODA LA MAQUINARIA DISPONDRÁ DE MARCADO CE O DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD”**

Las máquinas con ubicación fija en obra, tales como grúas torre y hormigonera serán las instaladas por personal competente y debidamente autorizado.

El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo de tal personal, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante de las máquinas.

Las operaciones de instalación y mantenimiento deberán registrarse documentalmente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. De no existir estos libros para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización; deberán ser revisadas con profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.

Especial atención requerirá la instalación de las grúas torre, cuyo montaje se realizará por personal autorizado, quien emitirá el correspondiente certificado de "puesta en marcha de la grúa" siéndoles de aplicación la Orden de 28 de junio de 1.988 o Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de aparatos elevadores, referente a grúas torre para obras.

Las máquinas con ubicación variable, tales como circular, vibrador, soldadura, etc. deberán ser revisadas por personal experto antes de su uso en obra, quedando a cargo del Servicio de

Prevención la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra deberá estar debidamente autorizado para ello, proporcionándosele las instrucciones concretas de uso.

## **10. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los Planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Norma UNE 21.027.

Todas las líneas estarán formadas por cables unipolares con conductores de cobre y aislados con goma o policloruro de vinilo, para una tensión nominal de 1.000 voltios.

La distribución de cada una de las líneas, así como su longitud, secciones de las fases y el neutro son los indicados en el apartado correspondiente a planos.

Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.

Los conductores de protección serán de cobre electrolítico y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. Sus secciones mínimas se establecerán de acuerdo con la tabla V de la Instrucción MI.BT 017, en función de las secciones de los conductores de fase de la instalación.

Los tubos constituidos de P.V.C. o polietileno, deberán soportar sin deformación alguna, una temperatura de 60º C

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

- Azul claro: Para el conductor neutro.
- Amarillo/Verde: Para el conductor de tierra y protección.

- Marrón/Negro/Gris: Para los conductores activos o de fase.

En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobrecargas (sobrecarga y corte circuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

Dichos dispositivos se instalarán en los orígenes de los circuitos, así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Los aparatos por instalar son los siguientes:

- Un interruptor general automático magnetotérmico de corte omnipolar que permita su accionamiento manual, para cada servicio.
- Dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos. Estos dispositivos son interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omnipolar, con curva térmica de corte. La capacidad de corte de estos interruptores será inferior a la intensidad de corto circuitos que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos de los circuitos interiores tendrán los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las intensidades máximas admisibles en los conductores del circuito que protegen.

Dispositivos de protección contra contactos indirectos que al haberse optado por sistema de la clase AC, son los interruptores diferenciales sensibles a la intensidad de defecto. Estos dispositivos se complementarán con la unión a una misma toma de tierra de todas las masas metálicas accesibles. Los interruptores diferenciales se instalan entre el interruptor general de cada servicio y los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, a fin de que estén protegidos por estos dispositivos.

En los interruptores de los distintos cuadros, se colocarán placas indicadoras de los circuitos a que pertenecen, así como dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y la alimentación directa a los receptores.

## **11. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR.**

Las instalaciones provisionales y de asistencia sanitaria se adecuarán al anexo 4 del R.D. 1627/97 haciendo hincapié en el apartado 15.

### **VESTUARIOS:**

Se cubrirán las necesidades según el número de operarios que haya en cada fase de la obra, instalándose tantos módulos como sean necesarios para cubrir tal superficie.

La altura libre a techo será de 2,30m.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria. Asimismo, dispondrán de ventilación independiente y directa.

Los vestuarios estarán provistos de una taquilla individual con llave para cada trabajador y asientos.

Se habilitará un tablón conteniendo el calendario laboral, Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica y las notas informativas de régimen interior que la Dirección Técnica de la obra proporcione.

### **ASEOS:**

Estos locales dispondrán los siguientes elementos sanitarios:

- ducha/s.
- inodoro/s.
- lavabo/s.
- espejo/s.

Completándose con los elementos auxiliares necesarios: Toalleros, jaboneras, etc.

Dispondrá de agua caliente en duchas y lavabos.

Los suelos, techos y paredes serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria; asimismo dispondrán de ventilación independiente y directa.

La altura libre de suelo a techo no deberá ser inferior a 2,30 metros, teniendo cada uno de los retretes una superficie de 1 x 1,20 metros.

#### **BOTIQUINES:**

- Se dispondrá de un cartel claramente visible en el que se indiquen todos los teléfonos de urgencia de los centros hospitalarios más próximos; médicos, ambulancias, bomberos, policía, etc.
- En todos los centros de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Los botiquines estarán a cargo de personas capacitadas designadas por la empresa.
- Se revisará mensualmente su contenido y se repondrá inmediatamente lo usado.
- El contenido mínimo será: Agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, torniquete, bolsas de goma para agua y hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, hervidor y termómetro clínico.

#### **12. PRESCRIPCIONES DE UTILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ÚTILES, HERRAMIENTAS, SISTEMAS Y EQUIPOS PREVENTIVOS.**

- Todas las prendas de protección individual o elementos de protección colectiva serán desechadas al término de su vida útil.
- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda ó equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha en que fue entregado.
- Toda prenda personal o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.
- Aquellas prendas que, por su uso, hayan adquirido más holguras ó tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.
- El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

### **Equipos de protección individual:**

Todo elemento de protección individual se ajustará a la normativa vigente.

### **Sistemas de protección colectiva:**

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a la normativa vigente y a las características fundamentales siguientes:

- El material instalado en la obra (barandillas, vallas, etc....), deberá colocarse conforme al manual de instrucciones con el fin de evitar caídas imprevistas de los mismos.

### **SEÑALIZACIONES Y BALIZAMIENTO**

- Las señales, cintas y balizas estarán de acuerdo con la normativa vigente.
- En las entradas a la obra se colocarán carteles de PVC indicativos de “peligro obra”, “prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra”, y señal de “uso obligatorio de casco”, ver plano nº.
- Se colocarán señales normalizadas de tráfico, estas estarán ubicadas en las puertas de entrada de vehículos, indicarán “prohibición de aparcar” y “STOP”, ver en plano N.º, plano de planta.
- Se colocarán en desniveles inferiores a dos metros cinta de señalización de color amarillo y negro con bandas oblicuas de 45º.
- Se designará una zona para acopios de materiales los cuales estarán vallados con valla metálica sobre pies firmes de hormigón.

### **ESCALERAS DE MANO**

- Las escaleras de mano se regirán por lo prescrito en la ficha de “escaleras de mano” de este plan. Para desniveles de 5 o más metros está prohibido utilizar escaleras manuales. Se utilizarán escaleras montadas con elementos de andamios (según norma EN-12810 y sus apartados correspondientes)

- Para más información ver apartado correspondiente de escaleras de mano en memoria descriptiva.

#### BARANDILLAS DE SEGURIDAD

- El riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante sistemas homologados, tales como barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Todos los elementos que configuran el conjunto de sistemas de protección (barandilla principal con una altura mínima de 90 cm , barandilla intermedia, plinto o rodapié con una altura sobre la superficie de trabajo tal que impida la caída de objetos y materiales y postes ) serán resistentes . Estarán constituidos por materiales rígidos y sólidos, no podrán utilizarse como barandillas, cuerdas, cintas, cadenas, etc. Así como elementos de señalización y balizamiento.
- Cuando las barandillas utilizadas en la obra de sean extensibles tener en cuenta que la longitud máxima al extenderlas será de 2.50m, a no ser que el fabricante expresamente indique otra distancia.

#### PÓRTICOS LIMITADORES DE GALIBO.

- Dispondrán de dintel debidamente señalizado.

#### PÓRTICOS PROTECTORES DE TENDIDOS AÉREOS.

- Se construirán a base de soportes y dintel debidamente señalizados. Se situarán carteles a ambos lados del pórtico anunciando la limitación de altura.

#### TAPAS PARA PEQUEÑOS HUECOS Y ARQUETAS

- Sus características y colocación impedirán con garantía la caída de personas y objetos

#### ENTIBACIONES, APEOS Y PROTECCIONES

- Tanto las entibaciones en zanja, como los apeos y protecciones de edificaciones, se realizarán según las características del terreno y situación del edificio a proteger, realizando los trabajos necesarios para evitar los posibles daños previsibles.

#### VALLAS AUTÓNOMAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN

- Tendrán como mínimo, 1 m de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de soportes para mantener su verticalidad.

#### TOPES DE DESPLAZAMIENTO DE VEHÍCULOS

- Se podrán realizar con un par de tabloncillos embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo o de otra forma eficaz.

#### RIEGOS

- Las zonas de paso de vehículos y maquinaria se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo.

#### CABLES Y ANCLAJES DE SUJECCIÓN DE ARNÉS ANTICAÍDAS

- Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

#### INTERRUPTORES DIFERENCIALES Y TOMAS DE TIERRA

- La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será de 30 mA . La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V en ambientes húmedos y 50 V en ambientes secos. Se medirá su resistencia periódicamente.

#### EXTINTORES

- Se colocará un extintor de polvo ABC en caseta de obra de 9 Kg, ver ubicación en el plano, y otro extintor de CO2 de 5 Kg. junto a Cuadro Eléctrico de obra, ver ubicación en plano.

- Así mismo se colocará extintor en todos los vehículos de EMPRESA CONTRATISTA
- Se sustituirán los extintores por no estar en buen estado- caducado, falta de presión, manguera defectuosa, envase golpeado, etc.
- Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 3 meses como máximo.

### **13. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.**

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

### **14. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

#### **14.1 PROTECCIÓN PERSONAL.**

Todo elemento de protección personal dispondrá de marca CE siempre que exista en el mercado.

En aquellos casos en que no exista la citada marca CE, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

El encargado del Servicio de Prevención dispondrá en cada uno de los trabajos en obra la utilización de las prendas de protección adecuadas.

El personal de obra deberá ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual que se le proporcionen. En el caso concreto del cinturón de seguridad, será preceptivo que el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra proporcione al operario el punto de anclaje o en su defecto las instrucciones concretas para la instalación previa del mismo.

Cada trabajador deberá utilizar los equipos indicados específicamente para su puesto de trabajo. Estos equipos determinados para cada puesto de trabajo ya se han enumerado en el apartado dedicado a cada una de las maniobras que integran esta obra.

Además de los equipos indicados (que se han definido en la ficha de cada uno de los puestos de trabajo) todos los trabajadores deberán utilizar los equipos de protección individual que se enumeran a continuación, independientemente del puesto de trabajo asignado. En los cursos de FORMACIÓN se han indicado los riesgos de los que protege cada uno de estos equipos y cuando deben ser utilizados, por tanto, el trabajador deberá utilizar estos equipos cuando vea o descubra uno de estos riesgos. Deberán utilizarse estos equipos cuando sea necesario su uso, aunque este PLAN no indique específicamente su uso en un momento o actuación determinada.

- Casco con pantalla facial abatible (en el caso de manejarse segadora y sierras portátiles)
  - EN-397
  - Marcado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- Casco de seguridad
  - EN-397
  - Marcado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- Cinturón anti vibratorio (para los conductores de maquinaria)

- Mercado CE de conformidad
- EN
  
- Protectores auditivos
  - EN-352-1
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- Mascarilla antipolvo
  - EN-149
  - Mercado CE de conformidad.
  - Categoría III
  
- Gafas antipolvo
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- Guantes de neoprene
  - EN-388
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- Guantes de látex (anticorte)
  - EN-388
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- Botas de seguridad

- EN-345,347
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría II
  - Nivel de protección: S1+P+HRO
  
- Botas de seguridad impermeables en terrenos mojados
  - EN-344,345,346,347
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- chaleco de alta visibilidad
  - EN-470-1
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- Guantes resistentes al trabajo con asfaltos
  - Mercado CE de conformidad
  
- Mandil de asfaltado
  - Mercado CE de conformidad
  
- Botas impermeables de seguridad con puntera de acero y suela antideslizante
  - EN-345,347
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- Ropa de trabajo
  - EN-340,343

- Mercado CE de conformidad
- Categoría I
- Protección frente al mal tiempo
  
- Guantes de seguridad frente a riesgos mínimos
  - EN-388
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría II
  
- Arnés anticaída de seguridad vertical
  - EN-361
  - Mercado CE de conformidad
  - Categoría III
  
- Absorbedor de energía
  - EN-354/355
  - Mercado CE de conformidad
  
- Línea de vida (anclajes y cables de seguridad) certificado según norma UNE-EN-795
  
- Sistemas anticaídas retráctiles según norma UNE-EN-360-2002
  
- Mosquetones certificados
  - EN-362
  - Mercado CE de conformidad
  
- Peto fluorescente
  - EN-340,343,471
  - Mercado CE de conformidad

- Categoría II
- Mascarilla buco- nasal antipolvo contra partícula finas
  - Marcado CE de conformidad
  - Categoría III
  - Eficacia filtrante P1 contra partículas finas

Todos los equipos de protección individual estarán siempre disponibles en la obra.

## **15. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD.**

### **15.1. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

## **15.2. LIBRO DE INCIDENCIAS**

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el **Libro de Incidencias**, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## **15.3. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

#### **15.4. SEGUROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y TODO RIESGO EN OBRA.**

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional, asimismo, el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo.

El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

#### **15.5. FORMACIÓN.**

Todo el personal que realice su cometido en las fases de cimentación, estructura y albañilería en general, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicaran las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar.

Esta formación deberá ser suministrada por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose sean impartidas por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad y Salud en el Trabajo, Mutua de Accidentes, etc.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con el Coordinador de Seguridad, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

Esta formación se complementará con los apuntes o charlas que de forma continua, el Coordinador de Seguridad pondrá en conocimiento del personal en el proceso de la obra y de su visitas.

#### **15.6. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS.**

Al ingresar en la empresa constructora todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

### **15.7. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

### **15.8. PLAN DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIAS.**

El/los Contratista/s está/n obligado/s a redactar un Plan/es de Evacuación y Emergencia que deberá contar con la aprobación expresa del Coordinador de seguridad y salud en ejecución de la obra, a quien se presentará antes de la iniciación de los trabajos.

### **15.9. PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE LA EMPRESA Y NOMBRAMIENTO DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS**

El/los Contratista/s está/n obligado/s según se establece en la Ley 54 de 2003 y RD171 de 2004 a integrar la prevención de riesgos laborales de la empresa a través del Plan de Prevención de Riesgos Laborales donde estén contenidas las cuestiones como: estructura organizativa para la seguridad en la obra, las prácticas y los procedimientos relativos, los procesos, los recursos, ... Todo ello debe de reflejarse en el Plan de Seguridad que el contratista realice para esta obra.

Para garantizar el estricto cumplimiento de los métodos de trabajo, y por tanto, el control del riesgo es preceptivo la presencia de los Recursos Preventivos. Podrán ser uno o varios trabajadores y/o uno o varios miembros del servicio de prevención propios o ajenos. En el Plan de seguridad y Salud debe determinar los recursos preventivos, se adjunta acta de comparecencia de los recursos preventivos a pie de obra.

El coordinador de Seguridad y Salud en la obra podrá pedir la presencia de los Recursos Preventivos en la obra cuando lo estime oportuno según la legislación vigente.

Los recursos preventivos de las diferentes empresas serán citados para asistir a las reuniones de coordinación.

## 16. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS.

En el presente capítulo se analizan los riesgos existentes en los trabajos redactados en el apartado correspondiente del presente Plan de Seguridad y Salud.

### 16.1. ANÁLISIS DE RIESGOS.

En este apartado se realiza un análisis de los riesgos profesionales y medidas preventivas que han de adoptarse en la ejecución de las distintas actividades y oficios a realizar.

Se ha utilizado para valorar los riesgos el Método William T. F. según la magnitud del riesgo, toma en consideración para valorar éste, el producto de tres variables, consecuencias, frecuencia de exposición y probabilidad.

$$R = C \cdot E \cdot P$$

R= Magnitud del Riesgo

C = Consecuencias

E=Frecuencia de exposición

RIESGO	C Consecuencias	E Frecuencia	P Probabilidad	R Riesgo
Caída de personas a distinto nivel.	Muy seria	Frecuente	Posible	Alto
Caída de personas al mismo nivel.	Muy seria	Frecuente	Posible	Alto
Caída de objetos por manipulación	Muy seria	Frecuente	Posible	Alto
Contactos eléctricos directos e indirectos.	Seria	Ocasional	Posible	Posible
Pisadas sobre objetos.	Importante	Continua	Posible	Notable
Proyección de fragmentos y/o partículas.	Importante	Ocasional	Posible	Posible
Erosiones, cortes contusiones por manipulación.	Importante	Ocasional	Posible	Posible
Sobreesfuerzos.	Importante	Ocasional	Posible	Posible
Atropellos o atrapamientos por máquinas	Muy seria	Ocasional	Posible	Notable
Atrapamientos entre objetos.	Seria	Frecuente	Posible	Notable
Heridas por herramientas y máquinas cortantes.	Importante	Ocasional	Posible	Posible
Exposición a sustancias nocivas.	Importante	Poco usual	Muy posible	Posible
Choques contra objetos móviles e inmóviles.	Importante	Frecuente	Posible	Posible
Caída de objetos	Desastrosa	Ocasional	Posible	Alto
Golpes por objetos o herramientas.	Importante	Frecuente	Posible	Posible

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Se reproducen a continuación las mediciones, en unidades, de los medios de protección individuales y colectivos.

### **CAPÍTULO 1.- PROTECCIONES INDIVIDUALES**

Ud	Unidades	Designación de las unidades	P. Unit.(€)	Total (€)
Ud	12	Gafas antipolvo y antiimpactos.	7,51	90.12
Ud	20	Mascarilla respiración antipolvo.	8,36	167,22
Ud	6	Ropa de trabajo	50 25	301,5
Ud	20	Par de guantes de cuero.	6	120,00
Ud	6	Botas de seguridad S1P	53.25	319.50
Ud	6	Chaleco reflectante	15	90
<b>TOTAL CAP.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES.</b>				<b>1088,34</b>

### **CAPÍTULO 2.- PROTECCIONES COLECTIVAS**

Ud	Unidades	Designación de las unidades	P. Unit (€)	Total (€)
Ud	6	Cinta de señalización.	30	180,00
Ud	6	Rollos cinta naranja	21,00	126,00
<b>TOTAL CAP.2 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				<b>306</b>

### **CAPÍTULO 3.- PROTECCIÓN DE INCENDIOS**

Ud	Unidades	Designación de las unidades	P. Unit (€)	Total (€)
Ud	2	Extintor de polvo polivalente, incluido soporte y colocación.	44,43	88,86
<b>TOTAL CAP.3 PROTECCIÓN DE INCENDIOS</b>				<b>88,86</b>

**CAPÍTULO 4.- MEDICINA PREVENTIVA**

Ud	Unidades	Designación de las unidades	P. Unit (€)	Total (€)
Ud	1	Botiquín de obra, instalado.	30,00	30,00
<b>TOTAL CAP.6 MEDICINA PREVENTIVA</b>				<b>30,00</b>

TOTAL CAP.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES	1088,34 €
TOTAL CAP.2 PROTECCIONES COLECTIVAS	306,00 €
TOTAL CAP.3 PROTECCIÓN DE INCENDIOS	88.86 €
TOTAL CAP.4 MEDICINA PREVENTIVA	30,00 €
<b>TOTAL, PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.513,2 €</b>

Alicante, Julio 2019.

Fdo.: David Penadés Zamudio

Alicante, 12 de Julio 2019.

## PLANOS



	LEONARDO REYES	PAIS
	XXXXXXXXXXXX	PAIS
	XXXXXXXXXXXX	INSTITUCIÓN
	XXXXXXXXXXXX	INSTITUCIÓN
TÍTULO	<b>Autoconsumo de 100 kW en cubierta de Almendras Llepis</b>	
PROYECTO	TRÁFICO (ALICANTE)	
ESCALA	1/1000	HOJA Nº 1 DE 1
FECHA	15/05/2024	DE PLANOS
	EMPLAZAMIENTO	5