



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA
NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO

Autor: Sergio Rodríguez Ballesteros

Director: Luis Javier Mata García

Madrid

Septiembre de 2019

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Sergio Rodríguez Ballesteros

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra:

INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e

intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a ...22.... deSeptiembre..... de ...2019.....

ACEPTA



Fdo.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2018/2019 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni
total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.:



Fecha: ...22.../ ...09.../ ...2019...

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.:

Fecha://

MATA GARCIA
LUIS JAVIER -
09793455D

Firmado digitalmente por
MATA GARCIA LUIS JAVIER
- 09793455D
Fecha: 2019.09.25 19:28:33
+02'00'



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA
NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO

Autor: Sergio Rodríguez Ballesteros

Director: Luis Javier Mata García

Madrid

Septiembre de 2019

INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO

Autor: Rodríguez Ballesteros, Sergio.

Director: Mata García, Luis Javier.

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas.

Resumen del Proyecto

España es uno de los países que goza de más horas de sola al día y además están bien repartidas a lo largo del año, existen de media unas 2.800 horas de sol al año. Esto nos convierte en un perfecto candidato para la instalación y desarrollo de energía solar fotovoltaica.

Hay que remontarse a 1984 para encontrar la primera instalación solar fotovoltaica conectada a red piloto de 100kWp en San Agustín de Guadalix. Pero hasta 1993 no se instalaron los primeros sistemas con conexión a red por particulares.

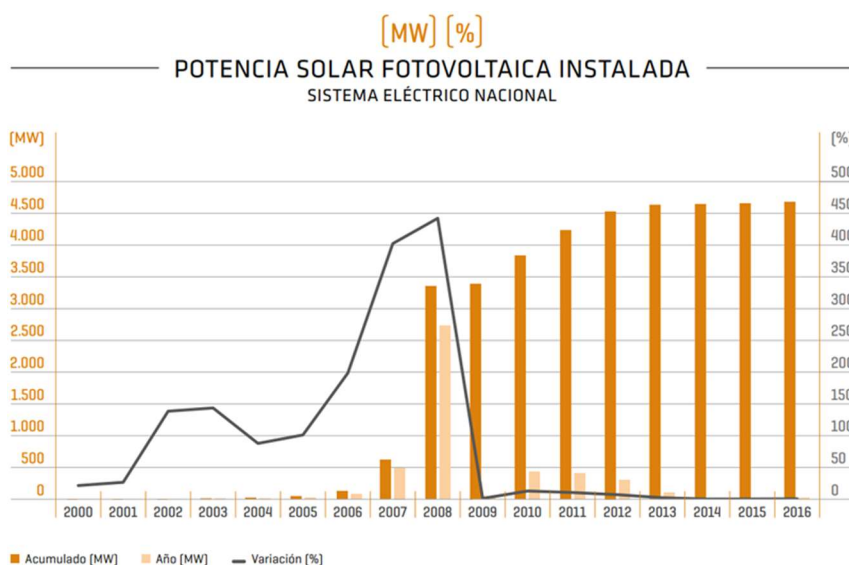
Hasta la entrada en vigor del RD 2818/1998 este tipo de instalaciones encontró un vacío legal.

Aunque hasta la entrada del nuevo siglo, década del 2000, no se producirá el despegue del sector, gracias al RD 436/2004 y RD 661/2007. España fue en 2008 uno de los países con mayor potencia fotovoltaica instalada del mundo, con 2.708 MW instalados en un solo año.

Es en el 2008 cuando el sector pega un frenazo con la llegada del RD 1578/2008 y el RD1578/2008. Los años siguientes la instalación fotovoltaica bajo un 90% con respecto a la del 2008.

Desde septiembre de 2008 la instalación de plantas fotovoltaicas en España ha caído debido a las trabas que ha ido imponiendo el Estado en materia de legislación.

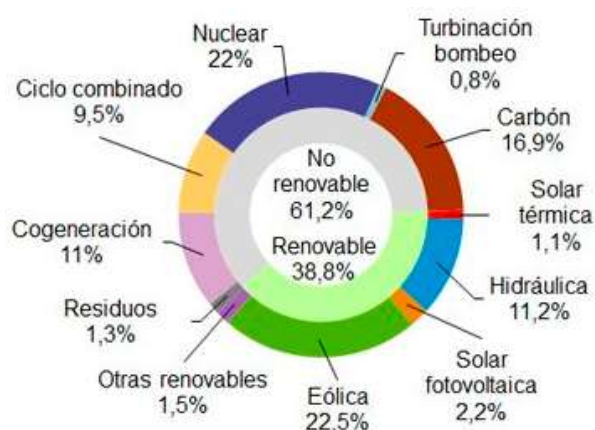
Las dificultades siguieron aumentando por el RD 900/2015 que estableció “la obligación de las instalaciones de autoconsumo de contribuir a la financiación de los costes y servicios del sistema en la misma cuantía que el resto de los consumidores”, el conocido como impuesto al sol.



No ha sido hasta este año con la entrada en vigor del RD 244/2019 que se nos permite verter excedente energético a la red, no solo sin recibir una penalización, sino que podremos acogernos a compensación o generación.

La decisión de tomar estas medidas por parte del gobierno puede deberse en gran medida a l objetivo fijado por la Unión Europea para reducir el consumo de energía y la emisión de gases de efecto invernadero derivados de la producción de esta en un 20%, así como aumentar la generación con renovables un 20%.

En España todavía no hemos transformado el potencial que tenemos para generar energía solar fotovoltaica y térmica como muestra el siguiente gráfico, es por eso que es necesario impulsar y promover este tipo de proyectos, pues aún tenemos mucho margen de mejora en el sector.



El objetivo del proyecto será realizar la instalación de placas solares fotovoltaicas en una nave industrial sin vertido a red, que produzca la suficiente energía eléctrica para abastecer al menos el 30% de los diversos consumos requeridos por la nave.

Como comentamos anteriormente la energía solar fotovoltaica se ha convertido en una opción de alta viabilidad económica llegando a ser incluso más barata que fuentes convencionales, por lo que supondrá un ahorro económico importante para la empresa instalada en la nave, que podrá amortizar la inversión inicial.

La Agencia Andaluza de la Energía ofrece subvenciones del 30% de la inversión realizada para instalaciones que promuevan el uso inteligente de la energía y respeten el medioambiente, así como contribuyan a impulsar el desarrollo de la región. Es decir, todo proyecto que contribuya al desarrollo sostenible de la industria en Andalucía.

Para el proyecto se ha elegido una nave industrial situada en el polígono industrial de Juncaril, provincia de Granada. En Andalucía contamos con un gran potencial para la producción de energía eléctrica mediante fuentes renovables: solar, eólica, hidráulica, geotérmica o de biomasa. En esta última fue la Comunidad Autónoma pionera en la generación de energía eléctrica en España.

También entran en consideración la larga duración de una instalación fotovoltaica, la vida útil media de una instalación de este tipo suele ser de 25 años, así como, su bajo coste de mantenimiento y por supuesto la reducción de consumo de energía eléctrica de la red, lo que supone un ahorro económico considerable y una mejora del mix energético que consumimos.

Además, fomentaremos la creación de puestos de trabajo en el sector, el desarrollo de nuevas tecnologías. Y pondremos nuestro granito de arena para la prevención del cambio climático reduciendo la emisión de gases efecto invernadero.

Para la realización del proyecto se ha considerado que al menos el 30% de la demanda de energía eléctrica requerida en la nave estará suministrada por el generador fotovoltaico.

Instalación Fotovoltaica

Realizaremos el diseño e instalación de placas solares fotovoltaicas en una nave industrial para autoconsumo, a priori sin vertido de excedentes a red, pero en caso de generar estos excedentes se verterán a la red. Para este supuesto la instalación se acogerá a compensación pues reúne los requisitos, potencia instalada menos de 100kW. Esta compensación en la factura eléctrica no la tendremos en cuenta de cara a realizar los presupuestos pues no se espera en ningún caso generar excedentes.

La instalación constará de los siguientes componentes:

-Módulos: los módulos que emplearemos en la instalación serán los JKM400M-72H-V, de la marca JINKO, con una potencia nominal de 400 Wp.

-Inversor: emplearemos el modelo INGECON SUN 80, de potencia nominal 80 kWp. Tendrá una potencia cercana al 85% de la pico instalada.

-Protecciones: emplearemos protecciones contra: contactos directos e indirectos, cortocircuitos y derivaciones CC, sobretensiones y subtensiones, sobrefrecuencias y subfrecuencias. Además, instalaremos una resistencia de puesta a tierra de 30Ω.

-Cableado: elegiremos conductores de cobre y la sección de estos será la adecuada para garantizar los criterios de máxima intensidad admisible y máxima caída de tensión admisible. Deben, a su vez, cumplir las especificaciones de la Norma UNE correspondiente.

-Estructuras: elegiremos un perfil CVE 915 XL de 3m de longitud, cada estructura constará de 11 de estos perfiles en los que colocaremos los 16 módulos de cada serie. Separaremos las estructuras 1,125m entre ellas.

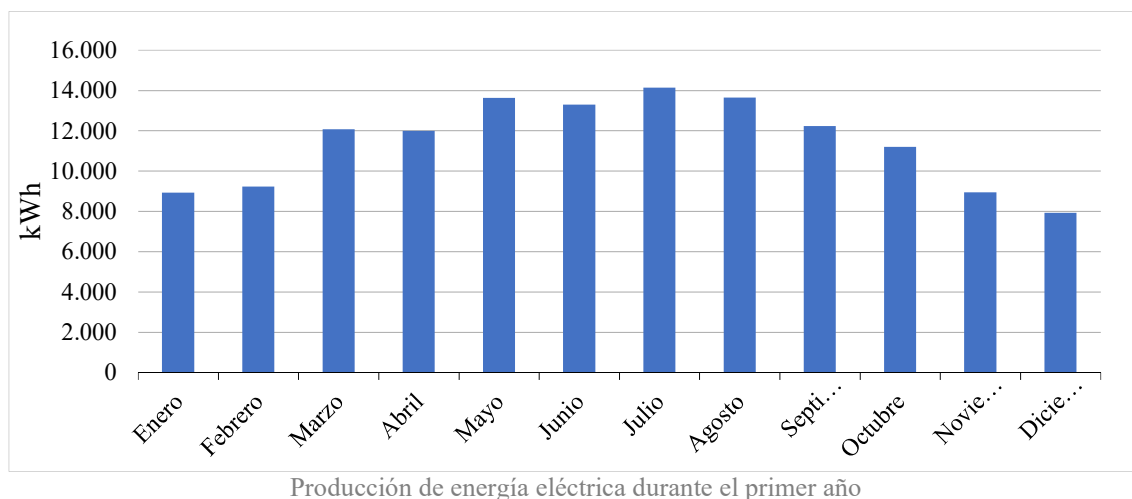
El consumo de energía eléctrica en la nave se estima en 386.723 kWh demandados anualmente. Por lo que para producir un ahorro anual del 30% o superior en estos consumos debemos intentar generar al menos 116.017 kWh anuales con el generador fotovoltaico.

Tras realizar un estudio, basándonos en los datos de irradiación e irradiancia del emplazamiento, para determinar la mejor distribución del generador se ha decidido colocar los paneles fotovoltaicos con una inclinación de 30° y una orientación Sur.

Los módulos fotovoltaicos estarán colocados sobrecubierta en 15 paralelos de 16 módulos cada uno, las series de módulos estarán separadas 1,125m entre ellas. La distribución empleada ocupará en total de 1.018 m², como disponemos de 1.127m² sobre la cubierta de la nave para realizar la instalación, no supondrá un problema el espacio disponible.

Con esta distribución la instalación constará de 96 kW de potencia instalada, con un total de 240 módulos de 400 Wp cada uno, con un rendimiento estimado del 86%. Los datos de irradiación solar corresponden a su ubicación en la localidad de Granada para una orientación sur, 0° azimut, y una inclinación de 30°.

La instalación generara un máximo de 14.139 kWh en Julio y un mínimo de 7.918 kWh en Diciembre, como podemos ver de manera más clara en la siguiente gráfica.



Con esta instalación podremos generar un total de 137.183 kWh al año con lo que podremos proporcionar un ahorro del 35% en el consumo eléctrico sin verter excedentes a la red, salvo en situaciones imprevistas. Además, se dispondrá de un sistema de monitorización que recogerá y procesará la información en tiempo real para poder evitar estos imprevistos.

El presupuesto estimado para la realización del proyecto es de 181.919,3€ tras la aplicación del I.V.A. Atendiendo a estos datos y estimando el coste de la energía en 0,14 € el kWh esperamos obtener un ahorro de 19.205 € para el primer año.

Para evaluar la rentabilidad del proyecto usaremos el Valor Actual Neto a 25 años estimados de vida de la instalación. Obtenemos un VAN total a 25 años de 244.244,46 €, Siendo rentable a partir del 10º año, con lo que podemos asegurar la rentabilidad del proyecto.

Acorde con el RD 244/2019 nuestra instalación se podrá recoger en plan para la modalidad de autoconsumo con excedentes acogido a compensación.

El proyecto además de suponer un ahorro económico mediante el uso de una fuente de generación energética renovable contribuye a reducir el daño medioambiental ocasionado por la generación de energías convencionales pues no emitirá gases de efecto invernadero. Acorde con el Plan Europeo de Acción Eficiencia Energética 2017/2020, actualmente en vigor.

INSTALLATION OF SOLAR PLATES IN AN INDUSTRIAL SHIP FOR SELF-CONSUMPTION

Author: Rodríguez Ballesteros, Sergio.

Director: Mata García, Luis Javier.

Collaborating Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas.

Project Abstract

Spain is one of the countries that enjoys the most hours of sunshine a day, and they are also well distributed throughout the year, there are on average about 2,800 hours of sunshine a year. This makes us a perfect candidate for the installation and development of photovoltaic solar energy.

We must go back to 1984 to find the first photovoltaic solar installation connected to 100kWp pilot network in San Agustín de Guadalix. But until 1993, the first networked systems were not installed by private individuals.

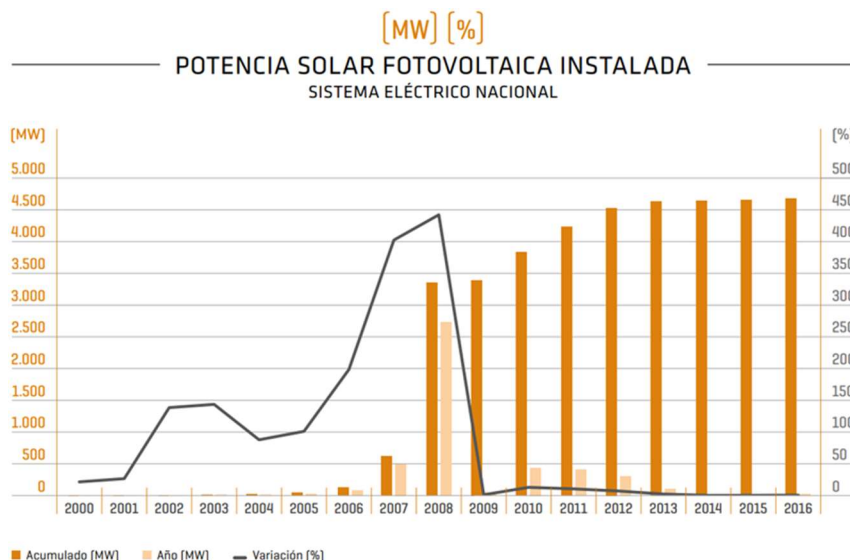
Until the entry into force of RD 2818/1998 such facilities found a legal vacuum.

Although until the beginning of the new century, the 2000s, there will be no take-off of the sector, thanks to RD 436/2004 and RD 661/2007. Spain was in 2008 one of the countries with the largest installed photovoltaic power in the world, with 2,708 MW installed in a single year.

It is in 2008 when the sector puts a brake on the arrival of RD 1578/2008 and RD1578/2008. The following years the photovoltaic installation under 90% compared to that of 2008.

Since September 2008, the installation of photovoltaic plants in Spain has fallen because of the obstacles that the State has imposed on legislation.

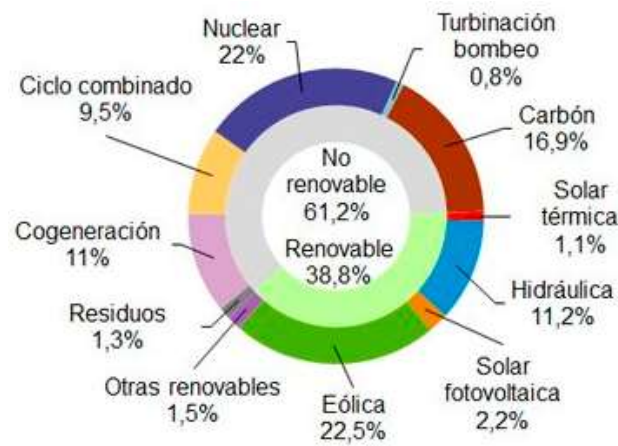
The difficulties continued to increase by DR 900/2015 which established "the obligation of self-consumption facilities to contribute to the financing of the system's costs and services in the same amount as other consumers, the known as "tax on the sun."



It was not until this year with the entry into force of RD 244/2019 that we are allowed to pour energy surplus into the grid, not only without receiving a penalty, but we will be able to benefit from compensation or generation.

The decision to take these measures by the government may be largely due to the target set by the European Union to reduce energy consumption and the emission of greenhouse gases derived from the production of this by 20%, as well as increase generation with renewables by 20%.

In Spain we have not yet transformed the potential we have to generate photovoltaic and thermal solar energy as the graph below shows, which is why it is necessary to promote and promote this type of projects, because we still have a lot of room for improvement in the sector.



The objective of the project will be to carry out the installation of photovoltaic solar panels in an industrial warehouse without grid discharge, which produces enough electrical power to supply at least 30% of the various consumptions required by the ship.

As we mentioned above photovoltaic solar energy has become an option of high economic viability becoming even cheaper than conventional sources, so it will be a significant economic saving for the company installed on the ship, which may amortize the initial investment.

The Andalusian Energy Agency offers grants of 30% of the investment made for facilities that promote the intelligent use of energy and respect the environment, as well as contribute to boosting the development of the region. That is, any project that contributes to the sustainable development of the industry in Andalusia.

Para the project has chosen an industrial warehouse located in the industrial estate of Juncaril, province of Granada. In Andalusia we have great potential for the production of electricity through renewable sources: solar, wind, hydraulic, geothermal or biomass. In the latter was the Autonomous Community pioneered in the generation of electricity in Spain.

They also take into account the long life of a photovoltaic installation, the average service life of such an installation is usually 25 years, as well as its low maintenance cost and of course the reduction of electricity consumption of the grid , which means considerable economic savings and an improvement of the energy mix that we consume.

In addition, we will encourage the creation of jobs in the sector, the development of new technologies. And we will put our grain of sand for the prevention of climate change by reducing greenhouse gas emissions.

For the realization of the project it has been considered that at least 30% of the demand for electricity required in the ship will be supplied by the photovoltaic generator.

Photovoltaic Installation

We will carry out the design and installation of photovoltaic solar panels in an industrial space for self-consumption, a priori without dumping surplus to the grid, but in case of generating these surpluses will be poured into the network. In this case the installation will benefit from compensation as it meets the requirements, installed power less than 100kW. This compensation on the electric invoice will not be taken into account in order to make the budgets because it is not expected in any case to generate surpluses.

The installation shall consist of the following components:

-Modules: the modules that we will use in the installation will be the JKM400M-72H-V, of the brand JINKO, with a nominal power of 400 Wp.

-Inverter: we will use the model INGECON SUN 80, rated power 80 kWp. It will have a power close to 85% of the installed peak.

-Protections: we will use protections against: direct and indirect contacts, short circuits and DC bypasses, surges and surges, sobrefrequencies and subfrequencies. In addition, we will install a grounding resistor of 30o.

-Wiring: and we will legify copper conductors and the section of these will be adequate to ensure the criteria of maximum permissible intensity and maximum permissible voltage drop. They must, in turn, comply with the specifications of the corresponding UNE Standard.

-Structures: we will choose a CVE 915 XL profile of 3m length, each structure consisting of 11 of these profiles in which we will place the 16 modules of each series. We'll separate the 1,125m structures between them.

The electricity consumption in the ship is estimated at 386,723 kWh demanded annually. So to produce an annual savings of 30% or more in these consumptions we must try to generate at least 116,017 kWh per year with the photovoltaic generator.

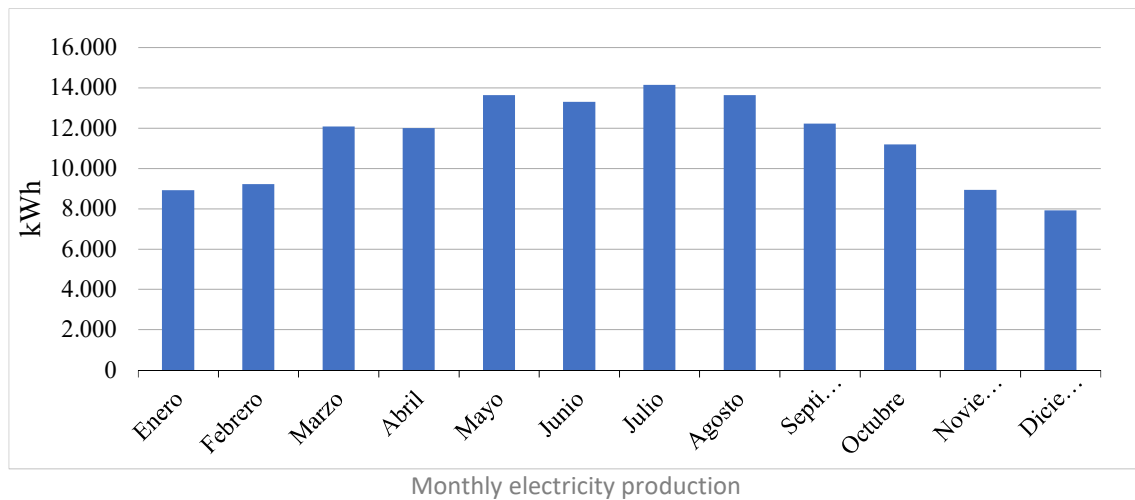
After conducting a study, based on the irradiation and irradiance data of the site, it has been decided to place the photovoltaic panels with an inclination of 30o and a South orientation to determine the best distribution of the generator.

The photovoltaic modules will be placed overcoated in 15 parallels of 16 modules each, the series of modules will be separated 1,125m between them. The distribution used will occupy a total of 1,018 m², as we place 1.127m² on the deck of the ship to perform the installation, it will not be a problem the available space.

With this distribution the installation will consist of 96 kW of installed power, with a total of 240 modules of 400 Wp each, with an estimated performance of 86%. Solar irradiation data

correspond to its location in the town of Granada for a south orientation, 0°azimuth, and an inclination of 30°.

The installation will generate a maximum of 14,139 kWh in July and a minimum of 7,918 kWh in December, as we can see more clearly in the graph below.



With this installation we will be able to generate a total of 137,183 kWh per year so that we can provide a saving of 35% in the electricity consumption without pouring surpluses into the grid, except in unforeseen situations. In addition, a monitoring system will be available that will collect and process the information in real time in order to avoid these unforeseen events.

The estimated budget for the realization of the project is 181,919.3 euros after the implementation of the I.V.A. Based on this data and estimating the cost of energy at 0.14 euros kWh we expect to achieve a saving of 19,205 euros for the first year.

To evaluate the profitability of the project we will use the Net Current Value at an estimated 25 years of life of the installation. We obtain a total 25-year VAN of 244,244.46 euros, being profitable from the 10th year, so we can ensure the profitability of the project.

In accordance with RD 244/2019 our facility can be collected in plan for the self-consumption mode with surpluses covered by compensation.

The project, in addition to providing economic savings through the use of a renewable energy generation source, contributes to reducing the environmental damage caused by conventional energy generation by not emitting greenhouse gases. In accordance with the European Energy Efficiency Action Plan 2017/2020, currently in force.

Índice de Documentos

Nº1 MEMORIA	23
1. Introducción y antecedentes	25
2. Objetivos del Proyecto	27
2.1 Objetivos de la energía fotovoltaica para autoconsumo.....	27
3. Alternativas existentes y solución adoptada.....	29
3.1 Energía solar fotovoltaica.....	29
3.2 Datos meteorológicos	33
4. Descripción del Proyecto	35
4.1 Emplazamiento.....	35
4.2 Consumo Eléctrico	36
4.3 Propuestas de configuración de la instalación.....	37
5. Instalación Solar Fotovoltaica	45
5.1 Módulos.....	46
5.2 Inversor	50
5.3 Cableado.....	54
5.4 Protecciones	56
5.5 Estructuras Soporte de los Módulos	59
5.6 Sistema de Monitorización.....	60
6. Cálculos.....	61
6.1 Irradiación e Irradiancia	61
6.2 Pérdidas Generación.....	61
6.3 Disposición Módulos.....	65
6.4 Inversor.....	66
6.5 Energía generada	67
6.6 Cableado.....	68
6.7 Puesta a tierra	73
Nº2: PRESUPUESTO Y ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA	75
Nº3: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	83
Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS Y NORMATVA	111
Nº5: PLANOS	125

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Emisiones de CO2 derivadas de la generación en España

Ilustración 2: Potencia Fotovoltaica Instalada en España, (Fuente: <http://www.f2e.es/es/las-energias-renovables-suponen-casi-el-39-de-la-generacion-electrica-nacional>)

Ilustración 3: Efecto Fotoeléctrico, (Fuente: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-funcionamiento/>)

Ilustración 4: Esquema básico de una instalación de autoconsumo, (Fuente: <https://www.elivere.com/blog/instalaciones-autoconsumo-vs-aisladas/>)

Ilustración 5: Esquema básico de una instalación de autoconsumo en isla para cargas en AC, (Fuente: <https://www.elivere.com/blog/instalaciones-autoconsumo-vs-aisladas/>)

Ilustración 6: Esquema básico de una instalación de autoconsumo en isla para cargas en CC, (Fuente: <https://www.elivere.com/blog/instalaciones-autoconsumo-vs-aisladas/>)

Ilustración 7: Instantánea superficie disponible en sobrecubierta, (Google Maps)

Ilustración 8: Consumos mensuales por partes

Ilustración 9: Consumos mensuales totales

Ilustración 10: Consumos por periodos estacionales

Ilustración 11: Irradiancia Mensual para 10° inclinación y orientación SE

Ilustración 12: Irradiancia Mensual para 29° inclinación y orientación SE

Ilustración 13: Irradiancia Mensual para 30° inclinación y orientación S

Ilustración 14: Comparativa de la Irradiancia Mensual 1

Ilustración 15: Comparativa de la Irradiancia Mensual 2

Ilustración 16: Irradiación Mensual para 10° inclinación y orientación SE

Ilustración 17: Irradiación Mensual para 29° inclinación y orientación SE

Ilustración 18: Irradiación Mensual para 30° inclinación y orientación S

Ilustración 19: Comparativa de la Irradiación Mensual 1

Ilustración 20: Comparativa de la Irradiación Mensual 2

Ilustración 21: Rendimiento de los módulos en el tiempo

Ilustración 22: Dimensiones de los módulos

Ilustración 23: Comportamiento y dependencia de la temperatura de los módulos

Ilustración 24: Esquema de configuración con inversor central, (Fuente: renewablengineering.blogspot.com)

Ilustración 25: Inversor IngeconSun80

Ilustración 26: Gráfica Rendimiento-Potencia

Ilustración 27: Estructura CVE 915 XL

Ilustración 28: Instantánea de PVGIS

Ilustración 29: Esquema ángulos inclinación y azimut

Ilustración 30: Esquema límites de ángulos de inclinación según azimut

Ilustración 31: Esquema comparación de obstáculos con trayectoria solar

Ilustración 32: Esquema cálculo de disposición de módulos

Ilustración 33: Instantánea superficie disponible en sobrecubierta

Ilustración 34: Producción de energía eléctrica mensual

Índice de Tablas

Tabla 1: Irradiación total anual para cada caso

Tabla 2: Características mecánicas de los módulos

Tabla 3: Condiciones de trabajo de los módulos

Tabla 4: Coeficientes de temperatura de los módulos

Tabla 5: Especificaciones STC y NOCT de los módulos

Tabla 6: Especificaciones del Inversor

Tabla 7: Datos generales del Inversor

Tabla 8: Rendimiento del Inversor

Tabla 9: Dimensiones y Peso del Inversor

Tabla 10: Cableado elegido por tramos

Tabla 11: Tabla 2 ITC BT-18

Tabla 12: Tabla comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol

Tabla 13: Tabla cálculo de disposición de módulos

Tabla 14: Características para el cálculo del cableado de continua

Tabla 15: Tabla EA 0038 para el cálculo del cableado de continua

Tabla 16: Tabla A.52 para el cálculo del cableado de continua

Tabla 17: Tabla A.52 1bis de la ITC BT 19 para el cálculo del cableado de continua

Tabla 18: Caída de tensión en cada tramo

Bibliografía:

- Eliver Innovacion: elivere.com
- Agencia Estatal Boletín oficial del estado (BOE): boe.es
- 3C Tecnología: Sel-consumtion solar photovoltaic systems for small installations. Industrial factory appication.
- Avance del informe del sistema eléctrico Español 2018, ISE
- PVIIGS:https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN, aprobado por Real Decreto 842/2002, 2 de agosto.
- CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA CONECTADA A LA RED DE IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., MT 3.53.01 Edición 05, marzo 2016.
- IDAE, 2011. Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. Pliego de condiciones
- Técnicas de Instalaciones Conectadas a la Red. IDAE, Madrid.
- <http://www.cahors.es/>
- <http://www.generalcable.es/>
- <https://www.iberdroladistribucion.es/gestiones-online-soporte/conexionproductores/documentacion-tecnica>
- <http://www.idae.es/>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

N°1 MEMORIA

1. Introducción y antecedentes

Conservar y preservar el planeta en el que vivimos y vivirán nuestras generaciones futuras debe ser una prioridad para el ser humano, especialmente para las sociedades más avanzadas y que por ende hacemos mayor uso de la energía, un uso excesivo. Mientras la demanda energética no deja de aumentar aún estamos lejos del objetivo, a 25-30 años, de conseguir un mix energético puramente renovable.

La producción de energía a través de estos combustibles fósiles genera un gran impacto medioambiental debido entre otros a la emisión de CO₂ a la atmósfera terrestre. Responsable directo del calentamiento global ya que forma parte de los gases responsables del efecto invernadero. Esta subida de temperaturas afecta a la biodiversidad, produciendo entre otros fenómenos el deshielo de los polos. También pueden llegar a resultar nocivos para la salud humana.

En 2018, España redujo las emisiones de CO₂ derivadas de la generación de energía eléctrica. Como podemos ver en el siguiente gráfico evolución de las emisiones de CO₂ asociadas a la generación eléctrica en España.

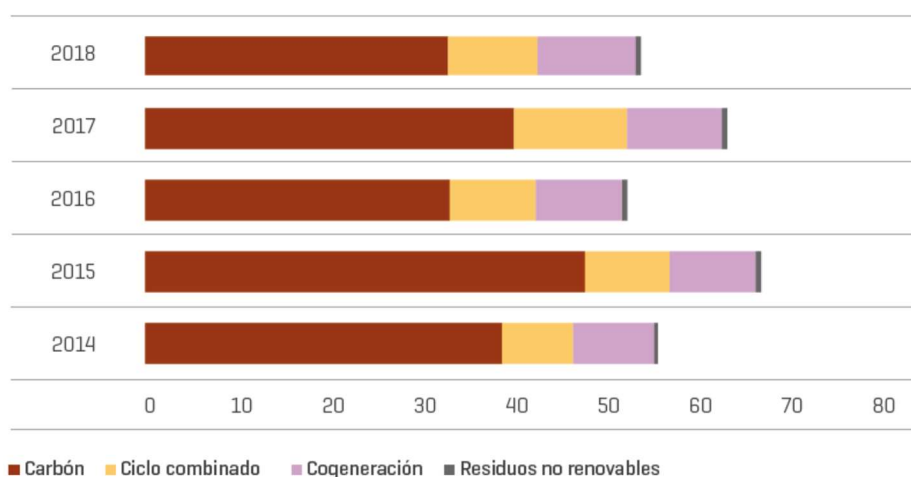


Ilustración 1: Emisiones de CO₂ derivadas de la generación en España

En la manera de producir esta energía es donde se encuentra la raíz del problema, demasiados combustibles fósiles. Es por lo que, en un país como España en el que afortunadamente disponemos de un gran potencial para obtener energía de fuentes renovables que reduzcan la contaminación y además nos permita realizar inversiones con cierto grado de rentabilidad a medio largo plazo, es de vital importancia hacer uso de estas formas de obtener energía.

España es uno de los países con más horas de sol, pero en 2018 únicamente se instalaron en nuestro país 261.7 MW, muy por detrás de otros países de la Unión Europea y a nivel global como: Alemania, Turquía, Holanda, China, USA, India, Japón y Australia que el año pasado, instalaron 3 GW, 1.64 GW, 1.5 GW, 44 GW, 10.6 GW, 8.3 GW, 6.6 GW y 5.3 GW respectivamente.

Aun así, en estos últimos tres años esta energía ha crecido notablemente. La potencia fotovoltaica instalada en España en 2018(261.7 MW) creció un 94% con respecto a la de 2017(135MW), que ya venía de crecer un 145% respecto a la de 2016.

De los 261.7 MW instalados en 2018 un 90% corresponde al autoconsumo debido al aumento de la competitividad que estas instalaciones proporcionan a las empresas.

A nivel global la potencia nueva instalada llegó a los 98GW con un total de 75.3 GW para el top 5 mundial con china a la cabeza, el crecimiento mundial mantiene el ritmo respecto a los 100 GW nuevos instalados en 2017, lo que afianza la apuesta por esta energía con cota creciente en el mix energético.

Para el año 2030, horizonte del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), está previsto desde 2021 una instalación promedio de nueva potencia fotovoltaica de 3 GW, lo que se provee mediante una inversión de 28000 millones de euros para instalar un total de 28 GW de nueva potencia fotovoltaica.

Desde el punto de vista económico la producción de energías eléctricas renovables es cada vez más competitiva, habiendo reducido la energía fotovoltaica sus costes un 95%. La inversión de la 50 kW para instalación industrial es recuperable en 5-10 años, según cálculos de UNEF. Convirtiéndose así la energía solar fotovoltaica en más barata que fuentes convencionales como el gas, el carbón o la nuclear. El crecimiento del sector fotovoltaico puede suponer una fuente de crecimiento de empleo y económico además de permitirnos obtener energía limpia.

A diferencia de los parques eólicos o las centrales hidráulicas, la instalación de estas placas no supone ningún tipo de contaminación visual y también puede ayudar a absorber parte de la radiación nociva que con la destrucción de la capa de ozono se incrementa paulatinamente.

Aunque es verdad que en los últimos tres años parece que el sector en España comienza a remontar y con la ayuda del nuevo Real Decreto 244/2019 esperamos que continúe el desarrollo del sector.

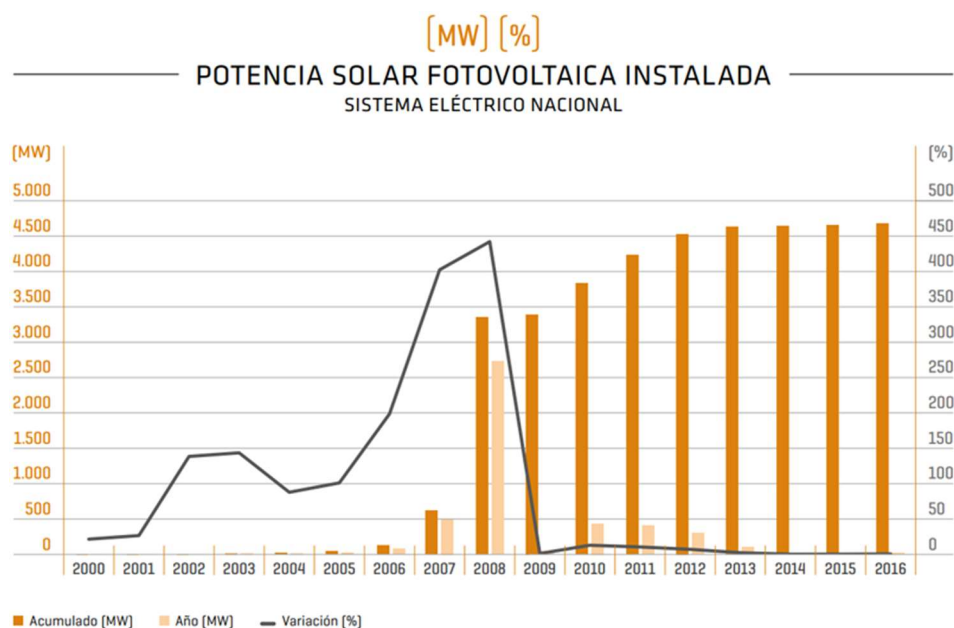


Ilustración 2: Potencia Fotovoltaica Instalada en España

2. Objetivos del Proyecto

En un mercado cada vez más exigente las empresas luchan por conseguir ofrecer productos y servicios cada vez más competitivos por ello es de gran importancia abaratar los costes de producción. El elevado consumo energético de las instalaciones industriales conlleva un alto coste para estas empresas, por lo que conseguir reducir estos costes se convierte en un punto importante para buscar una economía saneada.

El objetivo del proyecto será realizar la instalación de placas solares fotovoltaicas en una nave industrial sin vertido a red, que produzca la suficiente energía eléctrica para abastecer al menos el 30% de los diversos consumos requeridos por la nave.

Estaría por determinar el uso de batería de acumulación en el sistema o el cambio a un sistema con vertido a red acogido a compensación.

Tanto los sistemas de climatización como de agua caliente sanitaria usan típicamente energía eléctrica, que sacaremos de la instalación fotovoltaica. Por lo que al realizar esta instalación se pretende conseguir tanto un beneficio económico como medioambiental.

Como comentamos anteriormente la energía solar fotovoltaica se ha convertido en una opción de alta viabilidad económica llegando a ser incluso más barata que fuentes convencionales por lo que supondrá un ahorro económico importante tras la amortización de la elevada inversión inicial.

2.1 Objetivos de la energía fotovoltaica para autoconsumo

La energía solar fotovoltaica nos permite producir energía eléctrica en el mismo lugar de consumo a partir de la radiación solar. Es una energía limpia que tomamos a través del sol, recurso ilimitado y natural, aunque supeditado al clima y la localización. Como la energía solar es posible que en determinados momentos del día (picos en la demanda energética) no pueda cubrir el consumo energético de la nave estaremos conectados a la red de la que tomaremos este excedente.

El principal objetivo de este tipo de instalaciones es reducir la facturación eléctrica ya que la energía eléctrica autoproducida no tiene que ser facturada. Si bien supone una inversión inicial puede ser recuperada en un plazo de 5-10 años en función del lugar en el que este ubicada la instalación y el ahorro en el consumo eléctrico que se pueda producir. Por lo que para reducir el tiempo de recuperación del coste de la inversión instalaremos al menos un 30% del consumo eléctrico en nuestra nave.

Dado que nuestra instalación de placas fotovoltaicas se hará sin posibilidad de vertido a red cuando generemos excedente energético es posible que la instalación de elementos de acumulación sea interesante. Aunque es poco probable pues no planeamos cubrir el 100% del consumo eléctrico en ningún mes.

3. Alternativas existentes y solución adoptada

3.1 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se consigue a través de paneles solares que convierten la energía solar en eléctrica, producto del efecto fotoeléctrico. Esta corriente eléctrica se genera del efecto fotoeléctrico se establece en un circuito cerrado como el de la figura.

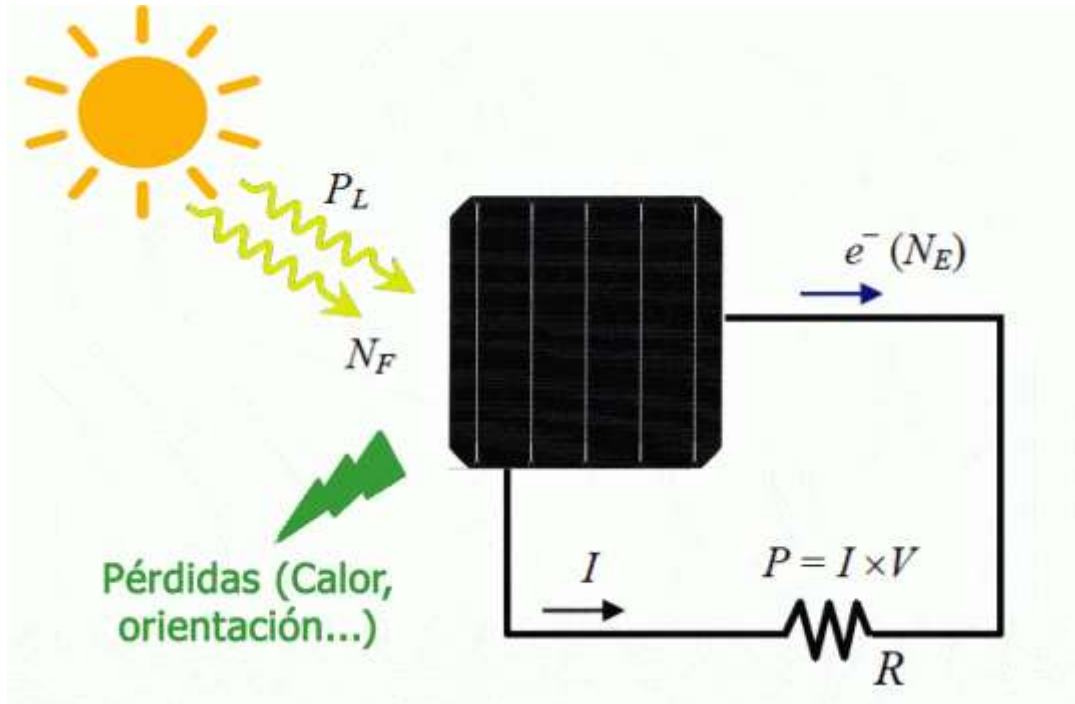


Ilustración 3: Efecto Fotoeléctrico

Existen dos tipos de instalaciones de placas solares, de autoconsumo y las aisladas o en isla.

Las **instalaciones de autoconsumo** son las que generan energía solar manteniendo una conexión a la red eléctrica para en caso de necesitar más energía de la producida consumirla de la red. De esta forma se evita el uso obligado de baterías o grupo electrógeno para los momentos en los que hay déficit energético fotovoltaico. Típicamente cuando se generase excedente energético se vertería a la red, en nuestro caso deberemos instalar algún elemento que nos asegure que esto no sucede. En España hasta la entrada en vigor del RD 224/2019 este vertido a red suponía, en el mejor de los casos (instalaciones de menos de 10kW), regalar esa energía excedente, lo que se conocía como el impuesto al sol (RD 900/2015).

En este tipo de instalaciones podemos reconocer cuatro elementos principales indispensables como son:

- Placas solares.
- Inversor de red, para pasar de CC a AC.
- Protecciones tanto para AC como CC.
- Contador

En la siguiente figura vemos el esquema básico de una instalación de autoconsumo.

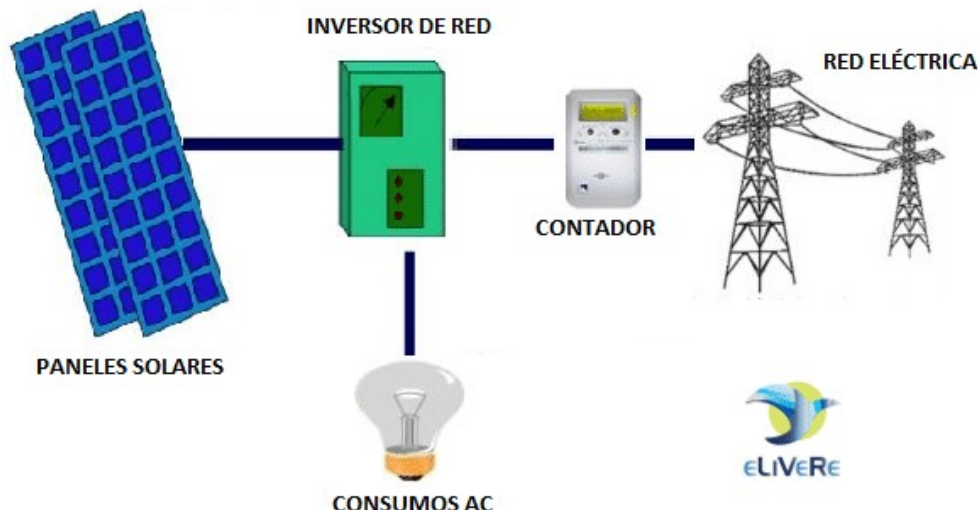


Ilustración 4: Esquema básico de una instalación de autoconsumo

Para este tipo de instalaciones puede ser interesante añadir elementos de inyección 0 para asegurarnos de no verter nada a la red, así como la inclusión de baterías.

Las **instalaciones de placas solares en isla o aisladas** son aquellas que están totalmente desconectadas de la red. Puede ser interesante recurrir a este tipo de instalaciones por:

- Imposibilidad de conectarse a la red, ya sea por cuestiones de accesibilidad o por aspectos técnicos.
- Por motivos ideológicos (ecologismo), ya que el mix energético en España ronda el 50% de energías no renovables en la generación.
- Razones económicas, hay dos partes en una factura eléctrica: una fija (potencia contratada) y otra que varía en función de la energía que consumimos y el momento en el que lo hacemos. Con el RD 244/2019 podemos tanto cobrar por nuestro excedente energético como descontarlo de nuestra factura, pero no podemos dejar de pagar por la potencia contratada en caso de estar conectados a la red. Por lo que si hay casos en los que puede resultar más rentable hacer la instalación en isla.

Cabe destacar que es posible hacer este tipo de instalaciones tanto para cargas en AC como para cargas en CC.

En una instalación en isla para **cargas en AC** debemos tener:

- Placas solares
- Regulador, para trabajar a tensión estable.
- Inversor, convertir la corriente CC en AC.
- Protecciones de CC y AC.
- Baterías, que serán cargadas por el grupo electrógeno o las propias placas.
- Grupo electrógeno, sobre todo por seguridad, pero también puede ayudar a ahorrar y mantener las baterías y depender de ellas en menor medida.
- Cargador de baterías.

En la siguiente figura vemos el esquema básico de una instalación en isla para cargas en AC.

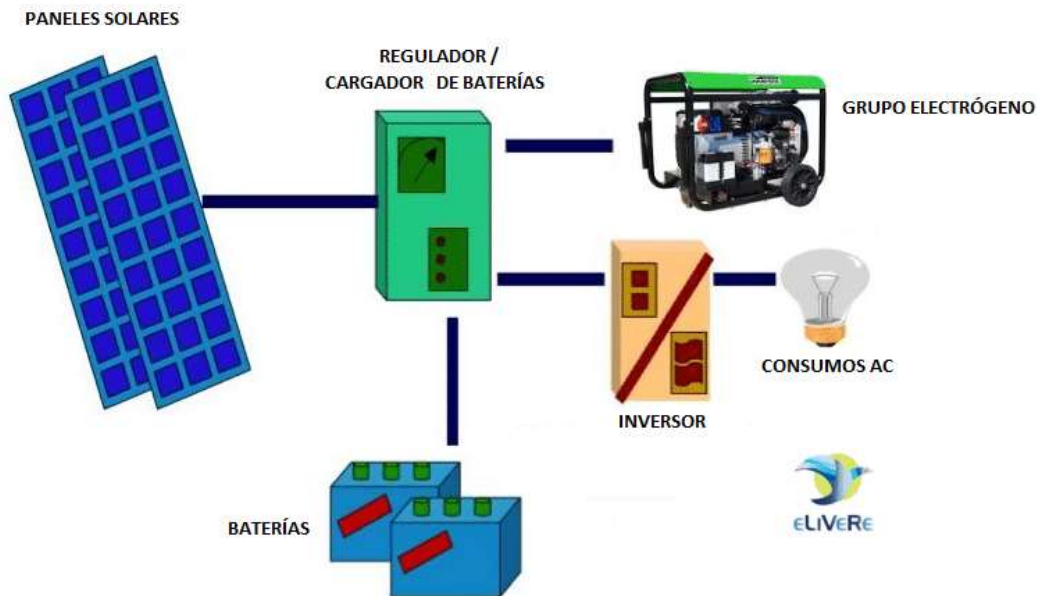


Ilustración 5: Esquema básico de una instalación de autoconsumo en isla para cargas en AC

En una instalación en isla para **cargas en CC** debemos tener:

- Placas solares
- Regulador: gestiona la carga, descarga las baterías y los consumos.
- Baterías

En la siguiente figura vemos el esquema básico de una instalación en isla para cargas en CC.



Ilustración 6: Esquema básico de una instalación de autoconsumo en isla para cargas en CC

3.1.1 Normativa

La legislación específica para las instalaciones solares fotovoltaicas para autoconsumo (conectadas a red) comenzó en 1998 con el RD 2818/1998 al que sucedió el RD 1663/2000 haciendo despegar el uso de la energía solar fotovoltaica en España. En los años posteriores se intentó desarrollar el uso de esta energía premiando con una prima por kWh producido mediante el RD 436/2004 y su sucesor el RD 661/2007.

El RD 1578/2008 pasó a limitar la cantidad de potencia solar fotovoltaica instalable anual y en 2011 se pasó a regular el régimen de autoconsumo. Fue en el 2012, Real Decreto 1/2012, donde se frenó la posibilidad de realizar instalaciones fotovoltaicas en España.

Con el Real Decreto 900/2015 se modificó el publicado en 2011 sobre la regulación del autoconsumo, imponiendo peajes por la producción en régimen de autoconsumo y trabando al balance neto.

La legislación actual para las instalaciones solares fotovoltaicas para autoconsumo se rige por el RD 244/2019 del 5 de Abril, que nos permite diferenciar entre dos tipos de autoconsumo:

- Autoconsumo **sin excedentes**, en que se necesitara un equipo (antivertido) que garantice que no se vierte nada de energía excedente a la red. Requerirá unos trámites administrativos mínimos.

- Autoconsumo **con excedentes**, que podrán ser tanto viviendas como industrias y que distinguiremos en dos bloques:

- Con excedentes acogidos a compensación, aunque el RD no se refiere directamente al balance neto si contempla la compensación simplificada de los excedentes, es decir se asignará un saldo/valor al kW que vertamos a red y a final de mes el total se descontará de nuestra factura. A esta modalidad podrán acogerse todas las instalaciones de autoconsumo con potencias instaladas de menos de 100kW.

- Con excedentes no acogidos a compensación simplificada, el vertido a la red de estas instalaciones, típicamente mayores de 100 kW, será en régimen de venta.

La energía excedentaria no podrá acumularse de un mes para el siguiente.

Además del RD 244/2019 permite que el propietario de la instalación solar y el consumidor sean diferentes, es decir una empresa externa podría hacer la instalación y encargarse del mantenimiento y el propietario del tejado/terreno se beneficiaría en conjunto con esta empresa de la energía y el ahorro generado.

En nuestro caso realizaremos una instalación fotovoltaica para autoconsumo sin vertido a red por lo que este cambio en la legislación no nos condiciona seriamente, aunque hay que reconocer que el cambio legislativo es muy positivo para la industria de la energía renovable y supone un gran paso adelante para el país en intentar generar la energía de manera más limpia cada vez.

El Real decreto refiere que las instalaciones inferiores a 15 kW (potencia del inversor) no necesitarán realizar los trámites de acceso y conexión a la red, es decir que la instalación podrá tener hasta 16kWpico en placas solares.

3.2 Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos que necesitaremos para realizar el diseño de nuestra instalación fotovoltaica serán tanto la irradiación solar como la temperatura ambiente.

La irradiación solar es la energía que podemos extraer del sol, típicamente obtenida a través del PVGIS, que nos proporciona datos de la irradiación solar diaria, mensual y anual tanto en superficies horizontales como inclinadas. Desarrollado por la comisión europea es una fuente de total confianza y aceptación dentro del mundo de la energía solar.

El dato de la temperatura tanto máxima como mínima que tendrá que soportar nuestra instalación será relevante. La temperatura mínima afectará a la temperatura de la célula de la placa condicionando la tensión del sistema. Con respecto a la temperatura máxima y dado que nuestra instalación se realizará en la cubierta de la nave podemos asumir que estará lo suficientemente refrigerada en verano y no supondrá una pérdida relevante de eficiencia.

4. Descripción del Proyecto

4.1 Emplazamiento

El proyecto se realizará en una nave industrial situada en el polígono industrial de Juncaril, calle Montejicar, provincia de Granada. Con las siguientes coordenadas:

-Latitud: 37°22'50''N

-Longitud: 03°63'72''W

La cubierta de la nave no es transitable y cuenta con espacio suficiente para la instalación de las placas. Las cubiertas presentan una inclinación de unos 10° y la fachada principal una orientación de SE.

4.1.1 Superficie disponible

Disponemos de la sobrecubierta de la nave para realizar la instalación, con unos 1.127 m² de superficie como podemos ver en la siguiente imagen.

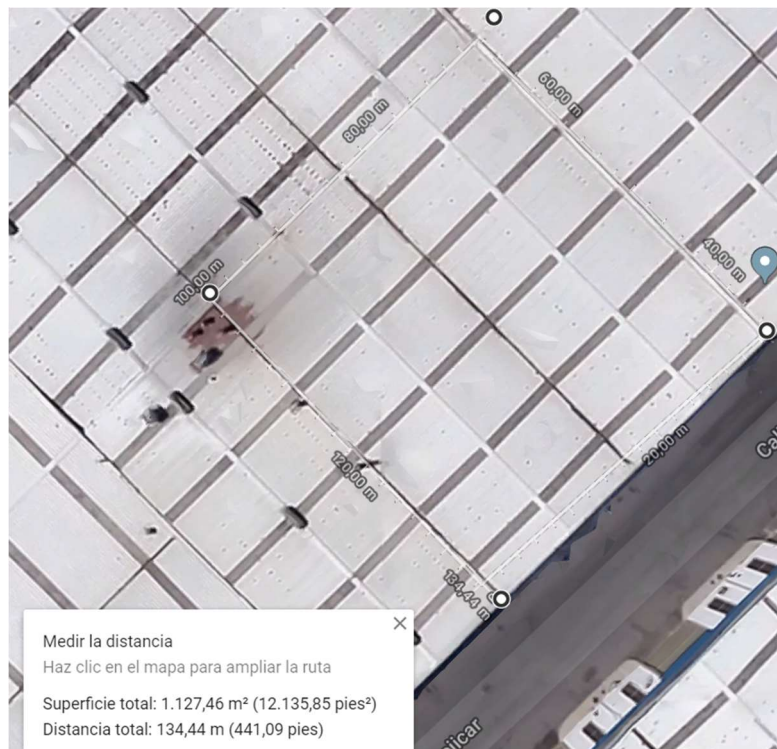


Ilustración 7: Superficie disponible en sobrecubierta

4.2 Consumo Eléctrico

Para adaptar la energía que podamos generar a las necesidades de demanda energética del cliente debemos hacer un estudio de los consumos energéticos del almacén.

La nave sirve como almacén logístico de una empresa que se dedica a la distribución de frescos, alimentos. Es por lo que podemos clasificar el consumo eléctrico que hace la empresa de tres diferenciadas partes:

-Parte 1: Dispone de una pequeña oficina con equipos informáticos donde se gestionan los pedidos entrantes, así como los horarios de distribución y una cámara frigorífica de menor tamaño para los pedidos ya listos pendientes de envío.

-Parte 2: Cámaras frigoríficas de mayor tamaño en funcionamiento las 24 horas del día durante todo el año.

-Parte 3: Alumbrado y maquinaria de almacenamiento y clasificado que solo esta operativa durante la jornada laboral de los trabajadores.

Los datos de los consumos que se han utilizado han sido obtenidos de las facturas del cliente en el último año.

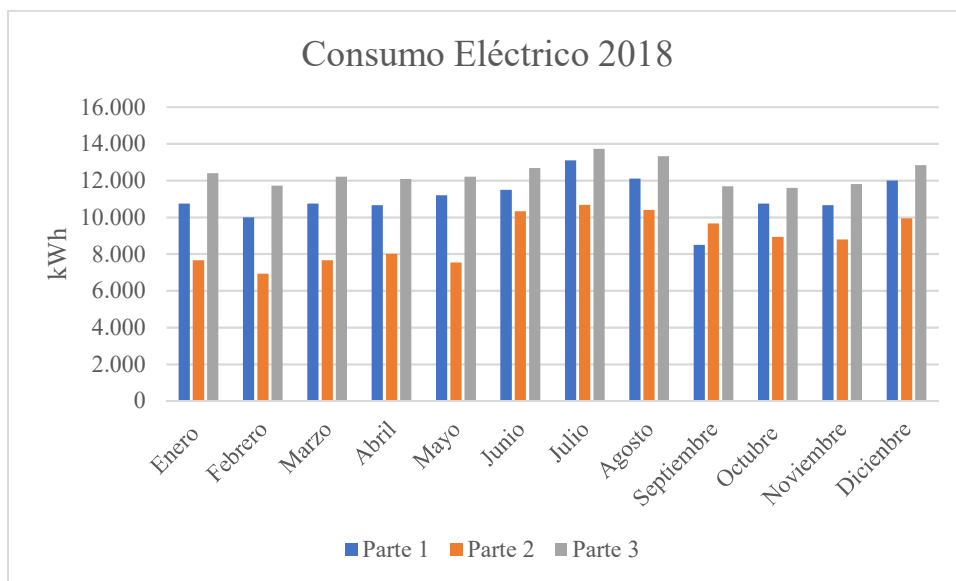


Ilustración 8: Consumos mensuales por partes

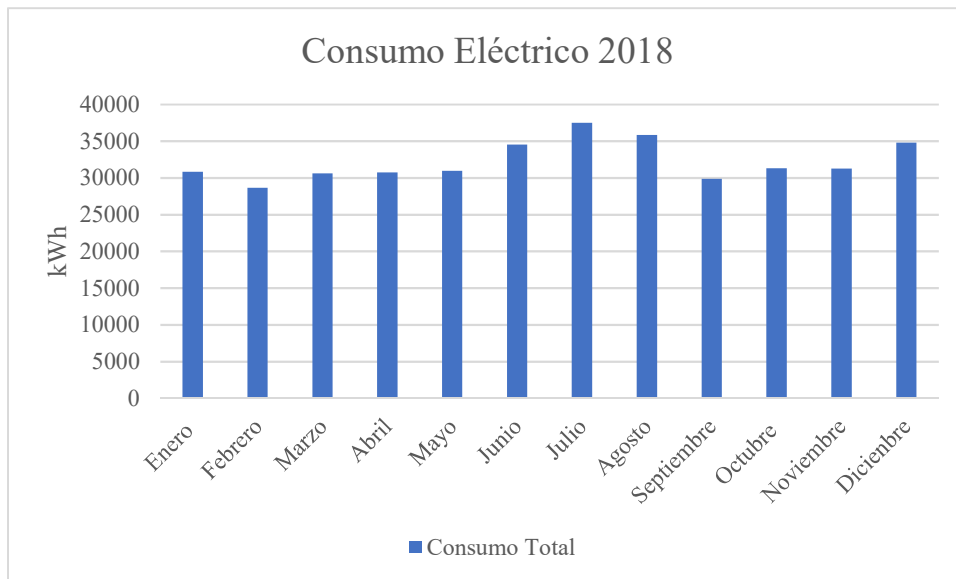


Ilustración 9: Consumos mensuales totales

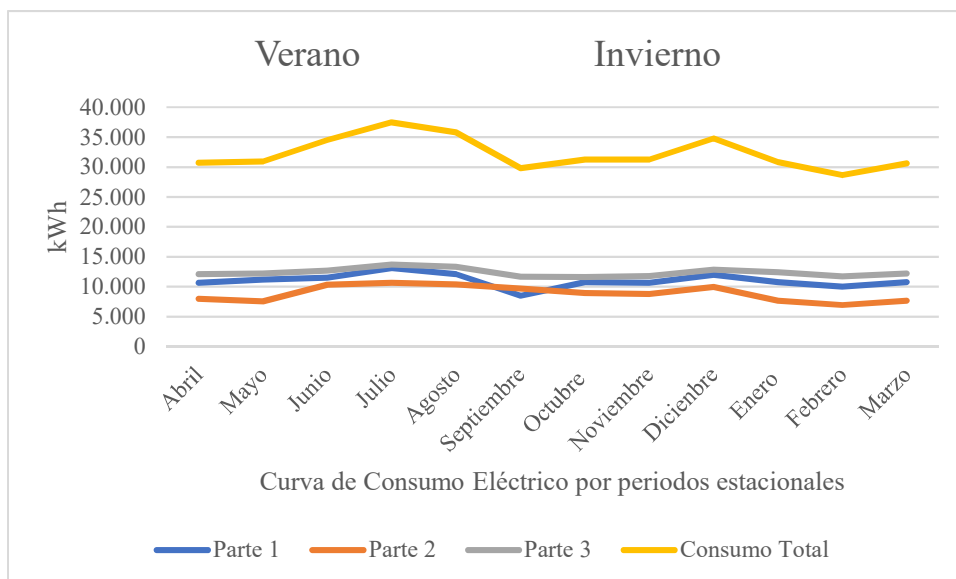


Ilustración 10: Consumos por periodos estacionales

Como podemos observar en las gráficas es en los meses de verano en los que mayor consumo energético tenemos, aunque hay un pico notable en los meses de diciembre y enero, debido a las fiestas. La nave tiene un consumo máximo de 37.487 kWh en el mes de julio y una media de 32.227 kWh que demanda mensualmente, que se traduce en un total de 386.723 kWh demandados anualmente. Por lo que para producir un ahorro anual del 30% o superior en la factura eléctrica de la empresa debemos intentar generar al menos 116.017 kWh anuales de nuestros paneles solares fotovoltaicos.

4.3 Propuestas de configuración de la instalación

Una vez aclarada la ubicación de la nave procedemos a analizar la irradiación e irradiancia sobre la misma, para poder generar la mayor cantidad posible en función de la disposición de las placas a instalar.

Tres posibles configuraciones:

-Sobrecubierta siguiendo la orientación de la fachada, SE (-45° azimut), y ancladas a la chapa del tejado con su misma inclinación de 10°.

-Sobrecubierta con la misma orientación de la fachada y una inclinación óptima de 29°.

-Sobrecubierta orientado al Sur (0° azimut) y una inclinación estándar de 30°.

4.3.1 Análisis de la irradiancia

Para los cálculos de potencia irradiada por el sol hemos utilizado dos orientaciones distintas y otras tres inclinaciones, resultándonos así tres opciones a estudiar.

La primera de ellas se llevará a cabo con las placas orientadas según la fachada de la nave y la misma inclinación que la cubierta de la nave, se anclaran los módulos a la chapa de la cubierta. Para la segunda hemos dispuesto la misma orientación que en la primera, según la fachada de la nave, y una inclinación optimizada por el PVGIS de 29°. En tercer lugar, colocaremos las placas orientadas al sur y con una inclinación estándar de 30°.

- Módulos apoyados en cubierta (10°, SE):

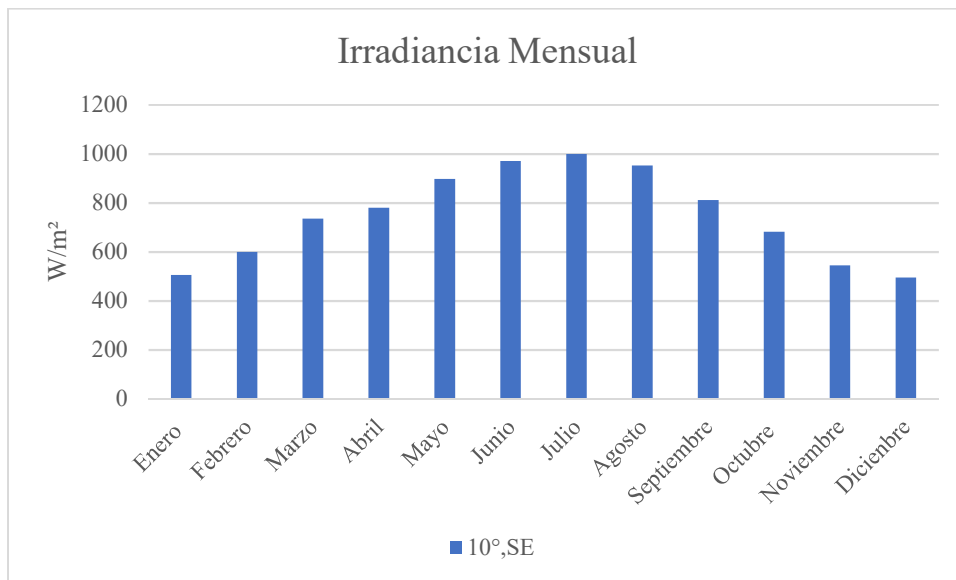


Ilustración 11: Irradiancia Mensual para 10° inclinación y orientación SE

- Módulos apoyados en cubierta (29°, SE):

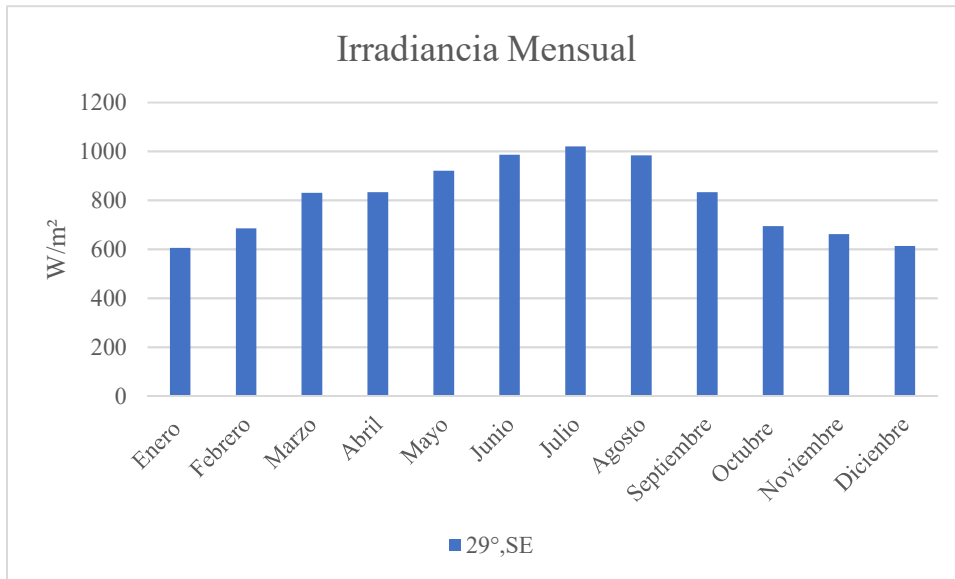


Ilustración 12: Irradiancia Mensual para 29° inclinación y orientación SE

- Módulos apoyados en cubierta (30°, S):

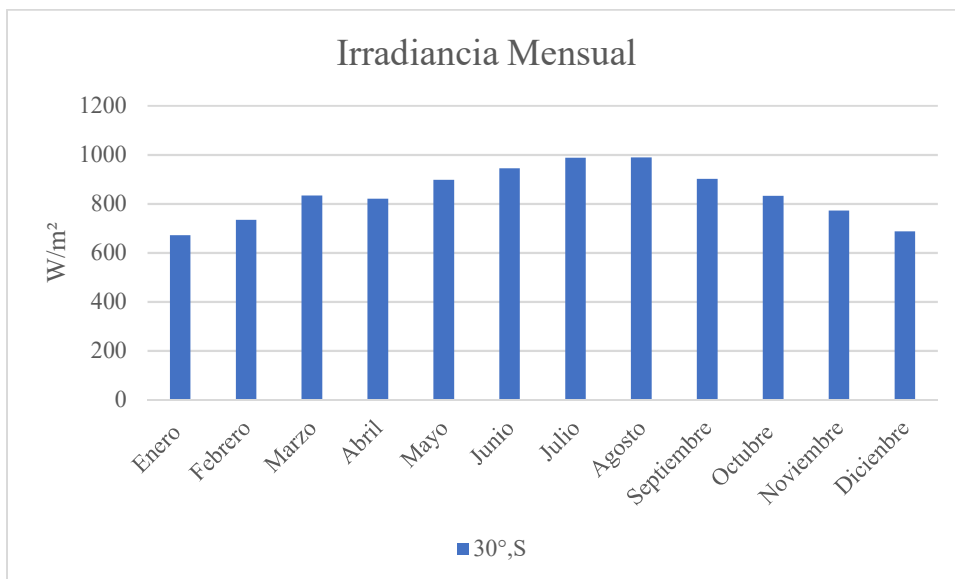


Ilustración 13: Irradiancia Mensual para 30° inclinación y orientación S

-Comparativa de casos:

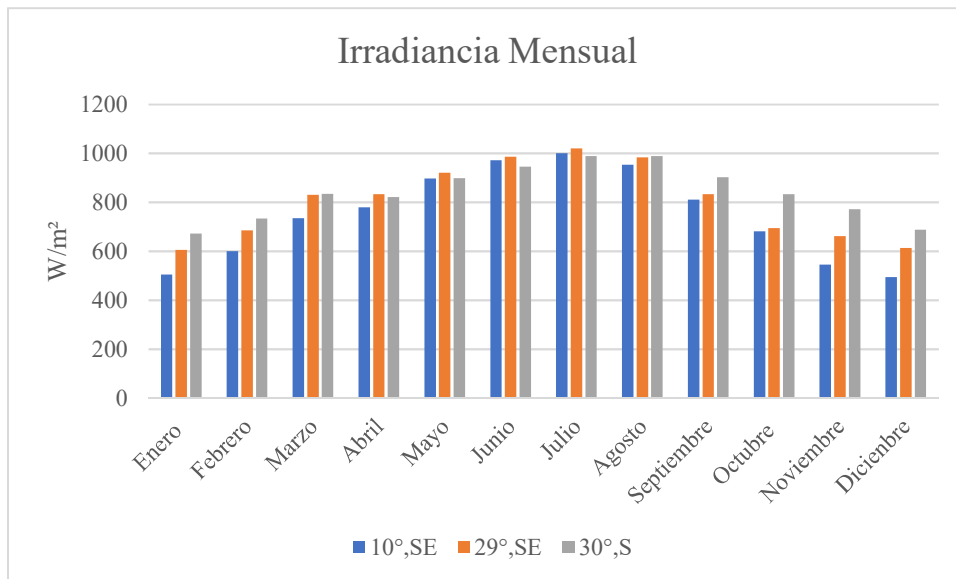


Ilustración 14: Comparativa de la Irradiancia Mensual 1

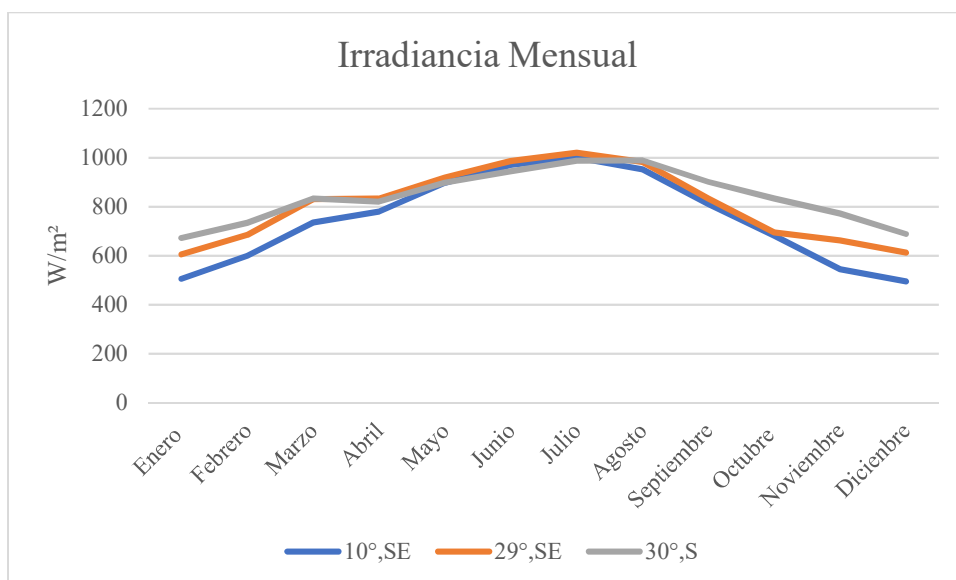


Ilustración 15: Comparativa de la Irradiancia Mensual 2

Como podemos observar la irradiancia varía en función de la estación anual y es diferente para cada mes del año, siendo mayor en los meses de verano y menor en los de invierno. Hemos obtenido una irradiancia mayor en los meses de invierno en el tercer caso, inclinación de 30° orientados al sur, mientras que en el verano tenemos una irradiancia más igualada entre casos. Dado que nuestra nave tendrá unas cámaras frigoríficas funcionando todo el año independientemente de los horarios y turnos de los trabajadores nos va a interesar poder producir la mayor cantidad posible de energía en invierno.

4.3.2 Análisis de la irradiación

- Módulos apoyados en cubierta (10°, SE):

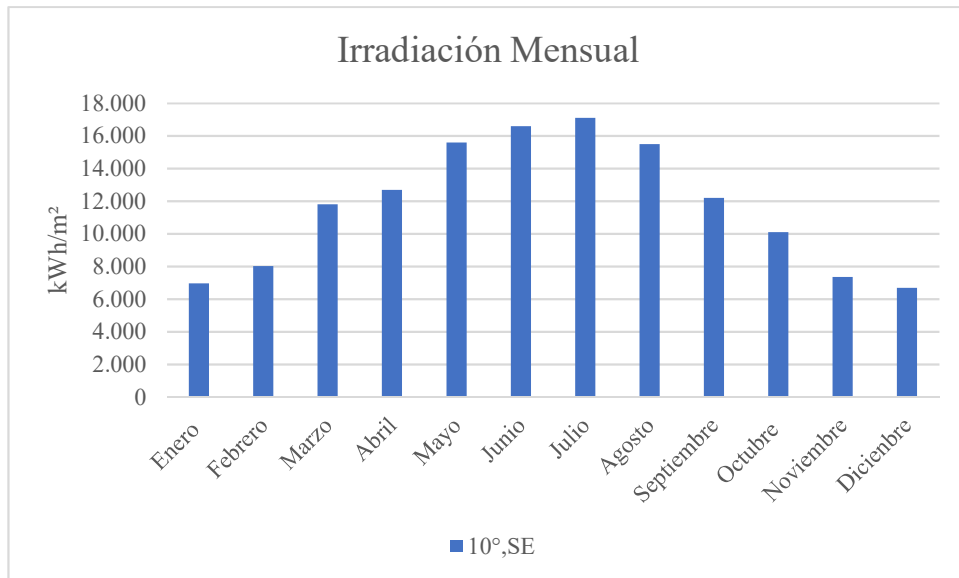


Ilustración 16: Irradiación Mensual para 10° inclinación y orientación SE

- Módulos apoyados en cubierta (29°, SE):

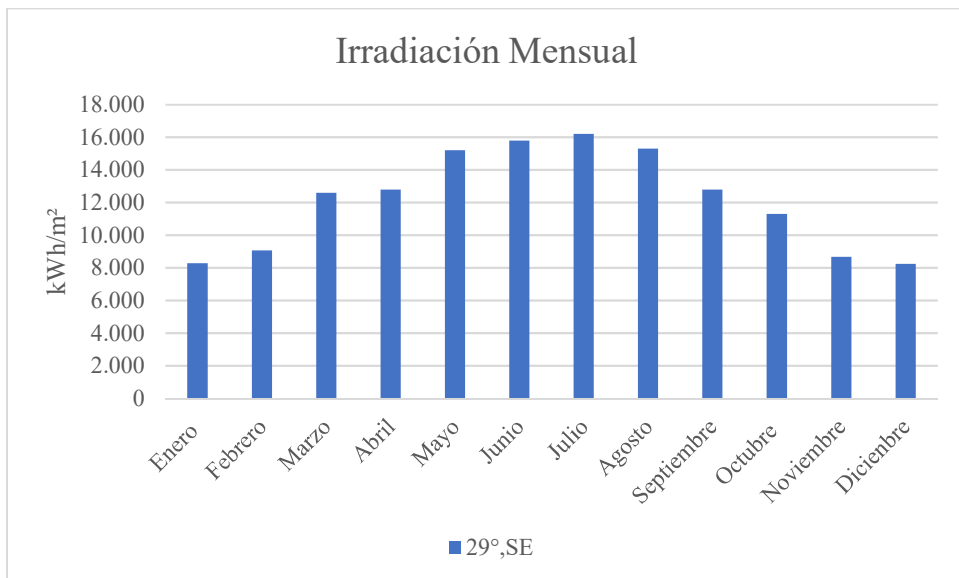


Ilustración 17: Irradiación Mensual para 29° inclinación y orientación SE

- Módulos apoyados en cubierta (30°, S):

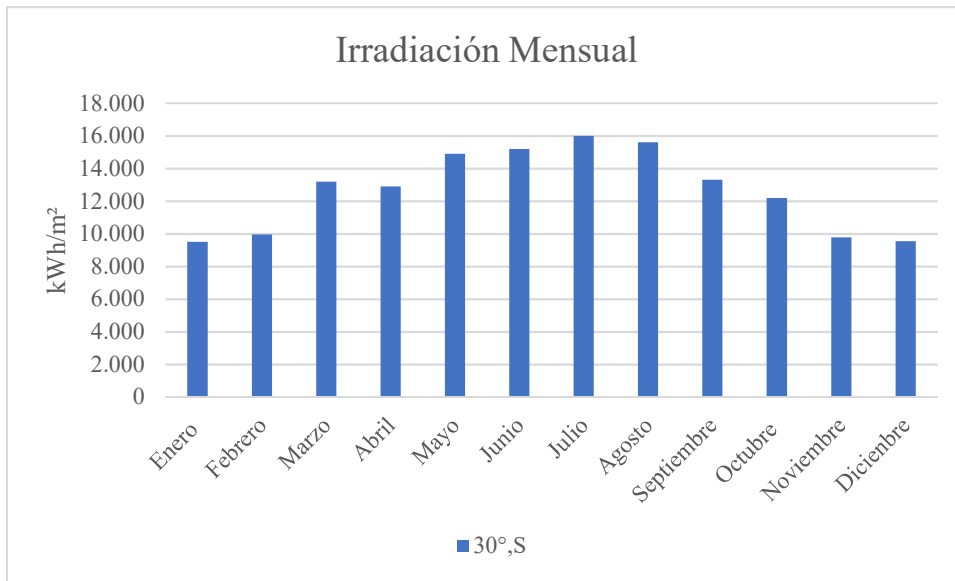


Ilustración 18: Irradiación Mensual para 30° inclinación y orientación S

-Comparativa de casos:

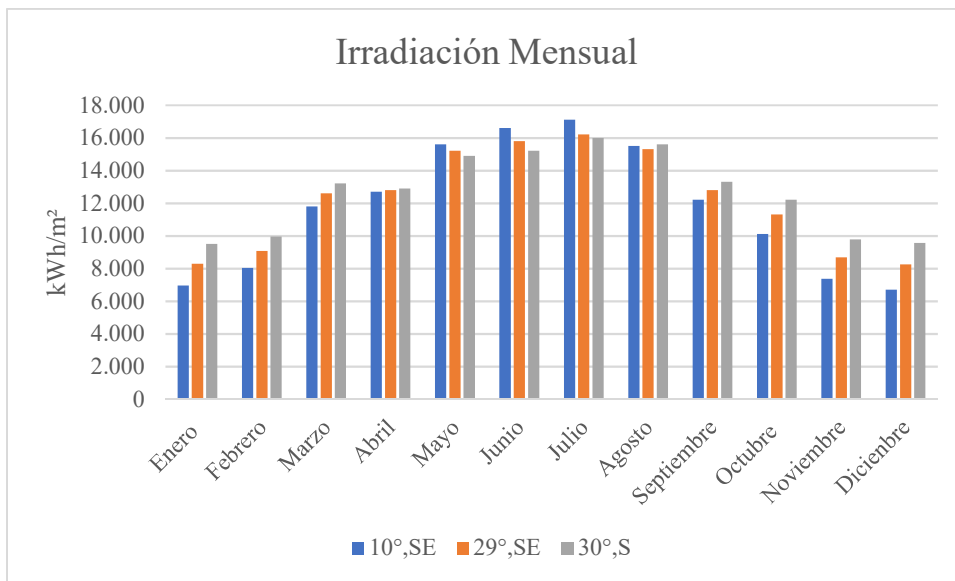


Ilustración 19: Comparativa de la Irradiación Mensual 1

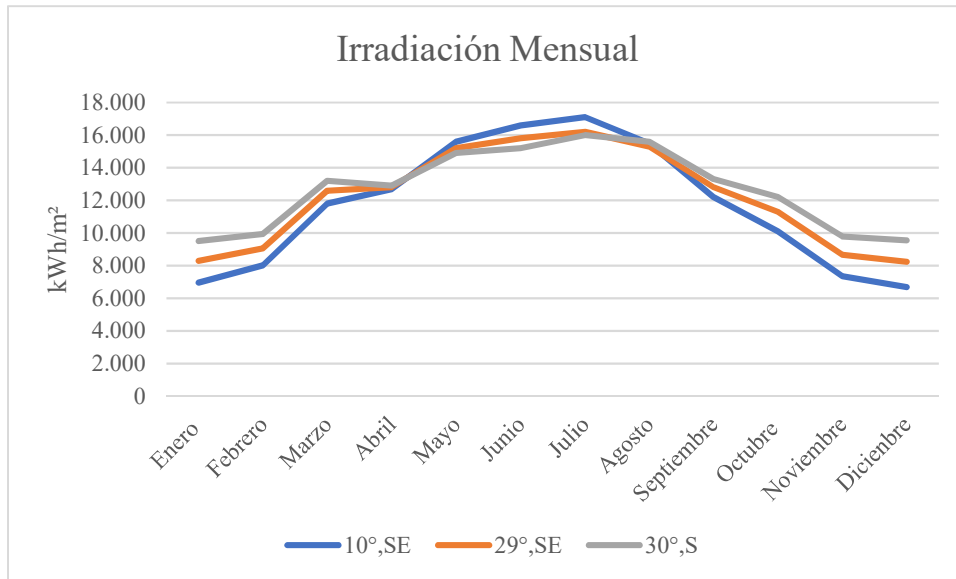


Ilustración 20: Comparativa de la Irradiación Mensual 2

Al igual que pasa con la irradiación durante los meses de invierno podemos producir mayor cantidad de energía solar fotovoltaica en los meses de invierno con una inclinación de 30° y orientación sur.

Irradiación	Inclinación 10°, SE	Inclinación 29°, SE	Inclinación 30°, S
Anual[kWh/(m ² ·año)]	1470	1520	2150
Diaria[kWh/(m ² ·día)]	4.03	4.16	5.89
Pérdidas Sistema (%)	14	14	14
Pérdidas Temperatura y baja irradiancia (%)	11,9	12,4	12,5
Pérdidas ángulo de incidencia (%)	3	2,6	2,6
Efectos espectrales (%)	0,6	0,6	0,6
Pérdidas totales (%)	26,1	26,2	26,3

Tabla 1: Irradiación total anual para cada caso

En la tabla podemos ver la irradiación total anual de cada caso, siendo notablemente mayor con los paneles inclinados a 30°.

En los tres casos se cumplirían las condiciones fijadas por normativas y protocolos desarrollados en el Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo, total de pérdidas por ángulo de incidencia, orientación y sombras menor del 50%.

Podemos concluir de los datos obtenidos y analizados de la irradiancia e irradiación en granada que la mejor solución para realizar nuestra instalación es la tercera: una inclinación de 30° orientada al sur, pues somos capaces de producir mayor energía solar a lo largo del año además de tener una producción más sólida los meses de baja radiación solar, invierno.

El cálculo de los datos analizados se detalla más adelante.

5. Instalación Solar Fotovoltaica

Partiendo de los datos analizados anteriormente y diversos cálculos realizados para la elección de los módulos hemos decidido realizar una instalación de 96 kW de potencia instalada total mediante el uso de 15 ramas en paralelo de 16 módulos, JKM400M-72H-V, lo que hace un total de 240 módulos. Estarán orientados al sur con una inclinación de 30°. Y dejaremos una distancia de 2,25 m entre paralelos.

La cubierta de la nave se encuentra libre de obstáculos, es además una cubierta no transitable y apta para la instalación de las placas fotovoltaicas.

Las principales características de nuestro generador fotovoltaico son:

- Potencia pico instalada: 240 módulos de 400 Wp, 96 kWp.
- Tensión en circuito abierto, Voc: 16 módulos de 48,12 V de Voc, 769,92V.
- Intensidad de cortocircuito, Icc: 15 módulos de 10,36A de Icc, 155,4A.
- Tensión en el punto de máxima potencia, Vppm: 16 módulos de 41,7V de Vppm, 667,2V
- Intensidad en el punto de máxima potencia, Ippm: 15 módulos de 9,6A de Ippm, 144A.

Para nuestra instalación obtendríamos un total de 137.183 kWh lo que supone un ahorro de 35,2% en el gasto eléctrico. Cumpliendo con los requisitos que nos habíamos fijado.

Disponemos de 1.127 m² en la cubierta de la nave para colocar los paneles, con esta distribución los módulos nos ocuparan 483m².

5.1 Módulos

Los módulos que emplearemos en nuestra instalación serán JKM400M-72H-V, de la marca JINKO y con una tecnología de silicio monocristalino lo que nos permitirá mejorar, en torno a un 13-18%, el rendimiento, aunque nos elevaran los costes de mantenimiento e instalación.

Los módulos por utilizar cuentan con la homologación de producto: IEC61215, IEC61730, UL1703.

Nuestros módulos JKM400M-72H-V tienen las siguientes especificaciones:

Características Mecánica	
Tipo Célula	Silicio Monocristalino
Dimensiones	2008×1002×40mm
Peso	22,5 kg
Cables de Salida	TUV 1x4 mm ² Ánodo 290mm, Cátodo 145mm

Tabla 2: Características mecánicas de los módulos

Condiciones de trabajo	
Temperatura de funcionamiento	-40°C~+85°C
Capacidad máxima de fusibles en serie	20 A
Tolerancia de energía	0~+3%
Máxima tensión del sistema	1500 Vdc

Tabla 3: Condiciones de trabajo de los módulos

Coeficientes de temperatura	
Potencia máxima	-0.36%/°C
Tensión de circuito abierto, Voc	-0.28%/°C
Corriente de cortocircuito, Icc	0.048%/°C
TONC	45±2°C

Tabla 4: Coeficientes de temperatura de los módulos

Especificaciones STC: Irradiancia 1000 W/m ² , temperatura de célula 25 °C, AM 1.5	
Potencia nominal	400 W
Tensión de Circuito abierto, Voc	49,8 V
Tensión en el punto de máxima potencia, Vpmp	41,7 V
Corriente de cortocircuito, Icc	10,36 A
Intensidad en el punto de máxima potencia, Ipmp	9,60 A
Eficiencia	19,88%
Especificaciones NOCT: Irradiancia 800 W/m ² , temperatura de célula 20 °C, AM 1.5	

Potencia nominal	302 W
Tensión de Circuito abierto, Voc	48,5 V
Tensión en el punto de máxima potencia, V _{pmp}	39,6 V
Corriente de cortocircuito, I _{cc}	8,16 A
Intensidad en el punto de máxima potencia, I _{pmp}	7,66 A
Eficiencia	19,88%

Tabla 5: Especificaciones STC y NOCT de los módulos

La garantía de los módulos se establece mediante la siguiente grafica tras 10 años de garantía total del producto:

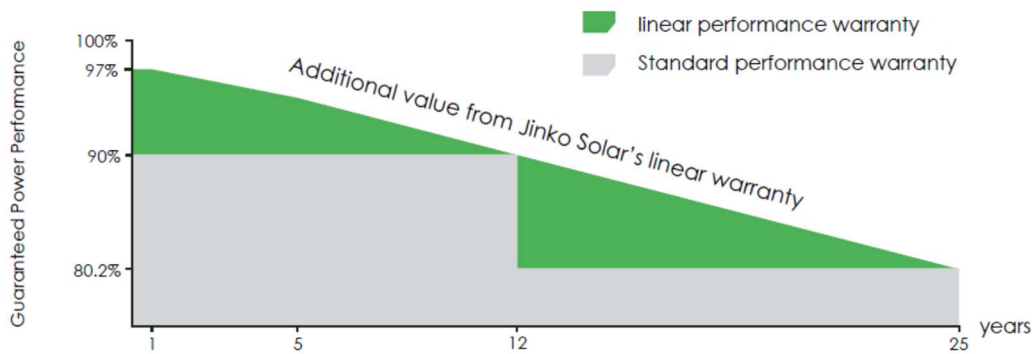


Ilustración 21: Rendimiento de los módulos en el tiempo

Dimensiones del módulo:

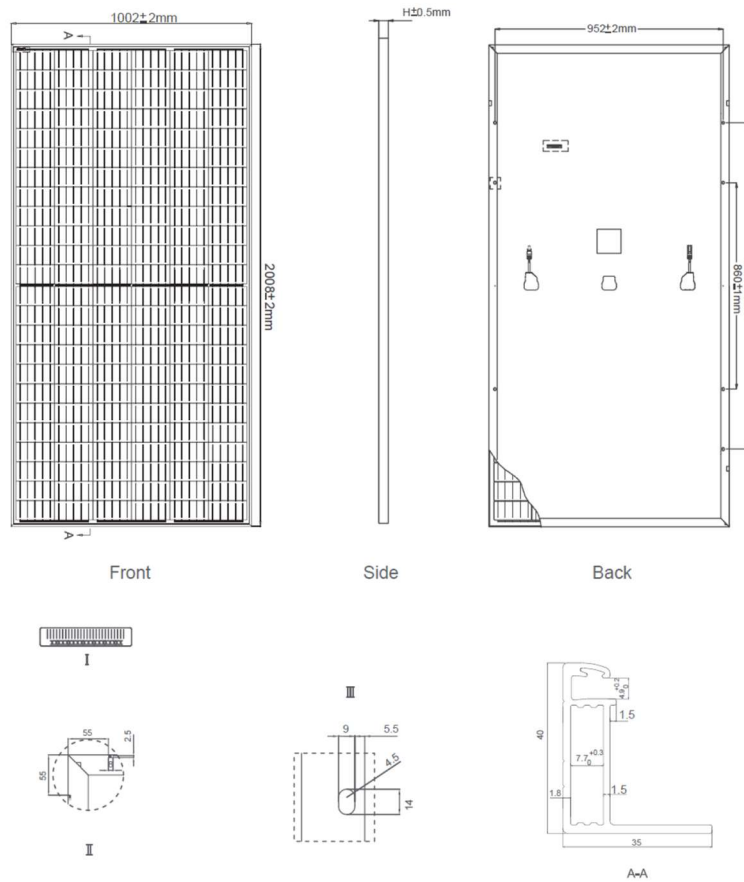


Ilustración 22: Dimensiones de los módulos

Comportamiento eléctrico y dependencia de la temperatura de los módulos:

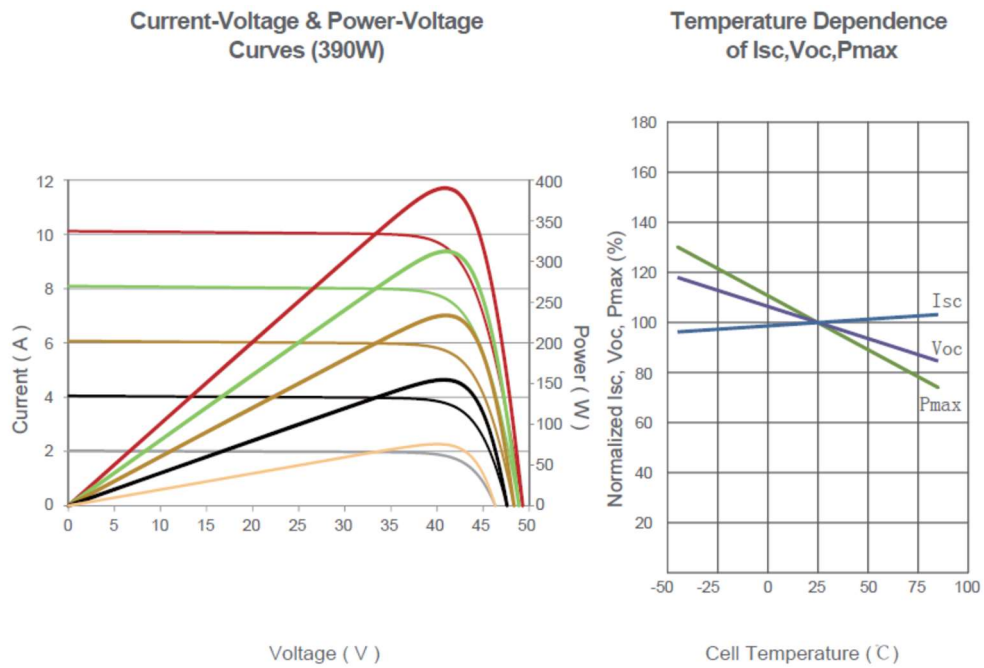


Ilustración 23: Comportamiento y dependencia de la temperatura de los módulos

5.2 Inversor

Mediante el inversor convertiremos la corriente continua que generaran nuestras placas en corriente alterna apta para el consumo de la nave, con las mismas características que la de la red eléctrica, 220V y 50Hz.

El rendimiento de los inversores del mercado es alto, rondan el 90%, por lo que nuestro generador tendrá una potencia nominal un 120% la del inversor.

Nuestra instalación seguirá el modelo fotovoltaico con inversor central, colocaremos solo un inversor para reducir el peso en la cubierta.

Esquema configuración con inversor central:

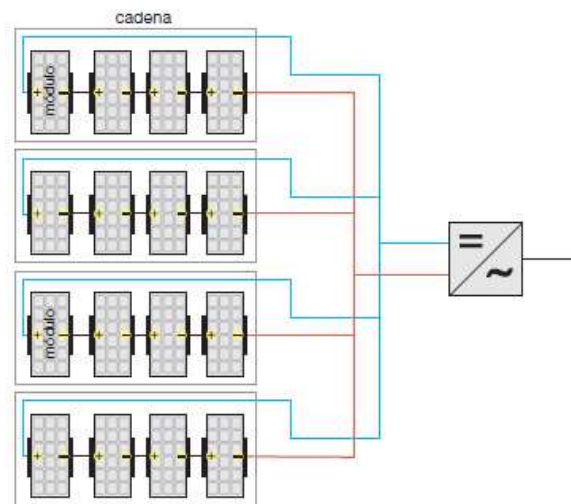


Ilustración 24: Esquema de configuración con inversor central

El inversor que utilizaremos para nuestra instalación será el Ingecon Sun Power 80, del fabricante Ingeteam.



Ilustración 25: Inversor IngeconSun80

Estos inversores están diseñados tanto para instalaciones en cubierta de medianas y grandes potencias como para instalaciones multimegavatio en suelo.

Esta familia de inversores está equipada con un avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) para extraer la máxima energía del campo fotovoltaico.

No necesitan elementos adicionales y permiten su desconexión manual de la red.

Cada inversor lleva incorporado un datalogger interno para almacenamiento de datos hasta 3 meses al que se puede acceder desde un PC remoto y también in situ desde el frontal del inversor a través de un teclado. Asimismo, este frontal dispone de LEDs indicadores de estado y alarmas y pantalla LCD.

Tiene una potencia nominal de 80 kW y las siguientes especificaciones.

Valores de Entrada (DC)	
Rango pot. campo FV recomendado	92 - 104 kWp
Rango de tensión MPP	405-750 V
Tensión máxima DC	900 V
Corriente máxima DC	229 A
Nº entradas DC	4
MPPT	1
Valores de Salida (AC)	
Potencia nominal AC modo HT	80 kW
Potencia nominal AC modo HP	88 kW
Corriente máxima AC	156 A
Tensión nominal AC	400 V
Frecuencia nominal AC	50/60 Hz
Coseno Phi	1
THD	<3%

Tabla 6: Especificaciones del Inversor

Datos generales	
Consumo energía standby	30 W
Consumo energía nocturno	1 W
Temperatura funcionamiento	-10°C a +65°C
Humedad relativa	0 - 95%
Grado de protección	IP20

Tabla 7: Datos generales del Inversor

Rendimiento	
Eficiencia Máxima	97,50%
Eficiencia	96,20%

Tabla 8: Rendimiento del Inversor

Dimensiones y Peso	
Dimensiones	1.000x1.710x820 mm
Peso	1.026 kg

Tabla 9: Dimensiones y Peso del Inversor

Además, nuestro inversor posee las siguientes protecciones eléctricas:

- Aislamiento galvánico entre la parte de DC y AC.
- Polarizaciones inversas.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Fallos de aislamiento.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Seccionador en carga DC.
- Fusibles DC.
- Seccionador- magnetotérmico AC.
- Descargadores de sobretensiones DC.
- Descargadores de sobretensiones AC.

El Ingecon®Sun Power 80 ha sido diseñado con componentes que ofrecen una vida útil de más de 20 años. Tienen una garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años.

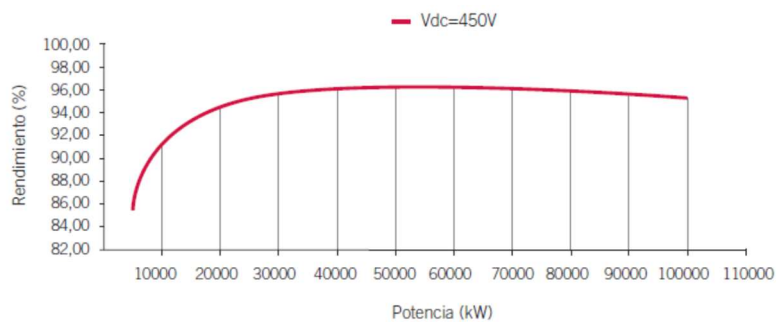


Ilustración 26: Gráfica Rendimiento-Potencia

5.3 Cableado

Cableado de corriente continua

El cableado de corriente continua lo elegiremos acorde al Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red de IDEA y las especificaciones de la norma UNE correspondientes, que contemplan el cableado a utilizar para las conexiones entre inversor y los módulos fotovoltaicos.

Diseñaremos los cables para que aguante en condiciones severas y de larga duración (+ de 25 años), resistentes a temperaturas de -40°C a 90°C a la intemperie y de alta seguridad (no propagadores de fuego).

Elegiremos conductores de cobre y la sección de estos será la adecuada para garantizar los criterios de máxima intensidad admisible y máxima caída de tensión admisible. Deben, a su vez, cumplir las especificaciones de la parte uno de la Norma UNE 21207.

Cableado de corriente alterna

El cableado de corriente continua lo elegiremos acorde al Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red de IDEA y las especificaciones de la norma UNE correspondientes, que contemplan el cableado a utilizar para las conexiones entre inversor y el CGP, así como las protecciones de AC.

Diseñaremos los cables para que aguante en condiciones severas y de larga duración (+ de 25 años), resistentes a temperaturas de -40°C a 90°C a la intemperie y de alta seguridad (no propagadores de fuego).

Elegiremos conductores de cobre y la sección de estos será la adecuada para garantizar los criterios de máxima intensidad admisible y máxima caída de tensión admisible. Deben, a su vez, cumplir las especificaciones de la ITC BT-19,20 y 28. Para el cumplimiento de lo estipulado en la ITC BT-40.5 la caída de tensión máxima del circuito de alterna no deberá sobrepasar el 1,5%.

Elecciones de Cableado por tramos

Cableado de corriente continua		
Tramo	Descripción	Sección
Ramas 1-15 16 módulos en serie	Cable manguera solar monofásico 0,6/1kV XLPE (Cu) con recubrimiento de protección XLPE	2,5 mm ²
Cableado de corriente alterna		
Tramo	Descripción	Sección
De Inversor a cuadro AC	3F Cables unipolares 0'6/1 kV XLPE (Cu) con recubrimiento de XLPE + N	3Fx50+Nx25 mm ²
Del cuadro AC al CGPM	3F Cables unipolares 0'6/1 kV XLPE (Cu) con recubrimiento de XLPE + N	3Fx95+1Nx50 mm ²

Tabla 10: Cableado elegido por tramos

5.4 Protecciones

Las Protecciones de la instalación se dimensionarán según normativa. Dispondremos de un cuadro de protección a la salida de la instalación y se equiparan las siguientes protecciones en nuestra instalación: contra cortocircuitos, derivaciones CC, sobretensión, subtensión, sobrefrecuencia, subfrecuencia, contactos directos e indirectos. También instalaremos una puesta a tierra según la normativa vigente en el RD 842/2002 y el RD 337/2014 en los que se articulan reglamentos eléctricos de baja y alta tensión.

Puesta a tierra

El objetivo de una puesta a tierra en una instalación eléctrica es proporcionar protección a las personas frente a los contactos, directos o indirectos, con los elementos del sistema. Es decir, disponer de una conexión equipotencial a tierra a la que unir las partes metálicas de nuestra instalación con objeto de preservar la salud de las personas al impedir a las masas adquirir potencial y garantizar el correcto funcionamiento de las limitaciones de sobretensión y corriente.

Típicamente se dispondrá del esquema flotante de la instalación para su cálculo. Este esquema flotante consiste en aislar la red de continua del sistema en tierra y se unirán las masas metálicas del sistema y los dispositivos de protección a una tierra a modo de protección.

Para cumplir con la ITC BT-40 y el artículo 15 del RD 1699/2011 nuestro electrodo de puesta a tierra debe ser independiente del electrodo neutro de la distribuidora, así que aislaremos galvánicamente mediante el transformador de nuestro inversor el tramo de corriente alterna y de continua de nuestro sistema.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra. Para calcular la sección de estos conductores debemos seguir la tabla 2 de la ITC BT-18.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 11: Tabla 2 ITC BT-18

Para la conexión de las partes metálicas de la instalación usaremos conductores de 4mm² y una sección de 50mm² para enlazar la pica de puesta a tierra con el sistema. El conductor tendrá 8m de longitud. El valor de la puesta a tierra será de 30 Ω .

Protección contra contactos directos

Centraremos la protección contra contactos directos principalmente en la aplicación de medidas que impidan el contacto directo de las personas con las partes activas de la instalación. Recubriremos las partes activas de la instalación con materiales aislantes, interpondremos barreras y obstáculos para evitar estos contactos y además instalaremos una puesta fuera de alcance.

De manera auxiliar para la parte de corriente continua dispondremos de un controlador de aislamiento en nuestro inversor que compruebe que la resistencia de aislamiento de la

instalación cumple en todo momento los valores de seguridad, esta debe ser mayor a 10 veces la tensión en circuito abierto (Voc) del generador, y en caso de emergencia desconectará el inversor. Para la parte de corriente alterna dispondremos de una protección de corriente diferencial residual 30mA asociado al interruptor general de salida AC de nuestro inversor.

Protección contra contactos indirectos

Para toda la instalación usaremos materiales de clase II (aislamiento equivalente).

También instalaremos una protección de corte de alimentación automático tanto para la parte de corriente continua como para la de alterna.

Para la parte de corriente continua, nuestro generador debe cumplir que la resistencia de la toma de tierra por la intensidad de defecto sea menor que la tensión límite de seguridad en entornos mojados para DC. Mantendremos la resistencia de aislamiento 10 veces la tensión de generación en vacío. Dispondremos de un controlador de aislamiento en nuestro inversor que desconectará el inversor en caso de emergencia.

Para la parte de corriente alterna, usaremos el corte automático por corriente diferencial residual regulable de 0 a 30mA asociado a la salida general de AC del inversor. Debemos cumplir que la resistencia de la toma de tierra por la intensidad de defecto sea menor o igual que la tensión límite de seguridad en entornos secos para AC.

La Guía BT-26 haciendo referencia al REBT recomienda que para edificios sin pararrayos la resistencia de puesta a tierra sea menor de 37Ω . Este es nuestro caso en concreto por lo que nuestra resistencia de puesta a tierra será de menos de 37Ω .

Tras realizar diversos cálculos hemos decidido colocar una puesta a tierra, mediante pica más cable desnudo de cobre 50mm^2 enterrado, de 30Ω .

Protecciones contra cortocircuitos y derivaciones CC

El inversor va equipado con un dispositivo de vigilancia de aislamiento en el sistema fotovoltaico al que está conectado. Como ya se comentó anteriormente si falla el aislamiento será el inversor el que desconectará la conexión del generador.

Protección contra Sobretensiones y Subtensiones

El inversor ya dispone de protecciones contra sobretensiones exigidas por el reglamento. En caso de necesidad, el inversor desconectará el generador fotovoltaico, hasta que las condiciones vuelvan a ser adecuadas.

El inversor debe cumplir con la norma UNE-EN 6100-4-5:2015 sobre protección contra sobretensiones. Además, las protecciones del inversor desconectarán la instalación, según lo especificado en la ITC-BT-40 punto 7, por tensión siendo:

- El relé de mínima tensión desconectará en un tiempo inferior a 0,5 segundos, en cuanto la tensión pase el 85% de su valor nominal.
- El relé de máxima tensión desconectará en un tiempo inferior a 0,5 segundos, en cuanto la tensión pase el 110% de su valor nominal.

Además, el inversor desconectará la instalación generadora en caso de ausencia de tensión.

Protección contra Sobrefrecuencias y Subfrecuencias

El inversor dispondrá de protecciones para estos casos según lo exigido en el reglamento. En caso de necesidad el inversor desconectará el generador fotovoltaico hasta que se restablezcan las condiciones adecuadas.

Las protecciones del inversor por frecuencia deben cumplir con lo especificado en la ITC-BT-40 punto 7 para proceder a la desconexión de la instalación.

5.5 Estructuras Soporte de los Módulos

Nuestros módulos deberán ir en estructuras que los soporten con las siguientes características:

Colocaremos 16 módulos sobre cada estructura de forma apaisada. Para conseguir la inclinación de 30°, unos tendrán una inclinación de 20° y otros de 40°.

Las estructuras irán separadas 1,125 m unas de otras. Cada estructura sobre la que colocaremos los 16 módulos estará dividida en 11 estructuras independientes sobre las que colocaremos los módulos. En total colocaremos 165 de estas estructuras.

Esta estructura se compone de un perfil CVE 915 XL de 3 metros de longitud, sobre los cuales se apoyarán las placas solares, y 6 apoyos triangulares fijados al tejado de la nave, y donde descansan los perfiles. Estos apoyos triangulares tienen perfiles MQ-21D, y perfiles MQ-41.



Ilustración 27: Estructura CVE 915 XL

5.6 Sistema de Monitorización

Nuestro sistema de monitorización en la instalación debe almacenar y mostrar los datos relacionados con el estado de la instalación en todo momento.

Estará dividido en tres subsistemas:

1. Subsistema de adquisición: formado por elementos que reciben los valores de cada una de las variables a medir. Luego las transforman en señales de tensión o de intensidad. Ambos en el rango de mV o mA respectivamente.
2. Subsistema de transmisión: formado por elementos de conexión entre el subsistema de adquisición y el equipo de tratamiento de los datos adquiridos. Podemos tener esta conexión de manera local o remota.
3. Subsistema de tratamiento de la información: formado por un equipo PC recibirá la información del subsistema de adquisición de manera local o remota.

La colocación de los contadores estará de acuerdo con el R.E.B.T. Los contadores estarán ajustados a las normativas meteorológica y de señalización vigentes.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50 y el 100 de la intensidad nominal y la máxima de precisión del equipo.

6. Cálculos

6.1 Irradiación e Irradiancia

Para obtener los valores de irradiación e irradiancia solar en el plano horizontal, con los que vamos a llevar a cabo el estudio para determinar la opción de orientación e inclinación más adecuada, usaremos el programa “Photovoltaic Geographical Information System” del IET de la comisión europea conocido como PVGIS.

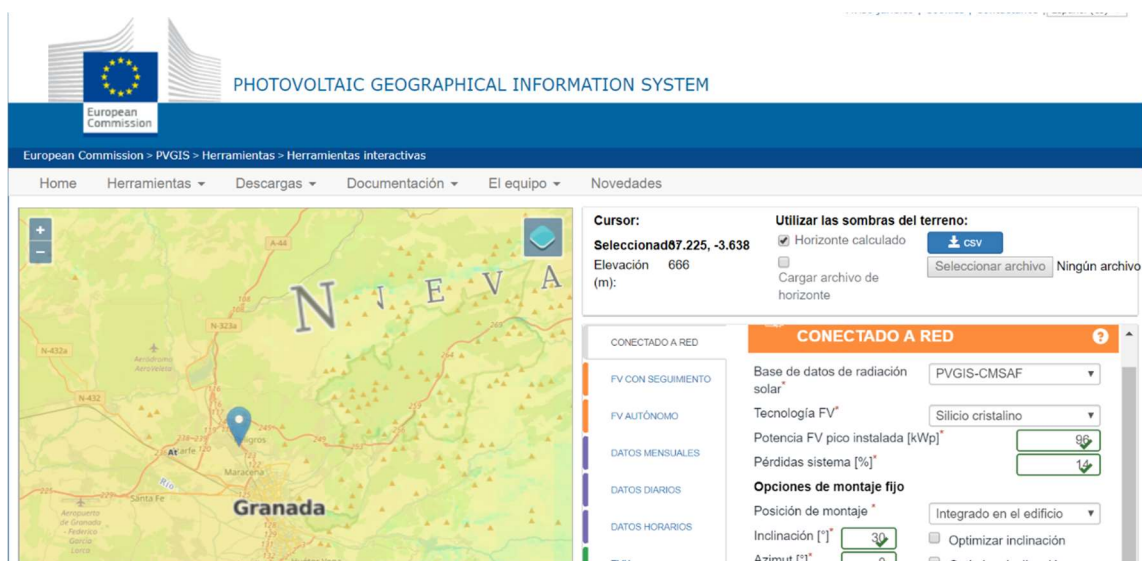


Ilustración 28: Instantánea de PVGIS

6.2 Pérdidas Generación

Nuestros módulos van a estar orientados al sur con una inclinación de 30° , por lo que no será la inclinación óptima para dicha orientación, esta sería de 32° , y por lo tanto se producirán pérdidas de este tipo y también por la generación de sombras. Seguiremos el Pliego de Condiciones Técnicas del IDEA para estimar las nuestras.

Nuestra instalación debe cumplir los límites impuestos por norma. Para nuestro caso de integración en el edificio, el total no debe exceder el 50% de la irradiación que podría incidir sobre la placa con orientación sur y una inclinación óptima, es nuestro caso 32° . Mientras que las pérdidas de sombras no podrán pasar el 20% y las de orientación e inclinación el 40%.

Prevedemos que la instalación estará operativa durante todo el año, por lo que usaremos la latitud para el cálculo de inclinación.

Orientación e Inclinación

El ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.

El ángulo de azimut α , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Su valor es 0° para módulos orientados al Sur, -90° para módulos orientados al Este y $+90^\circ$ para módulos orientados al Oeste.

Ambos casos representados en la siguiente figura:

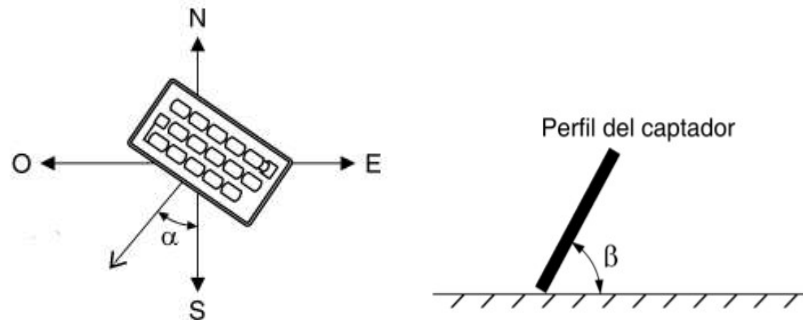


Ilustración 29: Esquema ángulos inclinación y azimut

Para calcular las pérdidas habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT, Usamos la siguiente figura:

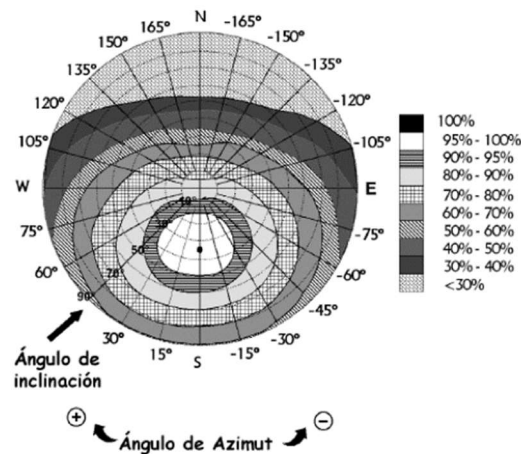


Ilustración 30: Esquema límites de ángulos de inclinación según azimut

Nos encontramos en la latitud $37^\circ 22'$, que aproximaremos a 37° .

Conocido el azimut (α), determinamos en la figura anterior los límites para la inclinación en el caso de $\beta = 41^\circ$. 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 intersectan, se obtienen los valores para latitud $\beta = 41^\circ$ y se corrigen según la latitud en la que nos encontramos 37° :

Inclinación máxima = 60°

Inclinación mínima = 12°

Inclinación máxima = Inclinación ($\beta = 41^\circ$) - ($41^\circ - 37^\circ$) = $60^\circ - (41^\circ - 37^\circ) = 56^\circ$.

Inclinación mínima = Inclinación ($\beta = 41^\circ$) - ($41^\circ - 37^\circ$) = $12^\circ - (41^\circ - 37^\circ) = 8^\circ$, siendo 0° su valor mínimo.

Verificamos según:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \text{latitud} + 10)^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] = 0,108 \%$$

para $15^\circ < \beta < 90^\circ$

Cumplimos las condiciones fijadas para las pérdidas de orientación e inclinación.

Sombras

Para el cálculo de estas pérdidas seguimos el procedimiento de la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del Sol.

Primero debemos llevar a cabo la localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito. Procediendo a la representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la siguiente figura, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse 12° en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,..., D14).

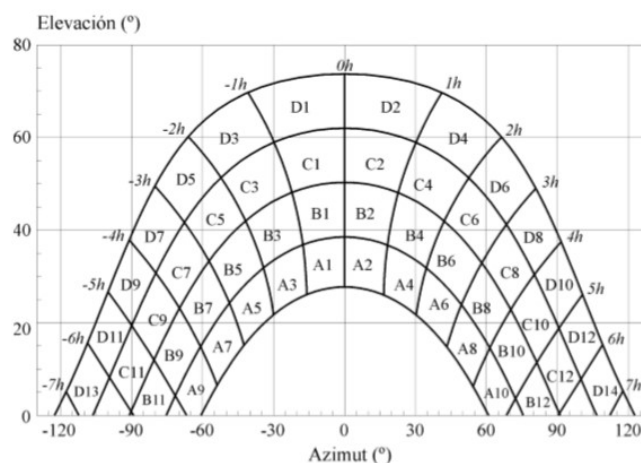


Ilustración 31: Esquema comparación de obstáculos con trayectoria solar

Cada una de las porciones de la figura anterior representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquella que resulte interceptada por el obstáculo.

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25, 0,50, 0,75 ó 1.

Las tablas incluidas en esta sección se refieren a distintas superficies caracterizadas por sus ángulos de inclinación y orientación (β y α , respectivamente). Deberá escogerse aquella que resulte más parecida a la superficie de estudio. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente resultase interceptada por un obstáculo. Para nuestro caso β y α , son respectivamente 30° y 0° . Por lo que para nuestro caso el máximo azimut es de 60° por lo que los puntos del perfil estarán representados entre (-30° - 30°) de azimut y una elevación 37° .

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Tabla 12: Tabla comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol

Las casillas A1 y A2 tendrían un factor de 0,25, y las casillas A3 y A4 se podría considerar que su factor de llenado es 0,5. Por lo tanto verificamos según:

$$\text{Pérdidas por sombreado (\% de irradiación global incidente anual)} = 0,5 \cdot 2,7 + 0,5 \cdot 2,7 + 0,25 \cdot 3,15 + 0,25 \cdot 3,17 = 4,28\%$$

Cumplimos las condiciones fijadas para las pérdidas por sombras.

6.3 Disposición Módulos

Siguiendo lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo, los módulos deben guardar una distancia mínima entre paralelos para reducir la proyección de sombras y así rentabilizar la producción de energía solar.

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

En cualquier caso, d ha de ser como mínimo igual a $h \cdot k$, siendo k un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$.

En la siguiente tabla podemos ver los valores significativos del factor k , en función de la latitud del lugar.

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,6	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 13: Tabla cálculo de disposición de módulos

Asimismo, la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a $h \cdot k$, siendo en este caso h la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.

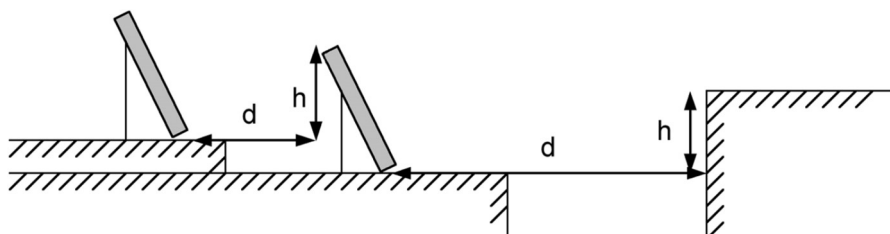


Ilustración 32: Esquema cálculo de disposición de módulos

Si los módulos se instalan sobre cubiertas inclinadas, en el caso de que el azimut de estos, el de la cubierta, o el de ambos, difieran del valor cero apreciablemente, el cálculo de la distancia entre filas deberá efectuarse mediante la ayuda de un programa de sombreado para casos generales suficientemente fiable, a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

Hemos decidido instalar 240 módulos para poder producir la energía necesaria para nuestro autoconsumo estimado, es decir, 15 paralelos series de 16 cada uno. Esta disposición nos ocupará 483 m^2 .

Nos encontramos en la latitud $37^\circ 22'$ por lo que aproximaremos según la tabla anterior a 37° para calcular el factor k , 2,246 en nuestro caso. d ha de ser como mínimo igual a $h \cdot k$, en nuestro caso cada módulo mide 1,002 m por lo que debe $h=1,002 \cdot \sin 30^\circ=0,501 \text{ m}$.

d debe ser o mayor o igual a 1,125 m. Separaremos nuestras placas una distancia de 1,3 m lo que nos ocupara una superficie de 582,4 m². Lo que resultaría en un total de superficie ocupada de 1.065,4 m².

Disponemos de un total de unos 1.127 m² como podemos ver en la siguiente imagen:

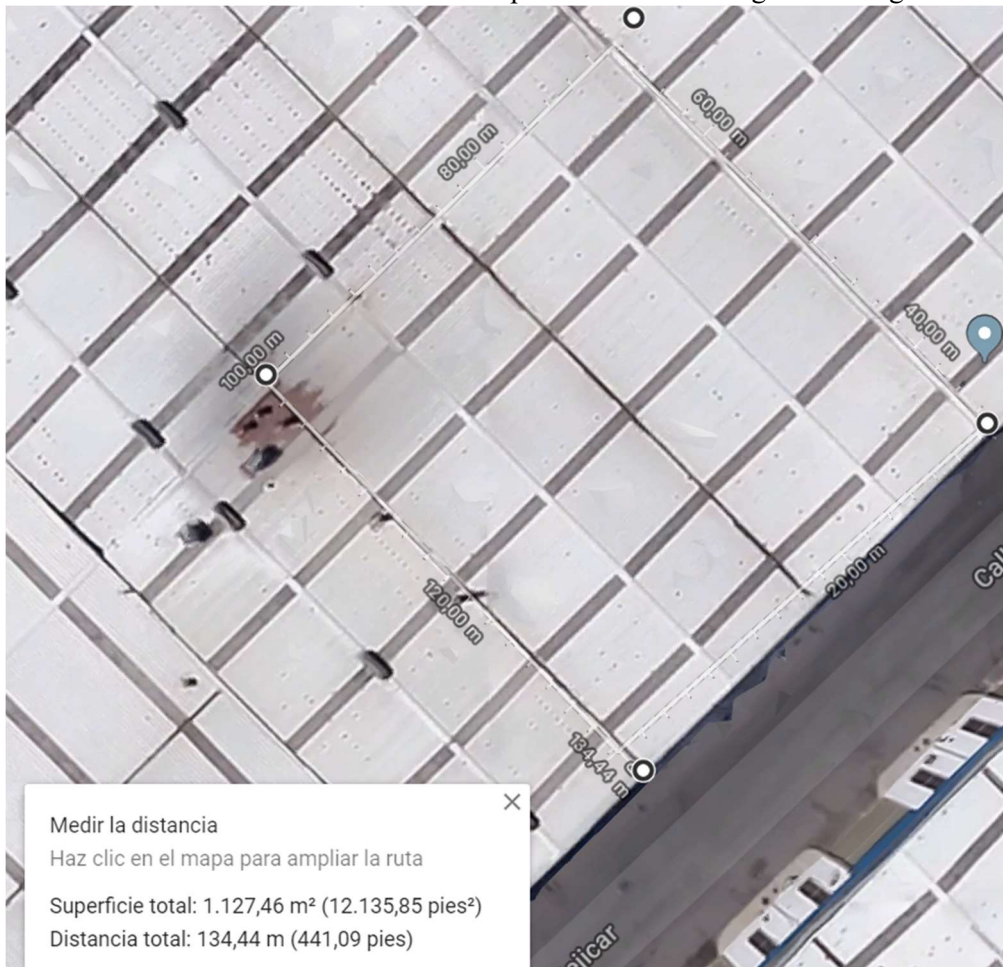


Ilustración 33: Instantánea superficie disponible en sobrecubierta

Por lo que podríamos realizar la instalación sin ningún problema, de acuerdo a la superficie disponible para realizar la instalación.

6.4 Inversor

Calcularemos el inversor de acuerdo con las especificaciones del fabricante, la potencia nominal de nuestro generador debe ser un 120% superior a la del conjunto de inversores que elijamos. En nuestro caso tan solo será un inversor, Ingecon Sun Power 80, con 80kW de potencia nominal.

6.5 Energía generada

La energía estimada para todo el año de la instalación la podemos obtener mediante:

$$Ep = \frac{Gdm(\alpha,\beta) \cdot Pmp \cdot Fs \cdot PR}{GCEM} \text{ en kWh.}$$

Siendo:

α , es el ángulo de azimut(orientación)

β , es el ángulo de inclinación.

$Gdm(\alpha,\beta)$, el valor medio anual de irradiación diaria ($kW/(m^2 \cdot \text{anual})$).

Pmp , la potencia pico instalada.

Fs , el factor de sombra y Orientación e inclinación

Pr , rendimiento de la instalación.

$GCEM$ es $1kW/m^2$.

En nuestra instalación tendremos una potencia instalada de 96 kWp, con un rendimiento estimado de 86%. Los datos de irradiación solar corresponden a su ubicación en la localidad de Granada para una orientación sur, 0° azimut, y una inclinación de 30°.

La instalación generara un máximo de 14.139 kWh en Julio y un mínimo de 7.918 kWh en Diciembre, como podemos ver de manera más clara en la siguiente gráfica.

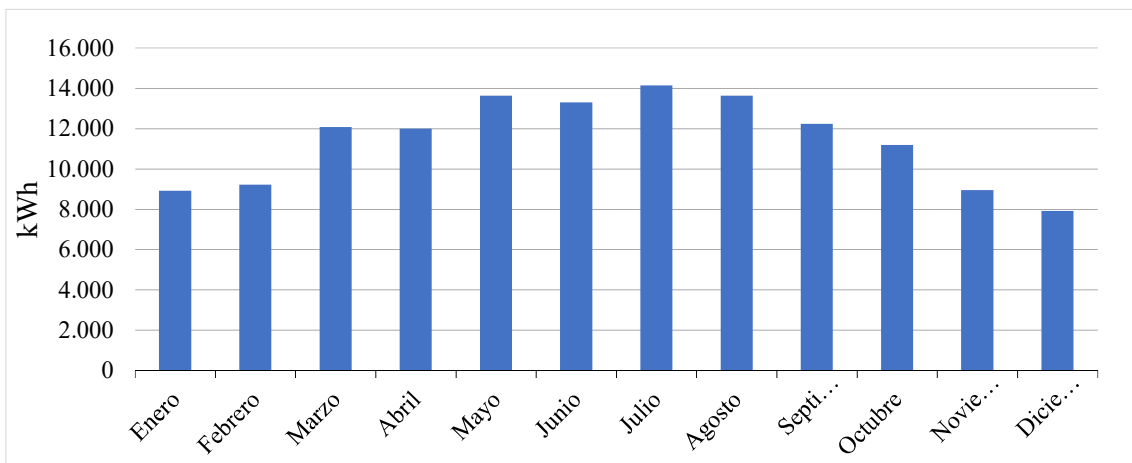


Ilustración 34: Producción de energía eléctrica mensual

Con esta instalación podremos generar un total de 137.183 kWh al año con lo que podremos proporcionar un ahorro del 35% en el consumo eléctrico sin verter excedentes a la red.

6.6 Cableado

Para calcular las secciones del cableado a utilizar seguiremos criterios de máxima intensidad admisible y máxima caída de tensión admisible.

Para la máxima intensidad admisible tendremos en cuenta que cada cable debe soportar el 125% de la intensidad de cortocircuito del módulo en STC, indicado en la IEC 60.634-7-712. También deberán estar dimensionados para al menos un 1,25 de la intensidad máxima del generador, ITC-BT 40.5.

Con respecto a la máxima caída de tensión admisible los conductores serán de cobre y de sección adecuada para disminuir caídas de tensión y sobrecalentamientos, como especifica el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones. 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 40.5, 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.

Cableado Continua

Será el primer **tramo del cableado desde los ramales de módulos hasta el inversor.**

Características de cada Rama	
Potencia	6,4 kWp
Corriente de Cortocircuito, Icc	10,36 A
Tensión de circuito abierto, Voc	796,8 V

Tabla 14: Características para el cálculo del cableado de continua

- Intensidad máxima admisible,

Nuestro conductor deberá soportar un 1,25 de la intensidad de cortocircuito: 12,95 A para nuestra distribución. Nuestro cableado ira sobre superficie asique atendiendo a la norma UNE-EN 50618:2015, el grosor mínimo a utilizar seria de 1,5 mm² que soportara hasta 29 A.

Sección nominal mm ²	Intensidad máxima admisible de acuerdo con el método de instalación		
	Un único cable al aire libre A	Un único cable sobre una superficie A	Dos cables cargados en contacto, sobre una superficie A
1,5	30	29	24
2,5	41	39	33
4	55	52	44
6	70	67	57

Tabla 15: Tabla EA 0038 para el cálculo del cableado de continua

TABLA A.52-3:

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

Tabla 16: Tabla A.52 para el cálculo del cableado de continua

Nuestro circuito es una instalación de tipo E y F, por lo que debemos aplicar un **factor de corrección** de 0,7 según la norma UNE 20460-5-523:2004 para cables de cobre con aislamiento XLPE. Lo que nos dice que el cable puede aguantar hasta 20,3 A < 12,95 A, de manera que se cumple con el requisito.

-Caída de tensión máxima admisible,

La caída de tensión no puede superar el 1,5%, por lo que para cada rama e intentando robustecer nuestra instalación impondremos una máxima caída de tensión del 1%.

Disponemos de una longitud máxima de cable de 14 m:

$$S = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{mod,N}}{\Delta V_{rama} \cdot N_{mod,S} \cdot V_{mod,N} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 14 \cdot 10,36}{0,01 \cdot 16 \cdot 49,8 \cdot 56} = 0,65 \text{ mm}^2$$

El criterio de máxima tensión admisible nos obliga a elegir una sección para este tramo de como mínimo 0,65 mm², y la inmediatamente superior normalizada es la de 1,5 mm².

Comprobamos y calculamos la caída real de nuestras ramas:

$$\Delta V_{ac} = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{mod,N}}{S_{rama} \cdot N_{mod,S} \cdot V_{mod,N} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 34 \cdot 10,36}{1,5 \cdot 16 \cdot 49,8 \cdot 56} = 10,5 \text{ mV}$$

Tendremos una caída de tensión del 1,05% > 1%. Por lo que el cable de grosor 1,5 mm² es no apto para nuestra instalación en el tramo de corriente continua, de los ramales de módulos al inversor. Probaremos por tanto con 2,5 mm²:

$$\Delta V_{ac} = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{mod,N}}{S_{rama} \cdot N_{mod,S} \cdot V_{mod,N} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 34 \cdot 10,36}{2,5 \cdot 16 \cdot 49,8 \cdot 56} = 6,3 \text{ mV}$$

Tendremos una caída de tensión del 0,63% < 1%. Por lo que el cable de grosor 2,5 mm² es apto para nuestra instalación en el tramo de corriente continua, de los ramales de módulos al inversor

Usaremos el Cable manguera solar monofásico 0,6/1kV XLPE (Cu) con recubrimiento de protección de XLPE de 2,5 mm².

Cableado Alterna

Tanto para el tramo del inversor al cuadro de Protección de alterna como el tramo del cuadro de Protección de alterna al CGP tenemos que comprobar los criterios de la norma para elegir el tipo de cable.

Tramo del Inversor al cuadro de alterna

- Intensidad máxima admisible,

El cableado deberá aguantar el 125% de la intensidad nominal de salida del inversor, de 80 kW y 400 V:

$$S = \frac{P_{ac}}{V_{ac}} = \frac{80000}{400 \cdot \sqrt{3}} = 115,47 \text{ A}$$

Atendiendo a la norma el tramo deberá ser capaz de aguantar 144,33 A como mínimo. Elegiremos por tanto una sección de 50 mm² que puede soportar hasta 175 A. Nuestra instalación es tipo F.

Tabla de intensidades admisibles tipo de montaje UNE 20460-5-523:2004.

Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados
Temperatura ambiente 40°C en el aire

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
	3x PVC	2x PVC	3x XLPE	2x XLPE	3x XLPE	2x XLPE	3x XLPE	2x XLPE	3x XLPE	2x XLPE	3x XLPE	2x XLPE
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC			3x XLPE		2x XLPE		
B2			3x PVC	2x PVC			3x XLPE	2x XLPE				
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	609	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

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 polícloruro de vinilo (V).

Tabla 17: Tabla A.52 1bis de la ITC BT 19 para el cálculo del cableado de continua

-Caída de tensión máxima admisible,

En nuestro caso el Inversor es trifásico con $\cos \varphi = 1$, e imponiendo una caída de tensión del 0,15 %, tendremos que:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L_{tramo} \cdot I_{ac} \cdot \cos \varphi}{\Delta V_{ac} \cdot V_{ac} \cdot \sigma} = \frac{\sqrt{3} \cdot 5 \cdot 143,33 \cdot 1}{0,0015 \cdot 400 \cdot 56} = 36,94 \text{ mm}^2$$

Como vamos a tener que usar una sección mínima de 50 mm² probaremos la caída de tensión que vamos a tener:

$$\Delta Vac = \frac{\sqrt{3} \cdot Ltramo \cdot Iac \cdot \cos \varphi}{S \cdot Vac \cdot \sigma} = \frac{\sqrt{3} \cdot 5 \cdot 143,33 \cdot 1}{50 \cdot 400 \cdot 56} = 1,11 \text{ mV}$$

Para este tramo de la instalación tendremos una caída de tensión de 0,11% real.

Para el neutro elegiremos una sección de la mitad, 25mm².

Tramo del cuadro de alterna al CGP

- Intensidad máxima admisible,

El cableado deberá aguantar el 125% de la intensidad nominal de salida del inversor, de 80 kW y 400 V:

$$S = \frac{Pac}{Vac} = \frac{80000}{400 \cdot \sqrt{3}} = 115,47 \text{ A}$$

Atendiendo a la norma el tramo deberá ser capaz de aguantar 144,33 A como mínimo Debemos aplicar el factor de corrección de 0,7 por lo que el cable de 70 mm² aguanta ser de 224·0,7=156,8 A, por lo que cumple los criterios.

Tabla de intensidades admisibles tipo de montaje UNE 20460-5-523:2004.

Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados
Temperatura ambiente 40°C en el aire

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
	3x PVC	2x PVC	3x XLPE	2x XLPE	3x XLPE	2x XLPE	3x XLPE	2x XLPE	3x XLPE	2x XLPE	3x XLPE	2x XLPE
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

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 policloruro de vinilo (V).

Tabla 17: Tabla A.52 1bis de la ITC BT 19 para el cálculo del cableado de continua

-Caída de tensión máxima admisible,

En nuestro caso el Inversor es trifásico con $\cos \varphi = 1$, e imponiendo una caída de tensión del 1 %, tendremos que:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L_{tramo} \cdot I_{ac} \cdot \cos \varphi}{\Delta V_{ac} \cdot V_{ac} \cdot \sigma} = \frac{\sqrt{3} \cdot 75 \cdot 144,33 \cdot 1}{0,01 \cdot 400 \cdot 56} = 83,7 \text{ mm}^2$$

Como vamos a tener que usar una sección mínima de 95 mm² probaremos la caída de tensión que vamos a tener:

$$\Delta V_{ac} = \frac{\sqrt{3} \cdot L_{tramo} \cdot I_{ac} \cdot \cos \varphi}{S \cdot V_{ac} \cdot \sigma} = \frac{\sqrt{3} \cdot 75 \cdot 144,33 \cdot 1}{95 \cdot 400 \cdot 56} = 8,81 \text{ mV}$$

Con un cable de 95 mm² de sección tendremos una caída de tensión real del 0,88%, esta sección cumple con ambos criterios.

Para el neutro elegiremos una sección de algo más de la mitad, 50mm².

Comprobamos criterios generales en la siguiente tabla:

Tramo	Sección (mm ²)	Caída de Tensión (%)
Módulos-Inversor DC	2,5	0,63
Inversor-Cuadro AC	50	0,11
Cuadro AC- CGP	95	0,88
Total		1,42

Tabla 18: Caída de tensión en cada tramo

En total en todo el cableado de la instalación tendremos una caída de tensión de menos de 1,5% como impone la ITC-BT 40.5.

6.7 Puesta a tierra

Seguiremos la ITC-BT 18 del REBT, consideramos por tanto local o emplazamiento seco por lo que tenemos que asegurar que nunca se superan en la parte alterna los 50V.

Para la parte de alterna tendremos una intensidad máxima de desvío a tierra de 300mA, limitada por el diferencial del propio inversor, por lo que nuestra resistencia de puesta a tierra deberá ser menor de 166 Ω .

No obstante, la guía BT-26, haciendo referencia al REBT recomienda que para edificios sin pararrayos la resistencia de puesta a tierra sea menor de 37 Ω . Dado que el ministerio de Industria, energía y turismo exige que se cumpla con esta recomendación y este es nuestro caso en concreto por lo que nuestra resistencia de puesta a tierra será de menos de 37 Ω .

Para el cálculo de la puesta a tierra hemos estimado la resistencia de nuestro terreno en 150 $\Omega \cdot m$ por lo que el valor de nuestra puesta a tierra será (instalaremos una puesta a tierra mediante pica conectada a un cable enterrado. Nuestra pica tendrá una longitud de 1m y el conductor una longitud de 8m.

$$R_{\text{Pica}} = \rho/L = 150/1 = 150 \Omega.$$

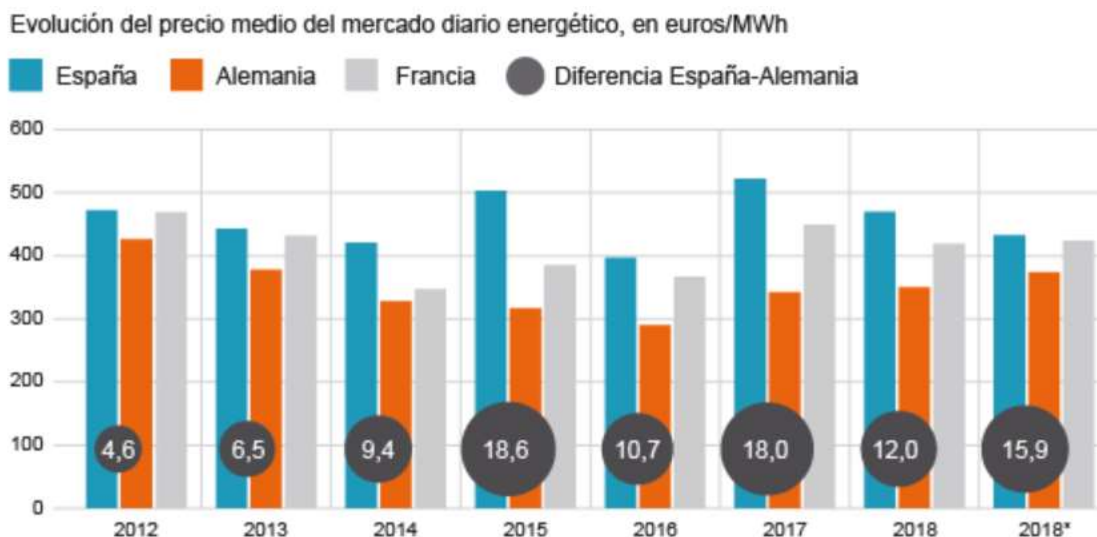
$$R_{\text{Cable}} = 2 \cdot \rho/L = 300/8 = 37,5 \Omega.$$

Por lo que el paralelo de ambas nos dará una resistencia de puesta a tierra de 30 Ω , menor que los 37 Ω exigidos por norma.

Nº2: PRESUPUESTO Y ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA

Como se comentó anteriormente este proyecto, la instalación de placas solares fotovoltaicas para autoconsumo en nuestra nave, tenía como objetivo contribuir a la generación y utilización de energía más limpia y sostenible, así como suponer un ahorro, para la empresa explotadora de la nave, el consumo de energía eléctrica.

Desde el punto de vista del coste económico de la energía eléctrica España es uno de los países más caros.



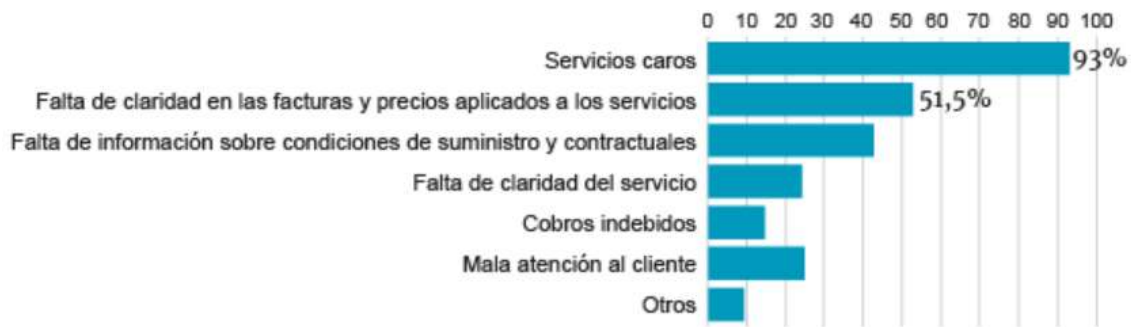
Fuente: <https://www.lainformacion.com/espana/electricidad-precios-alarman-empresas-consumidores/6349345>

En el siguiente gráfico podemos ver la evolución del mercado de futuros de electricidad, en euros/MWh.



Fuente: <https://www.lainformacion.com/espana/electricidad-precios-alarman-empresas-consumidores/6349345/>

Estos altos precios de la energía generan una insatisfacción mayoritaria por parte de los clientes con el servicio de electricidad en España como muestra la siguiente encuesta realizada por el IV t. 2017:



Fuente: <https://www.lainformacion.com/espana/electricidad-precios-alarman-empresas-consumidores/6349345/>

Conseguir ahorrar por encima del 30% en el gasto de energía eléctrica es el principal objetivo de realizar este proyecto, para terminar, alcanzando algún beneficio económico que es típicamente uno de los principales objetivos cuando se realiza una instalación fotovoltaica de autoconsumo. Por lo que en este estudio veremos cuales son los costes de realizar la instalación y el ahorro económico que podemos generar para terminar calculando el VAN de la instalación a 25 años.

Inversión Inicial

Necesitaremos realizar un presupuesto para los gastos en seguridad y salud, así como de los costes de realizar la instalación para poder calcular el coste por Wp instalado.

Presupuesto de Seguridad y Salud	
<i>Componentes</i>	<i>Coste Total</i>
<i>Protecciones Individuales</i>	
Líneas de Vida + Arnés de Seguridad	380 €
Protección Auditiva	150 €
Mascarillas de Filtrado	55 €
Ropa apta para Trabajo	500 €
Cascos de Seguridad	250 €
Calzado de Seguridad (aislante)	550 €
Gafas/Máscaras de Protección	675 €
Guantes de Protección	95 €
Equipos para Construcciones Metálicas	425 €
<i>Protecciones Colectivas</i>	
Barandillas de Señalización	15 €
Extintores	100 €
Escaleras de obra	325 €
Señalizaciones	17€
<i>Servicios de Cumplimiento Obligado</i>	
Plan de Seguridad y Salud	450 €
Equipo de Primeros Auxilios	469€
Reconocimiento Médico Anual	2.537 €
Formación en Seguridad y Salud	1.427 €
Medidas para Evacuación en Accidentes	300 €
Presupuesto Total de Seguridad y Salud	8.320 €

Presupuesto Instalación Fotovoltaica		
<i>Elementos</i>	<i>Unidades</i>	<i>Coste Total [€]</i>
Módulos Fotovoltaicos JINKO SOLAR: JKM400M-72H-V	240	61.200
Inversor INGECON SUN 80	1	24.850
Estructura de Soporte de los Módulos CVE 915 XL	165	14.400
Caja de Conexión	1	820
Cuadro de Protecciones de AC	1	1.150
Cuadro de Protecciones de CC	1	1.100
Protecciones Generales y Cuadro de Contadores	1	900
Toma de Tierra	1	565
Cableado Línea 2,5 mm ²	600	360
Cableado Línea 50 mm ²	29	217
Cableado Línea 95 mm ²	100	138
Conjunto de Conexiones	1	120
Dirección e Ingeniería + Mano de Obra + Permisos	1	32.600
Verificación de la Compañía + Tasas Industria	1	2.000
Seguros	1	856
Transportes	1	750
Presupuesto Total de la Instalación		142.027
Presupuesto de Seguridad y Salud		8.320
Presupuesto Total del Proyecto		150.346

Por lo que para nuestra instalación de 96 kWpico, obtendríamos un coste total de 1.57 €/Wpico. Si tenemos en cuenta el coste de I.V.A en el **Presupuesto Total del Proyecto, 181.919,3€**, tendríamos que nuestra instalación solar fotovoltaica para autoconsumo supondrá un coste de **1,89 €/Wp**.

Además, en la siguiente tabla incluimos la emisión de gases contaminantes evitados en función de la tecnología utilizada ajustada nuestra producción.

	Carbón		Ciclo Combinado	
	<i>g/kWh</i>	<i>kg</i>	<i>g/kWh</i>	<i>kg</i>
CO ₂	952	130.598,3	345	47.328,2
SO ₂	21,0	2.880,8	0,0	0,0
NO _x	3,2	439,0	0,1	13,7

La Agencia Andaluza de la Energía ofrece subvenciones del 30% de la inversión realizada para instalaciones que promuevan el uso inteligente de la energía y respeten el medioambiente, así como contribuyan a impulsar el desarrollo de la región. Es decir, todo proyecto que contribuya al desarrollo sostenible de la industria en Andalucía.

Por lo que pese a que para nuestra instalación fotovoltaica habrá que realizar una inversión inicial de 150.346,5 €, contando con el I.V.A ascendería a 181.919,3€, y además podremos optar a una subvención que otorga la agencia andaluza de energía para fomentar inversiones en ámbitos de ahorro y eficiencia energética para infraestructuras ubicadas en la comunidad andaluza, de ámbito de uso privado o público, con el objetivo de ayudar a la sociedad a mejorar las condiciones de uso de la energía eléctrica, reducción de demanda de la misma e implantación de procesos y soluciones para la gestión inteligente de esta energía. La subvención previamente mencionada constituye un 30% del total de la inversión realizada por el propietario. Por lo que podemos establecer la inversión inicial para el proyecto de instalación de nuestro sistema fotovoltaico en 127.343,5 € tras aplicar la subvención de la junta de Andalucía.

Ahorro Económico

Con el objetivo de calcular el ahorro económico que tendremos gracias a la instalación del generador fotovoltaico estimaremos el coste del kWh en 0,14€ (precio de venta).

<i>Mes</i>	<i>Nº días</i>	<i>Producción [kWh/m²día]</i>	<i>Producción [kWh/mes]</i>	<i>Ahorro [€]</i>
Enero	31	3,72	8.921,80	1.249,05
Febrero	28	4,29	9.222,28	1.291,12
Marzo	31	5,37	12.072,73	1.690,18
Abril	30	5,50	11.989,79	1.678,57
Mayo	31	6,10	13.630,00	1.908,20
Junio	30	6,43	13.296,21	1.861,47
Julio	31	6,76	14.138,60	1.979,40
Agosto	31	6,48	13.639,39	1.909,51
Septiembre	30	5,90	12.226,57	1.711,72
Octubre	31	4,93	11.190,02	1.566,60
Noviembre	30	3,92	8.937,94	1.251,31
Diciembre	31	3,31	7.917,72	1.108,48
Anual	365	5,23	137.183,0496	19.205,62

Por lo que el ahorro anual generado durante el primer año de la instalación será de 19.205,62 € lo que supone que en el mejor de los casos (el rendimiento de nuestro generador no baja con el paso del tiempo y el desgaste) podríamos haber amortizado nuestra inversión inicial de 127.343,5 € en un periodo cercano a 7 años.

Si tuviéramos en cuenta el desgaste sufrido por los módulos que acarrearía una bajada en su eficiencia energética prolongada en el tiempo, según las características aportados por el fabricante, 0,6% anual. Además, añadiremos un 0,4% más asociado al resto de componentes de la instalación para tener una bajada anual del 1% en la eficiencia de generación energética.

Nuestra instalación quedaría por completo en 8 años, como refleja la siguiente tabla.

<i>Año</i>	<i>Energía Anual [kWh]</i>	<i>Ahorro Anual [€]</i>
1	137.183,05	19.205,62
2	135.811,21	19.013,57
3	134.453,10	18.823,43
4	133.108,57	18.635,20
5	131.777,49	18.448,84
6	130.459,71	18.264,36
7	129.155,11	18.081,71
8	127.863,56	17.900,89
Amortización en los 8 Primeros Años		148.373,70

De todas formas, vamos a calcular la rentabilidad de la instalación mediante el uso del Valor Actual Neto al que de ahora en adelante nos referiremos como VAN.

El VAN representa la rentabilidad absoluta del proyecto teniendo en cuenta la inversión inicial, siendo rentable cuando este valor es mayor o igual que cero. Lo calcularemos a partir del flujo de caja:

$$VAN = \sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1+i)^j} - Inversión$$

N: número de años

FC_j: flujo de caja en el año *j*

Inversión, la sacamos del presupuesto económico

i: tasa de descuento

Pero como ya hemos dicho lo calculado con anterioridad sería el caso ideal, mientras que nuestro sistema supondremos una bajada de rendimiento entrono al 1% (un 0,6% de los módulos más un 0,4% del resto del sistema) cada año durante los 25 primeros años. Y estimaremos un 3,5% de tasa de descuento en los próximos 25 años. Además de suponer un mantenimiento anual estimado. Por lo que en caso de cambio de proceder por la Junta de Andalucía la inversión inicial será la calculada antes, con I.V.A de 181.920 €, sin la subvención de la Junta de Andalucía.

<i>Año</i>	<i>Flujo de Caja [€]</i>	<i>Ahorro [€]</i>	<i>Mantenimiento [€]</i>
1	18.905,63	19.205,62	-300
2	18.703,57	19.013,57	-310
3	18.506,43	18.823,43	-317
4	18.310,20	18.635,20	-325
5	18.091,85	18.448,84	-357
6	17.895,36	18.264,36	-369
7	17.696,72	18.081,71	-385
8	17.488,90	17.900,89	-412
9	17.287,89	17.721,89	-434
10	17.088,67	17.544,67	-456
11	16.904,22	17.369,22	-465
12	16.725,53	17.195,53	-470
13	16.553,58	17.023,58	-470
14	16.398,34	16.853,34	-455
15	16.182,81	16.684,81	-502
16	16.002,96	16.517,96	-515
17	15.847,78	16.352,78	-505
18	15.704,25	16.189,25	-485
19	15.535,36	16.027,36	-492
20	15.366,09	15.867,09	-501
21	15.201,42	15.708,42	-507
22	15.016,33	15.551,33	-535
23	14.899,82	15.395,82	-496
24	14.691,86	15.241,86	-550
25	14.544,44	15.089,44	-545

Podemos comprobar que el VAN es positivo a partir del décimo año por lo que es a partir de aquí cuando nuestra instalación comienza a ser rentable. Esperamos además que la instalación cumpla con la media de vida típica para este tipo de instalaciones en España, 25 años. Si calculamos el **VAN a 25 años** de la instalación podemos ver como esperamos obtener **244.244€**.

Por tanto, podemos concluir que nuestra instalación solar fotovoltaica en la nave ubicada en Granada es rentable en un plazo inferior a 10 años, con un VAN 1.897€ al décimo año, de usándose para consumos de energía eléctrica propios y podemos aprobar la rentabilidad del proyecto.

Nº3: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Antecedentes

Este estudio de seguridad y salud tiene como objetivo prever las bases técnicas, con el fin de fijar los parámetros de la prevención de riesgos profesionales durante la realización de los trabajos de ejecución de las obras del Proyecto objeto de este Plan de SS, así como cumplir con las obligaciones que se desprenden de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y del RD 1627/1997, de 24 de octubre, con la finalidad de facilitar el control y el seguimiento de los compromisos adquiridos al respecto por el contratista.

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

Consideraremos en este estudio: la organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo, prever las instalaciones útiles necesarias para la protección colectiva e individual del personal, prever las normas de utilización de los elementos de seguridad, Prever las condiciones de acceso seguro, prever los trabajos con herramienta eléctrica manual y prever los trabajos de auxilios y evacuación de heridos.

Datos Generales del Proyecto

La obra objeto del presente Estudio se refiera a la Instalación de energía solar fotovoltaica de 96 kWp conectada a red de baja tensión en una nave industrial, cuyos datos generales son:

<i>Datos del Emplazamiento</i>	
ACCESOS A LA OBRA	POR ESCALERAS INTERIOR Y/O DE SERVICIO
EDIFICACIONES COLINDANTES	Si
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Si
SUMINISTRO DE AGUA	Si
SISTEMA DE SANEAMIENTO	Si
SERVIDUMBRES Y CONDICIONANTES	No
<i>Datos generales del Proyecto y Obra</i>	
PROYECTO DE EJECUCIÓN	Proyecto de Obra Civil
AUTOR DE LOS PROYECTOS	Sergio Rodríguez Ballesteros
EMPLAZAMIENTO	Granada
PRESUPUESTO PROYECTO	18.1918,55 €
PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	8.320 €
PLAZO DE EJECUCIÓN PREVISTO	2 meses
TOTAL APROXIMADO DE JORNADAS	35
NÚMERO DE OPERARIOS	1-7

Definiciones

Según el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, en todo lo que afecte a esta obra se entenderá por:

a) Trabajos con riesgos especiales: Trabajos cuya realización exponga a los trabajadores a riesgos de especial gravedad para su seguridad y salud, tales como los que pueden darse en esta obra:

- Caída de altura de objetos
- Caída de operarios a distinto nivel
- Proximidad de fuentes de alta y baja tensión que pudieran causar electrocución
- Etc

b) Promotor: Cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.

c) Proyectista: El autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de la obra.

d) Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la fase del proyecto de obra: El técnico competente designado por el promotor para coordinar durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que a continuación mencionaremos. Serán sus misiones las siguientes:

1.- De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, aplicar los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en su artículo 15, y en particular:

- a) Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente.
- b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases del trabajo.

2.- Tener en cuenta cualquier estudio de seguridad y salud o estudio básico, así como las previsiones e informaciones útiles a que se refieren el apartado 6 del artículo 5 y el apartado 3 del artículo 6 del mencionado Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre.

3.- Coordinar la aplicación de los dispuesto en los apartados anteriores.

e) Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra: el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las siguientes tareas:

1.- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:

- a) Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

2.- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades que mencionaremos en el siguiente apartado del presente documento.

3.- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

4.- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5.- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

6.- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

f) Dirección facultativa: El técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargado de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

g) Contratista: La persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor con medios propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

h) Subcontratista. La persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

i) Trabajador autónomo: La persona física distinta del contratista, que realiza de forma personal directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena tendrá la consideración de contratista o subcontratista. El contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista respecto de aquellos.

Objetivos del Estudio de Seguridad y Salud

La empresa, al afrontar la tarea de redactar el Estudio de Seguridad y Salud para la obra “INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO” se enfrenta con el problema de prever, con relación al proceso constructivo, los riesgos previsibles, los cuales, dado el carácter dinámico de la obra, pueden modificarse. Intenta prever, además, aquellos riesgos reales, que en su día presente la realización material de la obra, en medio de todo un conjunto de circunstancias de difícil concreción, que en sí mismas, pueden lograr desvirtuar el objetivo fundamental de este trabajo. Se pretende, en síntesis, sobre un proyecto, crear los procedimientos concretos para conseguir una realización de obra sin accidentes.

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

1. Conocer el proyecto a construir y si es posible, definir la tecnología adecuada para la realización técnica y económica de la obra, con el fin de poder analizar y conocer en consecuencia, los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo.
2. Analizar todas las unidades de obra contenidas en el proyecto a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción para poner en práctica.
3. Definir todos los riesgos, humanamente detectables, que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.
4. Diseñar las líneas preventivas a poner en práctica, como consecuencia de la tecnología que va a utilizar; es decir: la protección colectiva y equipos de protección individual, a implantar durante todo el proceso de esta construcción.
5. Divulgar la prevención decidida para esta obra, en concreto en este Estudio de Seguridad y Salud. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en el proceso

de construcción y esperamos que sea capaz por sí misma de animar a los trabajadores a ponerla en práctica, con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración. Sin esta colaboración inexcusable, de nada servirá este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa constructora y los trabajadores; debe llegar a todos: de plantilla, subcontratistas y autónomos, mediante los mecanismos previstos en la normativa vigente y en aquellas partes que les afecten directamente y en su medida.

6. Crear un ambiente de salud laboral en la obra, mediante el cual, la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.

7. Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase esta intención técnico-preventiva y se produzca el accidente; de tal forma, que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto y aplicado con la máxima celeridad y atención posibles.

8. Hacer llegar la prevención de riesgos a cada empresa o autónomos que trabajen en la obra, de tal forma, que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud con los resultados y tópicos ampliamente conocidos.

9. Diseñar la metodología necesaria para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento. Esto se realizará una vez conocidas las acciones necesarias para las operaciones de mantenimiento y conservación tanto de la obra en sí como de sus instalaciones.

Esta autoría del Estudio de Seguridad y Salud declara:

Que ha sido su voluntad la de analizar primero los riesgos sobre el proyecto y en su consecuencia, el diseño de cuantos mecanismos preventivos se pueda idear a su buen saber y entender técnico, dentro de las posibilidades que el mercado de la construcción y los límites económicos permiten.

Que se confía en que, si surgiese alguna laguna preventiva, los trabajadores afectados, serán capaces de detectarla y presentarla para que se la analice en toda su importancia, dándole la mejor solución posible.

Datos para la Prevención de Riesgos Laborales en la Obra

Memoria constructiva:

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

Descripción:

- Las naves a dos aguas se desarrollan en una planta con forma rectangular.
- La nave objeto del proyecto no comparte medianera con naves colindantes.
- El acceso se realiza directamente a través de la propia parcela, y a la misma desde la vía pública.
- El sistema estructural es metálico.
- La cubierta de la nave es a dos aguas, utilizándose únicamente la cubierta sur y están realizadas con paneles de chapa simple.
- La instalación solar fotovoltaica se dispone de 240 módulos de silicio monocristalino unidos en 15 grupos de 16 módulos en serie.
- La nave industrial presenta un estado de conservación adecuado y no está protegido.

Proceso de ejecución.

El orden de la instalación será el que sigue:

1.- Instalación de los sistemas de protección colectiva, consistentes en:

- Instalación de línea de vida siguiendo la línea de cumbrera de las naves industriales, de la cual se engancharán los trabajadores mediante arnés de seguridad homologado, el

cual se describe en el presente documento.

- Perimetralmente, dos barandillas de acero galvanizado de 50 mm y 1,5 mm de espesor, de altura 0,90 metros. Cada 3 metros se dispondrán mástiles tipo sargento que van anclados al cerramiento de la nave. No se requiere zócalo en el sistema perimetral puesto que el cerramiento de la nave en todo el perímetro tiene una altura superior a 150 mm.
- Ubicación de zonas condenadas mediante cadenas y señalizaciones de peligro.
- 2.- Colocación, tras replanteo de su ubicación, de las estructuras soporte.
- 3.- Colocación de los módulos fotovoltaicos.
- 4.- Colocación del cableado, inversores de corriente eléctrica, elementos de protección y maniobra, tomas de tierra y su consiguiente conexionado a red (sin tensión).
- 5.- Instalación de bandeja de rejilla metálica de acero zincado de dimensiones variables según tramos para el paso del cableado de cubierta. La bandeja metálica se sujetará a la cubierta por medio de unos elevadores aislantes diseñados para tal fin. La bajada se instalara en tubo superficial sobre fachada
- 6.- Conexiones de las diferentes series en inversores fotovoltaicos, donde se transforma la corriente continua en corriente alterna. Estos equipos se instalarán en la cubierta de la nave bajo techado y a su lado el equipo de protección.
- 7.- Instalación del cuadro de protección y medida en el exterior del centro de transformación, donde se ubicará el equipo de medida indirecta.

En los trabajos se seguirá el siguiente orden:

- Se alzará y se ubicará sobre la estructura existente el material a instalar.
- Los elementos pueden producir cortes o lesiones por golpes o caída de objetos, debiéndose emplear los EPI's adecuados.
- Se montarán los elementos soportes sobre la greca de la chapa simple, y se anclarán a la misma con elementos roscados pasantes.
- Se instalarán los paneles sobre la estructura soporte y se anclarán a la misma.
- Se instalará y se conexionará el entramado eléctrico (sin tensión).
- Nunca, y bajo ningún concepto, se permitirá la entrada a la obra a ninguna persona que no lleve el equipo de seguridad necesario y conveniente para trabajar en altura. Todos los trabajos se realizarán siguiendo las más estrictas medidas de seguridad, debiendo existir en la obra medidas de protección de los trabajadores, tanto externas (redes, etc.) como equipo personal (cascos, botas, guantes, ropa adecuada, arneses de seguridad, etc.). Se mantendrán las medidas necesarias para evitar la caída a distinta altura de un trabajador.
- Se prohibirá la entrada a personas ajenas a los trabajos. No se realizarán trabajos en zonas próximas a las maniobras de máquinas y camiones, debiendo existir una persona encargada de indicar, señalar y ayudar a maniobrar a los camiones.

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

Terminaciones y trabajos finales

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

Actividades previstas en la obra

En coherencia con el resumen por capítulos del proyecto de ejecución y el plan de ejecución de obra, se definen las siguientes actividades, oficios, maquinaria, medios auxiliares e instalaciones

de obra de las cuales se adjunta una evaluación, no exhaustiva y provisoria, de riesgos, los cuales deberán analizarse, desarrollarse y completarse con lo establecido en los Planes de Prevención y Evaluaciones de Riesgos y Planificación de Acción Preventiva (art. 16 LPRL) de cada empresa actuante, los cuales se complementarán con los Métodos y/o Procedimientos de trabajo de cada Ítem.

Trabajos previos. Actividades Generales

- La organización de la obra.
- Colocación protecciones colectivas.
- Replanteo sobre cubierta.
- Servicios provisionales.
- Recepción de maquinaria- medios auxiliares y montajes
- Acopio de materiales.

Montaje elementos

- Estructura soporte y placas solares.
- Trabajos en cubiertas inclinadas.
- Tendido e instalación de cableado eléctrico sin tensión y bandejas de rejilla abierta.
- Instalación de cuadro de protección y de armario de medida en centro de transformación existente, así como conexión de estos.

Por Oficios y/o tareas cuya intervención es objeto de la prevención de los riesgos laborales

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

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

Por medios auxiliares previstos para la realización de la obra

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

- Escaleras de mano.
- Tijera/Plataforma elevadora.

Maquinaria prevista para la realización de la obra

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

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

Libro de Incidencias

- 1.- Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud existirá en la oficina de obra un libro de incidencias que constará con hojas por duplicado, habilitado al efecto. Este libro será facilitado por el Colegio Profesional del colegiado que firma este estudio básico de seguridad y salud.
- 2.- El libro de incidencias estará siempre en obra en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso:
 - La dirección facultativa
 - Los contratistas
 - Los subcontratistas
 - Los trabajadores autónomos
 - Las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra.
 - Los representantes de los trabajadores
 - Los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes.
- 3.- Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste

Plazo de Ejecución

Para ejecutar la obra en un plazo de 13 días, se utiliza el cálculo global de la influencia en el precio de mercado y de la mano de obra necesaria. El número máximo de trabajadores, base para el cálculo de consumo de los "equipos de protección individual", así como para el cálculo de las "Instalaciones Provisionales para los Trabajadores" de ser necesarias, será 7. Quedan englobadas todas las personas que intervienen en el proceso, independientemente de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

Instalaciones provisionales para los trabajadores y áreas auxiliares de empresa

Dado el volumen de trabajadores previstos, y las condiciones propias de la instalación, sobre nave existente dotada de servicios higiénicos y de agua potable, no se hace necesario dotar de instalaciones o acometidas provisionales a esta obra.

Instalación eléctrica provisional de obra

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

Riesgos detectables más comunes.

- Heridas punzantes en manos.
- Caídas al mismo nivel.
- Electrocutión; contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de trabajos con tensión:
 - Intentar trabajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inapropiadamente.
 - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
 - Usar equipos inadecuados, deteriorados o que no sean de clase II.
 - Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

Normas o medidas preventivas tipo

A) Sistema de protección contra contactos indirectos.

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

B) Normas de prevención tipo para los cables.

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

* Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.

* La distribución desde el cuadro general de la nave a las herramientas de la obra se efectuará mediante tendido de cables y mangueras. Si se realiza aérea, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento. Si se realiza a ras de suelo, éste se efectuará pegado a los paramentos de fachada.

* El tendido de los cables para cruzar viales, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará a ras de suelo o aéreo. Si se efectúa a ras de suelo, se colocará, en la zona de paso, entre tablones a modo de protección por reparto de cargas y señalización de "paso del cable".

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

- a) Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
- b) Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.
- c) Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.

* El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.

* Las mangueras de "alargadera".

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

agua (protección recomendable IP. 45 IK 08).

C) Normas de prevención tipo para los interruptores.

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

D) Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos.

Si se instalasen:

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

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

- * Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- * Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.
- * La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

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

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

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

- * La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción ITC BT.018 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- * Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía

eléctrica suministradora en la zona.

- * Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- * El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- * La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación. Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será ésta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.
- * El hilo de toma de tierra, estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.
- * La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación incluida las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.
- * Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- * Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- * La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
- * El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

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

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

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

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

Normas o medidas de protección tipo.

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

Prevención de riesgos de daños a terceros.

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

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

Fases críticas para la prevención

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

Teniendo presente esto y que todo el proceso de producción es peligroso en sí mismo, se destacan las siguientes fases globales posibles y especialmente peligrosas, EN LAS QUE SE REQUERIRÍA LA PRECEPTIVA PRESENCIA DE RECURSO PREVENTIVO, en sí mismas y más aún

cuando coinciden entre sí como es el caso de esta obra:

- Trabajos en Cubierta por riesgo de caída en altura.

Análisis y evaluación inicial de riesgos

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

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

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

Método empleado en la evaluación de riesgos.

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

1º Gravedad de las consecuencias:

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

Ligeramente dañino:

- Cortes y magulladuras pequeñas
- Irritación de los ojos por polvo
- Dolor de cabeza
- Discomfort
- Molestias e irritación

Dañino:

- Cortes
- Quemaduras
- Conmociones
- Torceduras importantes
- Fracturas menores
- Sordera
- Asma
- Dermatitis
- Trastornos músculo-esqueléticos
- Enfermedad que conduce a una incapacidad menor

Extremadamente dañino:

- Amputaciones
- Fracturas mayores
- Intoxicaciones
- Lesiones múltiples
- Lesiones faciales
- Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida

2º Probabilidad:

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

Baja: Es muy raro que se produzca el daño

Media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones

Alta: Siempre que se produzca esta situación, lo más probable es que se produzca un daño.

3º Evaluación:

La combinación entre ambos factores permite evaluar el riesgo aplicando:

Ligeramente dañino Dañino Extremadamente dañino

Probabilidad baja Riesgo trivial Riesgo tolerable Riesgo moderado

Probabilidad media Riesgo tolerable Riesgo moderado Riesgo importante
 Probabilidad alta Riesgo moderado Riesgo importante Riesgo intolerable

4º Control de riesgos:

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

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

Este método se aplica sobre cada unidad de obra analizada en esta memoria de seguridad y que se corresponde con el proceso constructivo de la obra, para permitir: "la identificación y evaluación de riesgos, pero con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada".

Es decir, los riesgos detectados inicialmente en cada unidad de obra, son analizados y evaluados eliminando o disminuyendo sus consecuencias, mediante la adopción de soluciones técnicas, organizativas, cambios en el proceso constructivo, adopción de medidas preventivas, utilización de protecciones colectivas, epi´s y señalización, hasta lograr un riesgo trivial, tolerable o moderado, y siendo ponderados mediante la aplicación de los criterios estadísticos de siniestralidad laboral publicados por la Dirección General de Estadística del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

El éxito de estas previsiones actuales dependerá del nivel de seguridad que se alcance durante la ejecución de la obra. En todo caso, esta autoría de seguridad entiende, que el presente Estudio de Seguridad y Salud se complementará por los subcontratistas adjudicatarios respetando la metodología y concreción conseguidas por este trabajo.

Protección colectiva que utilizar en la obra

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

- Anclajes especiales para amarre de arnés de seguridad clase C evaluada la seguridad conforme norma UNE EN 795
- Cables fiadores para arnés de seguridad, evaluada la seguridad conforme norma UNE

EN 353

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

Equipos de protección individual a utilizar en la obra

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

- Cascos de seguridad, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 397.
- Chaleco reflectante, en conformidad UNE EN 471: 2004.
- Protección auditiva.
- Arnés de seguridad, clase C tipo 2, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 361.
- Cinturones porta herramientas.
- Gafas de seguridad contra proyecciones y los impactos, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 166.
- Guantes de cuero flor y loneta, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 388.
- Mascarilla de papel filtrante contra el polvo, , evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 1827 y UNE EN 140.
- Ropa de trabajo a base de chaquetilla y pantalón de algodón, y si procede, traje impermeable a base de chaquetilla y pantalón de material plástico sintético, todo ello en conformidad UNE EN 340 y siguientes.
- Zapatos de seguridad y botas de seguridad loneta reforzada y serraje con suela de material plástico sintético, evaluada la seguridad en conformidad norma UNE EN 344, UNE EN 345 y UNE EN 346.

Paralización de los Trabajos

1.- Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

2.- En el supuesto considerado en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

Señalización de los riesgos

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

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

Medidas emergencia. Prevención asistencial en caso de accidente laboral

Primeros Auxilios

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

Heridas y pequeños cortes en la piel.

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

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

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

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

- Limpiar la herida con agua y jabón o con un producto antiséptico, para prevenir el riesgo de infección.
 - Secar bien la herida y protegerla con una tirita o gasas.
 - Consultar al médico sobre la conveniencia de la vacunación contra el tétanos.
 - No aplicar encima de la herida alcohol, pomadas o polvos que contengan antibióticos. No utilizar algodón (se deshilacha fácilmente).
- En particular, y por su elevada incidencia, mencionaremos aquellas heridas que sangran por la nariz. En estos casos:
- Hay que taponar la nariz con los dedos, inclinando hacia delante (si lo hacemos hacia

atrás, la víctima se tragará la sangre), durante unos 10 minutos.

- Si la herida no deja de sangrar, introducir un tapón de gasa empapada en agua oxigenada, y procurar la asistencia médica al herido.

Cuerpos extraños:

A) Ojos:

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

B) Oídos:

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

C) Nariz:

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

D) Piel:

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

Lesiones en los huesos y en las articulaciones.

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

A) Lesiones en las articulaciones:

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

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

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

Primeros auxilios:

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

B) Lesiones en los huesos: fracturas.

Tipos:

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

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

infección del hueso.

Primeros auxilios:

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

Quemaduras.

Las quemaduras pueden ser de:

1er grado: provocan el enrojecimiento de la piel.

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

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

Primeros auxilios:

- Enfriar la zona afectada inmediatamente con agua fría durante 10-20 minutos.
- Cubrir la quemadura con paños limpios.
- Como norma general, No quitar la ropa cercana a la quemadura, ya que puede estar adherida a la piel. Sólo quitaremos la ropa en caso de que esté impregnada en líquidos muy calientes o productos cáusticos (lejía, sulfuro, amoníaco, etc.) para evitar que sigan quemando.
- No pinchar las ampollas en caso de quemaduras de 2º grado, se pueden infectar.
- Si la persona está ardiendo, impedir que corra; apagar las llamas con una manta o similar, o haciéndola rodar por el suelo.
- Procurar de forma sistemática que cualquier persona que haya sufrido una quemadura sea reconocida por un médico, para que indique el tratamiento más adecuado para cada tipo de lesión.
- Evitar utilizar sobre las quemaduras, aceite, vinagre, pasta de dientes, barro, etc., que aunque logren aliviar momentáneamente el dolor, pueden repercutir negativamente en la curación de la zona dañada. Lo mejor es utilizar agua.

Accidentes producidos por la electricidad: electrocución.

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

a) Si se trata de baja tensión, lo primero es cortar el suministro eléctrico, si por cualquier circunstancia no puede cortarse el suministro actuar de la siguiente forma:

- Aislarse del suelo (con tablones de madera) e intentar separar a la víctima de la corriente, con la ayuda de un palo de madera (escoba). No utilizar nunca objetos metálicos.
- Una vez fuera de peligro, valorar el estado de la víctima e iniciar las maniobras de reanimación cardiopulmonar en caso necesario.

b) Si se trata de media o alta tensión, no intentar separar a la víctima del cable eléctrico, ya que un trozo de madera no sería suficiente aislamiento. Avisar a la compañía eléctrica y al mismo tiempo al/los Servicios de Socorro.

Reanimación cardiopulmonar ("boca a boca" y masaje cardiaco).

- Situar a la víctima en posición horizontal con la cabeza inclinada hacia atrás y ver si

respira. Si la víctima no respira iniciar el "boca a boca", efectuando 2 insuflaciones seguidas, y tomarle el pulso carotídeo (a ambos lados de la "nuez de Adán")

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

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

Periódicamente comprobar el retorno del pulso espontáneo, lo que significaría que la reanimación ha sido exitosa. El masaje cardíaco se efectuará sobre el tercio inferior del esternón; para que sea eficaz, tiene que hundir la caja torácica 4-5 cm y ha de ser rítmico.

Maletín botiquín de primeros auxilios

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

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

Evacuación de accidentados.

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

- Medidas de emergencia.

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

PRIMERA:

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

112

SEGUNDA:

En lugar fácilmente localizable y conocido por todos los operarios de la obra, se ubicará el botiquín y se tendrá acceso al mismo.

TERCERA

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

- 1) Avisar y pedir ayuda.
- 2) Hablar con la víctima y preguntar lo que ha ocurrido.
- 3) No mover al accidentado si no es estrictamente necesario, de esta manera se conseguirá agravar las posibles lesiones que se hayan producido.
- 4) Valorar el alcance de la lesión.
- 5) Tranquilizar al herido.
- 6) Llamar al servicio de ambulancias, si fuese necesario (teléfonos indicados anteriormente) y explicar lo ocurrido.

- 7) Esperar la llegada de personal especializado, que procederá a la correcta inmovilización de la víctima y su posterior traslado al Centro Sanitario.
- 8) Actuar sólo en caso necesario, quemaduras, electrocución, o cuando la valoración de la lesión así lo aconsejara.
- 9) Avisar a la Dirección Técnica.

Procedimiento de comunicación de accidentes.

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

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

Formación e información en seguridad y salud

La formación e información de los trabajadores en los riesgos laborales y en los métodos de trabajo seguro a utilizar, son fundamentales para el éxito de la prevención de los riesgos laborales y realizar la obra sin accidentes, es por tanto que en función de los métodos de trabajo seguro, estos serán informados a los trabajadores (art. 18 LPRL) quienes recibirán del empresario la pertinente formación, teórica y práctica, suficiente y adecuada y acorde a lo requerido en el vigente Convenio General del Sector de la Construcción 2007/2011 a fin de satisfacer artículo 12 del R.D. 1109/2007.

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

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

Se preverá usar los mismos documentos que utilice normalmente para esta función, el Contratista adjudicatario, con el fin de no interferir en su propia organización de la prevención de riesgos. No obstante, estos documentos deben cumplir una serie de formalidades recogidas en el pliego de condiciones técnicas y particulares y ser conocidos y aprobados por la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud como partes integrantes del Estudio de Seguridad y salud.

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

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

Control de accesos a la obra

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

- Documentación identificativa
- Curso PRL
- Apto médico

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

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

Presencia de los recursos preventivos

En cumplimiento de las prescripciones reglamentarias establecidas en la D.A. 1ª del R.D. 171/2004, que desarrolla el art. 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y con el fin de cumplir

con las obligaciones legislativas, el/los Empresario/s Principal/es (D.A. 14ª de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales) nombrará, al menos, a un trabajador en conformidad art. 32 bis, apartado 4, como Presencia de Recurso Preventivo, a saber:

Si dicha circunstancia no fuese posible, y con el fin de cumplir la Presencia de Recursos Preventivos establecida en el artículo 22 bis del R.D. 39/1997, de 17 de enero, el empresario, asignará su presencia de forma expresa, quienes deberán ser trabajadores de la empresa y que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a que se refiere el presente escrito. Contando, para ello, con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones Todo ello con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones reglamentarias establecidas, para dichos recursos, tanto en el artículo 32 bis (D.A. 14ª) de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, como en el art. 22 bis del R.D. 39/1997, de 17 de enero, modificado por las prescripciones reglamentarias establecidas en el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo. Además de dicho trabajador, dicha presencia podrá llevarse a cabo según lo establecido en el Artículo 22 bis. R.D. 39/1997, de 17 de enero. Presencia de los Recursos Preventivos:

1.- De conformidad con el artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, la presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los siguientes casos:

a) Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados, en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

b) Cuando se realicen las siguientes actividades o procesos peligrosos o con riesgos especiales:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento.
- Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad por ser su fecha de comercialización anterior a la exigencia de tal declaración con carácter obligatorio, que sean del mismo tipo que aquellas para las que la normativa sobre comercialización de máquinas requiere la intervención de un organismo notificado en el procedimiento de certificación, cuando la protección del trabajador no esté suficientemente garantizada no obstante haberse adoptado las medidas reglamentarias de aplicación.
- Trabajos en espacios confinados. A estos efectos, se entiende por espacio confinado el recinto con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o puede haber una atmósfera del nivel básico. deficiente en oxígeno, y que no está concebido para su ocupación

continuada por los trabajadores.

- Trabajos con riesgo de ahogamiento por inmersión, salvo lo dispuesto en el apartado 8.a) de este artículo, referido a los trabajos en inmersión con equipo subacuático.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

c) La presencia se llevará a cabo por cualesquiera de las personas previstas en los apartados 2 y 4 del artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, debiendo el empresario facilitar a sus trabajadores los datos necesarios para permitir la identificación de tales personas.

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

Acta de NOMBRAMIENTO DE PRESENCIA DE RECURSO PREVENTIVO.

El Empresario Principal, (Nombre de la Empresa) y su representante legal (Ley 38/1999, L.O.E.),

D. (Datos del Jefe de Obra) en el centro de trabajo (identificación de la obra), habrá de hacer saber a los firmantes y miembros de la empresa, su consideración y consecuente asunción de las funciones y responsabilidades establecidas tanto en el artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, como en el art. 22 bis del R.D. 39/1997.

Considerándose ya sea como:

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

- 1.-Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- 2.-Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- 3.-Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

E informando, los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior, poseer la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, permaneciendo en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Ya sea como:

Presencia de Recursos Preventivos:

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

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

Trabajos posteriores

Los trabajos por realizar a posteriori son los de mantenimiento periódico (limpieza, reglaje o reparación) de los paneles solares o de la estructura soporte. Es por ello que, los mismos, requieren el acceso y permanencia de trabajadores en cubierta con riesgo de caída de altura. Las medidas preventivas o de protección a disponer serán, salvo para la protección de borde, las

mismas que se han contemplado en este documento para la fase de instalación, sirviendo el presente Estudio de documento base de seguridad y salud para la ejecución de dichos trabajos. El mismo quedará en manos de la Propiedad, quien custodiará este documento y se lo entregará a los empresarios concurrentes en su centro de trabajo a fin de satisfacer lo dispuesto en el artículo 4 del R.D. 171/2004. Si procede, estos deberán revisar su documentación preventiva a fin de adecuarla a las condiciones de la instalación.

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

Riesgos y nivel de riesgo presente

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

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

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

Normas e instrucciones.

Limpieza de módulos:

- Durante la operación de limpieza de módulos FV se ha de prestar atención al riesgo de deslizamiento debido al agua derramada. Para reducir tal riesgo se recuerda la

obligación del uso de calzado de seguridad con suela antideslizante.

- En épocas del año con mayor índice de radiación solar se utilizarán guantes de protección para las manos y crema solar para la cara y derivados con el fin de evitar quemaduras solares. El agua realiza función lupa de las radiaciones solares.
- Se prestará una especial atención a evitar el contacto del agua con partes accesibles puestas en tensión.
- Durante la operación de limpieza NUNCA manipularemos elementos en tensión (conectores, Strings...), puesto que tanto en estos como en nosotros y/o el suelo hay una elevada concentración de humedad.

Operación en inversores:

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

Averías monitorización:

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

Operaciones en módulos FV:

- Los módulos FV son una fuente de energía eléctrica, por lo que el riesgo de contacto eléctrico siempre está presente.
- Cuando vayamos a trabajar con un módulo SIEMPRE lo desconectaremos de la serie en que se encuentre.
- NUNCA tocaremos el interior de los conectores del módulo FV encontrándose éste bajo radiación solar, en caso de necesitar actuar sobre los conectores SIEMPRE aislaremos el módulo FV con anterioridad y si es posible procederíamos a voltarlo o en su defecto a cubrirlo con un elemento opaco.

- Igualmente tomaríamos estas medidas de seguridad en caso de tener que actuar en la caja de diodos del módulo FV
- SIEMPRE que actuemos sobre los conectores y/o caja de diodos será sobre un suelo firme y principalmente seco.
- A la hora de transportar un módulo FV por la cubierta prestaremos atención al viento puesto que el módulo FV puede hacer en caso de viento elevado función de vela.
- La temperatura del módulo FV puede en ocasiones ser elevada por ello es necesario la utilización de guantes para el manejo de estos, siendo imprescindible su uso en época de verano.
- Debido a la radiación solar reflejada en la cubierta es necesario la utilización de cremas protectoras de protección 50 en las épocas de mayor índice de radiación.

Operaciones en CT / CGP:

- Estas instalaciones cuentan con CGP no con CT. Frente a trabajos a realizar en CGP existe un alto riesgo de contacto eléctrico.
- SIEMPRE que se proceda a retirar/sustituir un fusible se realizara mediante el uso • SIEMPRE retiraremos toda la tapa de protección de la CGP y se depositara en un lugar que no conlleve la posibilidad de provocar tropiezos con ella.
- NUNCA retiraremos únicamente un lateral de la tapa de protección de la CGP accediendo por el hueco al interior de la misma.
- SIEMPRE que sea posible pondremos o retiraremos, según proceda, los fusibles con la instalación sin carga.
- Si vamos a realizar una actuación en la CGP SIEMPRE retiraremos TODOS los fusibles de la misma. Si esto no fuera posible debido a la tarea a realizar (por ejemplo, medición de intensidades) usaríamos guantes aislados adecuados a la tensión nominal y guantes de trabajo colocados encima de estos.

Herramientas:

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

Revisión mantenimiento:

- En los trabajos de mantenimiento en inversores se cumplirá lo descrito en el punto anterior (operación en inversores).
- En los trabajos de mantenimiento en CT se cumplirá lo descrito en el punto anterior (operación en CT / CGP).
- En los trabajos de mantenimiento para módulos se cumplirá lo descrito en el punto anterior (operación en módulos fotovoltaicos).
- de maneta de extracción de fusibles.
- El mantenimiento del campo fotovoltaico será, posiblemente, la operación en la que

más expuestos estemos a sufrir un accidente debido a la necesidad de desplazarnos por toda la instalación.

- Para revisión de apriete de estructura utilizaremos herramienta adecuada para tal efecto.

•

Otras consideraciones:

- Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kgs. sobre las escaleras de mano.
- Se prohíbe andar sobre los lucernarios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha, aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

Tabla resumen de medidas mínimas de seguridad necesarias a adoptar

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

	eléctrico se utilizaran los EPI's apropiados, tales como guantes aislantes, herramienta aislada, calzado adecuado, máscara anti-proyecciones ... etc.)
--	--

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

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

Los trabajos relativos a dicho anexo al ESS no se podrán iniciar hasta que no se disponga de dicha acta de aprobación.

Conclusiones

Considerando suficientes los datos que se aportan para su estudio por parte de los Organismos Oficiales y estando dispuestos a aclararlos o complementarlos, si la Administración del Estado lo estimara conveniente, se espera que este proyecto merezca servir para su construcción autorizándose la aprobación del mismo para su ejecución.

Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS Y NORMATVA

Se recogen a continuación las principales disposiciones que se deben cumplir de acuerdo con los Pliegos de Condiciones Técnicas (PCT) publicados por el IDAE sobre instalaciones conectadas a red.

1.Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de 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. El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones. En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

2.Definiciones

Radiación Solar

Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas. - Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m^2 . - Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kW/m^2 .

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 de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

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 ó STC en inglés): 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: 1000 W/m²

Distribución espectral: AM 1,5 G

Temperatura de célula: 25 °C

Potencia pico: Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

- TONC: Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

3.Diseño del Generador

Generalidades

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

Orientación, inclinación y 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 4-1. 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.

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

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización, cuando se instale proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A”, Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

4.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. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos 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 certificados 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. 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 como mínimo. 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 del IDAE. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por el CTE 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 Documento Básico de Seguridad Estructural, en lo que se refiere a Acciones en la Edificación (DB-SE AE: Acciones en la Edificación), del 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 correspondiente. 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 toques de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas. Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes. La estructura soporte será calculada según la norma correspondiente del CTE para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, será de aplicación el Documento Básico de Seguridad Estructural en lo referente a Acero (DB-SE A: Acero) para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. Si es del tipo 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.

Inversor

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 de los inversores serán las siguientes:

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

Los inversores cumplirán 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.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará

los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 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.

Los inversores tendrán 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.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

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 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %, 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 21123-5.

Conexión a Red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa vigente en lo que se refiere a conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

Puesta a tierra

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa vigente 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 la normativa vigente sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.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 vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de mínimo 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.

6. Producción anual Estimada

En la Memoria de Solicitud se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación. Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

- $G_{dm}(0)$, que es el valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m²·día) obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

- Agencia Estatal de Meteorología.
- Organismo autonómico oficial.

- $G_{dm}(\alpha, \beta)$, que es valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m²·día) obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores un 10 % anual. El parámetro α representa el ángulo azimut y β la inclinación del generador.

- Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR.

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

1. La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
2. La eficiencia del cableado.
3. Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
4. Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
5. La eficiencia energética del inversor.
6. Otros.

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

$$Ep = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot F_s \cdot PR}{G_{cem}} \text{ en kWh.}$$

Siendo:

α , es el ángulo de azimut (orientación)

β , es el ángulo de inclinación.

$G_{dm}(\alpha, \beta)$, el valor medio anual de irradiación diaria (kW/(m²·año)).

P_{mp} , la potencia pico instalada.

F_s , el factor de sombra y Orientación e inclinación

Pr , rendimiento de la instalación.

G_{CEM} es 1kW/m².

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

7. Contrato de Mantenimiento

Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red. Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.
- Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
 1. La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
 2. El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
 3. Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Garantías

Ámbito general de la garantía

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de

cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación

Plazos

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Condiciones económicas

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

Anulación de la garantía

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica e los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto anterior.

Lugar y tiempo de la prestación

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará al fabricante.

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

8. Normativa

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

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Resolución de 4 de noviembre de 2002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2002, de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas. (Suplemento BORM nº 284, de 10/12/2002).
- RD 1578/2008 de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología (B.O.E. nº 234 de 27 de septiembre).
- CORRECCIÓN de errores del Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Orden ITC/82/2009 de 30 de enero, por la que se pospone el cierre del plazo de presentación de solicitudes de instalaciones fotovoltaicas al registro de pre-asignación de retribución, establecido en el RD 1578/2008, de 26 de septiembre, publicado el día 31 de enero, número 27, página 10.431.
- NORMAS TÉCNICAS DE IBERDROLA: ESQUEMAS UNIFILARES DE CONEXIÓN A LA RED DE IBERDROLA (Edición marzo de 2016)
- Real Decreto 661/2007 de 26 de mayo (entrada en vigor el 1 de junio de este mismo año), 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.
- Ley 48/1998 de 30 de diciembre sobre procedimientos de contratación en los sectores del agua, la energía, los transportes y las telecomunicaciones, por la que se incorporan al ordenamiento jurídico español las directivas 93/38 CEE y 92/13 CEE.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. Al tratarse de conexión en Media Tensión, dicho Real Decreto no es de aplicación directa, sin embargo, se tomará como referencia para determinar las características técnicas de la instalación.
- Ley 54/97, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en el BOE nº 224 del 18 de setiembre de 2002.

- Código Técnico de la Edificación: Seguridad Estructural: Bases de Cálculo y Acciones en la Edificación.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo (L31/95).
- Instalaciones de enlace de Iberdrola. Cajas de protección y medida NI 42.72.00.
- UNE EN 62 052-11: Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos generales, ensayos y condiciones de ensayo. Parte 11: equipos de medida.
- Normas UNE relacionadas con las instalaciones fotovoltaicas
- UNE- EN 9488 2001 Energía solar. Vocabulario (ISO 9488:1999)
- UNE-EN-60891 1994 Procedimiento corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- UNE-EN 60904-1 2007 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medida de la característica intensidad tensión de los módulos fotovoltaicos.
- UNE- EN 60904-2 1994 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia.
- UNE- EN 60904-2/A1 1998 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia.
- UNE- EN 60904-3 1994 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: Fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.
- UNE- EN 60904-5 1996 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: Determinación de la temperatura de la célula equivalente de dispositivos fotovoltaicos por el método de la tensión de circuito abierto.
- UNE- EN 60904-6 1997 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia.
- UNE- EN 60904-7 1999 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 7: Cálculo del error introducido por el desacoplo espectral en las medidas de un dispositivo fotovoltaico.
- UNE- EN 60904-8 1999 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 8: Medida de la respuesta espectral de un dispositivo fotovoltaico.
- UNE- EN 60904-10 1999 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 10: Métodos de medida de la linealidad.
- UNE- EN 61173 1998 Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos productores de energía.
- UNE- EN 61194 1997 Parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos autónomos
- UNE- EN 61215 2006 Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino. Cualificación del diseño y aprobación del tipo
- UNE- EN 61277 2000 Sistemas fotovoltaicos terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía
- UNE- EN 61345 1999 Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos
- UNE- EN 61683 2001 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- UNE- EN 61701 2000 Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos
- UNE- EN 61702 2000 Evaluación de sistemas de bombeo fotovoltaico de acoplo directo.
- UNE- EN 61721 2000 Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico al daño por impacto accidental (resistencia al impacto)
- UNE- EN 61724 2000 Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- UNE- EN 61725 1998 Expresión analítica para los perfiles solares diarios
- UNE- EN 61727 1996 Sistemas fotovoltaicos. Características de la interfaz de conexión a tierra.

- UNE- EN 61829 2000 Campos fotovoltaicos de silicio cristalino. Medida en el silicio de características I-V.
- UNE- EN 61646 1997 Módulos de capa de lámina delgada. Cualificación del diseño y aprobación del tipo.
- UNE- EN 61835 2006 Campos fotovoltaicos de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Reglamento de alta Tensión RD 223, 2008 de 15 de febrero.
- REAL DECRETO LEGISLATIVO 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo.
- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada.
- Decreto 48/1998 de protección del medio ambiente frente al ruido.

Nº5: PLANOS

Índice de Planos

Plano 1: Situación

Plano 2: Emplazamiento

Plano 3: Distribución

Plano 4: Estructuras

Plano 5: Cableado

Plano 6: Esquema Unifilar



SITUACIÓN



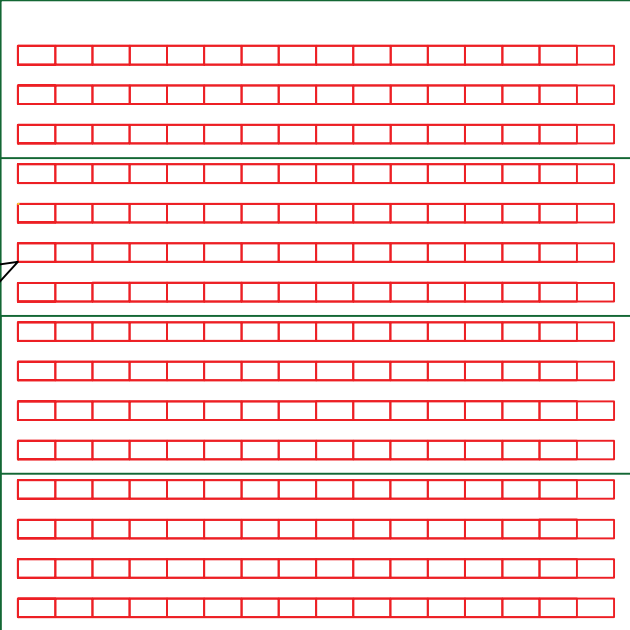
Imágenes de Google Maps

INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO		I . C . A . I .
Plano: 01	SITUACIÓN	
SERGIO RODRÍGUEZ BALLESTEROS		
Fecha: Septiembre 2019	Escala: -	



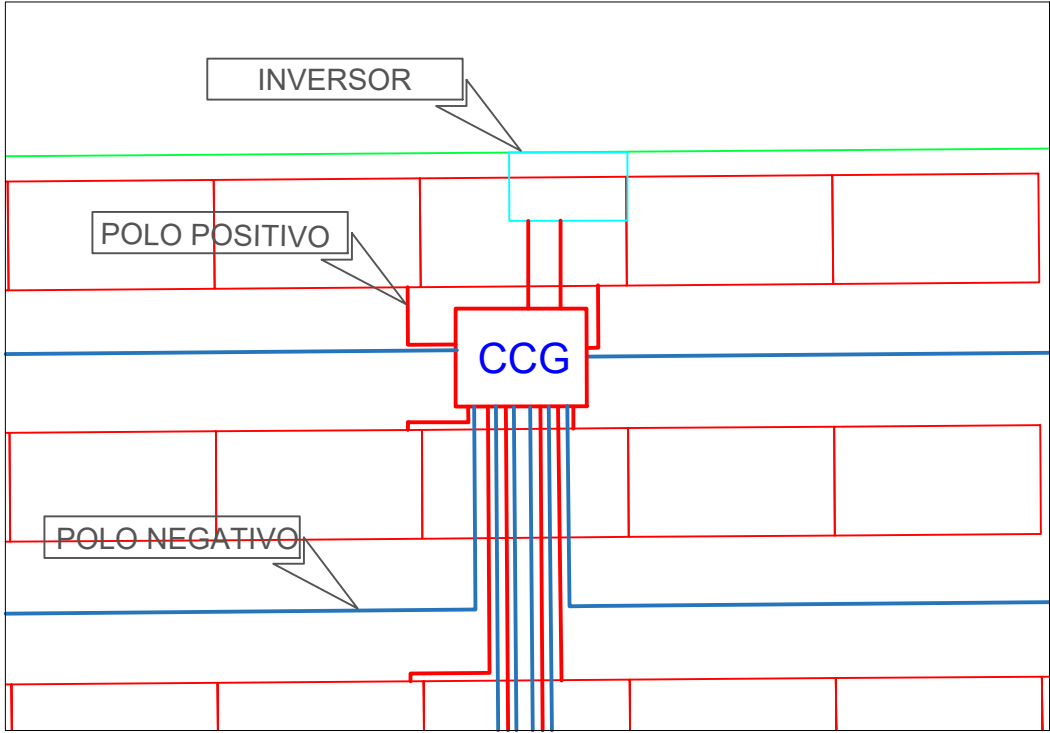
Placas Solares

Nave Industrial

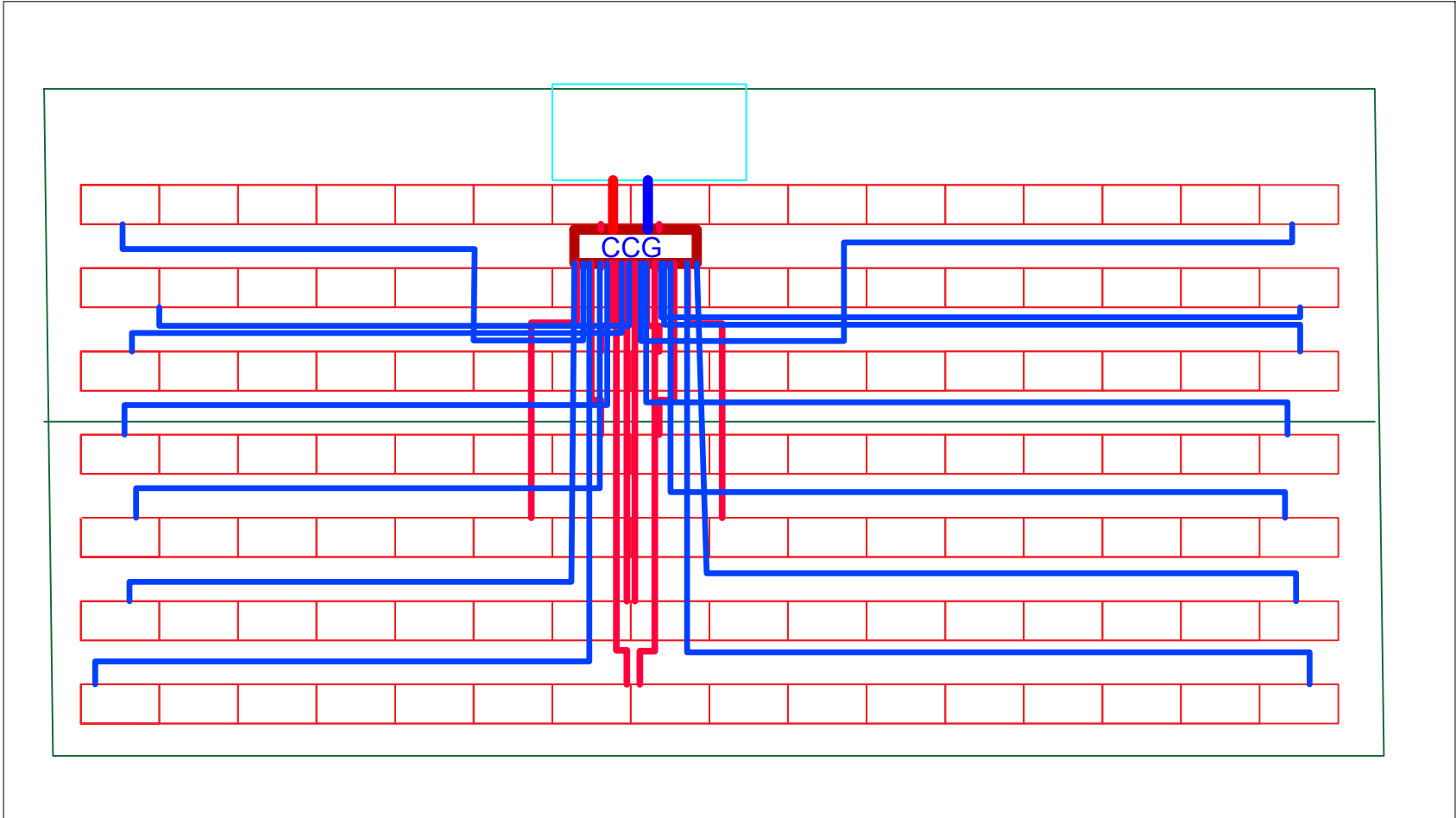
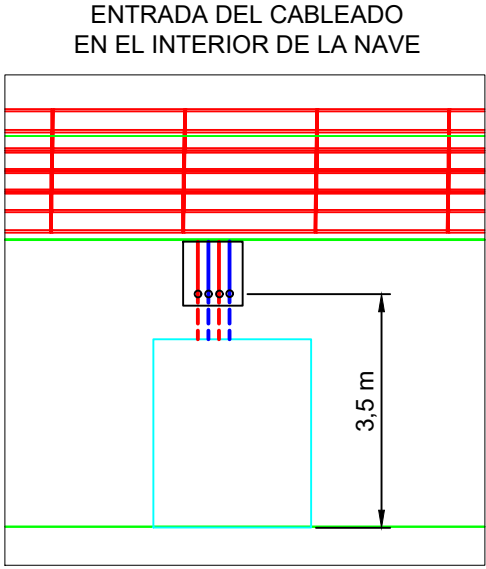


C/Montejicar

INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO		I . C . A . I .
Plano: 03	DISTRIBUCIÓN	
SERGIO RODRÍGUEZ BALLESTEROS		
Fecha: Septiembre 2019	Escala: 1/350	

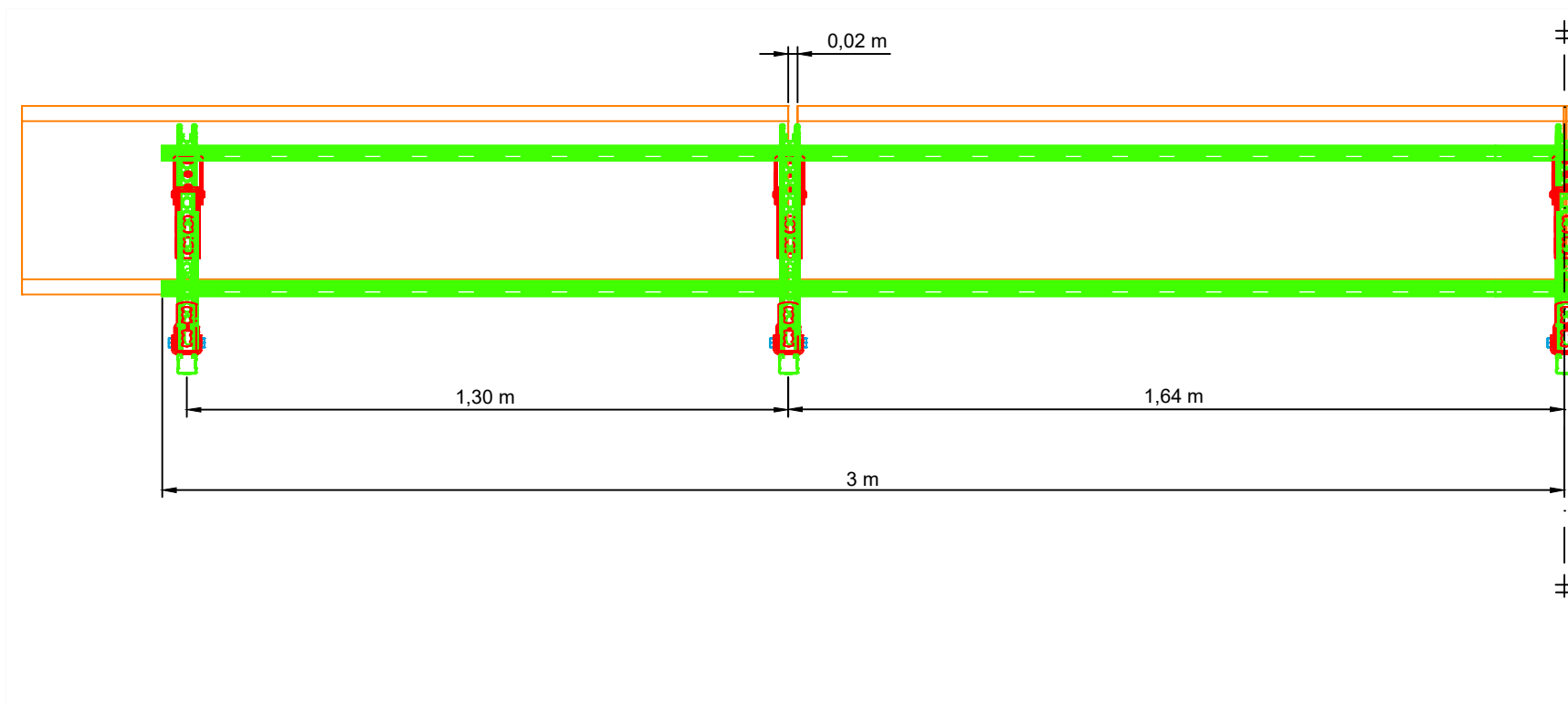


CABLEADO EN UNA SOLA CUBIERTA DE LA NAVE

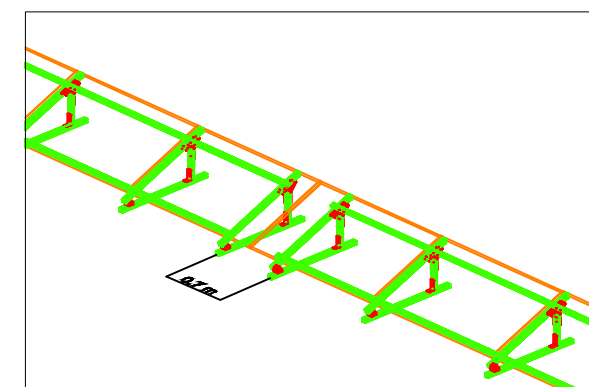


ROJO y AZUL: Cable de 2,5mm²
 Rojo polo positivo
 Azul polo negativo

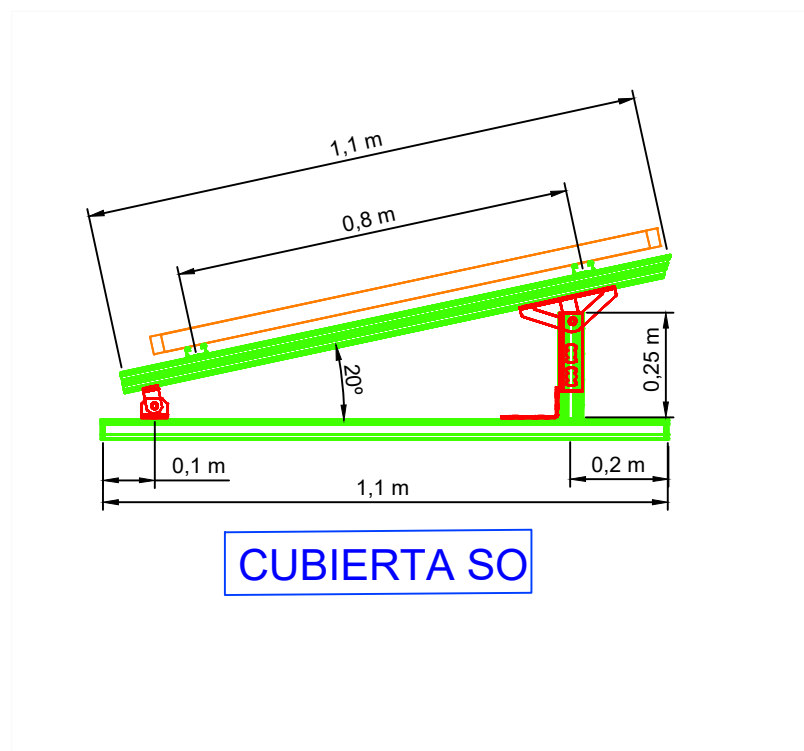
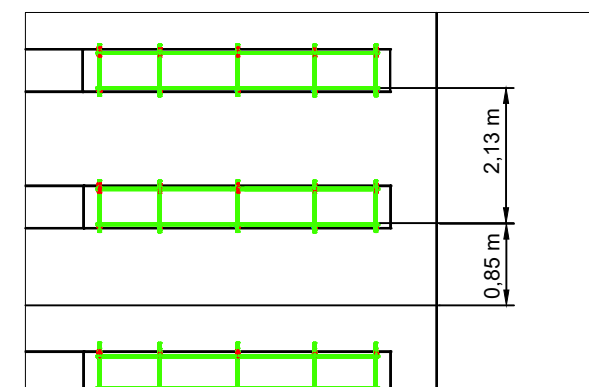
INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO		I. C. A. I.
Plano: 04	CABLEADO	
SERGIO RODRÍGUEZ BALLESTEROS		
Fecha: Septiembre 2019	Escala: 1/300	



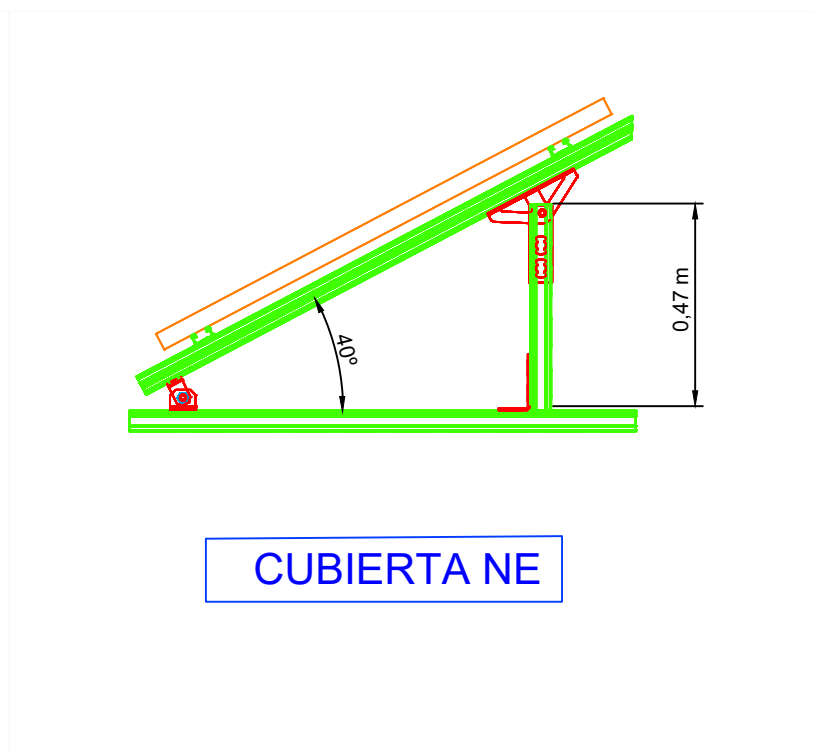
DISTANCIA ENTRE ESTRUCTURAS



DISTANCIAS EN CUBIERTA

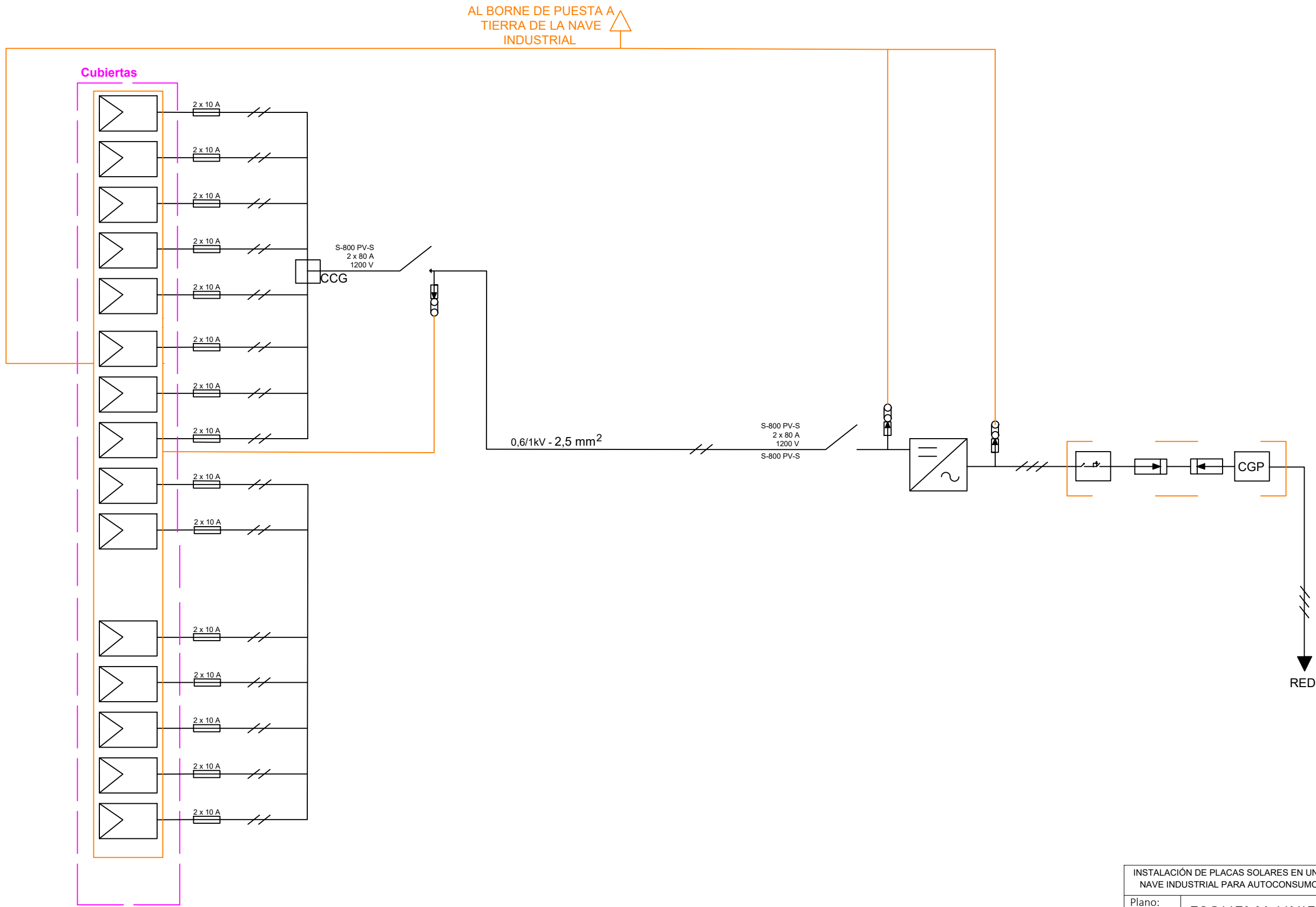


CUBIERTA SO



CUBIERTA NE

INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO		I. C. A. I.
Plano: 05	ESTRUCTURAS	
SERGIO RODRÍGUEZ BALLESTEROS		
Fecha: Septiembre 2019	Escala: 1/15	



INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES EN UNA NAVE INDUSTRIAL PARA AUTOCONSUMO		I . C . A . I .
Plano: 06	ESQUEMA UNIFILAR	
SERGIO RODRÍGUEZ BALLESTEROS		
Fecha: Septiembre 2019	Escala: -	