

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLIÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
COLECTIVA EN CENTROS EDUCATIVOS DE
ALICANTE**

TRABAJO FIN DE GRADO

JUNIO 2024

AUTOR: Francisco Pablo Díaz Abad

DIRECTOR: Abraham Ruíz Gómez

ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	5
1.1 PREÁMBULO	6
1.1.1 Cambio climático.....	6
1.1.2 Crecimiento energía solar y renovable.....	8
1.2 TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA	14
1.2.1 Otras aplicaciones fotovoltaicas.....	18
1.3 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	20
1.3.1 Sistema Off Grid (Aislado de Red).....	21
1.3.2 Sistema On Grid (Conectado a la instalación)	22
1.3.3 Sistema Híbrido.....	23
1.4 AUTOCONSUMO COLECTIVO.....	24
1.5 NORMATIVA.....	25
1.6 OBJETO DEL PROYECTO.....	33
1.7 PROMOTOR.....	35
1.8 EMPLAZAMIENTO	36
1.9 DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES Y USOS	39
1.10 MÓDULO FOTOVOLTAICO SELECCIONADO	40
1.11 INVERSORES SELECCIONADOS.....	43
1.12 PERFORMANCE RATIO DE LA INSTALACIÓN (PR)	48
1.12.1 Perdidas por orientación e inclinación.....	48
1.12.2 Perdidas por temperatura.....	50

1.12.3 Eficiencia del cableado.....	52
1.12.4 Pérdidas por dispersión parámetros y suciedad.....	53
1.12.5 Pérdidas por errores del seguimiento del punto de máxima potencia .	54
1.12.6 Eficiencia energética del inversor.....	54
1.12.7 Pérdidas por sombras	54
1.13 DIMENSIONAMIENTO	57
1.13.1 Consumos	58
1.13.2 Cálculo de número de módulos.....	58
1.13.3 Estudio energético.....	60
1.14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	65
1.14.1 Compatibilidad Módulo Fotovoltaico.....	65
1.14.2 Cálculo de sección del cableado.....	69
1.14.3 Cálculo de protecciones	77
2. PLIEGO DE CONDICIONES.....	89
2.1 Condiciones generales	90
2.2 Sistemas generadores fotovoltaicos	90
2.3 Estructura soporte	91
2.4 Inversores.....	93
2.5 Cableado	94
2.6 Condensadores	95
2.7 Conexión a red	95
2.8 Medidas	96
2.9 Protecciones	96

2.10 Sistema de protecciones frente a contactos indirectos	96
2.11 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	97
2.12 Identificación de los conductores	97
2.13 Puesta a tierra	98
2.14 Armónicos y compatibilidad electromagnética	98
2.15 Alumbrado.....	99
2.16 Alumbrado de emergencia	99
2.17 Protección contra incendios.....	99
3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	100
3.1 Objeto	101
3.2 Establecimiento posterior de un plan de seguridad y salud en la obra	101
3.3 Identificación de las obras	101
3.4 Titular de la actividad	102
3.5 Presupuesto total de ejecución de la obra	103
3.6 Plazo de ejecución estimado	103
3.7 Número de trabajadores	103
3.8 Relación estimada de los trabajos a realizar	103
3.9 Fases de obra con identificación de riesgos	105
3.10 Relación de medios humanos y técnicos previstos con identificación de riesgos	106
3.11 Medidas de prevención de los riesgos de carácter general	109
3.12 Medidas de prevención de los riesgos de carácter particular para cada oficio	112
3.13 Protecciones colectivas	115

3.14 Señalización	116
3.15 Iluminación.....	117
4. GESTIÓN DE RESIDUOS	120
4.1 Introducción	121
4.2 Listado de residuos.....	121
4.3 Medidas para la prevención de residuos	122
4.4 Operaciones para la reutilización, separación y valorización de residuos .	125
4.5 Segregación de residuos en obra	126
5. PLANOS.....	128
6. PRESUPUESTO	140
7. BIBLIOGRAFÍA	158
8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	160

1. MEMORIA DESCRIPTIVA



1.1 PREÁMBULO

1.1.1 Cambio climático

En la sociedad actual que vivimos, la mayoría de gente está concienciada de la existencia del cambio climático global. Es por ello, que estamos en búsquedas de energía renovables, con el beneficio de ser menos contaminantes que las fuentes provenientes de combustibles fósiles que si crean residuos.

Los combustibles fósiles son recursos energéticos limitados, tanto el carbón, gas, petróleo o cualquier derivado de estos que se obtengan del planeta serán siempre limitados. Por lo que, a la larga de los años, no podríamos depender de ellos como fuentes de energía. Para obtener energía de estos combustibles se necesita que exista un proceso de combustión que al realizarse obtendremos unos gases con la particularidad de que son capaces de absorber y emitir radiación dentro del rango infrarrojo. También conocidos como gases de efecto invernadero [1]. Dióxido de carbono CO₂, dióxido de azufre SO₂, óxidos de nitrógeno NO_x y metano CH₄ entre otros.[2]

Desde mediados de 1700 y en los años 50, las emisiones de CO₂ procedentes de la Revolución Industrial han ido aumentando de 284 partes por millón (ppm) a 300 ppm respecto a los niveles preindustriales, el nivel más alto en al menos 800.000 años (Luthi et al., 2008). En el año 2010, las emisiones de CO₂ procedentes de los combustibles fósiles se elevaron hasta el nivel más alto de la historia: 9.100 millones de toneladas de carbono (Oak Ridge National Laboratory, 2011), y las concentraciones atmosféricas han seguido el ejemplo alcanzando 388,5 ppm ese año y 390,5 ppm en 2011 (NOAA/ESRL).[3]

Si las emisiones de carbono no bajan en pico en 2025, nos enfrentaremos a olas de calor extremo y tormentas sin precedentes. La emergencia climática en la que nos encontramos es tan apremiante que, los cambios provocados son irreversibles, por

lo que tendrán efectos en siglos y milenios venideros. El reporte de 2022 del Grupo de Investigación Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) marcó como fecha límite el 2025 para que las emisiones de carbono lleguen a su máximo histórico. De lo contrario, es muy poco probable que el planeta en el que vivimos sea habitable para 2050, la humanidad tendrá que enfrentarse a olas de calor extremo incontenibles, incendios forestales avasalladores, huracanes devastadores y sequías cada vez más prolongadas. [4]

Por otro lado, la temperatura promedio de la superficie del planeta ha aumentado aproximadamente 1°C. Este cambio que puede que no sea muy significativo ha producido que los océanos se calienten 0,33 °C (los 100 primeros metros de superficie), las capas de hielo se encojan, retrocesos de glaciales, cubierta de nieve reducida, aumento del nivel alrededor de 20 cm y cada año acelerando ligeramente, reducción del mar ártico, eventos extremos y acidificación de los océanos al absorber entre el 20% y 30% del total de las emisiones antropogénicas del dióxido de carbono en las últimas décadas [5].

Con la intención de desacelerar estos procesos, cada año se celebra la Cumbre del Clima (CP). La última realizada en Egipto (COP27), casi 200 países negociarán cómo reducir las emisiones para evitar los peores efectos del cambio climático y cómo apoyar a los países más vulnerables que ya sufren estos impactos [6].

Una de las medidas que se lleva implantando en varias cumbres que están fomentando muchos países es la implantación de energías renovables y de autoconsumo. Especialmente, dada a nuestra situación de incertidumbre que vivimos actualmente por la posibilidad de conflictos bélicos. El uso de instalaciones de autoconsumo, como las instalaciones fotovoltaicas, nos garantizarían suministro eléctrico en casos excepcionales y que los servicios básicos puedan funcionar sin depender de una central o proveedor externo.

1.1.2 Crecimiento energía solar y renovable

Una forma de comprender la magnitud de este proyecto sería estudiar la capacidad de obtener energía por medio de las renovables. Durante los últimos años a nivel global y luego centrarnos más a nivel nacional, concretando el desempeño de la energía solar.

Las tecnologías renovables constituyen el eje de la transición energética. Aún que, en realidad, la energía utilizada no se renueva nunca, se transforma en energía eléctrica. Las fuentes de las energías renovables como el sol, el viento se renuevan independientemente del uso que hagamos de ellas, a diferencia de los combustibles fósiles.

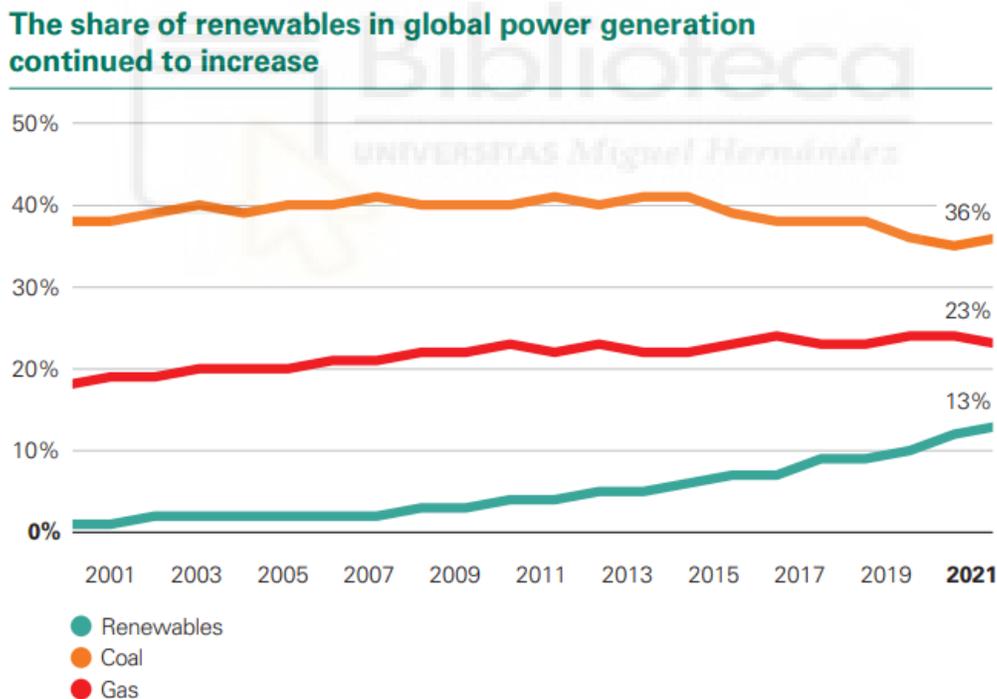


Ilustración 1. Crecimiento de las energías renovables frente a no renovables BP Statistical Review of World Energy 2022

La Agencia Internacional de la Energía ha redactado un informe donde prevén que, para 2026, la capacidad eléctrica renovable del planeta aumentará en más de un

60% con respecto a los niveles de 2020, hasta superar los 4.800 GW, lo que equivale a la capacidad energética mundial actual de los combustibles fósiles y la energía nuclear juntos. Se espera que la cantidad de capacidad renovable añadida durante el periodo de 2021 a 2026 sea un 50 % superior a la de 2015 a 2020. Así mismo del aumento previsto del casi el 95% de la capacidad energética mundial hasta 2026, se espera que más de la mitad de ese porcentaje sea debida a la energía solar.[7]

El crecimiento a nivel mundial de las energías renovables se está acelerando “más que nunca”, las previsiones apuntan a que el año 2021 que acaba de concluir establecerá un nuevo máximo histórico de potencia instalada: 290.000 megavatios de nueva capacidad renovable, un 3% más que en 2020. Todo ello, a pesar de los incrementos brutales del precio de la energía y materias primas, una pandemia que no está del todo finalizada y el encarecimiento de las logísticas.[8]

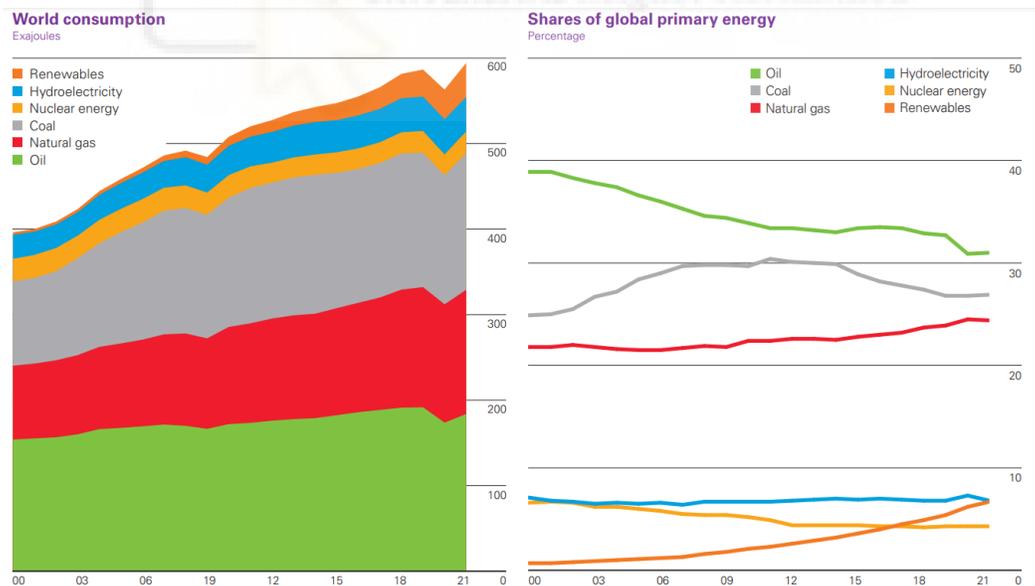


Ilustración 2. Consumo Mundial de Energía. BP Statistical Review of World Energy 2022

Se espera que el crecimiento de las energías renovables aumente en todas las regiones en comparación con el período 2015-2020. China continúa liderando el

mundo en términos de nueva capacidad instalada: se espera que la energía eólica y la combinación de energía eólica y solar alcancen los 1.200 GW para 2026, cuatro años antes del objetivo actual para 2030. India liderará la tasa de crecimiento, duplicando el número de nuevas instalaciones entre 2015 y 2020. También se espera que los lanzamientos al mercado en Europa y EE. UU. se aceleren significativamente en comparación con los cinco años anteriores. Juntos, estos cuatro mercados representan el 80% de la expansión de la capacidad global de energía renovable.[9]

Regional consumption pattern 2021

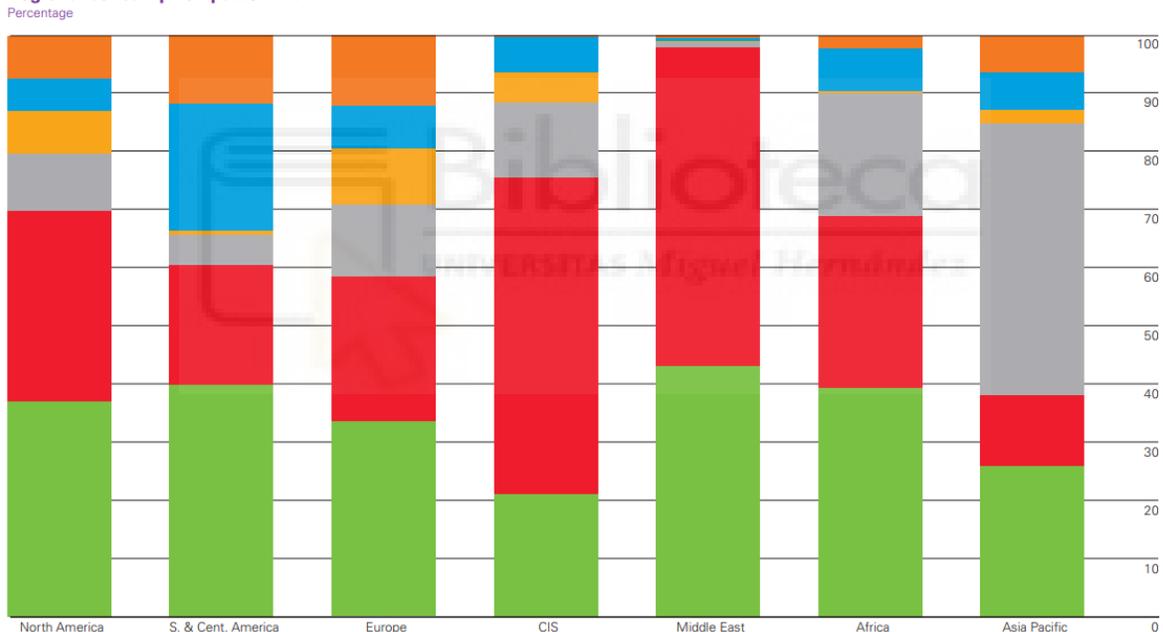


Ilustración 3. Consumo de tipos de energía por regiones. BP Statistical Review of World Energy 2022

Después de haber visto la capacidad del crecimiento de energías renovables a nivel global, ahora pasaremos a analizar el crecimiento a nivel nacional haciendo más hincapié en la energía fotovoltaica que es objeto este proyecto.

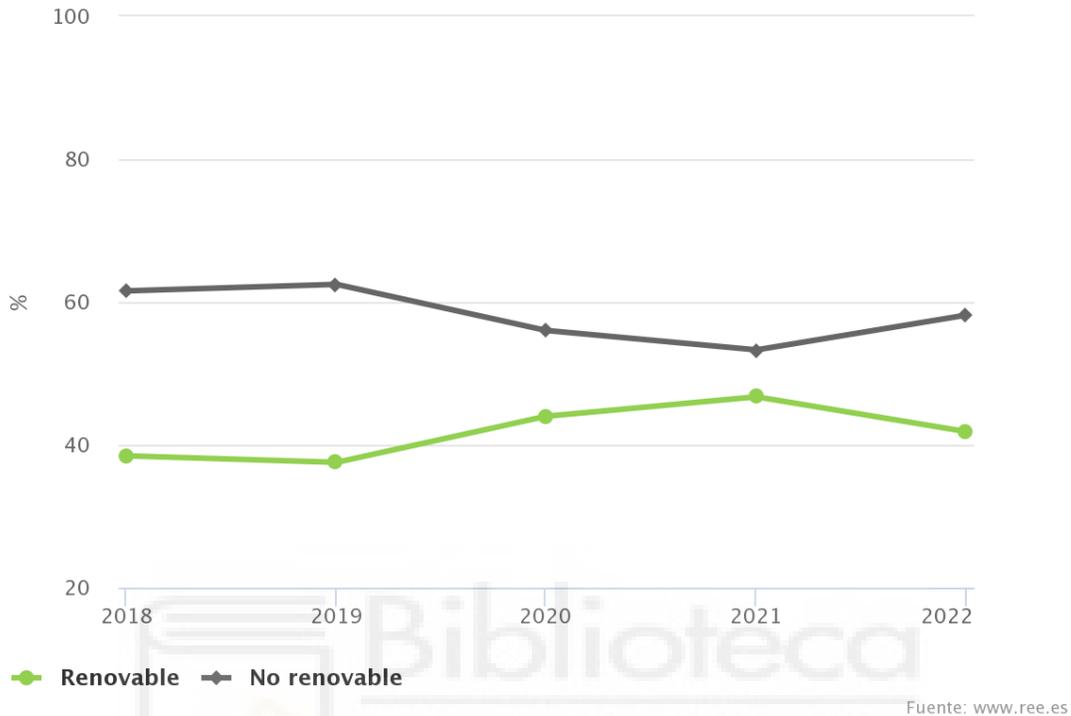


Ilustración 4. Evolución de la generación de renovable y no renovable en España

Actualmente, nos encontramos en una tendencia donde la diferencia entre renovables y no renovables se va estrechando. En 2021, se produce la diferencia más corta donde las tecnologías renovables contribuyen con un 46,7% de la energía suministrada al sistema eléctrico de España. Sin embargo, en el año 2022 esta diferencia ha disminuido al 41,9% con respecto a las no renovables. Pese a eso la tendencia que viene año tras año, es que esta diferencia disminuya a lo largo de los años debido a la transición ecológica que se está llevando a cabo.

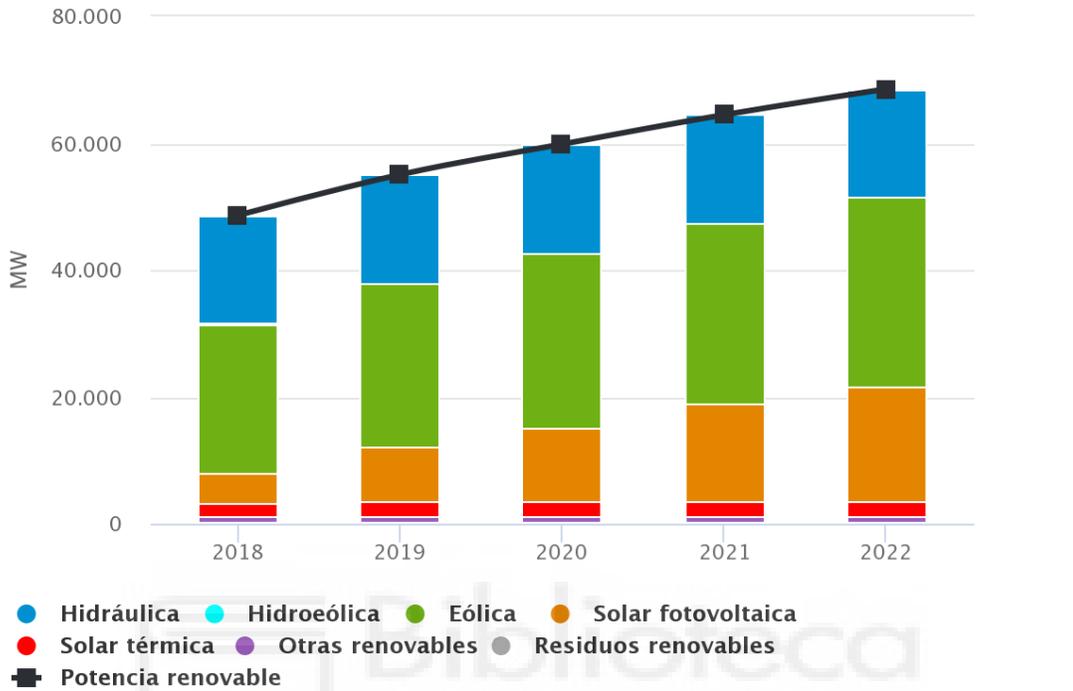


Ilustración 5. Potencia instalada de energía renovable en España

Si nos centramos en las diferentes tecnologías, las energías renovables en España siguen mejorando sus marcas año tras año. La generación producida por energía eólica sigue siendo la que más contribuye al parque generador de España, seguido de la hidráulica y solar.

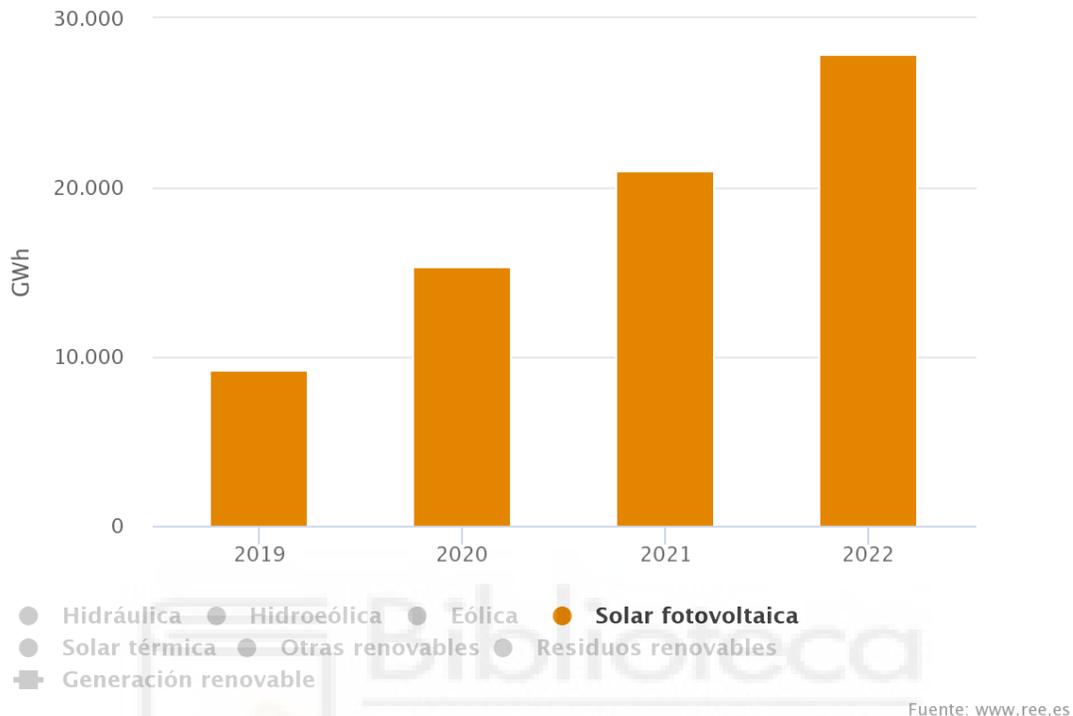


Ilustración 6. Generación de energía fotovoltaica en España

Según datos de Green Rhino Energy, nuestro país alcanza una irradiación solar de entre 1.600 kW/m² y 1.950 kW/m², datos que sitúan a España en uno de los países más ricos en energía solar, esto es debido en gran parte a ser uno de los que poseen mayor cantidad de horas de luz.[10]

Con estos datos, si miramos hacia el futuro, podríamos decir que la energía fotovoltaica será clave en el desarrollo de las nuevas sociedades que necesiten de un de energía renovable y limpia que no afecte negativamente al planeta, por ello España es un país estratégico para su producción y transformación.

1.2 TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

La tecnología fotovoltaica, o energía solar, es básicamente la transformación de manera directa de la radiación solar en electricidad. Casi todas las fuentes de energías tienen su origen en el Sol, y sea de una manera directa o indirecta. La geotérmica, fisión nuclear y fusión serían otros tipos de fuente de energía que si son independientes del Sol.



Desde que Alexandre Becquerel en 1839, al colocar una lámina de cloruro de plata en una solución ácida conectada a electrodos de platino, descubrió que al iluminar esta disolución se generaba una caída de tensión y una corriente de electrodos, han pasado muchos científicos como Adams y Day, Russel Ohl, Gerald Pearson, Daryl Chaplin y Calvin Fuller que poco a poco han ido descubriendo varios aspectos relacionados con la energía fotovoltaica. Sin embargo, hasta la llegada de la industria espacial, no se desarrolló ampliamente debido a que primaba la capacidad de proveer electricidad en áreas remotas de manera fiable sin tener en cuenta los costes económicos. En 1958, se lanzó el satélite VANGUARD I, primer satélite en incorporar paneles solares.



Ilustración 8. Fotografía del VANGUARD I

La electricidad que es generada en una instalación fotovoltaica se produce por conversión directa de radiación solar por el uso de la célula solar. La célula solar es un dispositivo que convierte directamente la luz solar en electricidad mediante dos procesos:

1. La luz tiene que ser absorbida por un material semiconductor y cargue de energía el electrón.
2. La extracción de este electrón excitado hacia un circuito externo

Muchos metales pueden satisfacer la conversión, pero los materiales más usados son los semiconductores en forma p-n.

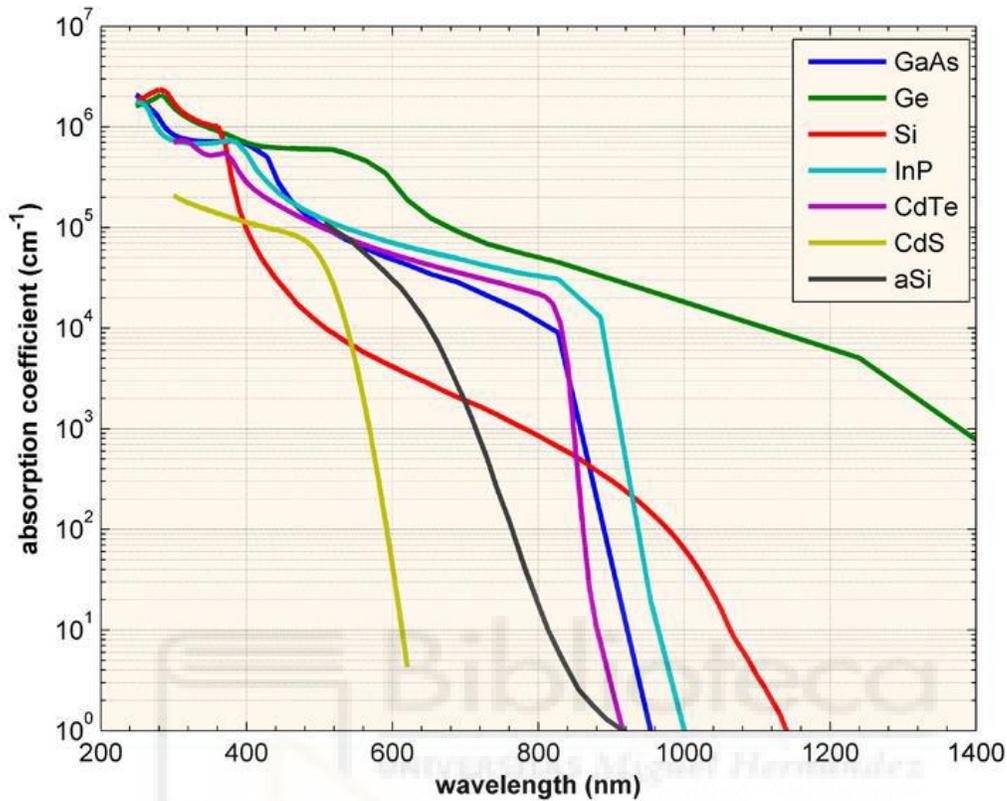


Ilustración 9. Coeficiente de absorción de distintos semiconductores [11]

El coeficiente de absorción nos indica la capacidad que tienen los materiales en ser penetrados por un fotón, con cierta longitud de onda, que consigue crear un par de electrón hueco. Este coeficiente debe adecuarse al espesor de la lámina semiconductora ya que deberá de ser capaz de atravesar la totalidad sin interactuar con ningún electrón. Las células más utilizadas para la generación son las de silicio cristalino. No quiere decir que sea la opción más óptimo debido a que hay otros materiales, como el Arseniuro de Galio, que si lo son. Pero estos materiales son más costosos y solo son usados cuando los costes están justificados y se necesite una alta eficiencia.

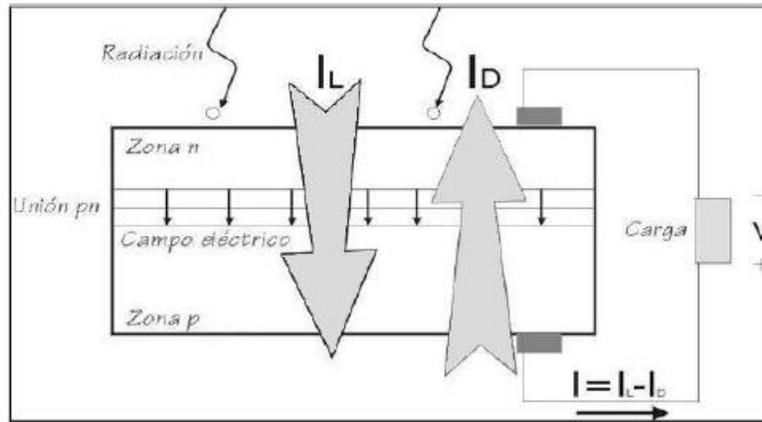
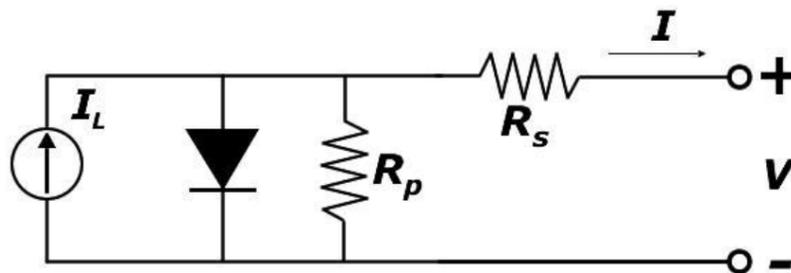


Ilustración 10. Esquema de célula solar

Los iones cargados originan un campo eléctrico del semiconductor N hacia el P. Este campo arrastra a los electrones del semiconductor P hacia el N. El campo eléctrico dirige a los portadores y dificulta la recombinación rompiendo así el equilibrio de la zona de carga de espacio. Esta corriente de iluminación es aprovechada por el circuito externo.



$$I = I_L - I_0 \cdot \left(e^{\frac{V + I \cdot R_s}{n \cdot V_T}} - 1 \right) - \frac{V + I \cdot R_s}{R_p}$$

Ilustración 11. Circuito equivalente de una célula solar

Si nos centramos en la estructura de las células solares podemos diferenciar tres partes características:

- Capa antireflexiva: es una capa que está diseñada para impedir las pérdidas por reflexión.
- Malla de metalización: esta malla es la encargada de garantizar una colección adecuada de electrones del dispositivo, sin introducir una resistencia elevada y dejando pasar la mayor cantidad de luz posible.
- Contacto metálico posterior: normalmente se realiza metalizando toda la superficie del dispositivo.

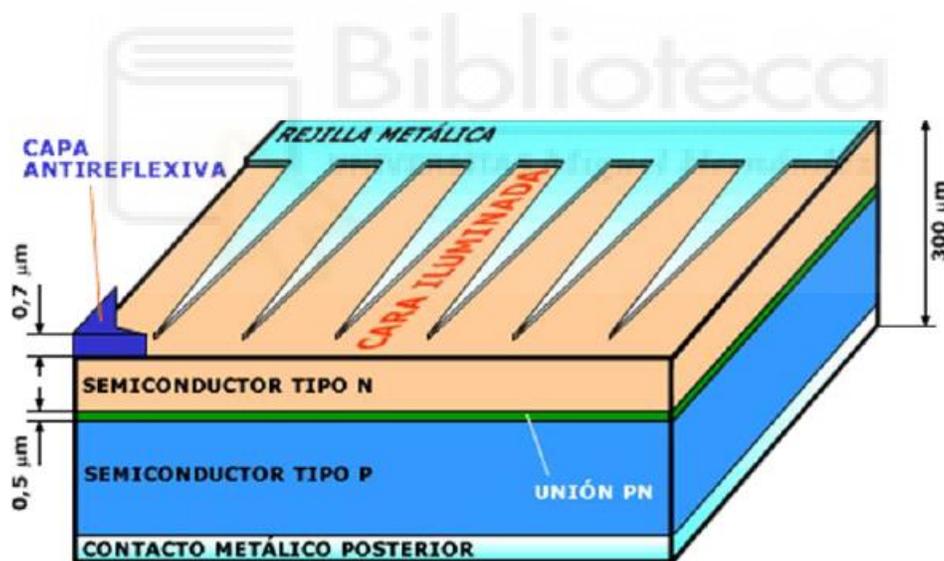


Ilustración 12. Estructura de una célula solar

1.2.1 Otras aplicaciones fotovoltaicas

Actualmente, existen varias aplicaciones fotovoltaicas debido a la evolución que ha tenido esta tecnología en los últimos años. Ya se para usos de alumbrado público,

telecomunicaciones, explotaciones agrícolas, bombas de piscinas entre otros, industria aeroespacial, etc. Hasta llegar al punto de introducirse en el mundo de la aviación.



Ilustración 13. Avión impulsado por paneles solares. [16]

Skydweller, traducido del inglés “morador del cielo” es el primer avión solar de vuelo perpetuo y es español. La empresa hispano estadounidense tiene doble ambición: permanecer en vuelo ininterrumpido durante el mayor tiempo posible, y, además, operar de una forma completamente autónoma. Sin piloto y sin necesidad de controlarlo desde tierra. Gracias a los paneles de sus alas puede estar entre 3 y 4 meses sin tocar el suelo y además dispone de una IA, inteligencia artificial responsable de despegar, volar y aterrizar sin que nadie tenga que intervenir. Actualmente, están trabajando para planificar vuelos con cargas útiles y demostrar

la viabilidad de vuelo autónomo ya que las pruebas que se han hecho hasta ahora siempre han contado con un piloto, pero únicamente por razones de seguridad.[17]

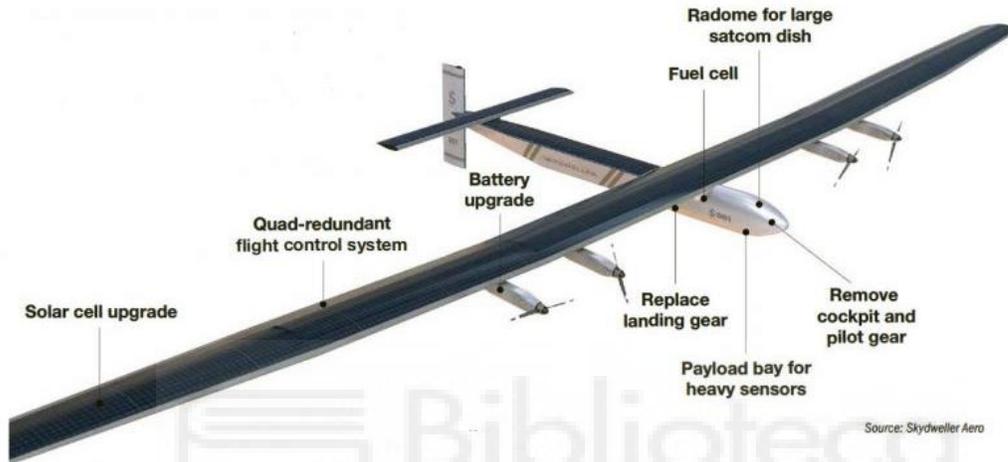


Ilustración 14. Esquema Skydweller. [18]

1.3 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Para realizar este proyecto es conveniente conocer los tipos de sistemas fotovoltaicos que podemos encontrar hoy en día. De esta manera podremos elegir el más adecuado para nuestro proyecto. Según nuestras características podremos elegir uno u otro, ya que no hay un sistema mejor que otro, sin embargo, una buena elección nos hará optimizar el uso de energía.

Actualmente, existen tres tipos de sistemas fotovoltaicos: sistemas off grid, sistemas on grid y sistemas aislados.

1.3.1 Sistema Off Grid (Aislado de Red)

Este sistema es una instalación independiente de la Red Pública, puesto que únicamente obtiene la energía por la radiación solar. Es un sistema muy usado las zonas que tengan difícil el acceso a la red eléctrica. Por ejemplo, zonas montañosas, agrícolas e industriales incluso ciertas poblaciones.



Ilustración 15. Esquema sistema off grid. [12]

Este sistema se compone básicamente de 4 elementos:

1. Placas Solares: se encarga de captar la radiación solar y convertirla en electricidad.
2. Baterías: responsables de almacenar la energía para poderla disponer en cualquier horario.
3. Controlador de carga: necesario para poder controlar la carga de las baterías.

4. Inversor: dispositivo encargado de transformar la corriente continua de las placas y de las baterías en corriente alterna. Si los equipos a funcionar son de corriente continua, no haría falta la instalación de un inversor.
- Generador: este dispositivo se utilizaría en caso de que quisiéramos dar respalda a casos en que las baterías funcionen mal o haya días nublados.

Los sistemas se harán dependiendo siempre de las necesidades de consumo. Tienen bajos costos operativos y de mantenimiento, 100% autónomos, rápida amortización, versátiles en la instalación y buena movilidad a zonas remotas. Es por ello, que son usados en números sitios del planeta ya que en muchos se convierten en la única fuente de energía, lo que posibilita producción y calidad de vida a las personas.

1.3.2 Sistema On Grid (Conectado a la instalación)

Estos sistemas en cambio están diseñados para operar en conjunto con la red eléctrica. Normalmente, constan de unos paneles solares y un inversor que son capaces de inyectar la energía generado por los paneles a la red.

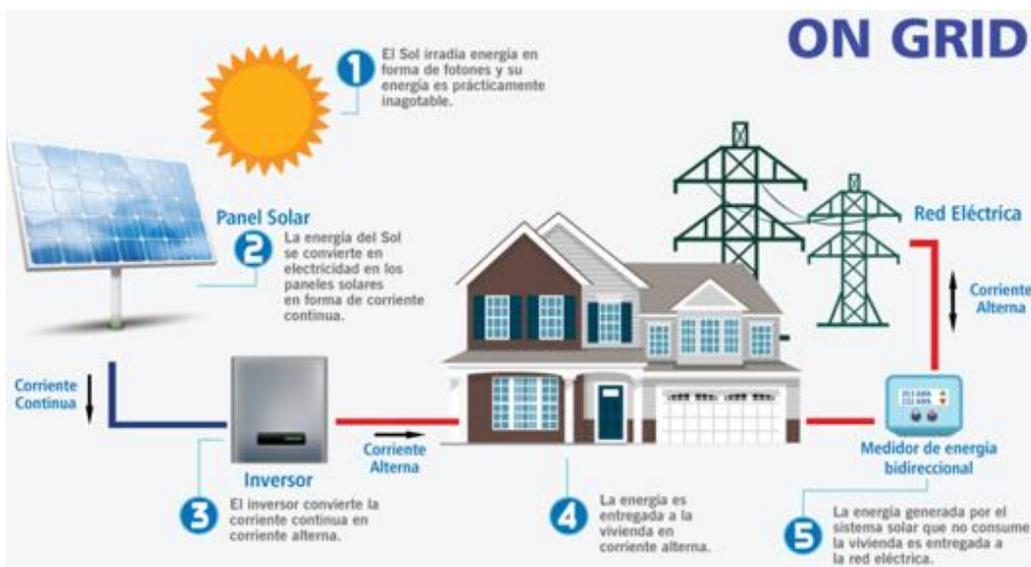


Ilustración 16. Esquema Sistema On Grid. [12]

La electricidad generada se consume previamente en las cargas que se encuentran en funcionamiento, cogiendo el exceso de energía, si lo hay, inyectándolo a la red provocando una disminución del contador. Al estar conectado a la red no hace falta el uso de baterías y en caso de falta de suministro por los paneles, la propia red eléctrica se encarga de dar suministro.

Este sistema, al no disponer de baterías, dejan de operar en caso de corte eléctrico salvo que los paneles puedan generar lo suficiente para poder dar suministros. Por lo que no contará con energía de respaldo.

1.3.3 Sistema Híbrido

Este sistema es una mezcla de los dos anteriores, siendo un sistema on grid pero con la variación de la incorporación de un banco de baterías. Es decir, se caracteriza por integrarse otra fuente de energía externa a los paneles solares.

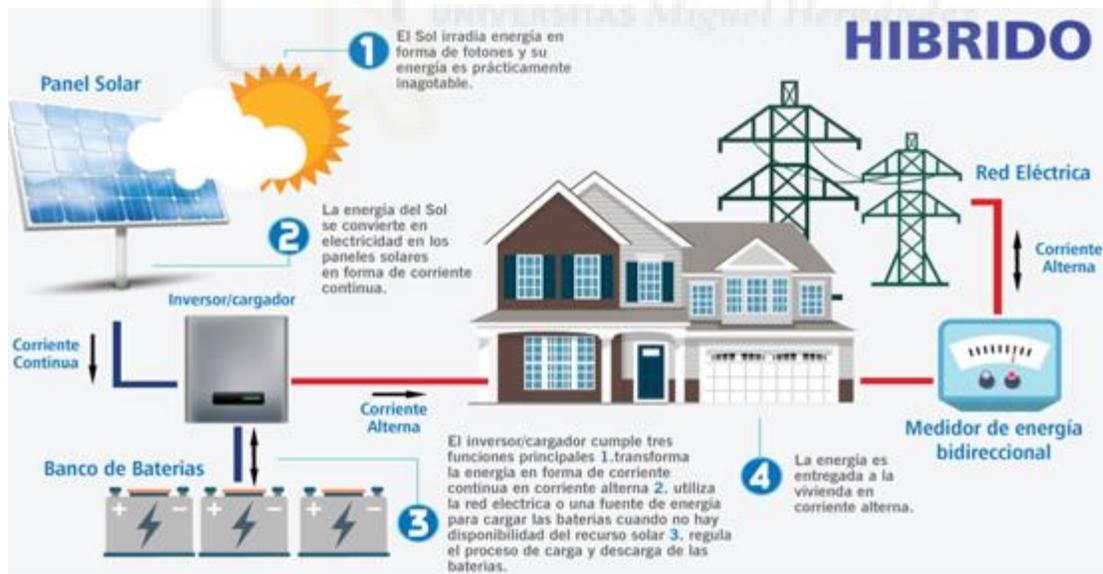


Ilustración 17. Esquema Sistema Híbrido. [12]

La principal ventaja de estos sistemas es la posibilidad de suministrar energía continuamente, sin interrupción alguna. Si se produce un corte de electricidad las baterías actuarán como inversor para proporcionar respaldo. También en el caso de que no haya sol durante el día o por la noche. Es por eso por lo que las aplicaciones más comunes de estos sistemas sean para el respaldo de energías de áreas remotas y la reducción de costes y mantenimiento de plantas diésel.

1.4 AUTOCONSUMO COLECTIVO

Una vez visto los tipos de sistemas fotovoltaicos más comunes que podemos encontrar hoy en día en el mercado, para comprender la magnitud de este proyecto ahora hablaremos de los tipos de autoconsumo colectivo que existen recogidos en el [Real Decreto 244/2019](#).

- Autoconsumo colectivo sin excedentes: son las instalaciones que disponen de conexión con la red y cuentan con un dispositivo que impide la devolución de energía a la red de distribución
- Autoconsumo con excedentes: son aquellas instalaciones que además de producir electricidad para su consumo permiten inyectar sus excedentes a la red eléctrica. En este caso se diferencian dos casos:
 - a. Autoconsumo con excedentes no acogida a compensación: estas instalaciones con las que no cumplen algún requisito para pertenecer al grupo de compensación o que deciden adherirse a este caso.
 - b. Autoconsumo con excedentes acogida a compensación: en este caso el consumidor y el productor se acogen a un sistema de compensación simplificada de excedentes.

Comentado todo lo anterior, y visto las necesidades y condiciones del proyecto el tipo de autoconsumo con excedentes acogido a compensación es el más relevante con esquema *On Grid*. De esta forma, si los usuarios no consumen la energía producida por los paneles solares, pueden volar esa energía a la red eléctrica con la finalidad de que, en acabar cada periodo de facturación, la compañía eléctrica compense económicamente la factura debido a los excedentes producidos.

1.5 NORMATIVA

Este proyecto estará recogido dentro de las normativas vigente. Pero antes haremos un estudio de cómo ha ido evolucionando la normativa en España a lo largo de los años para comprender la evolución. Ordenador cronológicamente se han ido estableciendo los siguientes Reales Decretos y Leyes:

- [Ley 40/1994](#), de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional
- [Real Decreto 1955/2000](#), de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Norma importante para sistemas fotovoltaicos conectados a red.
- [Real Decreto 614/2001](#), de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- [Real Decreto 1066/2001](#), de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

- [Real Decreto 842/2002](#), de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. REBT. Norma muy importante para la instalación de los sistemas fotovoltaicos.
- [Real Decreto 314/2006](#), de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- [Real Decreto 661/2007](#), de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- [Real Decreto 1110/2007](#), de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. Importante para los contadores eléctricos.
- [Real Decreto 223/2008](#), de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- [Real Decreto 1432/2008](#), de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- [Real Decreto 1699/2011](#), de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Importante para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo.
- [Real Decreto-ley 2/2013](#), de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- [Orden HAP/703/2013](#), de 29 de abril, por la que se aprueba el modelo 583 «Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica».

Autoliquidación y Pagos Fraccionados», y se establece la forma y procedimiento para su presentación.

- [Real Decreto-ley 9/2013](#), de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- [Ley 21/2013](#), de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- [Ley 24/2013](#), de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. La ley que regula todo el sector.
- [Real Decreto 337/2014](#), de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas.
- [Real Decreto 413/2014](#), de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. Norma importante para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo.
- [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. El conocido impuesto del Sol.
- [Real Decreto 186/2016](#), de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- [Real Decreto 187/2016](#), de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

- [Reglamento \(UE\) 2016/631](#) de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- [Real Decreto-ley 15/2018](#), de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. Norma muy importante para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo y además derogó el impuesto del Sol.
- [Real Decreto 244/2019](#), de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnica y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Norma principal sobre sistemas fotovoltaicos de autoconsumo.
- [Real Decreto-ley 23/2020](#), de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. Importante para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo
- [Real Decreto 647/2020](#), de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- [Real Decreto 1183/2020](#), de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Importante para sistemas fotovoltaicos conectados a red.
- [Ley 7/2021](#), de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.
- [Orden TED/1247/2021](#), de 15 de noviembre, por la que se modifica, para la implementación d coeficientes de reparto variables en autoconsumo colectivo, el anexo I del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del

autoconsumo de energía eléctrica Norma muy importante para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo colectivo.

- [Real Decreto-ley 29/2021](#), de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables. Importante para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo
- [Real Decreto-ley 14/2022](#), de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural. Importante para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo.[13]

Una vez que hemos visto como han ido evolucionando las leyes y Reales Decretos en España, concretaremos mejor las normativas que regulan los sistemas fotovoltaicos de autoconsumo.

Para empezar, la primera norma que debemos nombrar en torno a la normativa solar en España es la Ley del Sector Eléctrico, la [Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico](#). Esta ley mencionada antes, regula todo tipo de actividades destinados al suministro de energía. Con esta norma se garantiza el suministro de energía eléctrica y su adecuación a las necesidades del consumidor. También es cierto que luego en la práctica podemos encontrar dos Reales Decretos de especial importancia:

- [Real Decreto 1955/2000](#), que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- [Real Decreto 842/2002](#), que aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT).

Por otro lado, cuando nos referimos a sistemas fotovoltaicos debemos de tener en cuenta el umbral de 10 kW de potencia porque dependiendo de la potencia instalada tendremos que pedir distintas autorizaciones. Para la instalación se deberá de seguir las instrucciones de la [ITC-BT-04](#) y la [ITC-BT-40](#) que es la instrucción aplicable a generadoras. Por otro lado, si la instalación fuera en alta tensión tendríamos que seguir otras directrices.

Por último, para profundizar más tendremos que tener cuenta el [Real Decreto 15/2018](#) y el [Real Decreto 244/2019](#).

En el RD 15/2018 el gobierno aprobó las medidas para acelerar la transición energética, proteger a los consumidores, impulsar el vehículo eléctrico, a la vez que se eliminó el conocido impuesto del sol [14]. Más tarde el RD 244/2019, el gobierno ratificó las condiciones para el consumo fotovoltaico que completaba el RD 15/2018.

El RD 244/2019 regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas para la transición energética y protección de los ciudadanos que habían realizado inversiones en autoconsumo. Entre estos cambios cabe destacar los siguientes:

- La energía producida queda libre de impuestos.
- Se reconoce el autoconsumo colectivo.
- Se simplifican los trámites administrativos y técnicos.
- Posibilidad de alquilar tejados/cubiertas para que terceros pueda producir electricidad.

Dentro de este Real Decreto se establecen los siguientes requisitos para el autoconsumo con excedentes acogida a compensación, que es la modalidad que nos interesa en este proyecto:

- Fuente de energía tiene que ser renovable.
- La potencia de la instalación o asociadas no debe ser mayor a 100 kW
- El consumidor debe estar adherido a un solo contrato para el consumo con una comercializadora.
- El consumidor y productor han firmado un contrato de compensación de excedentes tal como se establece en el TD 244/2019
- El consumidor no puede obtener beneficio económico ya que no es una actividad retributiva.

El valor el excedente dependerá del mercado regulado (Importe del valor de la energía en ese momento) o del mercado liberalizado (Acuerdo entre comercializadora y consumidor).

En cuanto a las instalaciones, se podrán conectar de dos modos: Próximas en red interior o próximas a través de red.

Por otra parte, en caso de compartir energía se deberá de seguir las siguientes especificaciones:

- Los consumidores tendrán que estar conectados al mismo centro de transformación y la distribución deberá de ser en baja tensión.
- Deberá de existir 500 metros como máximo entre la planta fotovoltaica y cada uno de los consumidores asociados.

- La producción del proyecto de placas solares y los autoconsumidores deberán de estar registrados en la misma referencia catastral (14 dígitos).[15]

Para finalizar tendremos que solicitar unos permisos y licencias que se establecen en la [guía de tramitación del IDAE](#):

1. Diseño de la instalación
2. Permisos de acceso y conexión / avales o garantías
3. Autorizaciones ambientales y de utilidad pública
4. Autorización administrativa previa y de construcción
5. Licencia de obras
6. Ejecución de la instalación
7. Inspección inicial e inspecciones periódicas
8. Certificados de instalación y/o certificados fin de obra
9. Autorización de la instalación
10. Contrato de acceso
11. Contrato de suministro de energía servicios auxiliares
12. Licencia de actividad
13. Acuerdo de reparto y contrato de compensación de excedentes
14. Inscripción en el Registro Autonómico de autoconsumo

15. Inscripción en el Registro Administrativo de Autoconsumo de energía eléctrica
16. Inscripción en el Registro Administrativo de Instalaciones Productoras de Energía Eléctrica (RAIPRE)
17. Contrato de representación del mercado

Existirán ciertos trámites que deberán de realizarse en función de la continuidad autónoma dónde se encuentre la instalación.

1.6 OBJETO DEL PROYECTO

Desde el año 2020 el Ayuntamiento de Alicante ha sido uno de los principales vanguardistas en energías renovables. Esto es debido por ser una de las primeras ciudades de toda España en incorporar los paneles fotovoltaicos en sus centros educativos para facilitar la autosuficiencia energética de forma sostenible. En concreto, se han realizado 33 instalaciones en colegios públicos que serán amortizadas entre 9 y 10 años con una vida útil de 40 años. Estas instalaciones se realizaron con un sistema de potencia generando autoconsumo sin excedentes.[19]

En este proyecto se pretende realizar dos instalaciones fotovoltaicas destinadas al autoconsumo colectivo con compensación de excedentes a través de la red, para autoabastecer a 4 colegios públicos del Ayuntamiento de Alicante que actualmente son suministrados a través de un suministro en baja tensión de 400V, conectados a la red eléctrica de distribución.

Modalidades de autoconsumo	Clasificación Según compensación	Limite de potencia FV	Acceso y conexión a la red	Equipos requeridos	Retribución de la energía excedentaria	Inscripción de la instalación
a) Sin Excedentes	Sin excedentes a compensar, ya que no se vierte energía a la red	Ilimitado	Exenta	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismo Anti-vertido Contador bidireccional en punto frontera 	NA	Hasta 100 kW De oficio por la CCAA a partir del Boletín
						Más de 100 kW Obligación de inscribirse en el Registro de autoconsumo
b) Con Excedentes	Con Excedentes acogida a compensación	Hasta 100 kW	Hasta 15 kW Exenta Hasta 100 kW Obtención de permiso de acceso y conexión	Contador bidireccional en punto frontera	El valor de la energía excedentaria se compensa cada mes detrayéndolo en la factura	Hasta 100 kW De oficio por la CCAA a partir del Boletín
	Con excedentes NO acogida a compensación	Ilimitado	Obtención de permiso de acceso y conexión	Contador bidireccional en punto frontera	Contraprestación económica por la venta de energía	Más de 100 kW Obligación de inscribirse en el Registro de autoconsumo

Ilustración 18. Modalidades de autoconsumo

Según se indica en el Art. 4 del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, la instalación proyectada se clasifica en la Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, ya que se cumplen todas las condiciones indicadas en el apartado 2a del art. 4 del RD 244/2019.

Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.a) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades las instalaciones de producción próximas asociadas a las de consumo podrán, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que serán el sujeto consumidor y el productor.

De esta forma, se aprovechará la situación de los colegios ya que están lo suficientemente cercanos para realizar un autoconsumo colectivo. Así mismo, se

quiere mejorar la modalidad de instalación que se ha ido realizando estos últimos años en los centros de enseñanza de la ciudad de Alicante, ya que era únicamente autoconsumo individual y sin excedentes. Así pues, en vez de inyectar la energía excedente a la red eléctrica, se le dará electricidad al edificio que así lo requiera.

Por tanto, con una sola instalación fotovoltaica colectiva se va a conseguir dar suministro a dos edificios.

Aprovechando, que los horarios de funcionamiento de los centros son diurnos y a su vez, podrán suministrarse por ellos mismos la energía que necesitan sin necesidad la necesidad de tener que inyectar el excedente a la red eléctrica a coste de compensación, sino que se les descontara de la factura de cada uno de ellos según corresponda.

1.7 PROMOTOR

<i>TITULAR</i>	<i>AYUNTAMIENTO DE ALICANTE</i>
<i>CIF</i>	P0301400H
<i>DIRECCIÓN</i>	Plaza del Ayuntamiento, 1 03002 ALICANTE, ALICANTE

1.8 EMPLAZAMIENTO

COLEGIO

CEIP SANTÍSSIMA FAZ

DIRECCIÓN INSTALACIÓN

Calle Barítano Paco Latorre, s/n

03015 Alicante, Alicante

REFERENCIA CATASTRAL

9609405YH1590H0001GY



Ilustración 19. CEIP Santísima Faz

COLEGIO

ESCUELA INFANTIL 7 ENANITOS

DIRECCIÓN INSTALACIÓN

Calle Barítono Paco Latorre, s/n

03015 Alicante, Alicante

REFERENCIA CATASTRAL

9609404YH1590H0001YY



Ilustración 20. Escuela Infantil 7 enanitos

COLEGIO

CEIP EMILIO VARELA

DIRECCIÓN INSTALACIÓN

Calle del Clot, 10

03011 Alicante, Alicante

REFERENCIA CATASTRAL

8908402YH1580H0001GW



Ilustración 21. CEIP Emilio Valera

COLEGIO

ESCUELA INFANTIL ELS XIQUETS

DIRECCIÓN INSTALACIÓN

Calle del Clot, 8

03011 Alicante, Alicante

REFERENCIA CATASTRAL

8908403YH1580H0001QW



Ilustración 22. Escuela Infantil Els Xiquets

1.9 DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES Y USOS

En el presente proyecto se va a realizar dos instalaciones de autoconsumo colectivo correspondientes a 4 colegios públicos cuya titularidad de estos es el Ayuntamiento de Alicante.

Por una parte, tenemos el grupo 1 de colegios que se corresponden con el CEIP Santísima Faz y la Escuela Infantil de primer ciclo “7 Enanitos”. Y, por otra parte, el CEIP Emilio Valera y la Escuela Infantil de primer ciclo “Els Xiquets”.

Estos dos grupos de centros docentes tienen la particularidad de que tienen los centros lo suficientemente cercanos para realizar una instalación de autoconsumo colectivo. Los usos que se le dan a las instalaciones son actividades relacionadas principalmente con la docencia, a parte de las actividades extraescolares. Sus horarios de funcionamiento vienen comprendidos entre las 8 y 17 horas del horario lectivo establecido por la Conselleria de Educación. Por lo que, los consumos estarán abarcados en los horarios con mayor radiación, lo que conllevará una mayor eficacia a la hora de instalar los módulos fotovoltaicos.

En este proyecto, la instalación fotovoltaica que se instalará a través de la radiación solar, generará energía eléctrica alterna a 400V que se inyectará a la instalación de baja tensión de los centros docentes. Los módulos estarán situados en las cubiertas de los colegios organizados por dos grupos de colegios.

En el primer grupo (Santísima Faz y 7 Enanitos) módulos en las dos cubiertas, por lo que necesitaremos un inversor para cada centro y en el segundo grupo (Emilio Varela y Xiquets), se instalará únicamente en uno de ellos.

1.10 MÓDULO FOTOVOLTAICO SELECCIONADO

En las instalaciones que se van a realizar en el presente proyecto se han seleccionado los paneles fotovoltaicos de la marca Canadian, en concreto el modelo Hiku6 Mono CS6L 450MS.

Es una de las marcas mejores valoradas en el mercado por su calidad/precio y su servicio técnico postventa. Es un panel fácil de manejar en tejados debido al tamaño

de las células. Además, disponen de 12 años en la garantía de los componentes físicos y 25 años en garantía de producción.



Ilustración 23. Módulo Canadian

<i>Fabricante</i>	<i>Canadian</i>
<i>Modelo</i>	C6L 450MS
<i>Nombre</i>	Hiku6 Mono
<i>I_{mpp}</i>	13,1 A
<i>I_{sc}</i>	13,9 A
<i>V_{mpp}</i>	34,4 V
<i>V_{oc}</i>	41 V
<i>Potencia</i>	450 W _p

A continuación, se muestran las descripciones físicas y las curvas I-V del módulo. Así, como las especificaciones técnicas.

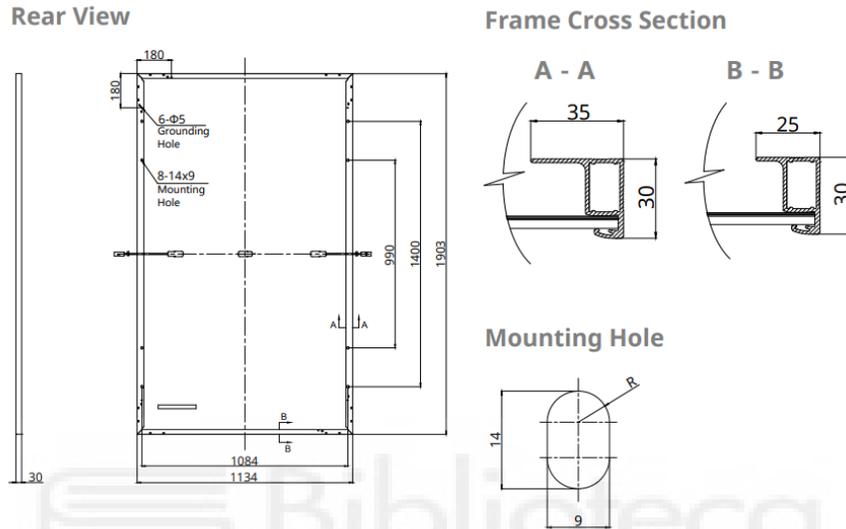


Ilustración 24. Medidas módulo

CS6L-460MS / I-V CURVES

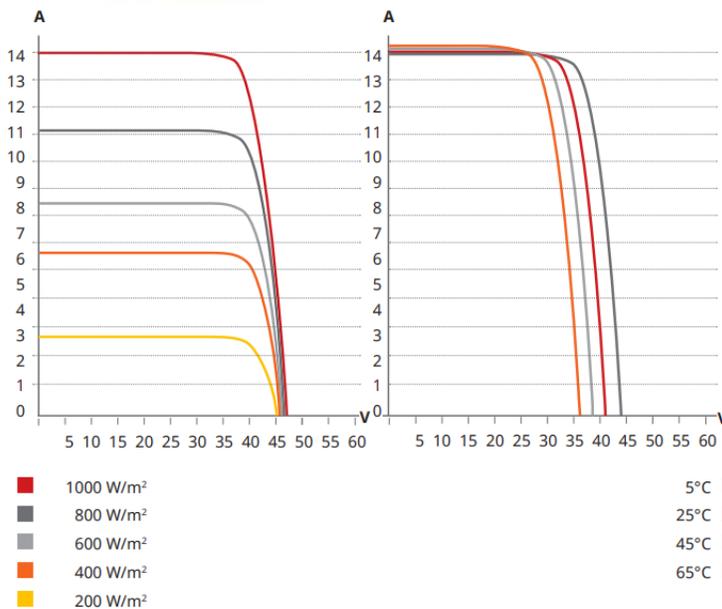


Ilustración 25. Curvas I-V del panel

ELECTRICAL DATA | STC*

CS6L	445MS	450MS	455MS	460MS	465MS
Nominal Max. Power (Pmax)	445 W	450 W	455 W	460 W	465 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	34.2 V	34.4 V	34.6 V	34.8 V	35.0 V
Opt. Operating Current (Imp)	13.03 A	13.10 A	13.17 A	13.24 A	13.30 A
Open Circuit Voltage (Voc)	40.8 V	41.0 V	41.2 V	41.4 V	41.6 V
Short Circuit Current (Isc)	13.86 A	13.9 A	13.95 A	14.00 A	14.09 A
Module Efficiency	20.6%	20.9%	21.1%	21.3%	21.5%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C				
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)				
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)				
Max. Series Fuse Rating	25 A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0 ~ + 10 W				

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS6L	445MS	450MS	455MS	460MS	465MS
Nominal Max. Power (Pmax)	334 W	338 W	341 W	345 W	349 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.1 V	32.2 V	32.4 V	32.6 V	32.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.41 A	10.47 A	10.52 A	10.58 A	10.63 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.6 V	38.8 V	38.9 V	39.1 V	39.3 V
Short Circuit Current (Isc)	11.18 A	11.21 A	11.25 A	11.29 A	11.36 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	120 [2 X (10 X 6)]
Dimensions	1903 × 1134 × 30 mm (74.9 × 44.6 × 1.18 in)
Weight	24.2 kg (53.4 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Connector	T6 or MC4 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 350 mm (13.8 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-); landscape: 1100 mm (43.3 in)*
Per Pallet	35 pieces
Per Container (40' HQ)	840 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

Ilustración 26. Características del módulo

1.11 INVERSORES SELECCIONADOS

Paras las instalaciones que se van a llevar a cabo en el presente proyecto se ha seleccionado un inversor de la marca Solis, en concreto, Solis 80K-5G.

Cuenta con diseño de 9 MPPT para ofrecer un esquema de configuración más flexible con un índice de impacto ambiental menor y mayor eficiencia de generación. Una eficiencia de 98,7%, capacidad de sobrecarga de CC del 150 %, función de escaneo IV inteligente remoto y local.



Ilustración 27. Inversor Solis 80K 5G

El inversor se situará en la cubierta de los colegios seleccionados. Se ha elegido este modelo de estas características teniendo en cuenta futuras modificaciones de potencia de las instalaciones.

Asimismo, se muestra procede a mostrar las características de este inversor:

Entrada (CC)

Voltaje máxima de entrada	1100V
Voltaje de nominal	600V
Voltaje de arranque	195V
Rango de voltaje MPPT	180-1000V
Corriente máxima de entrada	9*26A
Corriente máxima de cortocircuito	9*40A
Número de MPPT/Número máxima de cadenas de entrada	9/18

Salida (CA)

Potencia nominal de salida	80kW
Potencia máxima de salida aparente	88kVA
Potencia máxima de salida	88kW
Voltaje nominal de la red	3/N/PE, 220/380V, 230/400V
Frecuencia nominal de la red	50/60Hz
Corriente nominal de salida de red	121.6A
Corriente máxima de salida	133.7A
Factor de potencia	>0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso)
THDi	<3%

Eficiencia

Eficiencia máxima	98.7%
Eficiencia EU	98.3%

Ilustración 28. Tabla de característica 1 inversor

Protección

Protección contra polaridad inversa DC	Sí
Protección contra cortocircuito	Sí
Protección de sobrecorriente de salida	Sí
Protección contra sobretensiones	Tipo II CC/ Tipo II CA (Tipo I CA opcional)
Monitoreo de red	Sí
Detección Anti-isla	Sí
Protección de temperatura	Sí
Monitoreo de cadenas	Sí
Escaneo de curvas I/V	Sí
Función anti-PID	Opcional
AFCI integrado (Protección de circuito de falla de arco CC)	Opcional
Interruptor de CC integrado	Sí
Interruptor de CA integrado	Opcional

Datos generales

Dimensiones (longitud*ancho*altura)	1050*567*314.5 mm (con interruptor de CA)
Peso	82kg
Topología	Sin Transformador
Consumo propio	<2W (noche)
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 ~ +60°C
Humedad relativa	0-100%
Nivel de protección	IP66
Enfriamiento	Ventilador redundante inteligente
Altitud máxima de funcionamiento	4000m
Estándar de conexión de red	VDE-AR-N 4105, VDE V 0124, VDE V 0126-1-1, UTE C15-712-1, NRS 097-1-2, G98, G99, EN 50549-1/-2, RD 1699, UNE 206006, UNE 206007-1, IEC 61727, DEWA
Estándar de seguridad / EMC	IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 61000-6-2/-4

Características

Conexión de CC	Conector MC4
Conexión de CA	Terminal OT (máxima 185 mm ²)
Pantalla	LCD, 2x20 Z
Comunicación	RS485, Opcional: Wi-Fi, GPRS, Ethernet, PLC

Ilustración 29. Tabla de característica 2 inversor

Por otra parte, se ha seleccionado el inversor Forinius Symmo 12.5-3-M 12.5kW para la instalación de menos potencia que se tendrá que realizar en el colegio de Santísima Faz.



Ilustración 30. Inversor Fronius Symo 12.5-3-M

Es un inversor trifásico de conexión a red que incluye dos seguidores de potencia y destaca por su uso polivalente sin necesidad de transformador. Se ha elegido este inversor en relación calidad precio con la potencia que se instalará. Las características principales se detallan a continuación:

Datos de entrada:

Datos de salida:

Potencia nominal CA	12.500 W
Max. potencia salida	12.500 VA
Corriente de salida CA	18 A
Acoplamiento de red	3-NPE 400 V / 230 V o 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)
Frecuencia	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)

1.12 PERFORMANCE RATIO DE LA INSTALACIÓN (PR)

El performance ratio o rendimiento energético de una instalación es el encargado de tomar medida de la eficiencia de una instalación en las condiciones más reales posibles de trabajo. Permite valorar el conjunto de pérdidas que se producen en una instalación solar fotovoltaica y que hacen que disminuya el rendimiento y la eficiencia de esta. Este valor PR en general es distinto y variable para cada instalación fotovoltaica. Algunos de los factores y condiciones que influyen en este parámetro de rendimiento y eficiencia energética y que permiten por tanto valorar las pérdidas que son los que se van a calcular a continuación.

1.12.1 Pérdidas por orientación e inclinación

Siguiendo el Pliego de Condiciones Técnicas de Conexión a Red del IDAE, las pérdidas por este concepto se calculan en función de:

- Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Para realizar el cálculo lo realizaremos usando la siguiente fórmula:

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \cdot |\varphi|$$

Siendo:

- β : ángulo de inclinación óptima(grados)
- $|\varphi|$: latitud de lugar, sin signo(grados)

En este caso, nuestro cogemos un ángulo de inclinación de 30° para todas las instalaciones de nuestro proyecto.

- 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.

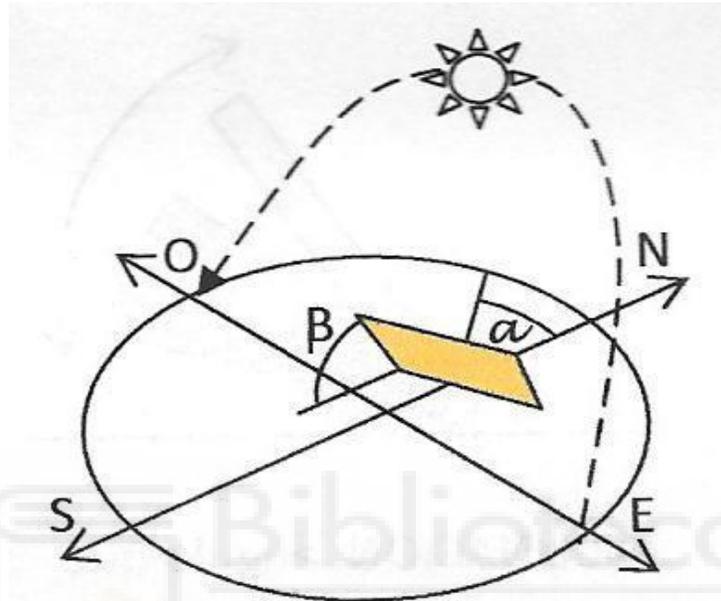


Ilustración 31. Ángulos representativos de un panel solar orientado hacia el norte

Colegio	Ángulo de inclinación	Ángulo azimut
Santísima Faz	30 °	5 °
7 Enanitos	30 °	10 °
Emilio Valera	30 °	0
Xiquets	30 °	6 °

Ahora, para obtener los datos usaremos el siguiente gráfico para obtener las perdidas.

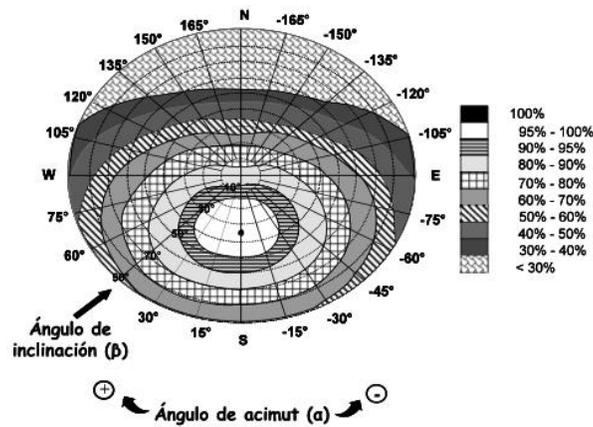


Ilustración 32. Porcentaje de energía respecto a la orientación e inclinación

Por tanto, se obtiene una merma del rendimiento global de la instalación inferior al 5%.

1.12.2 Perdidas por temperatura

Para calcular las pérdidas por temperatura, primero tendremos que calcular la temperatura de la célula.

$$T_c = T_{amb} + I_{inc} \cdot (TNOC - 20) / 800 \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Ilustración 33. Fórmula para calcular la temperatura de la célula.

Donde:

- T_c : Temperatura de célula [$^{\circ}\text{C}$]
- T_{amb} : Temperatura ambiente [$^{\circ}\text{C}$]
- I_{inc} : Irradiación solar [W/m^2]
- $TNOC$: Temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiación de $800 \text{ W}/\text{m}^2$, temperatura ambiente de $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, velocidad de viento de $1 \text{ m}/\text{s}$.

Tomando los datos de temperatura por meses, y considerando que el módulo tiene un coeficiente de pérdida estimada por temperatura K_{temp} de $-0,3 \% / ^\circ C$, se obtiene la corrección de potencia para cada mes a partir de esta fórmula:

$$\eta_{temp} = 1 - K_{temp} (T_c - T_{amb})$$

Ilustración 34. Fórmula para calcular el rendimiento de la temperatura

Resultando la siguiente tabla:

Mes	Rendimiento de orientación
Enero	98.86%
Febrero	98.74%
Marzo	98.81%
Abril	98.58%
Mayo	98.33%
Junio	98.35%
Julio	98.27%
Agosto	98.31%
Septiembre	98.58%
Octubre	98.71%
Noviembre	99.02%
Diciembre	98.91%

1.12.3 Eficiencia del cableado

Para estar siempre del lado de la seguridad y diseñando la instalación para que se puedan acometer modificaciones de la distribución, se tendrán en cuenta las pérdidas del cableado que van desde los módulos fotovoltaicos hasta el inversor, así como del inversor al punto de conexión.

Para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$P_{\text{cable}} = R \times I^2$$

$$R = \frac{L}{s \times \gamma}$$

Donde:

- L: es la longitud del conductor
- S: es la sección del conductor
- γ : es la conductividad del cobre a 90°C, 44 m/ohm mm²

Una vez que obtenemos la potencia del conductor, solo tendremos que sacar el porcentaje de pérdida a través de la potencia máxima de cada línea que es proporcionado al número de paneles.

	Nº String	Nº Módulos	Corriente Máxima	Conductividad Cu 90 °C (m/(Ω·mm²))	Sección adoptada	Longitud del cable	Resistencia	Potencia Máxima	Potencia cableado	Perdidas cableado	
Santísima Faz	1	15	13.90 A	44	4.0 mm2	45.0 m	0.26 Ω	6750 W	49 W	0.73 %	
	2	12	13.90 A	44	4.0 mm2	20.0 m	0.11 Ω	5400 W	22 W	0.41 %	Total 1.53 %
	Inversor	-	18.0 A	44	6.0 mm2	40.0 m	0.15 Ω	12500 W	49 W	0.39 %	
7 enanitos	1	10	13.90 A	44	4.0 mm2	15.0 m	0.09 Ω	4500 W	16 W	0.37 %	
	2	14	13.90 A	44	4.0 mm2	20.0 m	0.11 Ω	6300 W	22 W	0.35 %	
	3	18	13.90 A	44	4.0 mm2	35.0 m	0.20 Ω	8100 W	38 W	0.47 %	
	4	15	13.90 A	44	4.0 mm2	45.0 m	0.26 Ω	6750 W	49 W	0.73 %	
	5	15	13.90 A	44	4.0 mm2	50.0 m	0.28 Ω	6750 W	55 W	0.81 %	
	6	16	13.90 A	44	4.0 mm2	55.0 m	0.31 Ω	7200 W	60 W	0.84 %	Total 5.75 %
	7	16	13.90 A	44	4.0 mm2	45.0 m	0.26 Ω	7200 W	49 W	0.69 %	
	8	10	13.90 A	44	4.0 mm2	30.0 m	0.17 Ω	4500 W	33 W	0.73 %	
	9	15	13.90 A	44	4.0 mm2	20.0 m	0.11 Ω	6750 W	22 W	0.33 %	
Inversor	-	133.70 A	44	70.0 mm2	60.0 m	0.02 Ω	80000 W	348 W	0.44 %		
Emilio Varela	1	18	13.90 A	44	6.0 mm2	40.0 m	0.15 Ω	8100 W	29 W	0.36 %	
	2	17	13.90 A	44	6.0 mm2	40.0 m	0.15 Ω	7650 W	29 W	0.38 %	
	3	18	13.90 A	44	6.0 mm2	55.0 m	0.21 Ω	8100 W	40 W	0.50 %	
	4	18	13.90 A	44	6.0 mm2	55.0 m	0.21 Ω	8100 W	40 W	0.50 %	
	5	18	13.90 A	44	6.0 mm2	60.0 m	0.23 Ω	8100 W	44 W	0.54 %	Total 5.64 %
	6	18	13.90 A	44	6.0 mm2	70.0 m	0.27 Ω	8100 W	51 W	0.63 %	
	7	18	13.90 A	44	6.0 mm2	80.0 m	0.30 Ω	8100 W	59 W	0.72 %	
	8	18	13.90 A	44	6.0 mm2	85.0 m	0.32 Ω	8100 W	62 W	0.77 %	
	9	20	13.90 A	44	6.0 mm2	90.0 m	0.34 Ω	9000 W	66 W	0.73 %	
Inversor	-	133.70 A	44	70.0 mm2	70.0 m	0.02 Ω	80000 W	406 W	0.51 %		

Tomaremos el peor de los casos de los 3 centros para mayor seguridad.

1.12.4 Pérdidas por dispersión parámetros y suciedad

Las pérdidas por polvo se pueden encontrar entre el 0% y el 8% cuando los módulos aparentan estar muy sucios a simple vista. En general si la instalación no se encuentra próxima a caminos u otras fuentes de polvo similares, se considerarán unas pérdidas del 2%. De esta manera:

$$\eta_{\text{pol}} = 98\%$$

La potencia de todos los módulos fotovoltaicos no es exactamente idéntica, y aunque dos módulos tengan la misma potencia, lo más normal es que sus puntos de máximo potencia no sean iguales. Esto trae consigo que, al ponerlos en serie, se produzca una pérdida de potencia, estimada en torno al 1%.

$$\eta_{\text{dis}} = 99\%$$

1.12.5 Pérdidas por errores del seguimiento del punto de máxima potencia

Una de las funciones más importantes de un inversor de conexión a red es hacer trabajar a la instalación en el punto de máxima potencia (PMP); sin embargo, se considera que se producen unos errores de aproximadamente el 1%.

$$\eta_{\text{pmp}} = 99\%$$

1.12.6 Eficiencia energética del inversor

La eficiencia energética media del inversor en operación definida conforme a las características de tensión y frecuencia en salida de alterna del inversor reguladas por el punto 4 del artículo 11 del RD 1.663/2.000 se encuentra en 98,3% (Rendimiento Europeo).

Este dato es proporcionado por el inversor Solis, al ser el de más envergadura que se va a instalar en los centros.

1.12.7 Pérdidas por sombras

No existe ningún obstáculo natural o artificial que provoque sombras sobre la instalación, que la altura de la estructura de soporte de los módulos que podría generar sombras a los demás módulos se ha diseñado de manera que no sobrepase los desniveles propios del terreno, por lo que no producen sombras.

Por otro lado, con el fin de evitar posibles sombras que se puedan generar entre las filas de los módulos es necesario calcular la distancia entre filas de módulos y filas y muretes de lasa cubiertas de los colegios.

La distancia mínima entre filas u obstáculos viene dada por la siguiente fórmula:

$$d = \frac{h}{\tan (61 - \text{latitud})} = k * h$$

Ilustración 35. Fórmula distancia mínima [20]

Donde:

- h es la altura máxima del obstáculo.
- latitud: se tomará el valor de $38,37^\circ$.
- k sería la constante que variará en función de la latitud de la instalación.

Pero antes, se deberá de calcular la altura de los paneles fotovoltaicos. Para ellos partiremos de la longitud de 1.903 m que viene dada por el fabricante y el ángulo de inclinación de estos 30° .

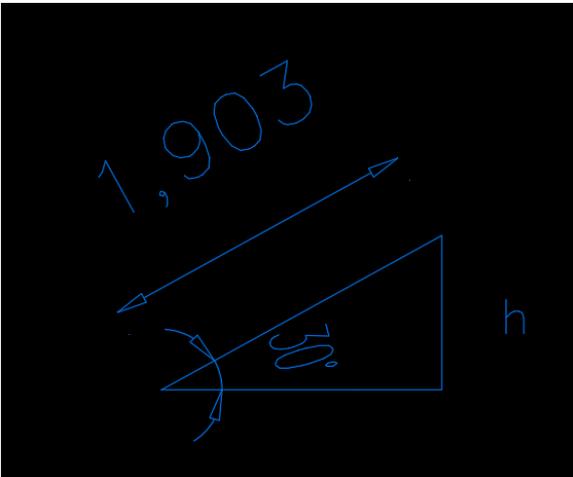


Ilustración 36. Cálculo altura

$$\sin 30 = \frac{h}{1,903}; h = 0,95 \text{ m}$$

Una vez calculado todo lo necesario usaremos la fórmula de la ilustración 27 para realizar la siguiente tabla y determinar las distancias mínimas.

	h (m)	k	d (m)	
Entre fila y fila	0.95	2.40	2.28	
Entre fila y murete	0.20	2.40	0.48	<i>7 Enanitos</i>
	0.40	2.40	0.96	<i>Santísima Faz</i>
	2.00	2.40	4.80	<i>Emilio Varela</i>

Una vez calculadas las distancias mínimas se establecerá para este proyecto que las distancias entre filas deberán de ser como mínimo de 2,5 metros y entre fila y murete según la tabla descrita.

Una vez calculados todos los datos anteriores podremos proporcionar el valor final del rendimiento energético de la instalación o performance ratio, como se muestra en la siguiente tabla:

Mes	Rend. orientación	Rend. temp	Rend. cableado	Rend. disper. param.	Rend. suciedad	Rend max potencia	Rend. inversor	PR
Enero	98.86%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	86.11%
Febrero	98.74%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	85.99%
Marzo	98.81%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	86.06%
Abril	98.58%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	85.83%
Mayo	98.33%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	85.58%
Junio	98.35%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	85.60%
Julio	98.27%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	85.52%
Agosto	98.31%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	85.56%
Septiembre	98.58%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	85.83%
Octubre	98.71%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	85.96%
Noviembre	99.02%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	86.27%
Diciembre	98.91%	99.00%	94.25%	99.00%	98.00%	99.00%	98.00%	86.16%

A efectos de cálculos se tomará un valor PR del 85%.

1.13 DIMENSIONAMIENTO

Ahora pasaremos a estudiar los consumos mensuales de los colegios con el fin de dimensionar de la forma más eficiente las instalaciones. Después de dimensionará la potencia que deberemos instalar en cada uno de ellos con el fin de que los módulos sean capaces de cubrir la demanda eléctrica de los centros.

1.13.1 Consumos

A continuación, se muestran los consumos de los distintos colegios en kWh proporcionados por el ayuntamiento de Alicante.

	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22
Santísima Faz	5013.2	3909.2	3671.2	1244.8	4408	2390.8	3166	2738	1920.8	1830.8	4047.2	4676
7 enanitos	2506.6	1954.6	1835.6	1778.8	2204	1195.4	1583	1369	960.4	915.4	2023.6	2338
Emilio Varela	5436.4	3882.8	4774.8	5016	5747.2	3094.4	4548.8	3366.8	2036.8	1352	4101.6	4384
Xiquets	2718.2	1941.4	2387.4	2508	2873.6	1547.2	2274.4	1683.4	1018.4	676	2050.8	2192

Ilustración 37. Consumo en kWh de colegios

En resumen, estaremos hablando que las instalaciones de los colegios en conjunto consumirían lo siguiente:

- Santísima Faz y 7 enanitos: **59.680,4 kWh**
- Emilio Varela y Xiquets: **71.612,4 kWh**

1.13.2 Cálculo de número de módulos

Para calcular el número de módulos, tendremos en cuenta el mes con más consumo y mes más crítico. De esta forma obtendremos los módulos que tendremos que instalar. Para ello, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$N_T = \frac{E}{P_p \cdot HSP \cdot \eta_m}$$

Ilustración 38. Fórmula cálculo de número de módulos

Donde:

- N_T es el número de módulos fotovoltaicos

- E es el consumo medio diario
- P_p es la potencia del panel
- HSP es el número de horas solares pico
- η_m referido al PR

Cálculo de E

- Santísima Faz: 81,35 kW/día
- 7 Enanitos: 40,68kW/día
- Emilio Varela: 83,22 kW/día
- Xiquets: 44,11 kW/día
- P_p : 0,45 kW
- HSP: tomaremos el valor de 4,2 a partir del mes más crítico (Enero).
- η_m tomaremos un valor de 0,85 correspondiente al PR calculado anteriormente.

Al realizar los cálculos nos da como resultado los siguientes valores:

- Correspondiente a los colegios Santísima Faz y 7 enanitos:

$$Nt1 = \frac{(81,35 + 40,68)}{0,45 * 4,2 * 0,85} = 156,03$$

- Correspondiente a los colegios Emilio Varela y Xiquets:

$$Nt2 = \frac{(83,22 + 44,11)}{0,45 * 4,2 * 0,85} = 169,2$$

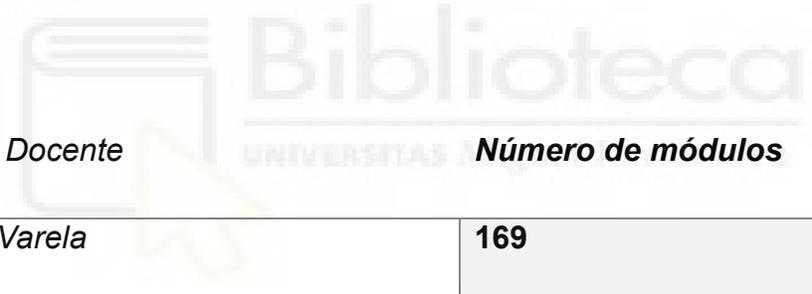
Por tanto, en el presente proyecto se instalarán 156 paneles en el primer grupo de colegios y 169 en el segundo grupo de colegios.

Según los emplazamientos de los colegios se distribuirán el número de módulos de la siguiente manera:

- Grupo 1

<i>Centro Docente</i>	<i>Número de módulos</i>
<i>Santísima Faz</i>	27
<i>7 Enanitos</i>	129

- Grupo 2



<i>Centro Docente</i>	<i>Número de módulos</i>
<i>Emilio Varela</i>	169

1.13.3 Estudio energético

Una vez calculado los números de módulos que vamos a instalar podremos saber la potencia de nuestras instalaciones fotovoltaicas que necesitaran los colegios para satisfacer sus necesidades.

Tendremos dos instalaciones fotovoltaicas correspondientes a los siguientes colegios:

- *Grupo 1 Santísima Faz y 7 enanitos: 70.200 W_p*
- *Grupo 2 Emilio Varela y Xiquets: 76.050 W_p*

Con estos datos y los anteriores calculados podremos obtener los siguientes datos de producción proporcionados por Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) [20].

Grupo 1

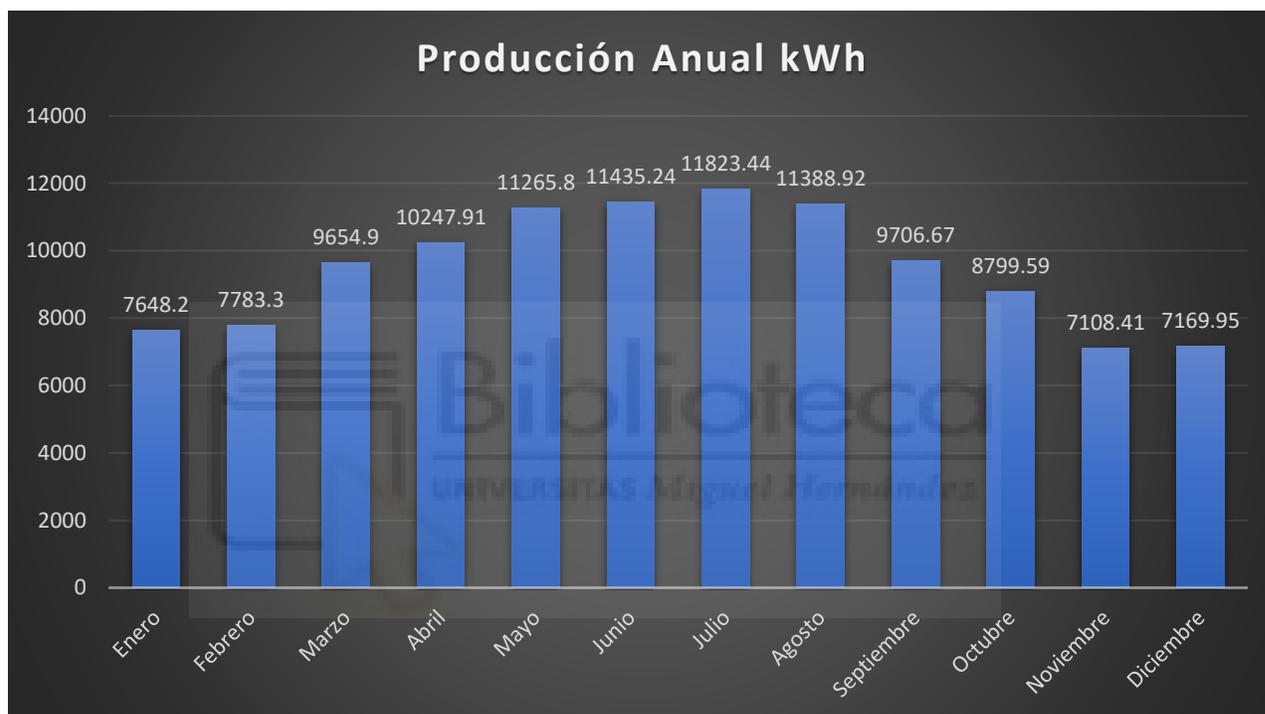


Ilustración 39. Producción anual grupo 1

Producción Anual FV [kWh]

114.032,32

Irradiación Anual [kWh/m²]

2.100,99

Grupo 2

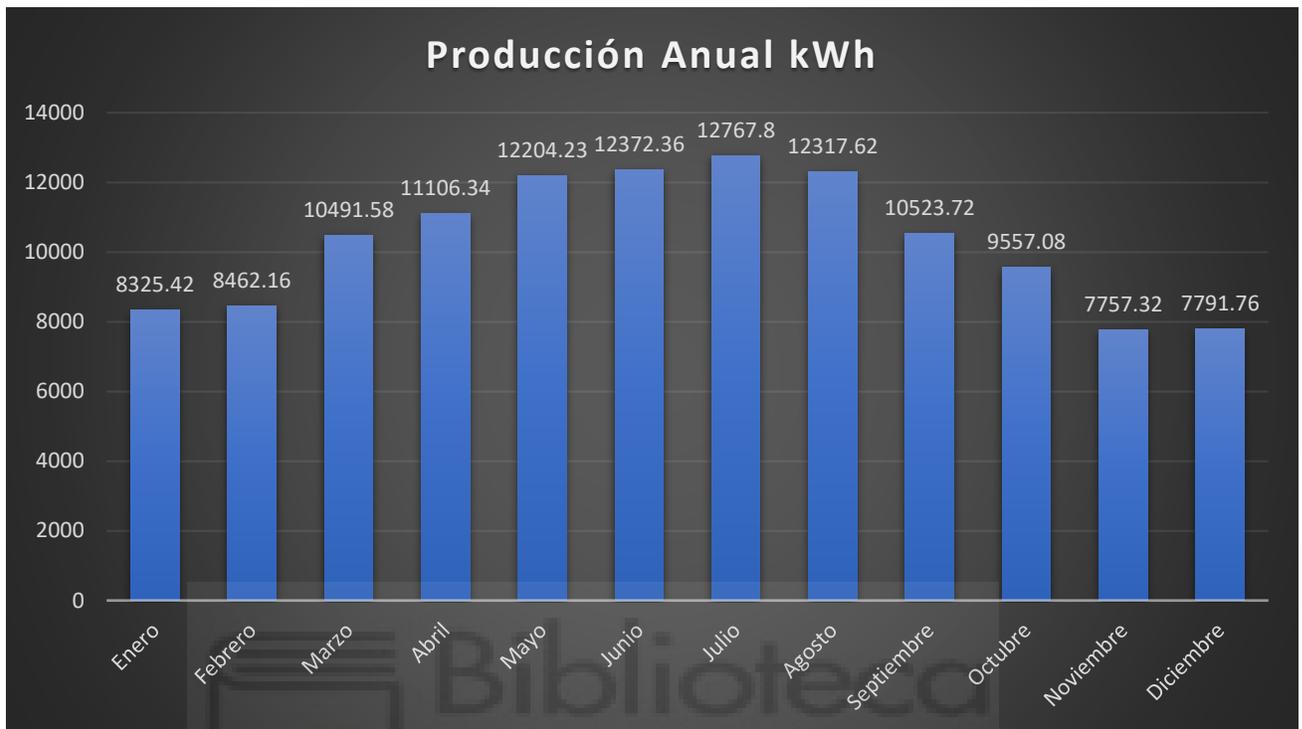


Ilustración 40. Producción Anual grupo 2

<i>Producción Anual FV [kWh]</i>	123.677,4
----------------------------------	------------------

<i>Irradiación Anual [kWh/m²]</i>	2.104,08
--	-----------------

Una vez que hemos calculados la producción de nuestras instalaciones nos dispondremos a confrontar los consumos y producciones para analizar los resultados.

Al ser centros docentes de primaria e infantil, tenemos la ventaja de que toda su actividad, salvo casos muy excepcionales, se realiza en horario diurno. Lo que nos garantizaría que nuestra producción el total suministro por nuestra instalación sin tener que conectarnos a la red.

Grupo 1

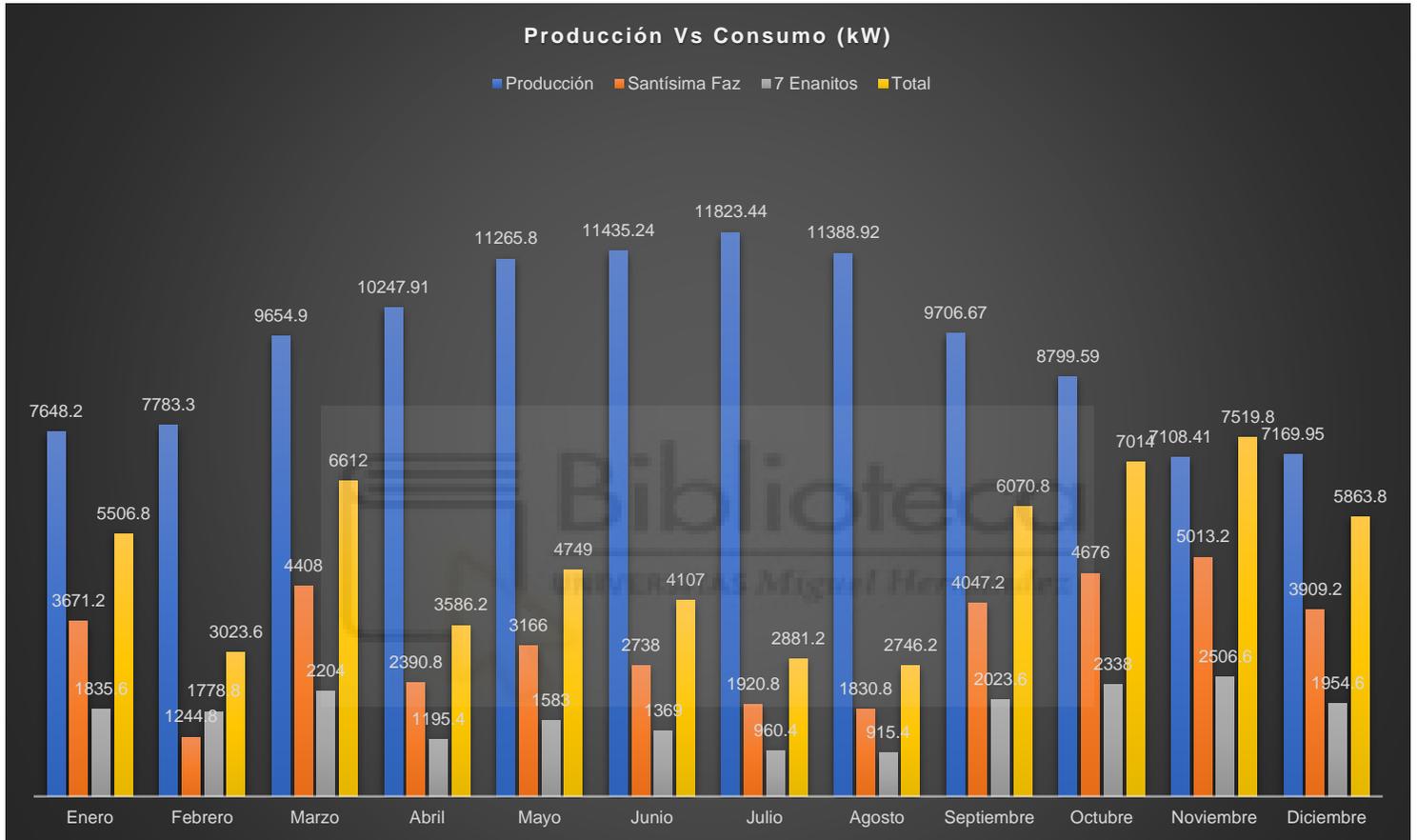


Ilustración 41. Tabla Producción Vs Consumo Grupo 1

Como se observa en la tabla, durante todo el año habrá más producción que consumo. Además, durante los meses más críticos se garantiza suministro salvo en el mes de noviembre que habrá una diferencia aceptable.

Grupo 2

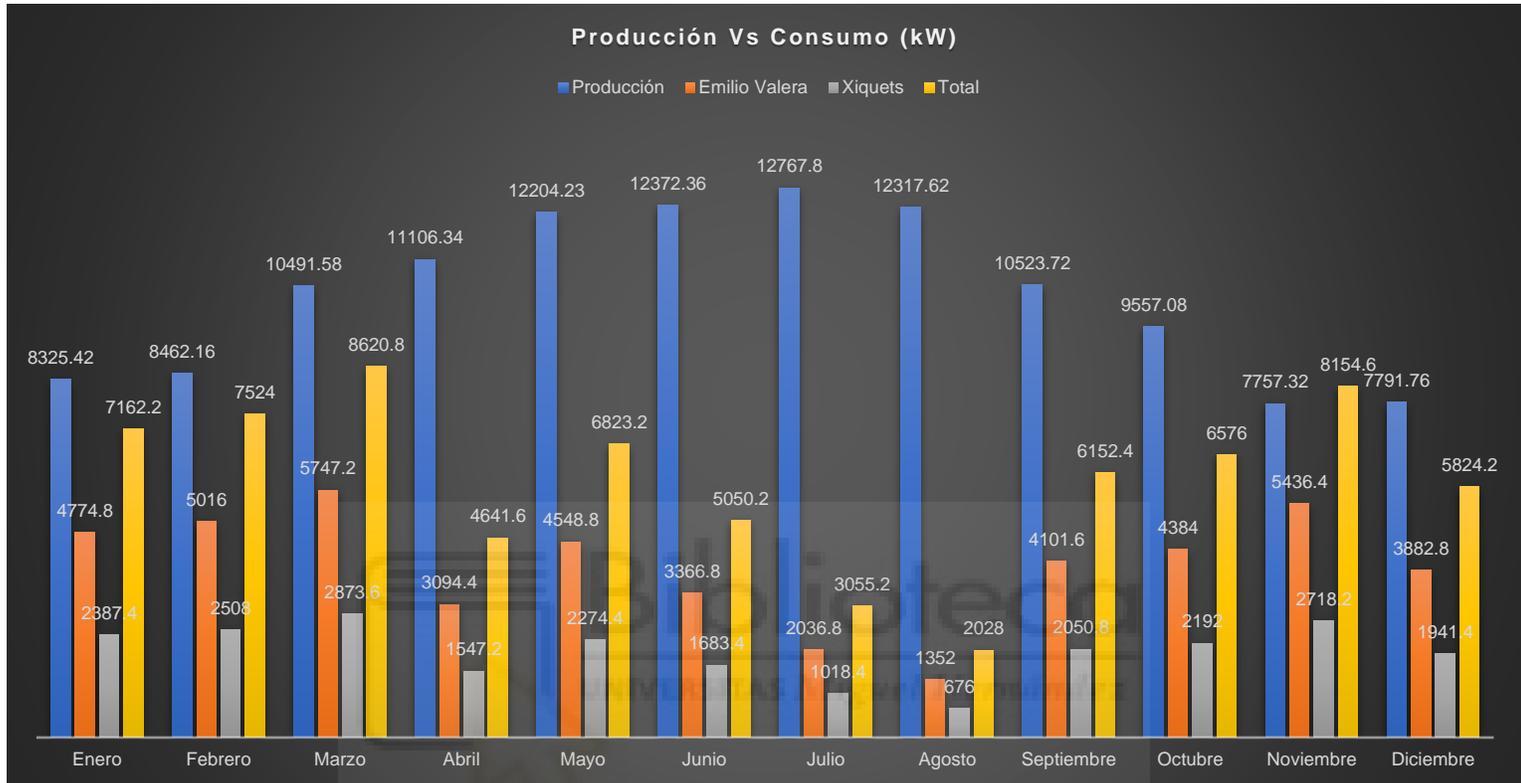


Ilustración 42. Tabla Producción Vs Consumo

Por último, también podemos observar los mismo para el segundo grupo de colegios. Tienen más consumo energético que el grupo, pero más producción. Por lo tanto, también podemos asegurar que tendrán una producción suficiente para hacer frente a sus consumos.

De esta forma, al tratarse de centros docentes y realizar su actividad durante las horas de sol, podremos garantizar que tendrán suficiente producción para abastecerse. Y en caso, de que fuera necesario, podrán consumir de la red eléctrica y verter el excedente en caso no utilizarlo.

1.14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.14.1 Compatibilidad Módulo Fotovoltaico

Lo primero que deberemos tener en cuenta es verificar que los módulos son compatibles con los inversores seleccionados. Para ello revisaremos los parámetros característicos proporcionados por el fabricante del inversor a la entrada y la salida, así como el funcionamiento de panel en función de la temperatura.

Los parámetros para tener en cuenta para la comprobación son los siguientes:

- Potencia máxima: es la potencia que admite el inversor de los paneles que limitará el número máximo de paneles.
- Intensidad de entrada: es la intensidad que admite cada entrada del inversor para su correcto funcionamiento que limitará el número máximo de strings por entrada.
- Intensidad de cortocircuito: intensidad que puede soportar en el lado de corto circuito sin que le pueda dañar. Limitará igual que el anterior.
- Tensión mínima de funcionamiento del MPPT: este parámetro indicará el número mínimo de paneles para que el inversor trabaje en el punto de máxima potencia.
- Tensión máxima de funcionamiento MPPT: al igual que al anterior será la tensión máxima que pueda trabajar el inversor en punto de máxima potencia.
- Tensión máxima soportada: es la tensión máxima que puede soportar el inversor en corto circuito. Marcará el número máximo de paneles en serie que podemos conectar.

Para poder hacer unos cálculos más rigurosos tendremos que tener en cuenta el comportamiento de nuestros paneles debido a la temperatura. Por lo que, tendremos que ver los coeficientes de temperatura facilitados por el fabricante para poder realizar mejor los cálculos.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

Ilustración 43. Características de temperatura del módulo

Los siguientes valores se han calculado a partir de las siguientes fórmulas:

$$V_o = V \cdot (1 + \beta \cdot (T_m - T_{STC}))$$

$$I_s = I \cdot (1 + \alpha \cdot (T_m - T_{STC}))$$

$$P_p = P \cdot (1 + \gamma \cdot (T_m - T_{STC}))$$

Ilustración 44. Fórmula compatibilidad módulo inversor

Donde:

- V, I, P corresponde a los valores de tensión, intensidad y potencia definidos por el fabricante según sea el valor específico que calcular.
- α, β y γ pertenecen a los coeficientes de temperatura.
- T_m es la temperatura ambiente 25°C
- T_{STC} es la temperatura máxima establecida a 70°C o mínima establecida a 5°C

Para saber que temperatura deberemos de usar, nos fijaremos en la siguiente gráfica. Donde se puede observar que la potencia y la tensión disminuye al aumentar la temperatura y la tensión aumenta al aumentar la temperatura, pero no tan pronunciado.

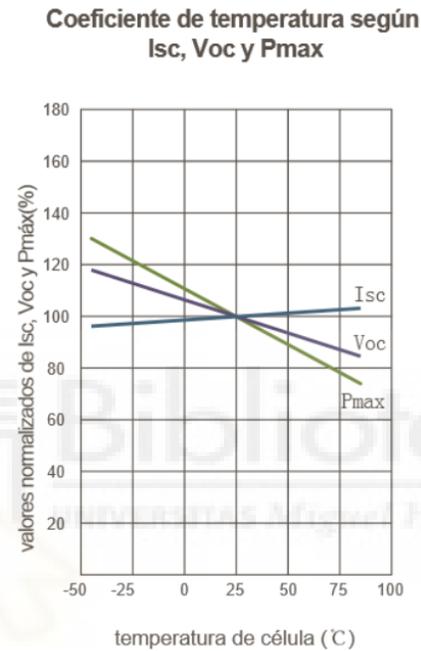


Ilustración 45. Comportamiento de la temperatura en los módulos [21]

Por tanto, se establece lo siguiente para hacer los cálculos:

Potencia Máxima	T_{min}
Intensidad de entrada	T_{max}
Intensidad corto circuito	T_{max}
Tensión mínima	T_{max}
Tensión máxima	T_{min}
Tensión máxima soportada	T_{min}

Por último, se calculan los parámetros para saber las condiciones a la hora de instalar nuestra instalación fotovoltaica.

Potencia Máxima	496 W
88000 W	177.46 módulos max

Intensidad de entrada	13.39 A
26.0 A	1.94 1 string max

Intensidad corto circuito	14.21 A
40.0 A	2.81 2 string max

Tensión mínima	30.38 V
180.0 V	5.93 módulos min

Tensión máxima	37.08 V
1000.0 V	26.97 módulos max

Tensión máxima soportada	44.20 V
1000.0 V	22.63 módulos max

Número de Módulos	
Máximo Total	174.00
<i>Por string</i>	
Mínimo	6
Máximo	22

Un solo string por MPPT

Estos datos corresponden al inversor Solis-80K-5G. Al tener varias instalaciones de potencia nos centraremos en la instalación de mayor potencia (Emilio Varela) ya que es la más exigente. El Inversor Solis-80K-5G se instalará en los centros Emilio Varela y Els Xiquets.

Por otro lado, el inversor Froinus symo 12.5-3-m se instalará en el centro Santísima Faz. Usaremos la misma metodología para calcular los parámetros cambiando las características del fabricante.

Potencia Máxima	496 W
18800 W	37.91 módulos max

Intensidad de entrada	13.39 A
27.0 A	2.02 string max

Intensidad corto circuito	14.21 A
56.0 A	3.94 string max

Tensión mínima	30.38 V
200.0 V	6.58 módulos min

Tensión máxima	37.08 V
800.0 V	21.57 módulos max

Tensión máxima soportada	44.20 V
800.0 V	18.10 módulos max

Número de Módulos	
Máximo Total	37
<i>Por string</i>	
Mínimo	7
Máximo	18

Dos string por MPPT

Una vez realizados los cálculos para los dos inversores, las instalaciones fotovoltaicas se mantendrán en funcionamiento siempre que se respeten los márgenes establecidos calculados a partir de las especificaciones de los fabricantes de los inversores.

1.14.2 Cálculo de sección del cableado

La elección de la sección de cable se basa en dos criterios: el térmico y el de la caída de tensión. Ambos criterios dependen de la resistencia ofrecida por el cable, el criterio térmico proviene del efecto Joule, que supone una emisión de calor que debe quedar por debajo de la soportada por el cable, y el de la caída de tensión siendo igualmente dependiente de la intensidad transportada. El criterio de caída de tensión suele ser más restrictivo.

Para el cálculo por el criterio de intensidad máxima admisible utilizaremos las siguientes fórmulas:

MONOFÁSICA	TRIFÁSICA
$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos \varphi}$

<i>V: Tensión en Voltios (V)</i> <i>V_L: Tensión de línea en Voltios (V)</i> <i>I: Intensidad en Amperios (A)</i>	<i>P: Potencia en Vatios (W)</i> <i>cos φ: factor de potencia.</i>
---	---

Ilustración 46. Fórmula criterio térmico, intensidad máxima admisible. [22]

Por otro lado, para el cálculo por el criterio de caída de tensión, usaremos las siguientes fórmulas:

CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA	
$S = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L}{u} \cdot I \cdot \cos \varphi$	$S = \frac{2 \cdot L}{\gamma \cdot u} \cdot I \cdot \cos \varphi$
CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA	
$S = \frac{\rho \cdot \sqrt{3} \cdot L}{u} \cdot I \cdot \cos \varphi$	$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L}{\gamma \cdot u} \cdot I \cdot \cos \varphi$
<i>I: Intensidad en Amperios (A)</i> <i>ρ: Resistividad (Ω·mm²/m)</i> <i>γ: Conductividad (m/Ω·mm²)</i>	<i>L: Longitud (m)</i> <i>u: caída de tensión (V)</i> <i>cos φ: factor de potencia.</i>

Ilustración 47. Fórmulas criterio caída de tensión [22]

Por último, para los datos de conductividad tomaremos los siguientes valores medidos en m/Ω·mm²:

TEMPERATURA DEL CONDUCTOR			
	20 °C	TERMOPLÁSTICOS 70 °C	TERMOESTABLES 90 °C
Cu	58,00	48,47	45,49
Al	35,71	29,67	27,8

En el tramo de la instalación en continua, antes del inversor, se limita la caída de tensión máxima admisible al 1,5% de acuerdo con el Pliego de Instalaciones del IDAE.

En el conjunto de tramos de la instalación solar fotovoltaica que se encuentran trabajando en régimen de alterna, el diseño se ceñirá a la consideración de unas pérdidas del 2 % según se establece por la ITC-BT-40.

Por otra parte, el criterio térmico viene especificado en la Instrucción Complementaria para Baja Tensión ITC-BT-07 a efectos de la intensidad máxima admisible y la temperatura máxima que soportará el cable en función del régimen de funcionamiento al que se vea sometido y a su aislamiento.

En régimen de continua los cables deberán tener una sección tal que la intensidad máxima admisible del mismo sea superior al 125% de la intensidad máxima del generador, o sea, la intensidad de cortocircuito I_{sc} del generador, según RBET ITC-BT-40.

Las instalaciones estarán constituidas por una parte de corriente continua que será la que va desde los strings hasta el inversor y luego la parte de corriente alterna correspondiéndose del inversor hasta cuadro principal.

1.14.2.1 Tramo corriente continua

A continuación, se mostrará los procedimientos para calcular las secciones de estas partes correspondientes a los tramos del string al inversor.

- Criterio intensidad máxima admisible

Según lo indicado en la ITC-BT-40 el conductor deberá soportar como mínimo el 125% de la máxima intensidad del generador. A partir de la tabla del REBT se observan las intensidades admisibles para conductores del aire a 40°C en función del método de instalación y el número de conductores cargados, así como el aislamiento de estos. Se utilizará esta configuración:

- Método de instalación F: Cables unipolares en contacto mutuo sobre bandejas perforadas o rejillas
- El conductor será un cable solar H1Z2Z2-K está formado a partir de un conductor de cobre estañado (obligado por norma), un aislamiento libre de halógenos (LSHF) y cubierta de goma con baja emisión de humos.

A partir de estos datos y los cálculos realizados en la siguiente tabla, obtenemos la sección mínima por el criterio de intensidad admisible.

	Nº Strings	Nº Módulos	Tensión Máxima	Corriente Máxima	Longitud del cable	Conductividad	ladm 125%	Sección teórica térmica
Santísima Faz	1	15	615.0 V	13.90 A	45.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	2	12	492.0 V	13.90 A	20.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
7 enanitos	1	10	410.0 V	13.90 A	15.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	2	14	574.0 V	13.90 A	20.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	3	18	738.0 V	13.90 A	35.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	4	15	615.0 V	13.90 A	45.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	5	15	615.0 V	13.90 A	50.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	6	16	656.0 V	13.90 A	55.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	7	16	656.0 V	13.90 A	45.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	8	10	410.0 V	13.90 A	30.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	9	15	615.0 V	13.90 A	20.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
Emilio Varela	1	18	738.0 V	13.90 A	40.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	2	17	697.0 V	13.90 A	40.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	3	18	738.0 V	13.90 A	55.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	4	18	738.0 V	13.90 A	55.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	5	18	738.0 V	13.90 A	60.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	6	18	738.0 V	13.90 A	70.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	7	18	738.0 V	13.90 A	80.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	8	18	738.0 V	13.90 A	85.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²
	9	20	820.0 V	13.90 A	90.0 m	44.0 m/Ω·mm ²	17.38 A	1.50 mm ²

Ilustración 48. Tabla criterio intensidad admisible DC

 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							
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	—	

Con esta información determinamos a partir de la columna 10 que la sección mínima bastaría con $1,5 \text{ mm}^2$, ya que las condiciones expuestas son 20 A, superando los 17,38 A calculados que supondrían un 125% de la intensidad máxima del generador.

- Criterio de caída de tensión máxima admisible

Teniendo en cuenta que se limita la caída de tensión máxima admisible al 1,5% de acuerdo con el Pliego de Instalaciones del IDAE. Obtendremos los siguientes cálculos:

	Nº String	Nº Módulos	Tensión Máxima	Corriente Máxima	Longitud del cable	Conductividad ($\text{m}/\Omega \cdot \text{m}^2$)	I_{adm} 125%	Sección teórica térmica	Caída de tensión	Sección teórica cdc	Sección adoptada
Santísima Faz	1	15	615.0 V	13.90 A	45.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	9.23 V	3.08 mm^2	4 mm^2
	2	12	492.0 V	13.90 A	20.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	7.38 V	1.71 mm^2	
7 enanitos	1	10	410.0 V	13.90 A	15.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	6.15 V	1.54 mm^2	4 mm^2
	2	14	574.0 V	13.90 A	20.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	8.61 V	1.47 mm^2	
	3	18	738.0 V	13.90 A	35.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	11.07 V	2.0 mm^2	
	4	15	615.0 V	13.90 A	45.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	9.23 V	3.08 mm^2	
	5	15	615.0 V	13.90 A	50.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	9.23 V	3.42 mm^2	
	6	16	656.0 V	13.90 A	55.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	9.84 V	3.53 mm^2	
	7	16	656.0 V	13.90 A	45.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	9.84 V	2.89 mm^2	
	8	10	410.0 V	13.90 A	30.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	6.15 V	3.08 mm^2	
	9	15	615.0 V	13.90 A	20.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	9.23 V	1.37 mm^2	
Emilio Varela	1	18	738.0 V	13.90 A	40.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	11.07 V	2.28 mm^2	6 mm^2
	2	17	697.0 V	13.90 A	40.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	10.46 V	2.42 mm^2	
	3	18	738.0 V	13.90 A	55.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	11.07 V	3.14 mm^2	
	4	18	738.0 V	13.90 A	55.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	11.07 V	3.14 mm^2	
	5	18	738.0 V	13.90 A	60.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	11.07 V	3.42 mm^2	
	6	18	738.0 V	13.90 A	70.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	11.07 V	4.0 mm^2	
	7	18	738.0 V	13.90 A	80.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	11.07 V	4.57 mm^2	
	8	18	738.0 V	13.90 A	85.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	11.07 V	4.85 mm^2	
	9	20	820.0 V	13.90 A	90.0 m	44	17.38 A	1.50 mm^2	12.30 V	4.62 mm^2	

Tras el cálculo por los dos criterios podemos determinar las distintas secciones aportadas que se recogen en la tabla anterior. Estas secciones corresponderán todo el cableado desde los strings de los módulos hasta los inversores.

1.14.2.2 Tramo corriente alterna

En este tramo dimensionaremos la sección del cableado que va desde la salida del inversor hasta el cuadro principal de los centros, donde se realizarán los puntos de conexión.

- Criterio de intensidad máxima admisible

Según lo indicado en la ITC-BT-40 el conductor deberá soportar como mínimo el 125% de la máxima intensidad del generador. A partir de la tabla del REBT se observan las intensidades admisibles para conductores del aire a 40°C en función del método de instalación y el número de conductores cargados, así como el aislamiento de estos. Se utilizará esta configuración:

- Método de instalación B2: multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados
- Conductores de cobre del tipo RZ1-K (AS) libre de halógenos y con aislamiento de XLPE

A partir de estos datos y los cálculos realizados en la siguiente tabla, obtenemos la sección mínima por el criterio de intensidad admisible.

	<i>Intensidad máxima salida</i>	<i>I_{adm} 125%</i>	<i>Sección teórica térmica</i>
Santísima Faz	18.0 A	22.50 A	4.0 mm ²
	18.0 A	22.50 A	
7 enanitos	133.70 A	167.13 A	70.0 mm ²
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	
Emilio Varela	133.70 A	167.13 A	70.0 mm ²
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	
	133.70 A	167.13 A	

A partir de estos datos, determinamos en la columna 7 de la Tabla de la ITC BT-19 de REBT que la sección mínima sería 4 mm² para el centro Santísima Faz y 70 mm² para el centro 7 enanitos y Emilio Varela. Ya que las condiciones expuestas son 30 A y 185 A, superando los 22,5 A y 167, 13 A calculados que supondrían un 125% de la intensidad máxima del generador.

- Criterio de tensión máxima admisible

Teniendo en cuenta que se limita la caída de tensión máxima admisible al 1,5% de acuerdo con el Pliego de Instalaciones del IDAE. En nuestro caso los inversores son trifásicos con un factor de potencia próximo a 1 por lo que ajustaremos a 1 nuestro $\cos \gamma$.

	<i>Intensidad máxima salida</i>	<i>I_{adm} 125%</i>	<i>Sección teórica térmica</i>	<i>Longitud</i>	<i>Caída de tensión</i>	<i>Sección teórica caída de tensión</i>	<i>Sección adoptada</i>
Santísima Faz	18.0 A	22.50 A	4.0 mm ²	40.0 m	6.0 V	4.7237749	6 mm²
	18.0 A	22.50 A		40.0 m	6.0 V	4.7237749	
7 enanitos	133.70 A	167.13 A	70.0 mm ²	60.0 m	6.0 V	52.630726	70 mm²
	133.70 A	167.13 A		60.0 m	6.0 V	52.630726	
	133.70 A	167.13 A		60.0 m	6.0 V	52.630726	
	133.70 A	167.13 A		60.0 m	6.0 V	52.630726	
	133.70 A	167.13 A		60.0 m	6.0 V	52.630726	
	133.70 A	167.13 A		60.0 m	6.0 V	52.630726	
	133.70 A	167.13 A		60.0 m	6.0 V	52.630726	
	133.70 A	167.13 A		60.0 m	6.0 V	52.630726	
Emilio Varela	133.70 A	167.13 A	70.0 mm ²	70.0 m	6.0 V	52.630726	70 mm²
	133.70 A	167.13 A		70.0 m	6.0 V	61.402513	
	133.70 A	167.13 A		70.0 m	6.0 V	61.402513	
	133.70 A	167.13 A		70.0 m	6.0 V	61.402513	
	133.70 A	167.13 A		70.0 m	6.0 V	61.402513	
	133.70 A	167.13 A		70.0 m	6.0 V	61.402513	
	133.70 A	167.13 A		70.0 m	6.0 V	61.402513	
	133.70 A	167.13 A		70.0 m	6.0 V	61.402513	

Tras el cálculo por los dos criterios podemos determinar las distintas secciones aportadas que se recogen en la tabla anterior. Estas secciones corresponderán todo el cableado desde las salidas de los inversores hasta los puntos de conexiones de los centros docentes.

1.14.3 Cálculo de protecciones

Todos los circuitos eléctricos deberán estar protegidos contra los efectos que puedan presentarse, interrumpiendo este circuito en un tiempo conveniente.

Los circuitos eléctricos de las instalaciones de los centros docentes estarán protegidos frente a sobreintensidades que puedan darse en los mismos, lo que supondrá una interrupción a tiempo conveniente. Estas sobre intensidades podrán ser causadas por sobrecargas, cortocircuitos o descargas eléctricas.

1.14.3.1 Líneas de corriente continua

A los cuadros de protecciones de las instalaciones llegarán tantas líneas como strings se encuentran en la instalación. Llegarán dos líneas para Santísima Faz con las mismas condiciones. Por otro lado, 10 líneas para Emilio Valera y 10 líneas para 7 enanitos con las mismas condiciones al contar con los mismos paneles fotovoltaicos.

Se realizaron las instalaciones de fusibles y protección contra sobretensiones transitorias.

- Dimensionamiento de los fusibles

- Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

- Condición 2:

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

Donde:

- I_b : Intensidad máxima en el punto de máxima potencia del string de los módulos.
- I_n : intensidad asignada del dispositivo de protección.
- I_z : corriente admisible del cable en función de la sección utilizada.

- I_r : intensidad del funcionamiento del fusible

Realizaremos los cálculos para el centro Santísima Faz y por otra parte, Emilio Varela y 7 enanitos.

– **Santísima Faz**

Aplicando las condiciones 1 y 2 obtenemos:

$$13,10 \text{ A} \leq I_n \leq 36 \text{ A} \quad \text{Escogemos un fusible de 16 A}$$

$$I_r \leq 1,46 \times 36 = 52,20 \text{ A}$$

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	I_r Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Tabla II

El fusible elegido en la condición 1, está en el intervalo [4, 16] A, por tanto la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 1 hora de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,9 veces la I_n , queda:

$$1,9 \times 16 \text{ A} \leq 1,45 \times 36 \text{ A}$$

$$30,4 \text{ A} \leq 52,20 \text{ A}$$

CUMPLE

Por tanto, para el centro docente Santísima Faz se instalarán fusibles de 16 A. Dos fusibles por cada string, uno para el positivo y otro para el negativa, un total de 4 fusibles.

- **Emilio Valera y 7 Enanitos**

Aplicando las condiciones 1 y 2 obtenemos:

$$13,10 \text{ A} \leq I_n \leq 46 \text{ A} \quad \text{Escogemos un fusible de 16 A}$$

$$I_r \leq 1,45 \times 46 = 66,70 \text{ A}$$

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	I_r Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Tabla II

El fusible elegido en la condición 1, está en el intervalo [4, 16] A, por tanto la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 1 hora de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,9 veces la I_n , queda:

$$1,9 \times 16 \text{ A} \leq 1,45 \times 46 \text{ A}$$

$$30,4 \text{ A} \leq 66,70 \text{ A}$$

CUMPLE

Por tanto, para los centros docentes Emilio Valera y 7 enanitos se instalarán fusibles de 16 A. Dos fusibles por cada string, uno para el positivo y otro para el negativa, un total de 18 fusibles para cada centro.

Dimensionamiento de protección frente a sobretensiones transitorias

Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales o transitorias están destinados a mitigar los efectos debido a las sobretensiones a frecuencia industrial en los equipos instalados aguas debajo de él. Para poder dimensionar el dispositivo deberemos tener en cuenta lo estipulado en ITC-BT 23:

$$V_{\text{Max string}} \leq V_{\text{nominal del descargador permanente}}$$

	Nº String	Nº Módulos	Tensión Máxima
Santísima Faz	1	15	615.0 V
	2	12	492.0 V
7 enanitos	1	10	410.0 V
	2	14	574.0 V
	3	18	738.0 V
	4	15	615.0 V
	5	15	615.0 V
	6	16	656.0 V
	7	16	656.0 V
	8	10	410.0 V
	9	15	615.0 V
Emilio Varela	1	18	738.0 V
	2	17	697.0 V
	3	18	738.0 V
	4	18	738.0 V
	5	18	738.0 V
	6	18	738.0 V
	7	18	738.0 V
	8	18	738.0 V
	9	20	820.0 V

Por tanto, se instalarán un dispositivo de protección por cada string de las instalaciones fotovoltaicas teniendo en cuenta la tensión máxima que puede tener

los strings de cada centro. Por simplicidad, se instalarán dispositivos de tensión máxima de servicio de 1000 V, cumpliendo con la condición anterior.

1.14.3.2 Línea de corriente alterna

Para las líneas de corriente alterna, se instalarán en el cuadro general de los centros, el cuadro de protecciones de las líneas de corriente alterna. Se dispondrán interruptores magnetotérmicos y diferenciales.

Dimensionamiento del magnetotérmico

Los interruptores se instalarán aguas abajo de los inversores con la finalidad de proteger los cuadros generales de los centros contra sobrecargas o cortocircuitos.

Frente a sobrecargas se aplicará las siguientes condiciones:

- Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

- Condición 2:

$$I_m \leq 1,45 \times I_z$$

Donde:

- I_b : Intensidad máxima a la salida de los inversores
- I_n : intensidad asignada del dispositivo de protección.
- I_z : corriente admisible del cable en función de la sección utilizada.
- I_m : intensidad que asegura la actuación del dispositivo

El valor de I_m , dependerá de la norma utilizada por el fabricante que tendrá que ser especificado en las instrucciones del dispositivo. Existen dos normas:

- IEC947- (uso industrial):

$$I_m = 1,30 \times I_z$$

- EN-60.898 (viviendas y locales de pública concurrencia)

$$I_m = 1,45 \times I_z$$

En nuestro caso, cogeremos la segunda norma al ser mas restrictiva. De esta forma, se cumplirá en cualquier dispositivo.

- **Santísima Faz**

Aplicando las condiciones 1 y 2 obtenemos:

$$18 \text{ A} \leq I_n \leq 37 \text{ A}$$

Escogemos un magnetotérmico de 20 A

$$I_f \leq 1,45 \times 37 = 53,65 \text{ A}$$

Aplicando el valor más restrictivo de la norma obtenemos lo siguiente:

$$1,45 \times 20 \text{ A} \leq 1,45 \times 37 \text{ A}$$

$$29 \text{ A} \leq 53,65 \text{ A}$$

CUMPLE

De esta forma, podremos afirmar que el interruptor magnetotérmico cumplirá con las condiciones de sobrecargas del circuito.

- **Emilio Varela y 7 Enanitos**

Aplicando las condiciones 1 y 2 obtenemos:

$$121,6 \text{ A} \leq I_n \leq 171 \text{ A}$$

Escogemos un magnetotérmico de 125 A

$$I_f \leq 1,45 \times 171 = 247,95 \text{ A}$$

Aplicando el valor más restrictivo de la norma obtenemos lo siguiente:

$$1,45 \times 125 \text{ A} \leq 1,45 \times 171 \text{ A}$$

$$181,25 \text{ A} \leq 247,95 \text{ A}$$

CUMPLE

De esta forma, podremos afirmar que el interruptor magnetotérmico cumplirá con las condiciones de sobrecargas del circuito.

Frente a cortocircuito se aplicarán las siguientes condiciones:

- Condición 1

$$I_{cm} \geq I_{ccM}$$

- Condición 2'

$$I_{cmin} > I_{dm}$$

I_{cm} : intensidad de corte del magnetotérmico.

I_{ccM} : corriente de cortocircuito máxima de la línea de alterna.

I_{ccmin} : intensidad de cortocircuito mínima de la línea de alterna.

I_{dm} : corriente mínima que asegura el disparo.

- Santísima Faz

Calcularemos el valor de la intensidad de corte del interruptor magnetotérmico con la siguiente fórmula:

$$I_{cm} = \frac{Vfs}{\frac{L \times \rho}{s}}$$

Siendo:

- Vfs: 400 V, tensión entre fase y neutro
- L: 60 mm longitud del conductor
- ρ : resistividad del conductor
- s: sección del conductor

Pero antes tendremos que calcular la resistividad el conductor:

$$\rho = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + \alpha \times (T_{Laisl.} - 20)] = 0,0172 \times [1 + 0,0039 \times (220 - 20)] = 0,0306 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{mm}}$$

Siendo:

- $\rho_{20^{\circ}\text{C}}$: resistividad a la temperatura de referencia del cobre 0,0172
- α : coeficiente de temperatura del cobre 0,0039

- T_{Laisl} : dado que el conductor que utilizaremos tiene aislamiento XLPE, tomaremos una temperatura de 250°C , tomado de Norma UNE 20-460-90

$$I_{cm} = \frac{400}{\frac{60 \times 0,0306}{6}} = 1307,19 \text{ A}$$

Ahora calcularemos, I_{cmin} mediante la siguiente fórmula:

$$I_{cmin} = \frac{Vfs}{2 \times \frac{L \times \rho}{s}} = \frac{400}{2 \times \frac{60 \times 0,0306}{6}} = 653,59 \text{ A}$$

Por último, comprobaremos si cumplen las condiciones iniciales:

- Condición 1

$$I_{cm} \geq I_{ccM}$$

$$6 \text{ kA} \geq 1.307,19 \text{ A}$$

- Condición 2

$$I_{cmin} > I_{dm}$$

$$653,59 \text{ A} > 20 \text{ A}$$

Una vez justificado el dimensionamiento, para la línea de corriente alterna del centro que va desde la salida del inversor hasta el cuadro general, será un interruptor magnetotérmico con una intensidad de corte de 6000 A y una intensidad nominal de 20 A

- **Emilio Varela y 7 Enanitos**

Calcularemos el valor de la intensidad de corte del interruptor magnetotérmico con la siguiente fórmula:

$$I_{cm} = \frac{Vfs}{\frac{L \times \rho}{s}}$$

Siendo:

- Vfs: 400 V, tensión entre fase y neutro
- L: 60 mm longitud del conductor
- ρ : resistividad del conductor
- s: sección del conductor

Pero antes tendremos que calcular la resistividad el conductor:

$$\rho = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + \alpha \times (T_{\text{Laisl.}} - 20)] = 0,0172 \times [1 + 0,0039 \times (220 - 20)] = 0,0306 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{mm}}$$

Siendo:

- $\rho_{20^{\circ}\text{C}}$: resistividad a la temperatura de referencia del cobre 0,0172
- α : coeficiente de temperatura del cobre 0,0039
- $T_{\text{Laisl.}}$: dado que el conductor que utilizaremos tiene aislamiento XLPE, tomaremos una temperatura de 220°C , tomado de Norma UNE 20-460-90

$$I_{cm} = \frac{400}{\frac{60 \times 0,0306}{70}} = 15267,17 \text{ A}$$

Ahora calcularemos, I_{cmin} mediante la siguiente fórmula:

$$I_{cmin} = \frac{Vfs}{2 \times \frac{L \times \rho}{s}} = \frac{400}{2 \times \frac{60 \times 0,0306}{6}} = 7.633,58 \text{ A}$$

Por último, comprobaremos si cumplen las condiciones iniciales:

- Condición 1

$$I_{cm} \geq I_{ccM}$$

$$20 \text{ kA} \geq 15.267,17 \text{ A}$$

- Condición 2

$$I_{cmin} > I_{dm}$$

$$7.633,58 \text{ A} > 125 \text{ A}$$

Una vez justificado el dimensionamiento, para las líneas de corriente alterna de los centros que van desde las salidas de los inversores hasta los cuadros generales, será un interruptor magnetotérmico con una intensidad de corte de 6000 A y una intensidad nominal de 125 A.



2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 Condiciones generales

La obligación del instalador será el suministro de todos los materiales, equipos, mano de obra, servicios, accesorios y ejecución de todas las operaciones necesarias para el perfecto acabado y puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica descrita en la Memoria, representada en los planos y valorada en el Presupuesto y la cual será montada de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones Técnicas. El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

2.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 610215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, 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 en este documento. En caso de variaciones respecto de estas características, estas variaciones deberán ser justificadas. Los módulos deberán llevar diodos de derivación para evitar posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas

en el margen del $\pm 10\%$ de los valores nominales correspondientes de catálogo. Los marcos laterales serán de aluminio o acero inoxidable.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante. La estructura del generador se conectará a tierra.

Por seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión de forma segura.

2.3 Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se cumplirá el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SE (Seguridad Estructural) y las restantes normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación, DB SE-AE (Documento Básico Acciones en la Edificación).

El diseño y construcción de la estructura y sistema de fijación de los 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 y protección de la estructura. La tornillería sería realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma vigente al respecto. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes necesarios.

La estructura soporte será calculada según CTE DB SE 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, cumplirá la norma DB SE para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. Si es de 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.

Durante la ejecución de la instalación se establecerán pasos en la cubierta por donde trasegar todo el material y que estarán debidamente protegidos frente a acciones agresivas a la cubierta que se produzcan por el movimiento de equipos, materiales y personas.

2.4 Inversores

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

- Las características básicas 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.

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 corriente alterna.
- Tensión de red fuera de rango y Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación y de 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 extremo del 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 10% superiores a las CEM. Además, soportará picos de magnitud 30% superiores a las CEM durante periodos 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 del 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 potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar a la red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 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% humedad relativa.

2.5 Cableado

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

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída

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

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 corriente continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Los conductores de la parte de corriente alterna estarán constituidos por una línea de cobre con aislamiento de XLPE y con tensión de aislamiento de 1.000 V.

2.6 Condensadores

No se requieren porque los equipos inversores proporcionan una señal senoidal con un factor de potencia entre 0,9 y 1.

2.7 Conexión a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Los aparatos de conexión y corte de cada una de las líneas que conectan o desconectan parte del campo de paneles fotovoltaicos estarán dotados de envolventes, diseñados de modo que impidan la salida de chispas o materiales en combustión. Deberán estar contenidos en el interior de un armario que proporcione un grado de protección IP5X.

2.8 Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Se instalará un equipo de medida bidireccional con uso exclusivo para la venta de energía por parte de la instalación fotovoltaica a la red de distribución, o en su defecto se instalarán dos contadores: uno para la compra de energía y otro para la venta. Se podrá optar por compra del equipo o por régimen de alquiler.

2.9 Protecciones

En conexiones a la red trifásica, las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión ($1,1 \mu\text{m}$ y $0,85 \mu\text{m}$ respectivamente) serán para cada fase.

2.10 Sistema de protecciones frente a contactos indirectos

El sistema de protección frente a contactos indirectos elegido en la instalación fotovoltaica es, de acuerdo con la instrucción ITC-BT-024 y de acuerdo con las normas de la empresa distribuidora, un sistema de masas de la instalación independientes de las masas de baja tensión de la instalación eléctrica conectada a la red de la empresa distribuidora, siguiendo un esquema TT.

Para la protección frente a los contactos indirectos se emplearán interruptores diferenciales con sensibilidad de 300 mA.

2.11 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se emplean interruptores automáticos magnetotérmicos (sistema de corte térmico y electromagnético) y/o cortocircuitos fusibles, calibrados según las necesidades de cada circuito.

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la parte de corriente continua

- Sobrecargas: Mediante interruptores automáticos bipolares y limitadores de sobretensiones.
- Cortocircuitos: Los cortocircuitos en la parte de corriente continua son como sobrecargas por lo que los mismos interruptores automáticos bipolares son suficientes.

Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos en la parte de corriente alterna

- Sobrecargas: Mediante interruptores automáticos tetrapolares.
- Cortocircuitos: Mediante interruptores automáticos tetrapolares de poder de corte el impuesto por la compañía eléctrica en el punto de conexión descritos en la memoria.

2.12 Identificación de los conductores

Los conductores de corriente alterna serán rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1.000 V en las líneas de alimentación general. Se identificarán los siguientes conductores:

- Conductores de fase: Negro, marrón y gris
- Conductores de neutro: Azul
- Conductores de puesta a tierra: Amarillo y verde

Los conductores de corriente continua, se emplearán cables de sección suficiente y de doble aislamiento. Deberá identificarse fácilmente el terminal positivo del

negativo, bien por coloración del cable (Rojo para positivo y negro para negativo), bien por marcación permanente fácilmente visible en los extremos.

Las derivaciones o empalmes se harán en cajas previstas para este fin y nunca en el interior del tubo ni por retorcimiento de los conductores, sino empleando piezas de conexión.

2.13 Puesta a tierra

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 justificarán los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección de corriente continua como de la de alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión y se garantizará que la resistencia de puesta a tierra sea inferior a 800Ω .

2.14 Armónicos y compatibilidad electromagnética

La protección contra armónicos se integra en los equipos inversores que proporcionan una señal senoidal pura con un factor de distorsión armónica inferior al 3% (THD<3%).

2.15 Alumbrado

Las instalaciones fotovoltaicas no requerirán de ninguna instalación de alumbrado puesto que se encuentra al aire libre y no requiere trabajos a realizar en horario nocturno.

2.16 Alumbrado de emergencia

Por los mismos motivos que los expuestos en el punto anterior no se requiere ninguna instalación adicional de alumbrado de emergencia.

2.17 Protección contra incendios

Las instalaciones fotovoltaicas no implican ningún riesgo de incendio ya que:

- No emplea ningún tipo de combustible inflamable.
- No genera residuos inflamables.
- Ningún material es inflamable (silicio, vidrio, aluminio, cobre, acero).
- Existe protección contra sobrecargas y cortocircuitos, y los cables a instalar son no propagadores de la llama.
- Es una instalación ubicada en recinto abierto, al aire libre, sobre estructuras de acero galvanizado.
- En su funcionamiento normal no existe personal en las inmediaciones de las instalaciones que puedan sufrir algún peligro.

Por los motivos expuestos las instalaciones no suponen un aumento de superficie construida ni tampoco un aumento del nivel de riesgo intrínseco por lo que según el Real Decreto 2267/2004 en su disposición transitoria única no es de aplicación la reglamentación en materia de protección contra incendios.

3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1 Objeto

Se redacta este Estudio Básico de seguridad y salud para la ejecución de Instalaciones solares fotovoltaicas de autoconsumo. El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud (EBSS) tiene como objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que se refiere el proyecto en el que se encuentra incluido este estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo ordenado en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

3.2 Establecimiento posterior de un plan de seguridad y salud en la obra

El EBSS, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior.

En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este EBSS.

3.3 Identificación de las obras

<i>COLEGIO</i>	<i>CEIP SANTÍSAMA FAZ</i>
<i>DIRECCIÓN INSTALACIÓN</i>	Calle Barítono Paco Latorre, s/n 03015 Alicante, Alicante
<i>REFERENCIA CATASTRAL</i>	9609405YH1590H0001GY

<i>COLEGIO</i>	<i>ESCUELA INFANTIL 7 ENANITOS</i>
<i>DIRECCIÓN INSTALACIÓN</i>	Calle Barítono Paco Latorre, s/n 03015 Alicante, Alicante
<i>REFERENCIA CATASTRAL</i>	9609404YH1590H0001YY

<i>COLEGIO</i>	<i>CEIP EMILIO VARELA</i>
<i>DIRECCIÓN INSTALACIÓN</i>	Calle del Clot, 10 03011 Alicante, Alicante
<i>REFERENCIA CATASTRAL</i>	8908402YH1580H0001GW

<i>COLEGIO</i>	<i>ESCUELA INFANTIL ELS XIQUETS</i>
<i>DIRECCIÓN INSTALACIÓN</i>	Calle del Clot, 8 03011 Alicante, Alicante
<i>REFERENCIA CATASTRAL</i>	8908403YH1580H0001QW

3.4 Titular de la actividad

<i>TITULAR</i>	<i>AYUNTAMIENTO DE ALICANTE</i>
<i>CIF</i>	P0301400H
<i>DIRECCIÓN</i>	Plaza del Ayuntamiento, 1 03002 ALICANTE, ALICANTE

3.5 Presupuesto total de ejecución de la obra

El presupuesto de ejecución material del presente estudio de seguridad, contempladas y consideradas las mediciones debidas asciende a la cantidad de **167.348,14 €**.

3.6 Plazo de ejecución estimado

El plazo de ejecución se estima en **1 mes**.

3.7 Número de trabajadores

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia en las obras de 10 trabajadores aproximadamente.

3.8 Relación estimada de los trabajos a realizar

En la ejecución material de las instalaciones solares fotovoltaicas se identifican tres líneas de trabajo que transcurren en proyección semiparalelas con independencia de las interrelaciones de las diferentes líneas. Estas líneas en las que se definen los diferentes trabajos son:

- Trabajos de Obra Civil
- Trabajos de Instalación Eléctrica
- Trabajos de Instalación Solar Fotovoltaica

Trabajos de obra civil

Colocación de las estructuras metálicas para fijación de los módulos solares fotovoltaicos.

Trabajos de Instalación Eléctrica

- Instalación y conexionado del contador eléctrico.
- Cableado desde el contador eléctrico hasta los inversores y finalmente hasta el generador fotovoltaico.
- Disposición de canalización para cableado.
- Instalación de apartamentada de protección y puesta en marcha de la instalación eléctrica.

Trabajos de Instalación Solar Fotovoltaica

- Colocación y anclaje de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras
- Interconexión de los módulos fotovoltaicos mediante cables solares.
- Conexión de los grupos de módulos a las cajas conexión y protección.
- Conexión de estas hasta sus inversores correspondientes mediante cables solares.
- Colocación de los inversores y del cuadro de mando y protección
- Interconexión de los inversores con las cajas de protección y con el cuadro de mando y protección.
- Colocación de los conductores dentro de los tubos.
- Comprobaciones de la instalación y verificaciones de las instalaciones de enlace y conexión.

3.9 Fases de obra con identificación de riesgos

Fase de Obra	Riesgo Asociado
<p>-Montaje de estructura metálica</p> <p>-Montaje de prefabricados.</p> <p>-Albañilería.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras. -Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles. -Los derivados de los trabajos pulverulentos. -Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc). -Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc. -Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras. -Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones. -Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc. -Cuerpos extraños en los ojos, etc. -Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo. -Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja. -Agresión mecánica por proyección de partículas. -Cortes por objetos y/o herramientas. -Incendio y explosiones. -Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos. -Carga de trabajo física. -Deficiente iluminación. -Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

Instalaciones eléctricas de baja tensión	<ul style="list-style-type: none">- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.- Quemaduras físicas y químicas.- Proyecciones objetos y/o fragmentos.- Ambiente pulvígeno.- Animales y/o parásitos.- Aplastamientos/Atrapamientos.- Atropellos y/o colisiones.- Caída de objetos y/o de máquinas.- Caídas de personas a distinto/mismo nivel.- Contactos eléctricos directos.- Cuerpos extraños en ojos.- Desprendimientos.- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.- Golpe por rotura de cable.- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.- Pisada sobre objetos punzantes.- Sobreesfuerzos.- Ruido.- Vuelco de máquinas y/o camiones.- Caída de personas de altura.
---	---

3.10 Relación de medios humanos y técnicos previstos con identificación de riesgos

Se describen, a continuación, los medios humanos y técnicos que se prevé utilizar para el desarrollo de este proyecto. De conformidad con lo indicado en el R.D. 1627/97 de 24/10/97 se identifican los riesgos inherentes a tales medios técnicos

Medios Auxiliares	
Escaleras de mano	<p>Aplastamientos/Atrapamientos.</p> <p>Caída de objetos y/o de máquinas.</p> <p>Caídas de personas a distinto/mismo nivel.</p> <p>Contactos eléctricos directos.</p> <p>Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.</p> <p>Sobreesfuerzos.</p>

Herramientas eléctricas	
Sierra caladora	<p>Proyecciones de objetos y/o fragmentos.</p> <p>Ambiente pulverulento.</p> <p>Atrapamientos.</p> <p>Caída de objetos y/o de máquinas.</p> <p>Contactos eléctricos directos/indirectos.</p> <p>Cuerpos extraños en ojos.</p> <p>Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.</p> <p>Sobreesfuerzos.</p>

Taladradora	Proyecciones de objetos y/o fragmentos. Ambiente pulvígeno. Atrapamientos. Caída de objetos y/o de máquinas. Contactos eléctricos directos/indirectos. Cuerpos extraños en ojos. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria. Sobreesfuerzos.
--------------------	---

Herramientas de mano	
Bolsa porta herramientas	Caída de objetos y/o de máquinas. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
Caja completa de herramientas dieléctricas homologadas	Caída de objetos y/o de máquinas. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
Destornilladores, berbiqués	Caída de objetos y/o de máquinas. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria. Pisada sobre objetos punzantes. Sobreesfuerzos.
Pelacables	Caída de objetos y/o de máquinas. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
Sierra de arco para metales	Caída de objetos y/o de máquinas.

	Cuerpos extraños en ojos. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria. Sobreesfuerzos.
Tenazas, martillos, alicates	Atrapamientos. Caída de objetos y/o de máquinas. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

3.11 Medidas de prevención de los riesgos de carácter general

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos:

- Vuelco
- Atropello
- Colisión
- Caída en altura
- Corriente Eléctrica
- Peligro de Incendio/Materiales Inflamables
- Prohibido Fumar

Así como las medidas preventivas previstas

- Uso obligatorio de casco
- Uso obligatorio de botas de seguridad
- Uso obligatorio de guantes
- Uso obligatorio de cinturón de seguridad
- Uso obligatorio de arnés

- Uso obligatorio de línea de vida

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles

- Ferralla / Perfilería metálica / Piezas prefabricadas
- Material eléctrico
- Canalización (PVC)

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal:

- Calzado aislante reforzado para protección de golpes en los pies
- Casco con barbuquejo
- Guantes
- Cinturón de seguridad

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras. El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de ancho no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios con bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará de que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los uniformes de trabajo estén configurados en varias capas que tengan entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Se prefieren ropas con distintivos fluoro luminiscentes que faciliten la identificación del operario.

Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

3.12 Medidas de prevención de los riesgos de carácter particular para cada oficio

- Montajes de elementos mecánicos:
 - Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.
 - Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El

- soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
 - Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.
 - El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.
 - El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).
- Instalación eléctrico provisional de obra
- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal electricista especializado, para evitar montajes incorrectos.
 - El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
 - Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
 - La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
 - El tendido de los cables y mangueras, se efectuará 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.

- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.
- 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 se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas,
- pueden pelarse y producir accidentes.
- No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas,

- escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el con tacto eléctrico
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
 - La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:
 - Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
 - La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
 - La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
 - Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

3.13 Protecciones colectivas

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una *señalización* de seguridad y salud a fin de:

A) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.

B) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

C) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

D) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

3.14 Señalización

- En forma de papel:

	Forma	Color Fondo	Color Contraste	Color Símbolo
Señales de advertencia		Amarillo	Negro	Negro
Señales de prohibición		Blanco	Rojo	Negro
Señales de obligación		Azul		Blanco
Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios		Rojo		Blanco
Señales de salvamento o socorro		Verde		Blanco

- o En forma de cintas:

Cinta de señalización	En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.
Cinta de delimitación de zona de trabajo	Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

3.15 Iluminación

De acuerdo con el anexo IV del R.D. 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo:

Zonas o partes del lugar de trabajo	Nivel mínimo de iluminación (lux)
<i>Baja exigencia visual</i>	100
<i>Exigencia visual moderada</i>	200
<i>Exigencia visual alta</i>	500
<i>Exigencia visual muy alta</i>	1000
<i>Áreas o locales de uso ocasional</i>	25
<i>Áreas o locales de uso habitual</i>	100
<i>Vías de circulación de uso ocasional</i>	25
<i>Vías de circulación de uso habitual</i>	50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- a) En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- b) En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Además, las siguientes prescripciones tendrán carácter obligatorio:

- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.
- Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total de utilizar iluminación de llama.
- Protección de personas en instalación eléctrica
- Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

Según lo indicado en el apartado 3A del Anexo IV al RD 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones:

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

- Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e ínter conexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.
- Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.
- Las tomas de corriente estarán provistas de conductor de toma a tierra y serán blindadas.
- Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.
- Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{Tensión (en kV)}/100$ (si se desconoce el voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5 m.)
- Tajos en condiciones de humedad muy elevadas:
 - Es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.
 - Se acogerá a lo dispuesto en la MIBT 028 (locales mojados).



4 . GESTIÓN DE RESIDUOS

4.1 Introducción

De acuerdo con el RD 105/2008 de 1 de febrero, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4, con el siguiente contenido:

- 1- Identificación de los residuos y estimación de la cantidad de los mismos.
- 2- Medidas para la prevención de residuos.
- 3- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos generados.
- 4- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- 5- Planos de las instalaciones para el almacenamiento, manejo, separación u otras operaciones de gestión.
- 6- Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- 7- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

4.2 Listado de residuos

Los residuos se codificarán según el Catálogo Europeo de Residuos (códigos CER) y debido a la poca cantidad de residuos generados, estos se cuantificarán en kg en vez de en toneladas o metros cúbicos.

Se tratan de unas instalaciones fotovoltaicas sencillas que se instalan encima de cubiertas. Todos los elementos (placas fotovoltaicas, estructuras de aluminio para el anclaje, inversor, etc.) vienen prefabricados de origen y se montan en el lugar de la instalación sin generar apenas residuos debido al proceso de instalación. En la

instalación únicamente se desprende un poco de polvo debido a los agujeros que realizan con taladro. Debido a la poca cantidad generada (gramos) se considerará despreciable en este estudio.

<i>FASE ACABADOS</i>	<i>CÓDIGO</i>	<i>TIPOLOGÍA</i>
<i>Hormigón</i>	170101	Inerte
<i>Material Cerámico</i>	170103	Inerte
<i>Madera</i>	170201	No especial
<i>Plástico</i>	17020203	No especial
<i>Envases de papel y cartón</i>	150101	No especial
<i>Mezcla de residuos procedentes de derribos</i>	1709001, 170902 y 170903	No especial
<i>Envases con sustancias peligrosas</i>	150110	Especial

4.3 Medidas para la prevención de residuos

Como medidas para la prevención de los residuos, se pueden diferenciar tres etapas:

1. Diseño del proyecto
2. Planificación de las compras y subcontrataciones
3. Operaciones u actividades propias de la obra

- Diseño del proyecto

Un aspecto que influye en la minimización de los residuos es la aplicación modular. El diseño y construcción de los componentes principales de la instalación solar fotovoltaica, como son los paneles solares, es completamente modular. Ello no sólo reduce los costes de construcción sino de transporte y gestión de los residuos. Los útiles para el transporte son homogéneos y pueden ser reutilizados y los materiales vienen en tramos a ensamblar, reduciéndose los sobrantes.

- Planificación de las compras y subcontrataciones

A la hora de abordar las compras y subcontrataciones se especifica la minimización de envases y embalajes, el empleo de útiles de transporte reciclables o reutilizables, así como otras medidas encaminadas a la minimización de residuos.

- Operaciones y actividades propias de la obra

Para realizar una correcta gestión de los residuos en la obra se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Los residuos se acopiarán en las zonas de obras, en lugares debidamente señalados y segregados de tal forma que se mantengan separados unos de otros.
- El almacenamiento del material de la obra se ajustará estrictamente a lo necesario en la obra, puesto que generalmente un exceso de material acopiado es el origen de muchos residuos.
- El acopio de los materiales se realizará en las superficies destinadas a tal fin.
- Se debe evitar el acopio en zonas de paso de maquinaria que puedan ocasionar deterioros del material.
- El material debe permanecer embalado y protegido hasta su utilización.

- Se debe proceder a la clasificación, selección y separación de los residuos generados, depositándose en contenedores específicos o en acopios diferenciados dependiendo de la naturaleza de los residuos.
- El depósito temporal de los residuos valorizables (madera, plásticos, que se realice en acopios o contenedores se debe señalar y segregar del resto de un modo adecuado.
- El depósito temporal de escombros se realizará en contenedores metálicos o en acopios, que deberán estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros.
- Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón serán tratados como escombros.
- En el equipo de la obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicará a cada tipo de residuo.
- El responsable de la obra deberá adoptar las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra.
- Se intentará minimizar las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan.

4.4 Operaciones para la reutilización, separación y valorización de residuos

Dentro de este apartado se contempla las operaciones encaminadas a la posible reutilización, separación y valorización de los residuos generados en la obra, especialmente en lo relativo a la segregación en fracciones. Se debe diferenciar:

1. Deposición de los residuos

Los residuos que no son valorizables son en general depositados en vertederos. Por otro lado, hay residuos de naturaleza tóxica o contaminante y, por lo tanto, resultan potencialmente peligrosos. Por esta razón los residuos deben disponerse de manera tal que no puedan causar daños a las personas ni a la naturaleza y que no se conviertan en elementos agresivos para el paisaje.

2. Reutilización

Es la recuperación de materiales sobrantes de la obra con las mínimas transformaciones posibles. La reutilización no solamente reporta ventajas medioambientales sino también económicas. Los elementos constructivos valorados en función del peso de los residuos poseen un valor bajo, pero, si con pequeñas transformaciones -o mejor, sin ellas-, pueden ser regenerados o reutilizados directamente, su valor económico es más alto. En este sentido, la reutilización es una manera de minimizar los residuos originados, de forma menos compleja y costosa que el reciclaje. Es habitual la reutilización de tierras sobrantes como material de relleno o árido necesario para viales o rellenos. También la madera suele ser un elemento típicamente reutilizable.

3. Reciclaje

Es la recuperación de algunos materiales que componen los residuos, sometidos a un proceso de transformación en la composición de nuevos productos.

La naturaleza de los materiales que componen los residuos de la construcción determina cuáles son sus posibilidades de ser reciclados y su utilidad potencial. Los residuos pétreos - hormigones y obra de fábrica, principalmente- pueden ser reintroducidos en las obras como granulados, una vez han pasado un proceso de criba y machaqueo. Los residuos limpios de hormigón, debido a sus características físicas, tienen más aplicaciones y son más útiles que los escombros de albañilería. En función de su volumen, también puede considerarse el reciclaje de envases y embalajes, vidrio, y metales.

4. Tratamiento especial

Consiste en la recuperación de los residuos potencialmente peligrosos susceptibles de contener sustancias contaminantes o tóxicas a fin de aislarlos y de facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada. También forman parte de los residuos de construcción algunos materiales que pueden contener sustancias contaminantes, e incluso tóxicas, que los llegan a convertir en irrecuperables. Además, la deposición no controlada de estos materiales en el suelo constituye un riesgo potencial importante para el medio natural. Por ello, los materiales potencialmente peligrosos deben ser separados del resto de los residuos para facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada a que deben ser sometidos. Siempre es necesario prever las operaciones de desmontaje selectivo de los elementos que contienen estos materiales, la separación previa en la misma obra y su recogida selectiva.

4.5 Segregación de residuos en obra

El RD 105/2008 establece en su artículo 5, que cuando de forma individualizada para cada una de las fracciones de residuos que se listan seguidamente, la cantidad

prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades, se ha de realizar la segregación de residuos por fracciones:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.
- Metal: 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

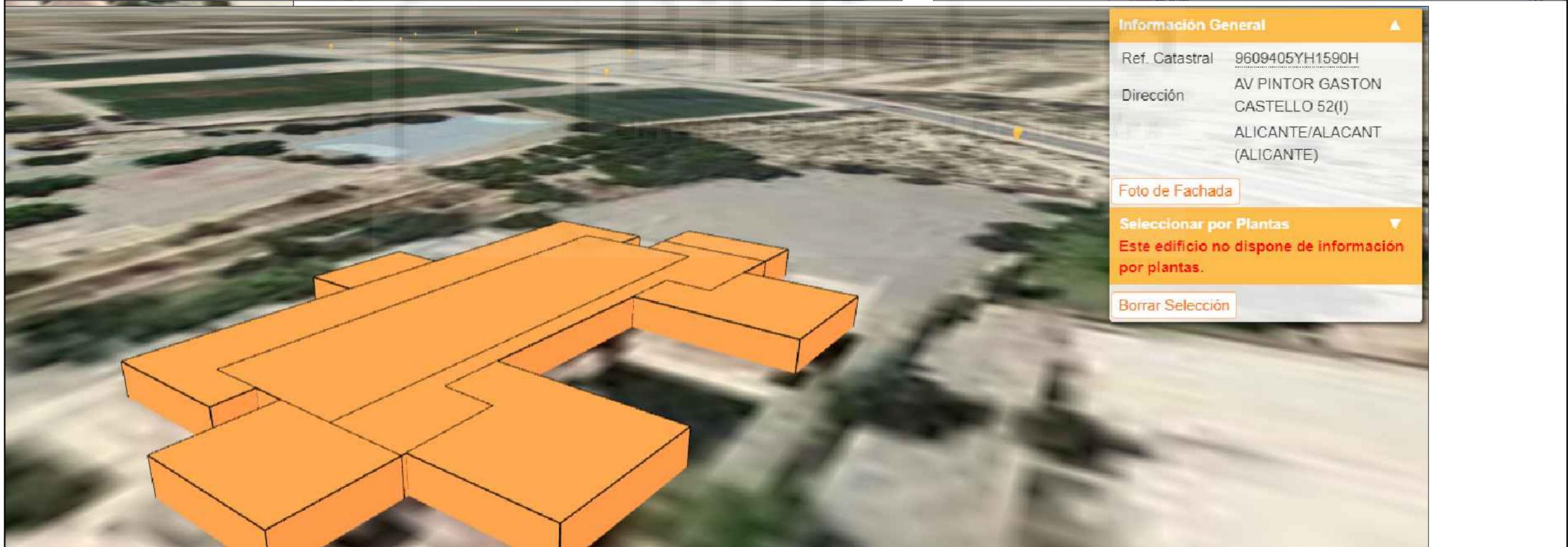
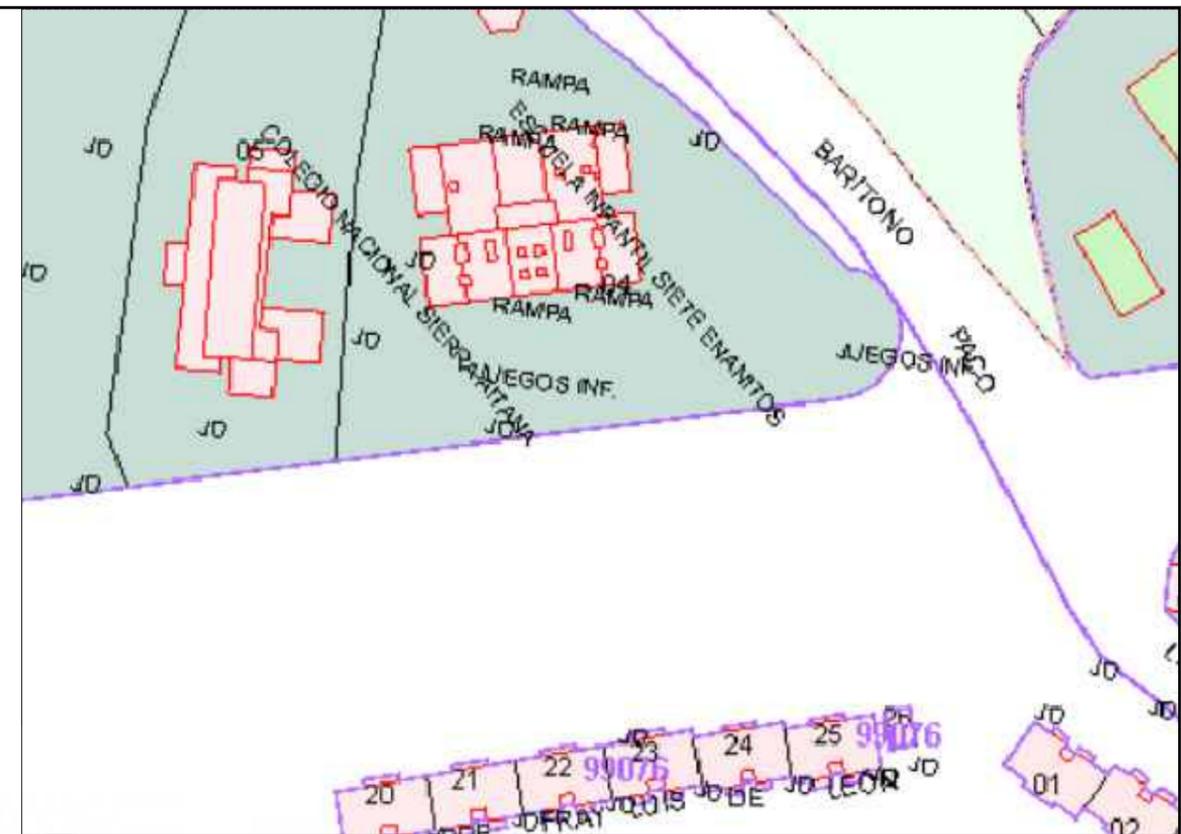
Como estas cifras no se alcanzan, no se requiere de segregación de residuos en obra.





ÍNDICE DE PLANOS

1. CEIP Santísima Faz	
1.1. Emplazamiento.....	130
1.2. Disposición de módulos y strings.....	131
1.3. Esquema unifilar.....	132
2. Escuela Infantil 7 Enanitos	
2.1. Emplazamiento.....	133
2.2. Disposición de módulos y strings.....	134
2.3. Esquema unifilar.....	135
3. CEIP Emilio Valera	
3.1. Emplazamiento.....	136
3.2. Disposición de módulos y strings.....	137
3.3. Esquema unifilar.....	138



Información General

Ref. Catastral 9609405YH1590H

Dirección AV PINTOR GASTON CASTELLO 52(I) ALICANTE/ALACANT (ALICANTE)

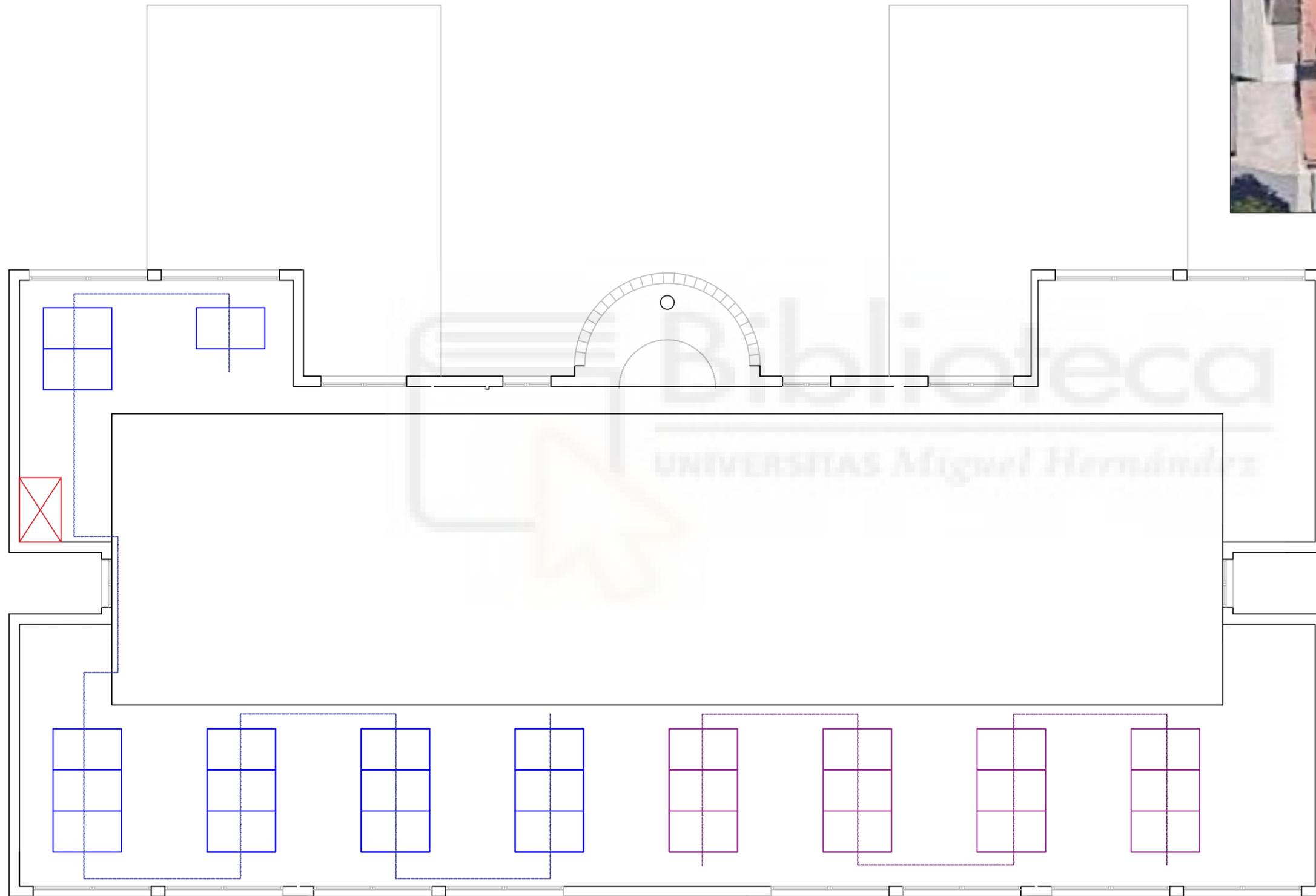
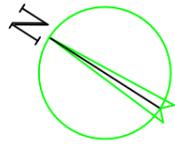
Foto de Fachada

Seleccionar por Plantas

Este edificio no dispone de información por plantas.

Borrar Selección

TITULAR/PROMOTOR EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALICANTE				TITULO DEL PROYECTO PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COLECTIVA EN CENTROS EDUCATIVOS DE ALICANTE		Hoja: 1 de 3		ESCALA S/E		TITULO DEL PLANO EMPLAZAMIENTO		FECHA Octubre 2023		DISEÑADO POR: FRANCISCO PABLO DÍAZ ABAD		REVISADO POR: ABRAHAM RUÍZ GÓMEZ	
UNIVERSITAT MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE DEPARTAMENTO INGENIERÍA DE COMUNICACIONES																	



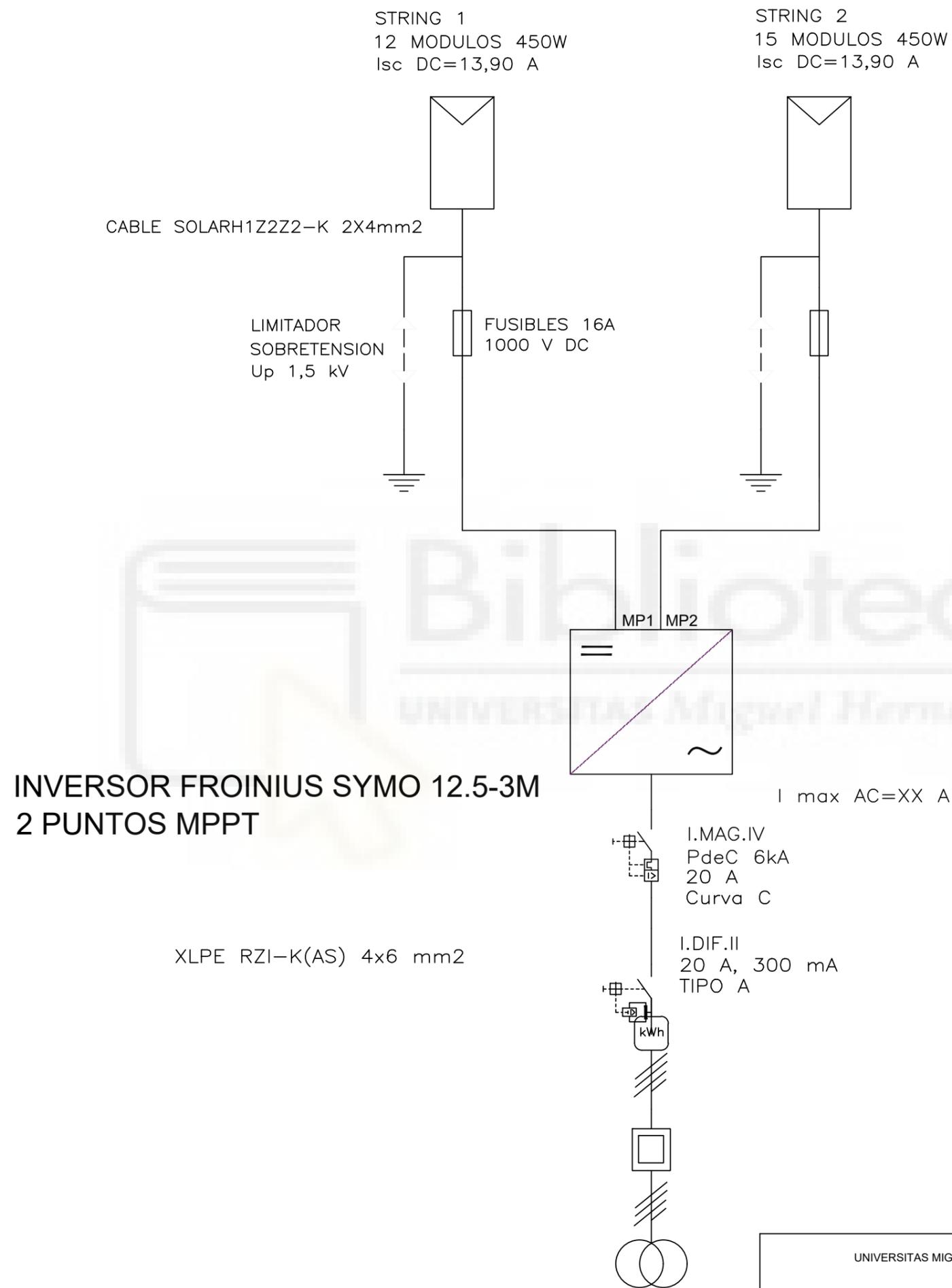
LEYENDA

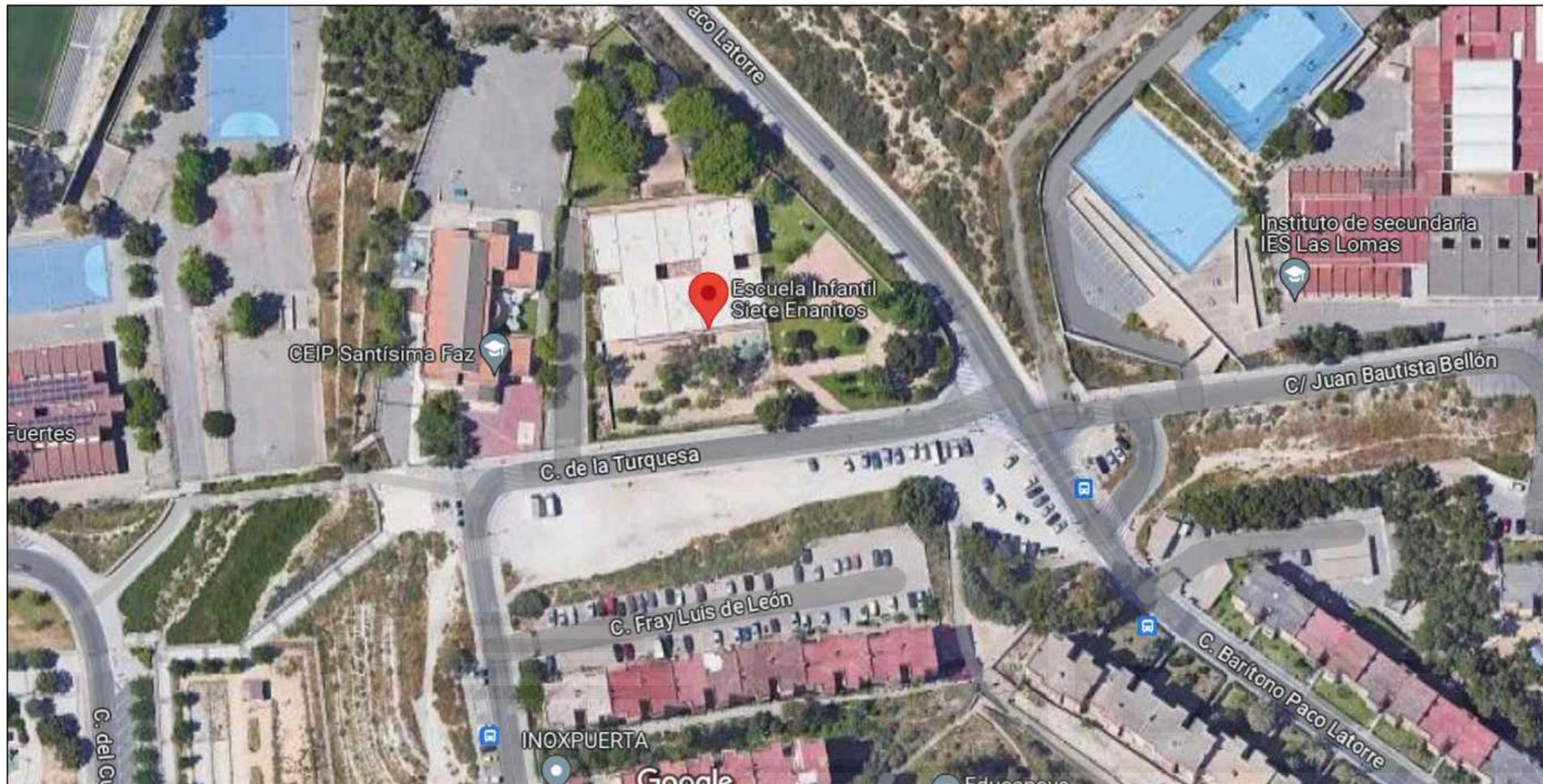
-  STRING 1
-  STRING 2
-  INVERSOR Y CAJA DE PROTECCIONES CC Y CA

UNIVERSITATIS MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
DEPARTAMENTO INGENIERÍA DE COMUNICACIONES



TITULAR/PROMOTOR EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALICANTE	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COLECTIVA EN CENTROS EDUCATIVOS DE ALICANTE	Hoja: 3 de 3	ESCALA S/E	TÍTULO DEL PLANO DISPOSICIÓN MÓDULOS Y STRINGS	FECHA Octubre 2023	DISEÑADO POR: FRANCISCO PABLO DÍAZ ABAD	REVISADO POR: ABRAHAM RUÍZ GÓMEZ
---	---	-----------------	---------------	---	-----------------------	--	-------------------------------------



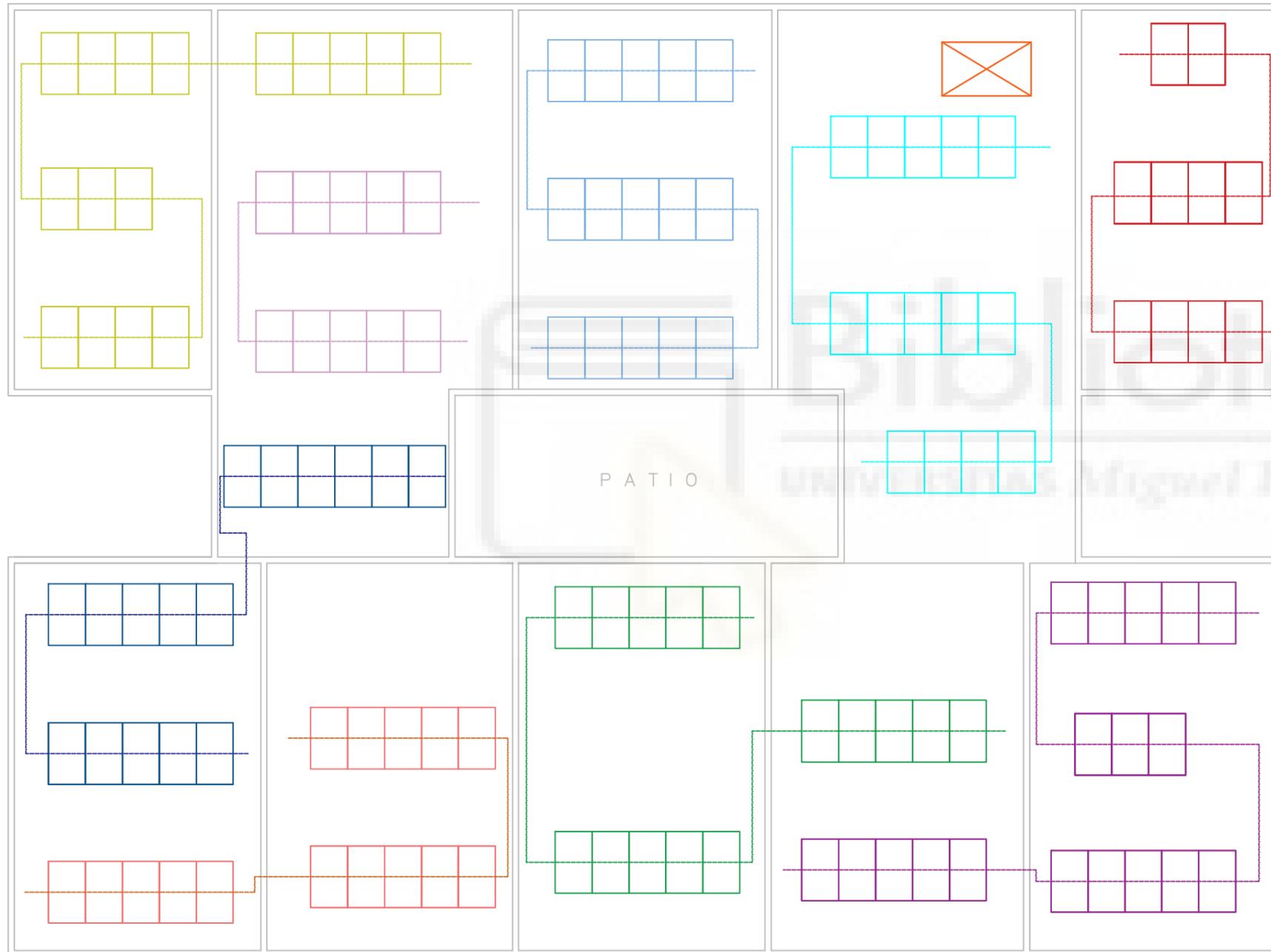


Información General	
Ref. Catastral	9609404YH1590H
Dirección	CL BARITONO PACO LATORRE 14 ALICANTE/ALACANT (ALICANTE)
Foto de Fachada	
Seleccionar por Plantas	
Este edificio no dispone de información por plantas.	
Borrar Selección	

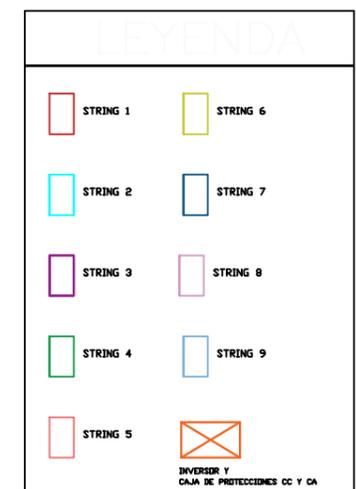
UNIVERSITAT MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE COMUNICACIONES



TITULAR/PROMOTOR EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALICANTE	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COLECTIVA EN CENTROS EDUCATIVOS DE ALICANTE	Hoja: 1 de 3	ESCALA S/E	TÍTULO DEL PLANO PLANO DE LOCALIZACIÓN	FECHA Octubre 2023	DISEÑADO POR: FRANCISCO PABLO DÍAZ ABAD	REVISADO POR: ABRAHAM RUÍZ GÓMEZ
---	---	-----------------	---------------	---	-----------------------	--	-------------------------------------



CUBIERTA



UNIVERSITAT MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
DEPARTAMENTO INGENIERÍA DE COMUNICACIONES



TITULAR/PROMOTOR
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALICANTE

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
COLECTIVA EN CENTROS EDUCATIVOS DE ALICANTE

Hoja:
2 de 3

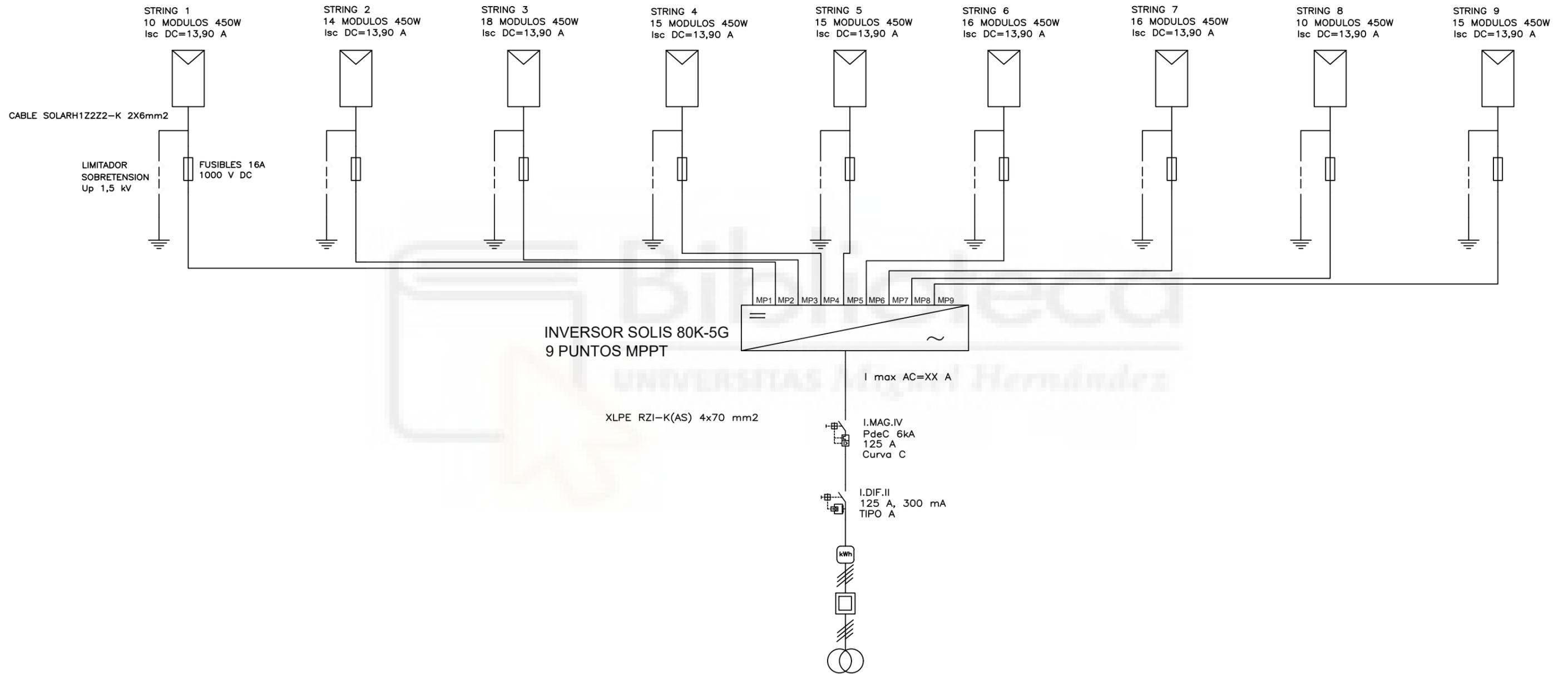
ESCALA
S/E

TÍTULO DEL PLANO
DISPOSICIÓN DE MÓDULOS Y STRINGS

FECHA
Octubre
2023

DISEÑADO POR:
FRANCISCO PABLO
DÍAZ ABAD

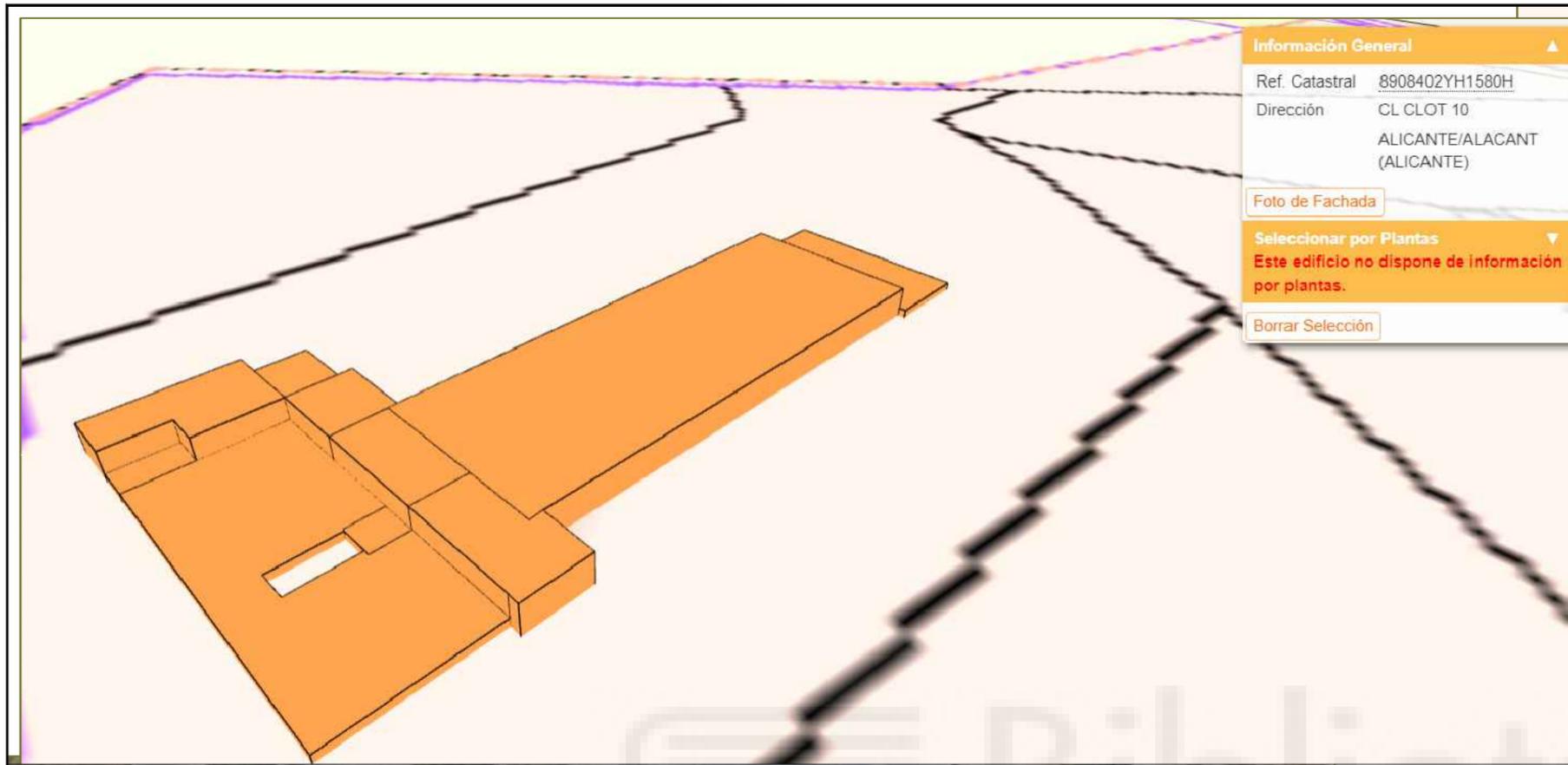
REVISADO POR:
ABRAHAM
RUÍZ GÓMEZ



UNIVERSITAT MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
 DEPARTAMENTO INGENIERÍA DE COMUNICACIONES



TITULAR/PROMOTOR	TÍTULO DEL PROYECTO	Hoja:	ESCALA	TÍTULO DEL PLANO	FECHA	DISEÑADO POR:	REVISADO POR:
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALICANTE	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COLECTIVA EN CENTROS EDUCATIVOS DE ALICANTE	3 de 3	S/E	ESQUEMA UNIFILAR	Octubre 2023	FRANCISCO PABLO DÍAZ ABAD	ABRAHAM RUÍZ GÓMEZ



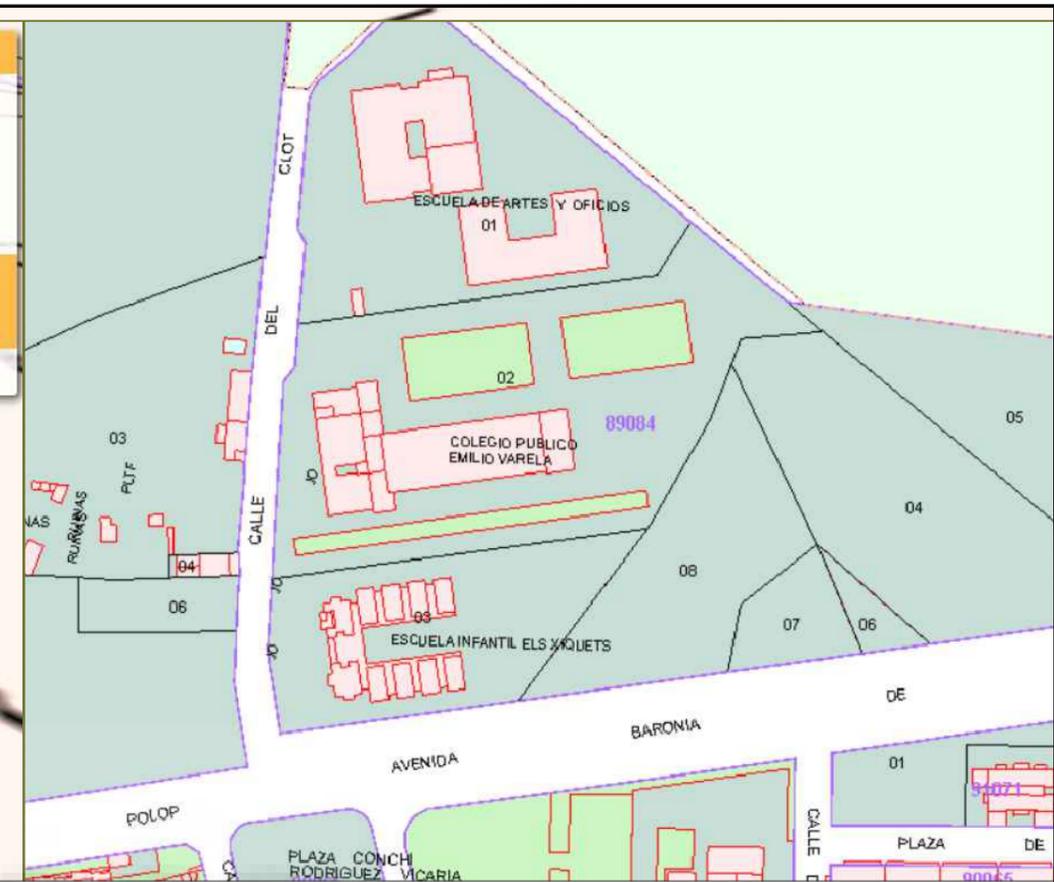
Información General

Ref. Catastral 8908402YH1580H
 Dirección CL CLOT 10
 ALICANTE/ALACANT
 (ALICANTE)

Foto de Fachada

Seleccionar por Plantas
 Este edificio no dispone de información por plantas.

Borrar Selección

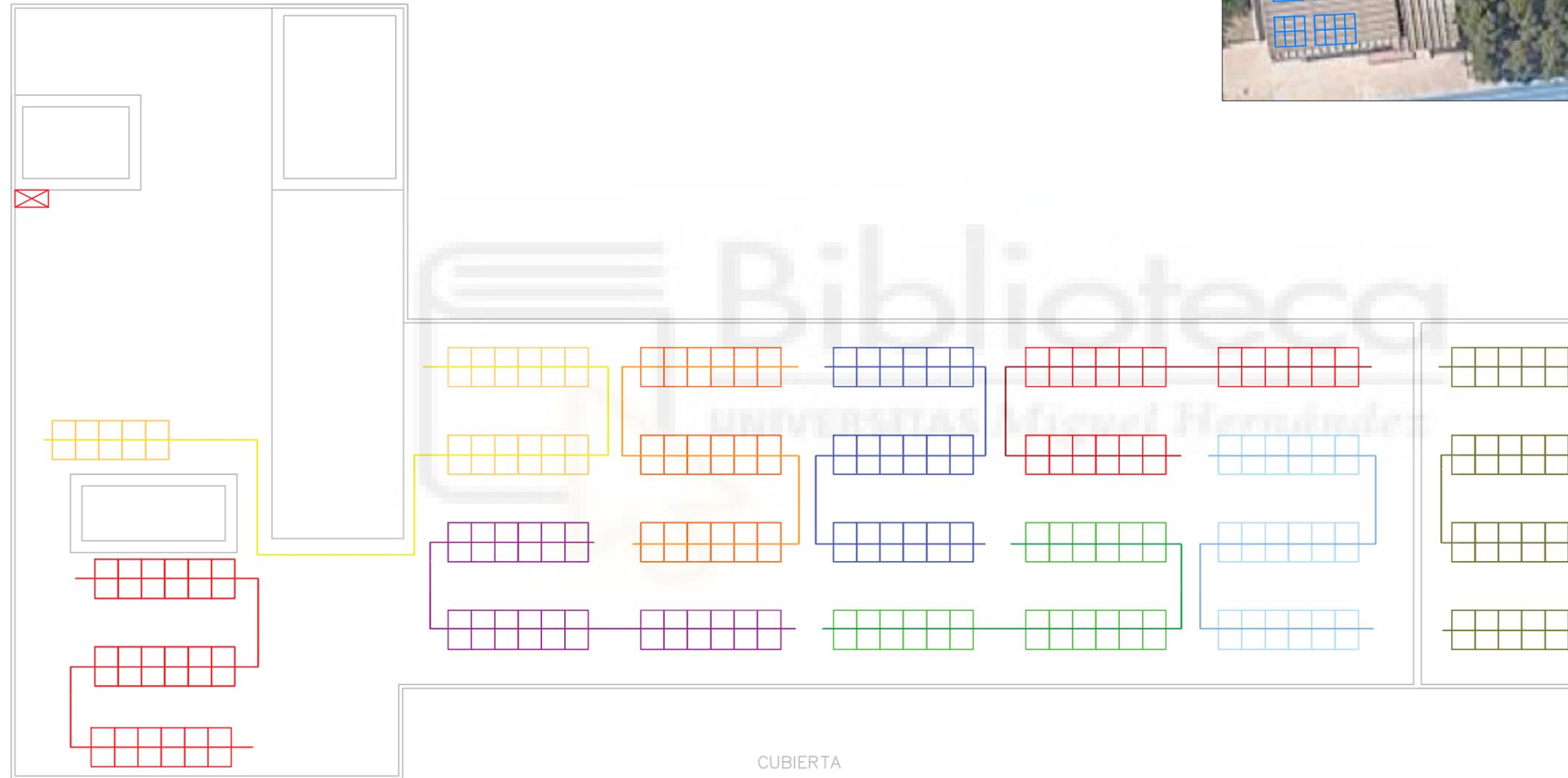
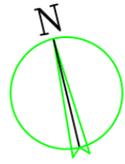


UNIVERSITAT MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
 DEPARTAMENTO INGENIERÍA DE COMUNICACIONES



TITULAR/PROMOTOR EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALICANTE	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COLECTIVA EN CENTROS EDUCATIVOS DE ALICANTE	Hoja: 1 de 3	ESCALA S/E
---	---	-----------------	---------------

TÍTULO DEL PLANO EMPLAZAMIENTO	FECHA Octubre 2023	DISEÑADO POR: FRANCISCO PABLO DÍAZ ABAD	REVISADO POR: ABRAHAM RUIZ GÓMEZ
-----------------------------------	-----------------------	--	-------------------------------------



LEYENDA			
	STRING 1		STRING 6
	STRING 2		STRING 7
	STRING 3		STRING 8
	STRING 4		STRING 9
	STRING 5		INVERSOR Y CAJA DE PROTECCIONES CC Y CA

UNIVERSITAT MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
DEPARTAMENTO INGENIERÍA DE COMUNICACIONES



TITULAR/PROMOTOR
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALICANTE

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COLECTIVA EN CENTROS EDUCATIVOS DE ALICANTE

Hoja:
2 de 3

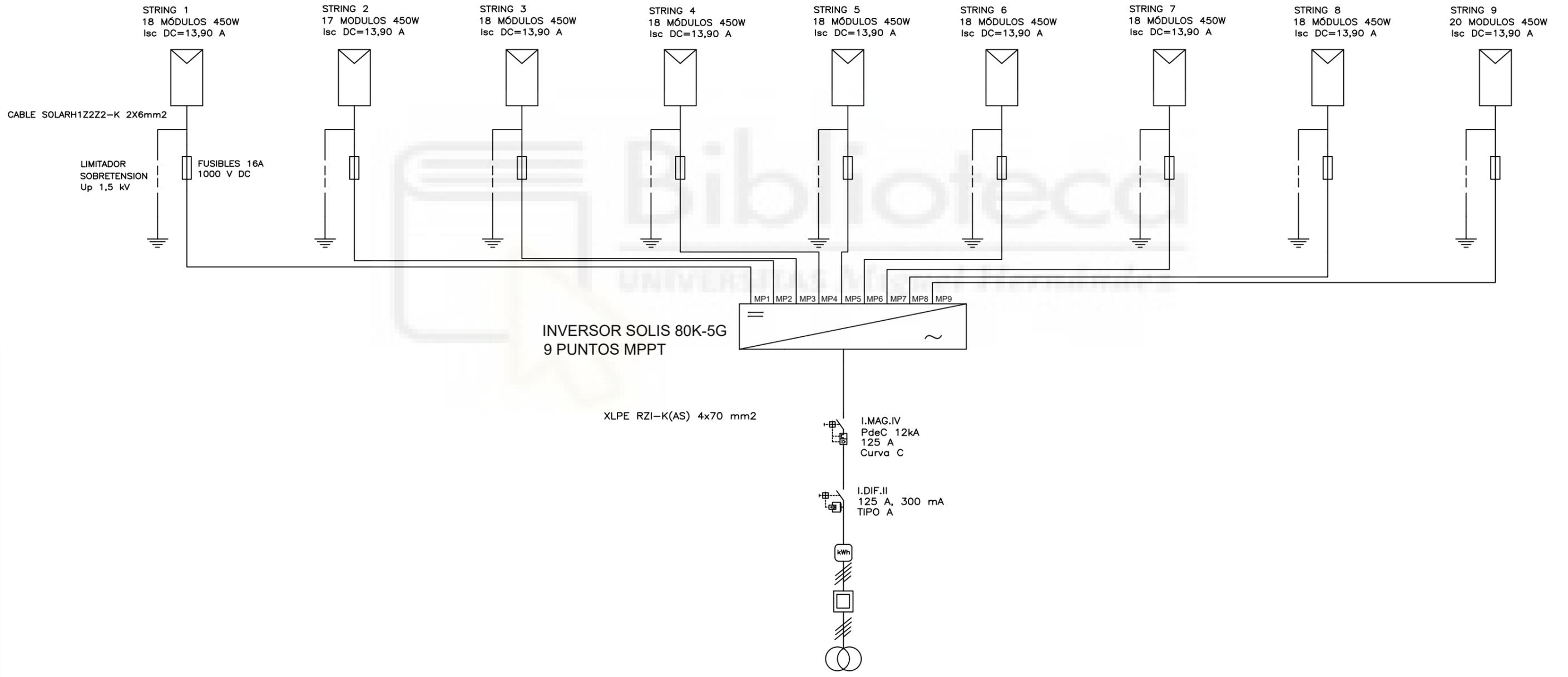
ESCALA
S/E

TÍTULO DEL PLANO
DISPOSICIÓN DE MÓDULOS Y STRINGS

FECHA
Octubre 2023

DISEÑADO POR:
FRANCISCO PABLO DÍAZ ABAD

REVISADO POR:
ABRAHAM RUÍZ GÓMEZ



UNIVERSITAT MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
DEPARTAMENTO INGENIERÍA DE COMUNICACIONES



TITULAR/PROMOTOR EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALICANTE	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COLECTIVA EN CENTROS EDUCATIVOS DE ALICANTE	Hoja: 3 de 3	ESCALA S/E	TÍTULO DEL PLANO ESQUEMA UNIFILAR	FECHA Octubre 2023	DISEÑADO POR: FRANCISCO PABLO DÍAZ ABAD	REVISADO POR: ABRAHAM RUÍZ GÓMEZ
---	---	-----------------	---------------	--------------------------------------	-----------------------	--	-------------------------------------



ÍNDICE DE PRESUPUESTO

6.1	Cuadro de descompuestos.....	142
6.2	Presupuestos y mediciones.....	151
6.3	Resumen.....	157



CUADRO DE DESCUESTOS

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 01 EMILIO VARELA

SUBCAPÍTULO E01 ESTRUCTURA Y SOPORTE

S_ES01 u Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico

Soporte coplanar continuo de fijación a correas para cubierta metálica y módulos en vertical. Válido hasta 6 módulos. Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas. Valido para de cubiertas metálica. La fijación incluye junta de estanqueidad.. Con accesorios de montaje y elementos de fijacion.

S_ES01_01	28,000 u	Estructura SUNFER Coplanar	287,00	8.036,00	
S_ES01_02	4,000 h	Oficial 1º instalador de captadores solares	22,00	88,00	
S_ES01_03	4,000 h	Ayudante instalador de captadores solares	20,30	81,20	
S_ES01_04	4,000 h	Ayudante instalador de captadores solares	20,30	81,20	
S_ES01_05	1,000 u	Alquiler de grúa para subir los materiales a la cubierta	500,00	500,00	
TOTAL PARTIDA.....				8.786,40	

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL SETECIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO E02 CONDUCTOR ELÉCTRICO

E_CON01 u Cable Solar H1Z2Z2-K 6 mm2 Tramo Corriente Continua

Cable Solar H1Z2Z2-K 6 mm2 EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1. Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754. Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%. Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2. Vida útil 30 años: Según UNE-EN 50618. Incluye canalizaciones o similar.

E_CON01_01	1,200 m	Cable Solar H1Z2Z2-K 6mm2 canalizado bajo tubo o similar	575,00	690,00	
E_CON02_02	8,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	176,00	
E_CON02_03	8,000 h	Ayudante Electricista	20,30	162,40	
E_CON02_04	8,000 h	Ayudante Electricista	20,30	162,40	
TOTAL PARTIDA.....				1.190,80	

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO NOVENTA EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

E_CON02 u Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2 Tramo Corriente Alterna

Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2. Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228 con aislamiento polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1 y cubierta poliolefina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2 No propagación del incendio según EN 50399. Bajo contenido de halógenos según IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2

E_CON02_01	70,000 m	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2 canalizado bajo tubo o similar	34,40	2.408,00	
E_CON02_02	4,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	88,00	
E_CON02_03	4,000 h	Ayudante Electricista	20,30	81,20	
E_CON02_04	4,000 h	Ayudante Electricista	20,30	81,20	
TOTAL PARTIDA.....				2.658,40	

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

CUADRO DE MUESTROS

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

SUBCAPÍTULO E03 MÓDULOS E INVERSORES

E_MO01 u Módulo Fotovoltaico					
Placa solar Perc Canadian de silicio monocristalino y célula partida. 144 de doble celda + tecnología PERC mono. Rango de potencia 330 ~ 460 W. Potencia 450 Wp. Vmp 41,1V. Imp 10,96A. Voc 49,1V. Isc 11,6A. Baja pérdida de potencia en la conexión de la celda. Eficiencia del 20,4% Menor LCOE, menor costo de la instalación. Garantiza una mayor tolerancia a las sombras y un mejor rendimiento energético gracias a su bajo coeficiente de temperatura (Pmáx): -0,35% / °C. Reacción al fuego TIPO 1 (UL1703) o CLASE C (IEC 61730). Aleación de aluminio anodizado, larguero mejorado. IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / INMETRO UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS. Incluido accesorios de montaje. Garantía 25 años.					
E_MO01_01	169,000 u	Modulo Fotovoltaico Canadian Solar 450 MS	227,00	38.363,00	
E_MO01_02	10,000 h	Oficial 1º Instalador Captadores Solares	22,00	220,00	
E_MO01_03	10,000 h	Ayudante Instalador Captadores Solares	20,30	203,00	
E_MO01_04	10,000 h	Ayudante Instalador Captadores Solares	20,30	203,00	
TOTAL PARTIDA.....					38.989,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS

E_MO02 u Inversor Fotovoltaico					
Inversor trifásico serie Solis-80K-5G con diseño de 9 MPPT para ofrecer un esquema de configuración más flexible con un índice de impacto ambiental menor y mayor eficiencia de generación. Máx. 13 A por cadena, capacidad de sobrecarga de CC del 150 %, función de escaneo IV inteligente remoto y local. Voltaje máxima de entrada 1100V. Voltaje de nominal 600V. Voltaje de arranque 195V. Rango de voltaje MPPT 180-1000V. Corriente máxima de entrada 9*26A. Corriente máxima de cortocircuito 9*40A Número máxima de cadenas de entrada 18. Potencia nominal de salida 80kW. Potencia máxima de salida aparente 88kVA. Potencia máxima de salida 88kW. Voltaje nominal de la red 3/N/PE, 220/380 V, 230/400 V. Frecuencia nominal de la red 50/60Hz. Corriente nominal de salida de red 121.6A. Corriente máxima de salida 133.7A. Factor de potencia >0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso) THDi <3%. Eficiencia máxima 98.7%. Eficiencia EU 98.3%. Protección contra polaridad inversa DC. Protección contra cortocircuito. Protección de sobrecorriente de salida. Protección contra sobretensiones Tipo II CC/ Tipo II CA. Monitoreo de red. Detección Anti-isla. Protección de temperatura. Monitoreo de cadenas. Escaneo de curvas IV. Interruptor de CC integrado. Estándar de seguridad / EMC IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 61000-6-2/-4. Conexión de CC. Conector MC4. Conexión de CA. Terminal OT (máxima 185 mm²). Pantalla LCD, 2x20 Z. Wi-Fi/GPRS. Control en tiempo real. Aplicación Android/iOS Ventilador redundante inteligente. IP 66. Incluye accesorios de montaje.					
E_MO02_01	1,000 u	Inversor Solis-80K-5G	4.261,91	4.261,91	
E_MO02_02	2,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	44,00	
E_MO02_03	2,000 h	Ayudante Electricista	20,30	40,60	
TOTAL PARTIDA.....					4.346,51

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO E04 PROTECCIONES

E_PO01 u Protecciones Conexiones DC					
E_PO01_01	1,000 u	Cuadro de protección DC, clase II IP65, con bornas de conexión	145,00	145,00	
E_PO01_02	18,000 u	Fusible 16 A 1000VDC	7,07	127,26	
E_PO01_03	18,000 u	Portafusibles	3,87	69,66	
E_PO01_04	3,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	66,00	
E_PO01_05	3,000 h	Ayudante Electricista	20,30	60,90	
TOTAL PARTIDA.....					468,82

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

E_PO02 u Protecciones Conexiones AC					
E_PO02_01	1,000 u	Magnetotérmico 4P 125A 20kA Curva C	242,00	242,00	
E_PO02_02	1,000 u	Diferencial 4P 125 A 300mA	309,87	309,87	
E_PO02_03	1,000 u	Cuadro de protección AC, PVC, IP65, con bornas de conexión	180,00	180,00	
E_PO02_04	3,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	66,00	
E_PO02_05	3,000 h	Ayudante Electricista	20,30	60,90	
TOTAL PARTIDA.....					858,77

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO E05 SEGURIDAD Y SALUD					
E_SS01	u	Elementos de Protección Individuales			
E_SS01_01	8,000 u	Casco de seguridad ajustable	37,90	303,20	
E_SS01_02	8,000 u	Guantes de seguridad	4,75	38,00	
E_SS01_03	8,000 u	Cinturón portaherramientas	16,97	135,76	
E_SS01_04	8,000 u	Botas de seguridad	42,00	336,00	
E_SS01_05	8,000 u	Gafas de protección	4,30	34,40	
E_SS01_06	0,300 %	Otros materiales de protección	50,00	15,00	

TOTAL PARTIDA..... 862,36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO E06 GESTIÓN DE RESIDUOS

E_GR01		Fase acabados			
E_GR01_01	12,000 kg	Material Cerámico	3,00	36,00	
E_GR01_02	10,000 kg	Plástico	4,00	40,00	
E_GR01_03	20,000 kg	Envases de papel y cartón	6,00	120,00	
E_GR01_04	10,000 kg	Mezcla de residuos procedentes de deribos	3,00	30,00	
E_GR01_05	15,000 kg	Madera	4,00	60,00	

TOTAL PARTIDA..... 286,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS

E_GR02		Canon de vertido por entrega de residuos inertes de papel y			
				Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA.....		14,02

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con DOS CÉNTIMOS



CUADRO DE DESCUPOSTOS**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 02 7 ENANITOS**SUBCAPÍTULO A01 ESTURCTURA Y SOPORTE**

A01_ES01	u	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico			
-----------------	----------	--	--	--	--

Soporte coplanar continuo de fijación a correas para cubierta metálica y módulos en vertical. Válido hasta 6 módulos. Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas. Valido para de cubiertas metálica. La fijación incluye junta de estanqueidad.. Con accesorios de montaje y elementos de fijacion.

A01_ES01_01	28,000 u	Estructura SUNFLER Coplanar	287,00	8.036,00	
A01_ES01_02	4,000 h	Oficial 1º Instalador de Captadores Solares	22,00	88,00	
A01_ES01_03	4,000 h	Ayudante Instalador de Captadores Solares	20,30	81,20	
A01_ES01_04	4,000 h	Ayudante Instalador de Captadores Solares	20,30	81,20	
A01_ES01_05	1,000 u	Alquiler de grúa para subir los materiales a la cubierta	500,00	500,00	

TOTAL PARTIDA.....				8.786,40	
---------------------------	--	--	--	-----------------	--

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL SETECIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO A02 CONDUCTOR ELÉCTRICO

A_CON01	u	Cable Solar H1Z2Z2-K 4 mm2 Tramo Corriente Continua			
----------------	----------	--	--	--	--

Cable Solar H1Z2Z2-K 4 mm2 EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1. Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754. Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%. Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2. Vida útil 30 años: Según UNE-EN 50618. Incluye canalizaciones o similar.

A_CON01_01	0,690 m	Cable Solar H1Z2Z2-K 4mm2 canalizado bajo tubo o similar	315,00	217,35	
A_CON01_02	6,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	132,00	
A_CON01_03	6,000 h	Ayudante Electricista	20,30	121,80	
A_CON01_04	6,000 h	Ayudante Electricista	20,30	121,80	

TOTAL PARTIDA.....				592,95	
---------------------------	--	--	--	---------------	--

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

A_CON02	u	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2 Tramo Corriente Alterna			
----------------	----------	---	--	--	--

Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2. Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228 con asilamiento polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1 y cubierta poliolefina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2 No propagación del incendio según EN 50399. Bajo contenido de halógenos según IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2

A_CON02_01	70,000 m	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2 canalizado bajo tubo o similar	34,40	2.408,00	
A_CON02_02	4,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	88,00	
A_CON02_03	4,000 h	Ayudante Electricista	20,30	81,20	
A_CON02_04	4,000 h	Ayudante Electricista	20,30	81,20	

TOTAL PARTIDA.....				2.658,40	
---------------------------	--	--	--	-----------------	--

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

CUADRO DE DESPUESTOS

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

SUBCAPÍTULO A03 MÓDULOS E INVERSORES

A_MO01	u	Módulo Fotovoltaico			
		Placa solar Perc Canadian de silicio monocristalino y célula partida. 144 de doble celda + tecnología PERC mono. Rango de potencia 330 ~ 460 W. Potencia 450 Wp. Vmp 41,1V. Imp 10,96A. Voc 49,1V. Isc 11,6A. Baja pérdida de potencia en la conexión de la celda. Eficiencia del 20,4% Menor LCOE, menor costo de la instalación. Garantiza una mayor tolerancia a las sombras y un mejor rendimiento energético gracias a su bajo coeficiente de temperatura (Pmáx): -0,35% / °C. Reacción al fuego TIPO 1 (UL1703) o CLASE C (IEC 61730). Aleación de aluminio anodizado, larguero mejorado. IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / INMETRO UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS. Incluido accesorios de montaje. Garantía 25 años.			
A_MO01_01	129,000 u	Modulo Fotovoltaico Canadian Solar 450 MS	227,00	29.283,00	
A_MO01_02	10,000 h	Oficial 1º Instalador Captadores Solares	22,00	220,00	
A_MO01_03	10,000 h	Ayudante Instalador Captadores Solares	20,30	203,00	
A_MO01_04	10,000 h	Ayudante Instalador Captadores Solares	20,30	203,00	
TOTAL PARTIDA.....					29.909,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE MIL NOVECIENTOS NUEVE EUROS

A_MO02	u	Inversor Fotovoltaico			
		Inversor trifásico serie Solis-80K-5G con diseño de 9 MPPT para ofrecer un esquema de configuración más flexible con un índice de impacto ambiental menor y mayor eficiencia de generación. Máx. 13 A por cadena, capacidad de sobrecarga de CC del 150 %, función de escaneo IV inteligente remoto y local. Voltaje máxima de entrada 1100V. Voltaje de nominal 600V. Voltaje de arranque 195V. Rango de voltaje MPPT 180-1000V. Corriente máxima de entrada 9*26A. Corriente máxima de cortocircuito 9*40A Número máxima de cadenas de entrada 18. Potencia nominal de salida 80kW. Potencia máxima de salida aparente 88kVA. Potencia máxima de salida 88kW. Voltaje nominal de la red 3/N/PE, 220/380 V, 230/400 V. Frecuencia nominal de la red 50/60Hz. Corriente nominal de salida de red 121.6A. Corriente máxima de salida 133.7A. Factor de potencia >0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso) THDi <3%. Eficiencia máxima 98.7%. Eficiencia EU 98.3%. Protección contra polaridad inversa DC. Protección contra cortocircuito. Protección de sobrecorriente de salida. Protección contra sobretensiones Tipo II CC/ Tipo II CA. Monitoreo de red. Detección Anti-isla. Protección de temperatura. Monitoreo de cadenas. Escaneo de curvas IV. Interruptor de CC integrado. Estándar de seguridad / EMC IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 61000-6-2/-4. Conexión de CC. Conector MC4. Conexión de CA. Terminal OT (máxima 185 mm²). Pantalla LCD, 2x20 Z. Wi-Fi/GPRS. Control en tiempo real. Aplicación Android/iOS Ventilador redundante inteligente. IP 66. Incluye accesorios de montaje.			
A_MO02_01	1,000 u	Inversor Solis-80K-5G	4.261,91	4.261,91	
A_MO02_02	2,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	44,00	
A_MO02_03	2,000 h	Ayudante Electricista	20,30	40,60	
TOTAL PARTIDA.....					4.346,51

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO A04 PROTECCIONES

A_PO01	u	Protecciones Conexiones DC			
A_PO01_01	1,000 u	Cuadro de protección DC, clase II IP65, con bornas de conexión	145,00	145,00	
A_PO01_02	18,000 u	Fusible 16 A 1000VDC	7,07	127,26	
A_PO01_03	18,000 u	Portafusibles	3,87	69,66	
A_PO01_04	3,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	66,00	
A_PO01_05	3,000 h	Ayudante Electricista	20,30	60,90	
TOTAL PARTIDA.....					468,82

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

A_PO02	u	Protecciones Conexiones AC			
A_PO02_01	1,000 u	Magnetotérmico 4P 125A 20kA Curva C	242,00	242,00	
A_PO02_02	1,000 u	Diferencial 4P 125 A 300mA	309,87	309,87	
A_PO02_03	1,000 u	Cuadro de protección AC, PVC, IP65, con bornas de conexión	180,00	180,00	
A_PO02_04	3,000 h	Oficial 1º Electricista	22,00	66,00	
A_PO02_05	3,000 h	Ayudante Electricista	20,30	60,90	
TOTAL PARTIDA.....					858,77

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO A05 SEGURIDAD Y SALUD					
A_SS01	u	Elementos de Protección Individuales			
A_SS01_01	8,000 u	Casco de seguridad ajustable	37,90	303,20	
A_SS01_02	8,000 u	Guantes de seguridad	4,75	38,00	
A_SS01_03	8,000 u	Cinturón portaherramientas	16,97	135,76	
A_SS01_04	8,000 u	Botas de seguridad	42,00	336,00	
A_SS01_05	8,000 u	Gafas de protección	4,30	34,40	
A_SS01_06	0,300 %	Otros materiales de protección	50,00	15,00	
TOTAL PARTIDA.....					862,36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

A_GR02		Canon de vertido por entrega de residuos inertes de papel y			
			Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA.....					14,02

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con DOS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO A06 GESTIÓN DE RESIDUOS

A_GR01		Fase acabados			
A_GR01_01	12,000 kg	Material Cerámico	3,00	36,00	
A_GR01_02	10,000 kg	Plástico	4,00	40,00	
A_GR01_03	20,000 kg	Envases de papel y cartón	6,00	120,00	
A_GR01_04	10,000 kg	Mezcla de residuos procedentes de deribos	3,00	30,00	
A_GR01_05	15,000 kg	Madera	4,00	60,00	
TOTAL PARTIDA.....					286,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 03 SANTÍSIMA FAZ

SUBCAPÍTULO S01 ESTRUCTURA Y SOPORTE

S01_ES01 u Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico

Soporte coplanar continuo de fijación a correas para cubierta metálica y módulos en vertical. Válido hasta 3 módulos. Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas. Valido para de cubiertas metálica. La fijación incluye junta de estanqueidad.. Con accesorios de montaje y elementos de fijacion.

S01_ES01_01	10,000 u	Estructura SUNFLER Coplanar	153,00	1.530,00	
S01_ES01_02	4,000 h	Oficial 1º Instalador de Captadores Solares	22,00	88,00	
S01_ES01_03	4,000 h	Ayudante Instalador de Captadores Solares	20,30	81,20	
S01_ES01_04	1,000 u	Alquiler de grúa para subir los materiales a la cubierta	500,00	500,00	

TOTAL PARTIDA..... 2.199,20

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO S02 CONDUCTOR ELÉCTRICO

S_CON01 u Cable Solar H1Z2Z2-K 4 mm2 Tramo Corriente Continua

Cable Solar H1Z2Z2-K 4 mm2 EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1. Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754. Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%. Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2. Vida útil 30 años: Según UNE-EN 50618. Incluye canalizaciones o similar.

S_CON01_01	65,000 m	Cable Solar H1Z2Z2-K 4mm2 canalizado bajo tubo o similar	0,69	44,85	
S_CON01_02	6,000 h	1º Oficial Electricista	22,00	132,00	
S_CON01_03	6,000 h	Ayudante Electricista	20,30	121,80	

TOTAL PARTIDA..... 298,65

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

S_CON02 m Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x6mm2 Tramo Corriente Alterna

Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x6mm2. Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228 con aislamiento polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1 y cubierta poliolefina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2 No propagación del incendio según EN 50399. Bajo contenido de halógenos según IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2

S_CON02_01	40,000 m	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x6mm2 canalizado bajo tubo o similar	5,19	207,60	
S_CON02_02	4,000 h	1º Oficial Electricista	22,00	88,00	
S_CON02_03	4,000 h	Ayudante Electricista	20,30	81,20	

TOTAL PARTIDA..... 376,80

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO S03 MÓDULOS E INVERSORES

S_MO01 u Módulo Fotovoltaico

Placa solar Perc Canadian de silicio monocristalino y célula partida. 144 de doble celda + tecnología PERC mono. Rango de potencia 330 ~ 460 W. Potencia 450 Wp. Vmp 41,1V. Imp 10,96A. Voc 49,1V. Isc 11,6A. Baja pérdida de potencia en la conexión de la celda. Eficiencia del 20,4% Menor LCOE, menor costo de la instalación. Garantiza una mayor tolerancia a las sombras y un mejor rendimiento energético gracias a su bajo coeficiente de temperatura (Pmáx): -0,35% / °C. Reacción al fuego TIPO 1 (UL1703) o CLASE C (IEC 61730). Aleación de aluminio anodizado, larguero mejorado. IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / INMETRO UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS. Incluido accesorios de montaje. Garantía 25 años.

S_MO01_01	27,000 u	Modulo Fotovoltaico Canadian Solar 450 MS	227,00	6.129,00	
S_MO01_02	10,000 h	Oficial 1º Instalador Captadores Solares	22,00	220,00	
S_MO01_03	10,000 h	Ayudante Instalador Captadores Solares	20,30	203,00	

TOTAL PARTIDA..... 6.552,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
S_MO02		u	Inversor Fotovoltaico			
			Inversor de Conexión a Red FRONIUS Symo 12.5-3-M 12.5kW. 2 MPPT, Seguimiento inteligente GMPP. Sistema Super Flex. Modbus RTU SunSpec, Modbus TCP SunSpec y Fronius Solar API. 2x Conexión RJ45 LAN 10/100Mb, Wireless estándar 802,11 b/g/n / Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON), 6 entradas digitales, 4 entrada / salida digital para gestión de carga y conexión Modbus RTU RS485. Corriente de salida 18 . Acoplamiento a la red 3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %). Rango de tensión de entrada 200-1000V. Máxima corriente de cortocircuito de MPP1 / MPP2 56 A / 34 A. Máx. corriente de entrada tota 43,5 A. Máx. corriente de entrada 27 A / 16,5 A			
S_MO02_01	1,000	u	Inversor FRONIUS SYMO 12.5-3-M	2,348,95	2,348,95	
S_MO02_02	1,000	u	Smart meter Fronius TS 65 A-3	259,00	259,00	
S_MO02_03	1,000	u	Data Manager 2,0 WLAN Galvo Symo Primo	259,00	259,00	
S_MO02_04	2,000	h	Oficial 1º Electricista	22,00	44,00	
S_MO02_05	2,000	h	Ayudante Electricista	20,30	40,60	
TOTAL PARTIDA.....						2.951,55

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO S04 PROTECCIONES

S_PO01		u	Protecciones Conexiones DC			
S_PO01_01	1,000	u	Cuadro de protección DC, clase II IP65, con bornas de conexión	100,00	100,00	
S_PO01_02	4,000	u	Fusible 16 A 1000VDC	7,07	28,28	
S_PO01_03	4,000	u	Portafusibles	3,87	15,48	
S_PO01_04	3,000	h	Oficial 1º Electricista	22,00	66,00	
S_PO01_05	3,000	h	Ayudante Electricista	20,30	60,90	
TOTAL PARTIDA.....						270,66

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

S_PO02		u	Protecciones Conexiones AC			
S_PO02_01	1,000	u	Magnetotérmico 4P 20A 6kA Curva C	34,50	34,50	
S_PO02_02	1,000	u	Diferencial 4P 25 A 300mA	288,70	288,70	
S_PO02_03	1,000	u	Cuadro de protección AC, PVC, IP65, con bornas de conexión	120,00	120,00	
S_PO02_04	3,000	h	Oficial 1º Electricista	22,00	66,00	
S_PO02_05	3,000	h	Ayudante Electricista	20,30	60,90	
TOTAL PARTIDA.....						570,10

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS SETENTA EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO S05 SEGURIDAD Y SALUD

S_SS01		u	Elementos de Protección Individuales			
S_SS01_01	8,000	u	Casco de seguridad ajustable	37,90	303,20	
S_SS01_02	8,000	u	Guantes de seguridad	4,75	38,00	
S_SS01_03	8,000	u	Cinturón portaherramientas	16,97	135,76	
S_SS01_04	8,000	u	Botas de seguridad	42,00	336,00	
S_SS01_05	8,000	u	Gafas de protección	4,30	34,40	
S_SS01_06	0,300	%	Otros materiales de protección	50,00	15,00	
TOTAL PARTIDA.....						862,36

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO S06 GESTIÓN DE RESIDUOS					
S_GR01		Fase acabados			
S_GR01_01	8,000 kg	Material Cerámico	3,00	24,00	
S_GR01_02	8,000 kg	Plástico	4,00	32,00	
S_GR01_03	12,000 kg	Envases de papel y cartón	6,00	72,00	
S_GR01_04	8,000 kg	Mezcla de redivuos procedentes de deribos	3,00	24,00	
S_GR01_05	10,000 kg	Madera	4,00	40,00	
		TOTAL PARTIDA.....			192,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS

S_GR02		Canon de vertido por entrega de residuos inertes de papel y			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			14,02

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con DOS CÉNTIMOS



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 EMILIO VARELA									
SUBCAPÍTULO E01 ESTRUCTURA Y SOPORTE									
S_ES01	u Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico								
Soporte coplanar continuo de fijación a correas para cubierta metálica y módulos en vertical. Válido hasta 6 módulos. Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas. Valido para de cubiertas metálica. La fijación incluye y junta de estanqueidad.. Con accesorios de montaje y elementos de fijacion.									
							1,00	8.786,40	8.786,40
TOTAL SUBCAPÍTULO E01 ESTRUCTURA Y SOPORTE.....									8.786,40
SUBCAPÍTULO E02 CONDUCTOR ELÉCTRICO									
E_CON01	u Cable Solar H1Z2Z2-K 6 mm2 Tramo Corriente Continua								
Cable Solar H1Z2Z2-K 6 mm2 EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1. Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754. Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60% . Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2. Vida útil 30 años: Según UNE-EN 50618. Incluye canalizaciones o similar.									
							1,00	1.190,80	1.190,80
E_CON02	u Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2 Tramo Corriente Alterna								
Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2. Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228 con asilamiento polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1 y cubierta poliolefina termoplástica tipo DMZE según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2 No propagación del incendio según EN 50399. Bajo contenido de halógenos según IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2									
							1,00	2.658,40	2.658,40
TOTAL SUBCAPÍTULO E02 CONDUCTOR ELÉCTRICO.....									3.849,20
SUBCAPÍTULO E03 MÓDULOS E INVERSORES									
E_MO01	u Módulo Fotovoltaico								
Placa solar Perc Canadian de silicio monocristalino y célula partida. 144 de doble celda + tecnología PERC mono. Rango de potencia 330 ~ 460 W. Potencia 450 Wp. Vmp 41,1V. Imp 10,96A. Voc 49,1V. Isc 11,6A. Baja pérdida de potencia en la conexión de la celda. Eficiencia del 20,4% Menor LCOE, menor costo de la instalación. Garantiza una mayor tolerancia a las sombras y un mejor rendimiento energético gracias a su bajo coeficiente de temperatura (Pmáx): -0,35% / °C. Reacción al fuego TIPO 1 (UL1703) o CLASE C (IEC 61730). Aleación de aluminio anodizado, larguero mejorado. IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / INMETRO UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS. Incluido accesorios de montaje. Garantía 25 años.									
							1,00	38.989,00	38.989,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
E_MO02	<p>u Inversor Fotovoltaico</p> <p>Inversor trifásico serie Solis-80K-5G con diseño de 9 MPPT para ofrecer un esquema de configuración más flexible con un índice de impacto ambiental menor y mayor eficiencia de generación. Máx. 13 A por cadena, capacidad de sobrecarga de CC del 150 % , función de escaneo IV inteligente remoto y local.Voltaje máxima de entrada 1100V. Voltaje de nominal 600V. Voltaje de arranque 195V. Rango de voltaje MPPT 180-1000V. Corriente máxima de entrada 9*26A. Corriente máxima de cortocircuito 9*40A Número máxima de cadenas de entrada 18. Potencia nominal de salida 80kW. Potencia máxima de salida aparente 88kVA. Potencia máxima de salida 88kW. Voltaje nominal de la red 3/N/PE, 220/380 V, 230/400 V. Frecuencia nominal de la red 50/60Hz. Corriente nominal de salida de red 121.6A. Corriente máxima de salida 133.7A. Factor de potencia >0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso) THDi <3% . Eficiencia máxima 98.7% . Eficiencia EU 98.3% . Protección contra polaridad inversa DC. Protección contra cortocircuito. Protección de sobrecorriente de salida. Protección contra sobretensiones Tipo II CC/ Tipo II CA. Monitoreo de red. Detección Anti-isla. Protección de temperatura. Monitoreo de cadenas. Escaneo de curvas I/V. Interruptor de CC integrado. Estándar de seguridad / EMC IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 61000-6-2/-4. Conexión de CC. Conector MC4. Conexión de CA. Terminal OT (máxima 185 mm²). Pantalla LCD, 2x20 Z. WiFi/GPRS. Control en tiempo real. Aplicación Android/iOS Ventilador redundante inteligente. IP 66. Incluye accesorios de montaje.</p>							1,00	4.346,51	4.346,51
TOTAL SUBCAPÍTULO E03 MÓDULOS E INVERSORES.....									43.335,51	
SUBCAPÍTULO E04 PROTECCIONES										
E_PO01	u Protecciones Conexiones DC							1,00	468,82	468,82
E_PO02	u Protecciones Conexiones AC							1,00	858,77	858,77
TOTAL SUBCAPÍTULO E04 PROTECCIONES.....									1.327,59	
SUBCAPÍTULO E05 SEGURIDAD Y SALUD										
E_SS01	u Elementos de Protección Individuales							1,00	862,36	862,36
TOTAL SUBCAPÍTULO E05 SEGURIDAD Y SALUD.....									862,36	
TOTAL CAPÍTULO 01 EMILIO VARELA.....									58.161,06	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 7 ENANITOS									
SUBCAPÍTULO A01 ESTURCTURA Y SOPORTE									
A01_ES01	u Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico								
	Soporte coplanar continuo de fijación a correas para cubierta metálica y módulos en vertical. Válido hasta 6 módulos. Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas. Valido para de cubiertas metálica. La fijación incluye y junta de estanqueidad.. Con accesorios de montaje y elementos de fijacion.						1,00	8.786,40	8.786,40
TOTAL SUBCAPÍTULO A01 ESTURCTURA Y SOPORTE.....									8.786,40
SUBCAPÍTULO A02 CONDUCTOR ELÉCTRICO									
A_CON01	u Cable Solar H1Z2Z2-K 4 mm2 Tramo Corriente Continua								
	Cable Solar H1Z2Z2-K 4 mm2 EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1. Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754. Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60% . Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2. Vida útil 30 años: Según UNE-EN 50618. Incluye canalizaciones o similar.						1,00	592,95	592,95
A_CON02	u Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2 Tramo Corriente Alterna								
	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x70mm2. Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228 con asilamiento polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1 y cubierta poliolefina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2 No propagación del incendio según EN 50399. Bajo contenido de halógenos según IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2						1,00	2.658,40	2.658,40
TOTAL SUBCAPÍTULO A02 CONDUCTOR ELÉCTRICO.....									3.251,35
SUBCAPÍTULO A03 MÓDULOS E INVERSORES									
A_MO01	u Módulo Fotovoltaico								
	Placa solar Perc Canadian de silicio monocristalino y célula partida. 144 de doble celda + tecnología PERC mono. Rango de potencia 330 ~ 460 W. Potencia 450 Wp. Vmp 41,1V. Imp 10,96A. Voc 49,1V. Isc 11,6A. Baja pérdida de potencia en la conexión de la celda. Eficiencia del 20,4% Menor LCOE, menor costo de la instalación. Garantiza una mayor tolerancia a las sombras y un mejor rendimiento energético gracias a su bajo coeficiente de temperatura (Pmáx): -0,35% / °C. Reacción al fuego TIPO 1 (UL1703) o CLASE C (IEC 61730). Aleación de aluminio anodizado, larguero mejorado. IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / INMETRO UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS. Incluido accesorios de montaje. Garantía 25 años.						1,00	29.909,00	29.909,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
A_MO02	<p>u Inversor Fotovoltaico</p> <p>Inversor trifásico serie Solis-80K-5G con diseño de 9 MPPT para ofrecer un esquema de configuración más flexible con un índice de impacto ambiental menor y mayor eficiencia de generación. Máx. 13 A por cadena, capacidad de sobrecarga de CC del 150 % , función de escaneo IV inteligente remoto y local.Voltaje máxima de entrada 1100V. Voltaje de nominal 600V. Voltaje de arranque 195V. Rango de voltaje MPPT 180-1000V. Corriente máxima de entrada 9*26A. Corriente máxima de cortocircuito 9*40A Número máxima de cadenas de entrada 18. Potencia nominal de salida 80kW. Potencia máxima de salida aparente 88kVA. Potencia máxima de salida 88kW. Voltaje nominal de la red 3/N/PE, 220/380 V, 230/400 V. Frecuencia nominal de la red 50/60Hz. Corriente nominal de salida de red 121.6A. Corriente máxima de salida 133.7A. Factor de potencia >0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso) THDi <3% . Eficiencia máxima 98.7% . Eficiencia EU 98.3% . Protección contra polaridad inversa DC. Protección contra cortocircuito. Protección de sobrecorriente de salida. Protección contra sobretensiones Tipo II CC/ Tipo II CA. Monitoreo de red. Detección Anti-isla. Protección de temperatura. Monitoreo de cadenas. Escaneo de curvas I/V. Interruptor de CC integrado. Estándar de seguridad / EMC IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 61000-6-2/-4. Conexión de CC. Conector MC4. Conexión de CA. Terminal OT (máxima 185 mm²). Pantalla LCD, 2×20 Z. WiFi/GPRS. Control en tiempo real. Aplicación Android/iOS Ventilador redundante inteligente. IP 66. Incluye accesorios de montaje.</p>							1,00	4.346,51	4.346,51
TOTAL SUBCAPÍTULO A03 MÓDULOS E INVERSORES.....									34.255,51	
SUBCAPÍTULO A04 PROTECCIONES										
A_PO01	u Protecciones Conexiones DC							1,00	468,82	468,82
A_PO02	u Protecciones Conexiones AC							1,00	858,77	858,77
TOTAL SUBCAPÍTULO A04 PROTECCIONES.....									1.327,59	
SUBCAPÍTULO A05 SEGURIDAD Y SALUD										
A_SS01	u Elementos de Protección Individuales							1,00	862,36	862,36
A_GR02	Canon de vertido por entrega de residuos inertes de papel y							1,00	14,02	14,02
TOTAL SUBCAPÍTULO A05 SEGURIDAD Y SALUD.....									876,38	
SUBCAPÍTULO A06 GESTIÓN DE RESIDUOS										
A_GR01	Fase acabados							1,00	286,00	286,00
TOTAL SUBCAPÍTULO A06 GESTIÓN DE RESIDUOS.....									286,00	
TOTAL CAPÍTULO 02 7 ENANITOS.....									48.783,23	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 SANTÍSIMA FAZ									
SUBCAPÍTULO S01 ESTRUCTURA Y SOPORTE									
S01_ES01	u Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico								
	Soporte coplanar continuo de fijación a correas para cubierta metálica y módulos en vertical. Válido hasta 3 módulos. Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas. Valido para de cubiertas metálica. La fijación incluye y junta de estanqueidad.. Con accesorios de montaje y elementos de fijación.						1,00	2.199,20	2.199,20
TOTAL SUBCAPÍTULO S01 ESTRUCTURA Y SOPORTE.....									2.199,20
SUBCAPÍTULO S02 CONDUCTOR ELÉCTRICO									
S_CON01	u Cable Solar H1Z2Z2-K 4 mm2 Tramo Corriente Continua								
	Cable Solar H1Z2Z2-K 4 mm2 EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754. Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60% . Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2. Vida útil 30 años: Según UNE-EN 50618. Incluye canalizaciones o similar.						1,00	298,65	298,65
S_CON02	m Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x6mm2 Tramo Corriente Alterna								
	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV 4x6mm2. Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228 con asilamiento polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1 y cubierta poliolefina termoplástica tipo DMZE según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2 No propagación del incendio según EN 50399. Bajo contenido de halógenos según IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2 Baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2						1,00	376,80	376,80
TOTAL SUBCAPÍTULO S02 CONDUCTOR ELÉCTRICO.....									675,45
SUBCAPÍTULO S03 MÓDULOS E INVERSORES									
S_MO01	u Módulo Fotovoltaico								
	Placa solar Perc Canadian de silicio monocristalino y célula partida. 144 de doble celda + tecnología PERC mono. Rango de potencia 330 ~ 460 W. Potencia 450 Wp. Vmp 41,1V. Imp 10,96A. Voc 49,1V. Isc 11,6A. Baja pérdida de potencia en la conexión de la celda. Eficiencia del 20,4% Menor LCOE, menor costo de la instalación. Garantiza una mayor tolerancia a las sombras y un mejor rendimiento energético gracias a su bajo coeficiente de temperatura (Pmáx): -0,35% / °C.Reacción al fuego TIPO 1 (UL1703) o CLASE C (IEC 61730). Aleación de aluminio anodizado, larguero mejorado. IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / INMETRO UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS. Incluido accesorios de montaje. Garantía 25 años.						1,00	6.552,00	6.552,00
S_MO02	u Inversor Fotovoltaico								
	Inversor de Conexión a Red FRONIUS Symo 12.5-3-M 12.5kW. 2 MPPT, Seguimiento inteligente GMPP. Sistema Super Flex. Modbus RTU SunSpec, Modbus TCP SunSpec y Fronius Solar API. 2x Conexión RJ45 LAN 10/100Mb, Wireless estándar 802,11 b/g/n / Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON), 6 entradas digitales, 4 entrada / salida digital para gestión de carga y conexión Modbus RTU RS485. Corriente de salida 18 . Acoplamiento a la red 3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %). Rango de tensión de entrada 200-1000V. Máxima corriente de cortocircuito de MPP1 / MPP2 56 A / 34 A. Máx. corriente de entrada tota 43,5 A. Máx. corriente de entrada 27 A / 16,5 A						1,00	2.951,55	2.951,55
TOTAL SUBCAPÍTULO S03 MÓDULOS E INVERSORES.....									9.503,55

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO S04 PROTECCIONES									
S_PO01	u Protecciones Conexiones DC						1,00	270,66	270,66
S_PO02	u Protecciones Conexiones AC						1,00	570,10	570,10
TOTAL SUBCAPÍTULO S04 PROTECCIONES.....									840,76
SUBCAPÍTULO S05 SEGURIDAD Y SALUD									
S_SS01	u Elementos de Protección Individuales						1,00	862,36	862,36
TOTAL SUBCAPÍTULO S05 SEGURIDAD Y SALUD.....									862,36
SUBCAPÍTULO S06 GESTIÓN DE RESIDUOS									
S_GR01	Fase acabados						1,00	192,00	192,00
S_GR02	Canon de vertido por entrega de residuos inertes de papel y						1,00	14,02	14,02
TOTAL SUBCAPÍTULO S06 GESTIÓN DE RESIDUOS.....									206,02
TOTAL CAPÍTULO 03 SANTÍSIMA FAZ.....									14.287,34
TOTAL.....									121.231,63



RESUMEN DE PRESUPUESTO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	EMILIO VARELA.....	58.161,06	47,98
02	7 ENANITOS.....	48.783,23	40,24
03	SANTÍSIMA FAZ.....	14.287,34	11,79
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	121.231,63	
	13,00% Gastos generales.....	15.760,11	
	6,00% Beneficio industrial.....	7.273,90	
	SUMA DE G.G. y B.I.	23.034,01	
	16,00% I.V.A.....	23.082,50	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	167.348,14	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	167.348,14	

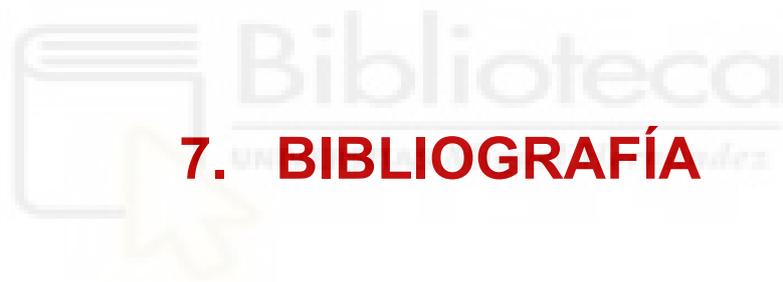
Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO SESENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con CA-TORCE CÉNTIMOS

ALICANTE, a 19 de octubre de 2023.

El promotor

La dirección facultativa





1 https://es.wikipedia.org/wiki/Gas_de_efecto_invernadero
2 <https://energia.gob.es/gas/Gas/Paginas/gasnatural.aspx>

3 https://wwf.panda.org/es/cambio_climatico1/importanciaclimatica/#:~:text=Las%20emisiones%20de%20CO2%20procedentes,nivel%20m%C3%A1s%20alto%20en%20al
4 <https://www.ngenespanol.com/ecologia/que-dice-el-reporte-ipcc-2022-cambio-climatico-tierra-planeta/#:~:text=Dado%20el%20panorama%20actual%2C%20apunta,especies%20que%20habitant%20el%20planeta.>

5 <https://climate.nasa.gov/evidencia/#:~:text=La%20temperatura%20promedio%20de%20la,atm%C3%B3sfera%20y%20otras%20actividades%20humanas.>
6 <https://www.rtve.es/noticias/20221106/cumbre-clima-egipto-cop27-claves-desastres-guerra/2407826.shtml>

7 <https://unfccc.int/es/news/el-crecimiento-de-las-energias-renovables-debe-duplicarse-para-alcanzar-los-objetivos-de-paris#:~:text=El%20informe%20prev%C3%A9%20que%2C%20para,y%20la%20energ%C3%ADa%20nuclear%20juntos.>
8 <https://www.energias-renovables.com/panorama/el-crecimiento-a-nivel-mundial-de-las-20220121>
9 <https://energetica21.com/noticia/el-crecimiento-de-las-energias-renovables-se-acelera-en-todo-el-mundo-tras-la-cop26>
10 <https://www.ifema.es/global-mobility-call/noticias-sector/el-potencial-de-la-energia-solar-en-espana>
11 <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/dispositivos-semiconductores/coeficiente-de-absorci%C3%B3n>
12 <https://www.linkedin.com/pulse/tipos-de-sistemas-fotovoltaicos->
13 <https://www.censolar.org/normativa-fotovoltaica-2022/>

14 <https://www.asociacion3e.org/noticia/resumen-del-rd-152018-de-medidas-urgentes-para-la-transicion-energetica-y-la-proteccion-de-los-consumidores>
15 <https://selectra.es/autoconsumo/info/normativa>

16 <https://www.experimenta.es/noticias/industrial/solar-impulse-ii-la-vuelta-al-mundo-con-energia-limpia/>

17 <https://www.xataka.com/movilidad/primer-avion-solar-vuelo-perpetuo-espanol-acaba-completar-pruebas-vuelo-autonomo>
18 <https://sustainable skies.org/skydweller-seeks-ultra-persistence/>

19 <https://alicantepress.com/art/44887/alicante-instala-placas-solares-en-33-colegios-publicos>
20 https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/

21 <https://www.cambioenergetico.com/blog/influye-la-temperatura-rendimiento-placa-solar/>

22 <https://www.fundacionforpro.org/blog/calculo-de-la-seccion-de-una-linea-electrica/>

23 <https://www.helioesfera.com/comprobacion-de-los-parametros-electricos-del-inversor/>



8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA



HiKu6 Mono PERC

445 W ~ 465 W

CS6L-445 | 450 | 455 | 460 | 465MS

MORE POWER



Module power up to 465 W
Module efficiency up to 21.5 %



Lower LCOE & system cost



Comprehensive LID / LeTID mitigation technology, up to 50% lower degradation



Better shading tolerance

MORE RELIABLE



Minimizes micro-crack impacts



Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 2400 Pa*

*Black frame product can be provided upon request.



Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship*



Linear Power Performance Warranty*

1st year power degradation no more than 2%
Subsequent annual power degradation no more than 0.55%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001 : 2015 / Quality management system
ISO 14001 : 2015 / Standards for environmental management system
ISO 45001 : 2018 / International standards for occupational health & safety
IEC62941 : 2019 / Photovoltaic module manufacturing quality system

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / UL 61730 / IEC 63126 Level1 / Take-e-way



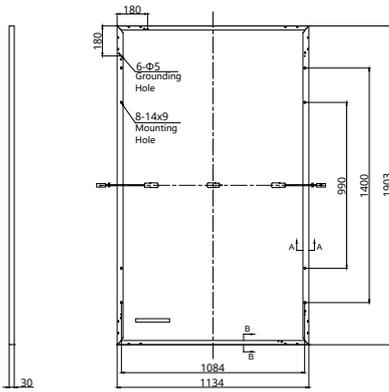
* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 22 years, it has successfully delivered over 88 GW of premium-quality solar modules across the world.

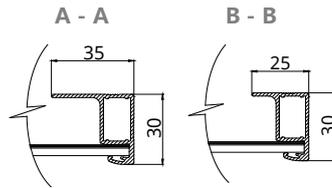
* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

ENGINEERING DRAWING (mm)

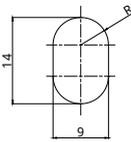
Rear View



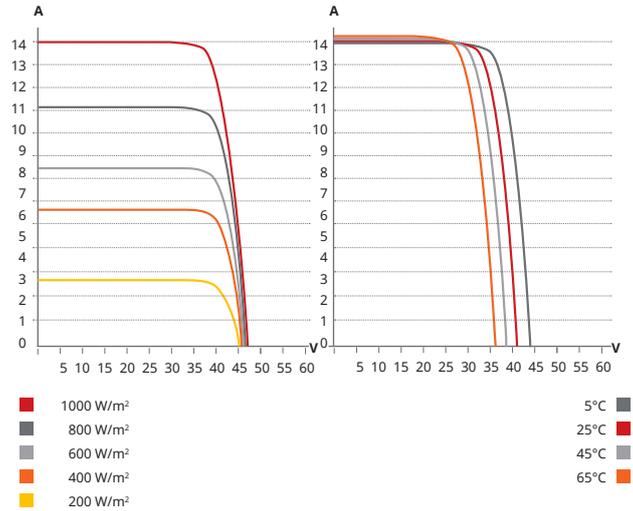
Frame Cross Section



Mounting Hole



CS6L-460MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6L	445MS	450MS	455MS	460MS	465MS
Nominal Max. Power (Pmax)	445 W	450 W	455 W	460 W	465 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	34.2 V	34.4 V	34.6 V	34.8 V	35.0 V
Opt. Operating Current (Imp)	13.03 A	13.10 A	13.17 A	13.24 A	13.30 A
Open Circuit Voltage (Voc)	40.8 V	41.0 V	41.2 V	41.4 V	41.6 V
Short Circuit Current (Isc)	13.86 A	13.9 A	13.95 A	14.00 A	14.09 A
Module Efficiency	20.6%	20.9%	21.1%	21.3%	21.5%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C				
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)				
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)				
Max. Series Fuse Rating	25 A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0 ~ + 10 W				

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS6L	445MS	450MS	455MS	460MS	465MS
Nominal Max. Power (Pmax)	334 W	338 W	341 W	345 W	349 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.1 V	32.2 V	32.4 V	32.6 V	32.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.41 A	10.47 A	10.52 A	10.58 A	10.63 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.6 V	38.8 V	38.9 V	39.1 V	39.3 V
Short Circuit Current (Isc)	11.18 A	11.21 A	11.25 A	11.29 A	11.36 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	120 [2 X (10 X 6)]
Dimensions	1903 × 1134 × 30 mm (74.9 × 44.6 × 1.18 in)
Weight	24.2 kg (53.4 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Connector	T6 or MC4 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 350 mm (13.8 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-); landscape: 1100 mm (43.3 in)*
Per Pallet	35 pieces
Per Container (40' HQ)	840 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION



CSI Solar Co., Ltd.

199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

Solis-80K-5G

Inversores Solis 5G trifásicos



Características:

- ▶ Más del 98.7% de eficiencia máxima
- ▶ Rango de voltaje ultra amplio, voltaje de arranque ultra bajo
- ▶ Diseño de 9 MPPT con algoritmo preciso
- ▶ THDi <3% baja distorsión armónica
- ▶ Antirresonancia, compatible con más de 6 MW en paralelo en un transformador
- ▶ Solución perfecta de monitoreo de sitios comerciales
- ▶ Ventilador redundante inteligente
- ▶ Monitoreo inteligente de cadenas, diagnóstico de curva inteligente I-V
- ▶ Diseño sin fusibles para evitar riesgos de incendio
- ▶ Módulo de protección contra rayos AC y DC incorporado, descargador de sobretensiones tipo I opcional
- ▶ Tecnología de supresión de fuga de corriente
- ▶ Modo de trabajo voltio-vatio integrado
- ▶ Alarma de retroceso de entrada CC
- ▶ Función anti-PID opcional
- ▶ Interruptores de CC integrados, interruptor de CA opcional

360 grados



Modelo:

400V: Solis-80K-5G

Tabla de datos

Modelo	Solis-80K-5G
Entrada (CC)	
Voltaje máxima de entrada	1100V
Voltaje de nominal	600V
Voltaje de arranque	195V
Rango de voltaje MPPT	180-1000V
Corriente máxima de entrada	9*26A
Corriente máxima de cortocircuito	9*40A
Número de MPPT/Número máxima de cadenas de entrada	9/18
Salida (CA)	
Potencia nominal de salida	80kW
Potencia máxima de salida aparente	88kVA
Potencia máxima de salida	88kW
Voltaje nominal de la red	3/N/PE, 220/380V, 230/400V
Frecuencia nominal de la red	50/60Hz
Corriente nominal de salida de red	121.6A
Corriente máxima de salida	133.7A
Factor de potencia	>0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso)
THDi	<3%
Eficiencia	
Eficiencia máxima	98.7%
Eficiencia EU	98.3%
Protección	
Protección contra polaridad inversa DC	Sí
Protección contra cortocircuito	Sí
Protección de sobrecorriente de salida	Sí
Protección contra sobretensiones	Tipo II CC/ Tipo II CA (Tipo I CA opcional)
Monitoreo de red	Sí
Detección Anti-isla	Sí
Protección de temperatura	Sí
Monitoreo de cadenas	Sí
Escaneo de curvas I/V	Sí
Función anti-PID	Opcional
AFCI integrado (Protección de circuito de falla de arco CC)	Opcional
Interruptor de CC integrado	Sí
Interruptor de CA integrado	Opcional
Datos generales	
Dimensiones (longitud*ancho*altura)	1050*567*314.5 mm (con interruptor de CA)
Peso	82kg
Topología	Sin Transformador
Consumo propio	<2W (noche)
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 ~ +60°C
Humedad relativa	0-100%
Nivel de protección	IP66
Enfriamiento	Ventilador redundante inteligente
Altitud máxima de funcionamiento	4000m
Estándar de conexión de red	VDE-AR-N 4105, VDE V 0124, VDE V 0126-1-1, UTE C15-712-1, NRS 097-1-2, G98, G99, EN 50549-1/-2, RD 1699, UNE 206006, UNE 206007-1, IEC 61727, DEWA
Estándar de seguridad / EMC	IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 61000-6-2/-4
Características	
Conexión de CC	Conector MC4
Conexión de CA	Terminal OT (máxima 185 mm ²)
Pantalla	LCD, 2x20 Z
Comunicación	RS485, Opcional: Wi-Fi, GPRS, Ethernet, PLC



FRONIUS SYMO

Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro



Tecnología SnapInverter



Comunicación de datos integrada



Seguimiento inteligente GMPP



Smart Grid Ready



Diseño SuperFlex



Inyección cero

Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones.

La conexión a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Número de seguidores MPP		1			2	
Máx. corriente de entrada ($I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}^{1)}$		16 A			16 A / 16 A	
Máxima corriente de cortocircuito de MPP ₁ / MPP ₂ ¹⁾ ($I_{sc\ pv}^{**}$)		31 A			31 A / 31 A	
Rango de tensión de entrada CC ($U_{dc\ mín.} - U_{dc\ máx.}$)				150 - 1000 V		
Tensión de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)				200 V		
Rango de tensión MPP				150 - 800 V		
Número de entradas CC		3			2+2	
Máx. salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	6,0 kW _{pico}	7,4 kW _{pico}	9,0 kW _{pico}	6,0 kW _{pico}	7,4 kW _{pico}	9,0 kW _{pico}

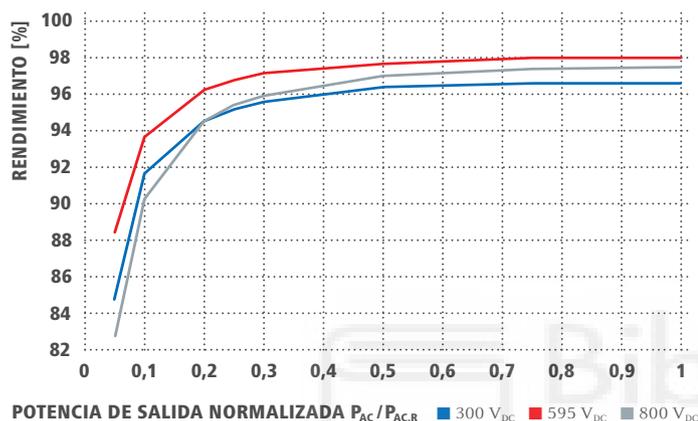
DATOS DE SALIDA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	3.000 W	3.700 W	4.500 W	3.000 W	3.700 W	4.500 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA
Corriente de salida CA ($I_{ac\ nom.}$)	4,3 A	5,3 A	6,5 A	4,3 A	5,3 A	6,5 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)					
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %					
Factor de potencia ($\cos\ \varphi_{ac,r}$)	0,70 - 1 ind. / cap.			0,8 - 1 ind. / cap.		

DATOS GENERALES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm					
Peso	16,0 kg			19,9 kg		
Tipo de protección	IP 65					
Clase de protección	1					
Categoría de sobretensión (CC / CA) ²⁾	2 / 3					
Consumo nocturno	< 1 W					
Concepto de inversor	Sin transformador					
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada					
Instalación	Instalación interior y exterior					
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C					
Humedad de aire admisible	0 - 100 %					
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)					
Tecnología de conexión CC	3 x CC+ y 3 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ²			4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm ^{2,3)}		
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²			5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm ^{2,3)}		
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 ¹⁾ , CEI 0-21 ¹⁾ , NRS 097					
País de fabricación	Austria					

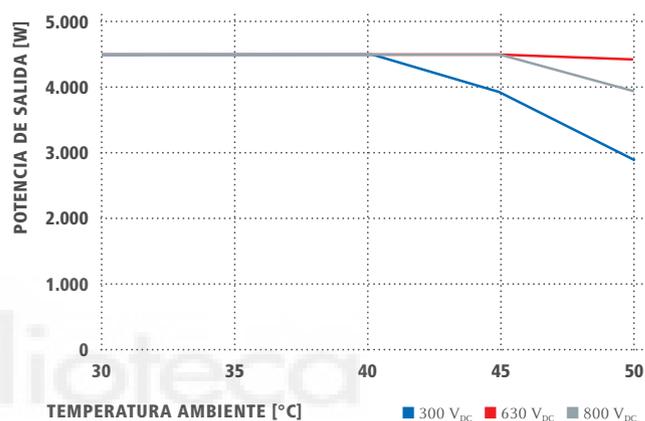
¹⁾ Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M. ²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

³⁾ 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión. ^{**} $I_{sc\ pv} = I_{sc\ máx} \geq I_{sc\ (STC)}$ x 1,25, de acuerdo, por ejemplo, a IEC 60364-7-712, NEC 2020, AS/NZS 5033:2021. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 4.5-3-S



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 4.5-3-S



DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máximo rendimiento				98,0 %		
Rendimiento europeo (η_{EU})	96,2 %	96,7 %	97,0 %	96,5 %	96,9 %	97,2 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %					

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Medición del aislamiento CC				Sí		
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia					
Seccionador CC	Sí					
Protección contra polaridad inversa	Sí					

INTERFACES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)					
6 inputs y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda					
USB (Conector A) ¹⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB					
2 conectores RJ 45 (RS422) ¹⁾	Fronius Solar Net					
Salida de aviso ¹⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)					
Datalogger and Webserver	Incluido					
Input externo ¹⁾	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión					
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador					

¹⁾ También disponible en la versión light.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Número de seguidores MPP	2			
Máx. corriente de entrada ($I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}$)	16 A / 16 A			
Máxima corriente de cortocircuito de MPP ₁ / MPP ₂ ($I_{sc\ pv}$)*	31 A / 31 A			
Rango de tensión de entrada CC ($U_{dc\ mín.} - U_{dc\ máx.}$)	150 - 1000 V			
Tensión de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)	200 V			
Rango de tensión MPP	150 - 800 V			
Número de entradas CC	2+2			
Máx. salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	10,0 kW _{pico}	12,0 kW _{pico}	14,0 kW _{pico}	16,4 kW _{pico}

DATOS DE SALIDA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	5.000 W	6.000 W	7.000 W	8.200 W
Máxima potencia de salida	5.000 VA	6.000 VA	7.000 VA	8.200 VA
Corriente de salida CA ($I_{ac\ nom.}$)	7,2 A	8,7 A	10,1 A	11,8 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)			
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)			
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %			
Factor de potencia ($\cos \phi_{ac,r}$)	0,8 - 1 ind. / cap.			

DATOS GENERALES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm			
Peso	19,9 kg			21,9 kg
Tipo de protección	IP 65			
Clase de protección	1			
Categoría de sobretensión (CC / CA) ¹⁾	2 / 3			
Consumo nocturno	< 1 W			
Concepto de inversor	Sin transformador			
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada			
Instalación	Instalación interior y exterior			
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C			
Humedad de aire admisible	0 - 100 %			
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)			
Tecnología de conexión CC	4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm ^{2 2)}			
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm ^{2 2)}			
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-21, NRS 097			
País de fabricación	Austria			

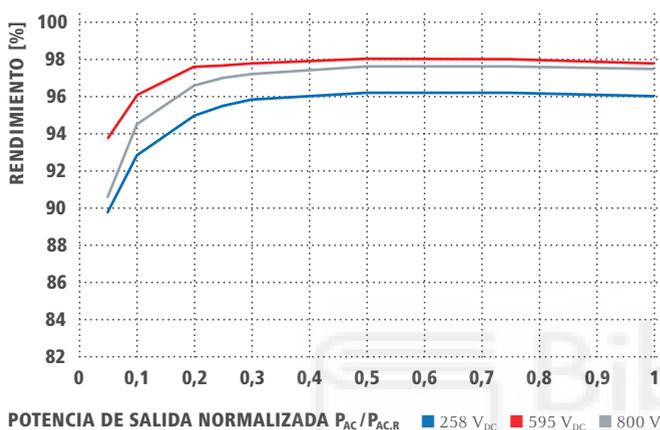
¹⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

²⁾ 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión.

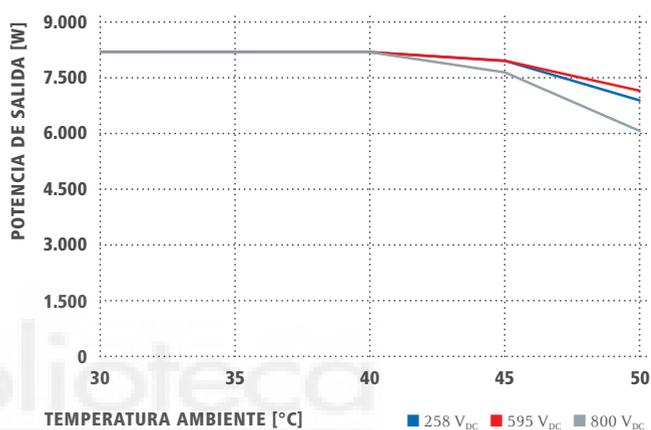
* $I_{sc\ pv} = I_{sc\ max} \geq I_{sc\ (STC)} \times 1,25$, de acuerdo, por ejemplo, a IEC 60364-7-712, NEC 2020, AS/NZS 5033:2021.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 8.2-3-M



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 8.2-3-M



POTENCIA DE SALIDA NORMALIZADA $P_{AC}/P_{AC,R}$ ■ 258 V_{DC} ■ 595 V_{DC} ■ 800 V_{DC}

TEMPERATURA AMBIENTE [°C] ■ 258 V_{DC} ■ 595 V_{DC} ■ 800 V_{DC}

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %			
Rendimiento europeo (η_{EU})	97,3 %	97,5 %	97,6 %	97,7 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %			

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí			
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia			
Seccionador CC	Sí			
Protección contra polaridad inversa	Sí			

INTERFACES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)			
6 inputs y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda			
USB (Conector A) ¹⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB			
2 conectores RJ 45 (RS422) ¹⁾	Fronius Solar Net			
Salida de aviso ¹⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)			
Datalogger and Webserver	Incluido			
Input externo ¹⁾	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión			
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador			

¹⁾ También disponible en la versión light.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Número de seguidores MPP	2				
Máx. corriente de entrada ($I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}$)	27 A / 16,5 A ¹⁾		33 A / 27 A		
Máx. corriente de entrada total ($I_{dc\ máx. 1} + I_{dc\ máx. 2}$)	43,5 A		51 A		
Máxima corriente de cortocircuito de MPP ₁ / MPP ₂ ($I_{sc\ pv}$) [*]	56 A / 34 A		68 A / 56 A		
Rango de tensión de entrada CC ($U_{dc\ mín.} - U_{dc\ máx.}$)	200 - 1000 V				
Tensión de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)	200 V				
Rango de tensión MPP	200 - 800 V				
Número de entradas CC	3+3				
Máx. salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	15,0 kW _{pico}	18,8 kW _{pico}	22,5 kW _{pico}	26,3 kW _{pico}	30,0 kW _{pico}

DATOS DE SALIDA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	10.000 W	12.500 W	15.000 W	17.500 W	20.000 W
Máxima potencia de salida	10.000 VA	12.500 VA	15.000 VA	17.500 VA	20.000 VA
Corriente de salida CA ($I_{ac\ nom.}$)	14,4 A	18,0 A	21,7 A	25,3 A	28,9 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	1,8 %	2,0 %	1,5 %	1,5 %	1,3 %
Factor de potencia ($\cos \phi_{ac,r}$)	0 - 1 ind. / cap.				

DATOS GENERALES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm				
Peso	34,8 kg		43,4 kg		
Tipo de protección	IP 66				
Clase de protección	1				
Categoría de sobretensión (CC / CA) ²⁾	2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Sin transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +60 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	6 x CC+ y 6 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097				
País de fabricación	Austria				

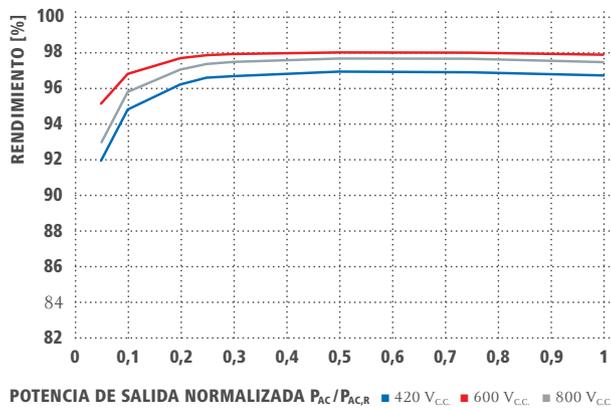
¹⁾ 14 A para tensiones < 420 V

²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1. Carril DIN disponible para protección de sobretensiones de tipo 1+ 2 o tipo 2.

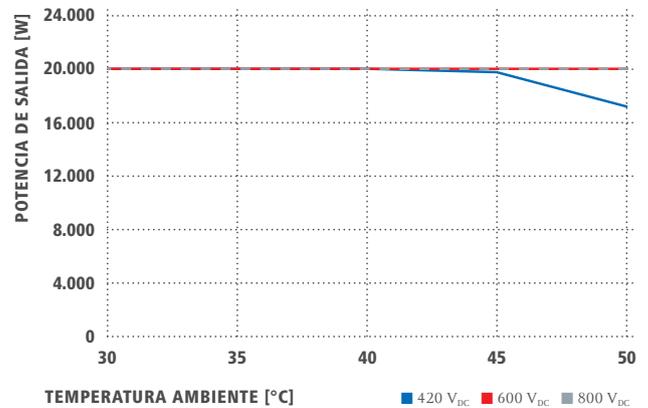
* $I_{sc\ pv} = I_{sc\ max} \geq I_{sc} (STC) \times 1,25$, de acuerdo, por ejemplo, a IEC 60364-7-712, NEC 2020, AS/NZS 5033:2021.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 20.0-3-M



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 20.0-3-M



DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máximo rendimiento		98,0 %		98,1 %	
Rendimiento europeo (η _{EU})	97,4 %	97,6 %	97,8 %	97,8 %	97,9 %
Rendimiento de adaptación MPP			> 99,9 %		

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Medición del aislamiento CC			Si		
Comportamiento de sobrecarga			Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia		
Seccionador CC			Si		
Protección contra polaridad inversa			Si		

INTERFACES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
WLAN / Ethernet LAN		Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)			
6 inputs y 4 inputs/outputs digitales		Interface receptor del control de onda			
USB (Conector A) ¹⁾		Datalogging, actualización de inversores vía USB			
2 conectores RJ 45 (RS422) ¹⁾		Fronius Solar Net			
Salida de aviso ¹⁾		Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)			
Datalogger and Webservice		Incluido			
Input externo ¹⁾		Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión			
RS485		Modbus RTU SunSpec o conexión del contador			

¹⁾ También disponible en la versión light.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

TRES UNIDADES DE NEGOCIO, UNA MISMA PASIÓN: TECNOLOGÍA QUE ESTABLECE ESTÁNDARES.

Lo que en 1945 comenzó como una empresa unipersonal, en la actualidad marca los estándares tecnológicos en los sectores de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica y carga de baterías. En la actualidad contamos en todo el mundo con 4.550 empleados y 1.241 patentes concedidas por desarrollos de productos, poniendo de manifiesto nuestro innovador espíritu. La expresión „desarrollo sostenible“ significa para nosotros fomentar aspectos sociales y relevantes para el medio ambiente, teniendo en cuenta los factores económicos. Nuestro objetivo siempre ha sido el mismo: ser líderes en innovación.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite www.fronius.com v09 May 2018 ES

Fronius España S.L.U.
Parque Empresarial LA CARPETANIA
Miguel Faraday 2
28906 Getafe (Madrid)
España
Teléfono +34 91 649 60 40
pv-sales-spain@fronius.com
www.fronius.es

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
Teléfono +43 7242 241-0
Fax +43 7242 241-953940
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com