

Trabajo Fin de Máster

Ingeniería Industrial

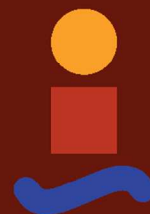
Diseño e implantación de un sistema de generación eléctrica renovable con almacenamiento en el Palacio de Congresos de Sevilla

Autor: Carlos Baños Gallego

Tutor: María del Carmen Guerrero Delgado

Dpto. Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2024



Proyecto Fin de Máster
Ingeniería Industrial

Diseño e implantación de un sistema de generación eléctrica renovable con almacenamiento en el Palacio de Congresos de Sevilla

Autor:

Carlos Baños Gallego

Tutor:

María del Carmen Guerrero Delgado

Profesor Ayudante Doctor

Dpto. de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2024

A mi familia

A mis maestros

Agradecimientos

El tiempo y la dedicación que una persona emplea en un proyecto de esta índole, a nivel académico o profesional, lleva a una inmersión completa sobre el tema. Existe un aprendizaje constante en mayor o menor medida, de diversas fuentes de información y personas. Esas personas que van aportando, muchas veces inconscientemente, puntos de vistas, ideas nuevas, o incluso un guión que seguir.

Por un lado, quiero agradecer a mi tutor de las prácticas y compañero en Ferrovial S.A., Manuel Balmaseda, el cual me fue empapando de mucha información en el tiempo que estuve trabajando con él. Por otro lado, a José Sánchez, uno de los mejores profesores que he tenido a lo largo de todos mis años de formación en esta Escuela Superior de Ingeniería, y sin duda un gran tutor de este trabajo de fin de máster, dándome un camino por el que guiar estos conocimientos aprendidos.

Además, agradecer enormemente a mi familia, por el gran apoyo diario que tras varios años de carrera, han seguido apoyándome en estos dos años más de dedicación en el máster. Mis padres, mi hermana Cristina, y por supuesto Alba, los cuatro han sido fundamental para este proceso de aprendizaje y maduración a nivel académico y personal. Con un equipo como este, puedo asegurar que el camino es mucho más sencillo y llevadero.

Carlos Baños Gallego

Sevilla, 2024

Resumen

El proyecto se centra en la mejora de una instalación de paneles fotovoltaicos ya existente en un edificio público que cuenta con una capacidad de generación de 300 kWp. La mejora propuesta como definitiva se basa en añadir baterías de almacenamiento, con el objetivo de optimizar el aprovechamiento de la energía generada y asegurar un suministro más eficiente y continuo, especialmente en momentos en los que la generación solar no es suficiente para cubrir la demanda.

Para el diseño de esta mejora, se han justificado todos los cálculos necesarios, que incluyen un análisis exhaustivo del consumo energético del edificio. Este análisis permite comprender las necesidades de energía y, a partir de ahí, definir la capacidad de almacenamiento ideal que se necesita para cubrir los picos de demanda y reducir la dependencia de la red eléctrica.

Además, el proyecto incluye un estudio detallado de los modelos y de los sistemas de sujeción de cada uno de los módulos solares, teniendo en cuenta las características de las diversas cubiertas de los edificios que componen el complejo. Esto asegura que la instalación sea estable, segura y eficiente, adaptándose a las especificaciones estructurales y técnicas del lugar.

Finalmente, se evalúan distintas opciones de mejora, centrándose en las baterías de almacenamiento convencionales. Este enfoque se debe a factores específicos, que son explicados en el proyecto. El análisis de las alternativas considera aspectos como el coste, la capacidad de almacenamiento, la eficiencia energética, la facilidad de instalación y mantenimiento, y el impacto en el funcionamiento general del sistema.

Abstract

The project focuses on improving an existing photovoltaic panel installation on a public building with a generation capacity of 300 kWp. The proposed improvement is based on adding storage batteries, with the aim of optimising the use of the energy generated and ensuring a more efficient and continuous supply, especially at times when solar generation is not sufficient to meet demand.

For the design of this improvement, all the necessary calculations have been justified, including an exhaustive analysis of the building's energy consumption. This analysis allows to understand the energy needs and, from there, to define the ideal storage capacity needed to cover peak demand and reduce dependence on the grid.

In addition, the project includes a detailed study of the models and fastening systems for each of the solar modules, taking into account the characteristics of the various roofs of the buildings that make up the complex. This ensures that the installation is stable, safe and efficient, adapting to the structural and technical specifications of the site.

Finally, different improvement options are evaluated, focusing on conventional storage batteries. This approach is due to specific factors, which are explained in the project. The analysis of the alternatives considers aspects such as cost, storage capacity, energy efficiency, ease of installation and maintenance, and impact on overall system operation.

Índice

Agradecimientos	vi
Resumen	viii
Abstract	x
Índice	xii
Índice de Figuras	xiv
1 Introducción	2
1.1 <i>Qué es una comunidad energética.</i>	2
1.2 <i>Autoconsumo en España.</i>	3
1.3 <i>Normativa aplicable.</i>	5
1.4 <i>Efecto fotoeléctrico.</i>	6
1.5 <i>Ventajas e inconvenientes.</i>	6
2 Memoria descriptiva	8
2.1 <i>Elementos de la instalación paneles fotovoltaicos</i>	9
2.1.1 <i>Módulo fotovoltaico</i>	9
2.1.2 <i>Estructura</i>	9
2.1.3 <i>Inversor</i>	10
2.2 <i>Tarifas eléctricas</i>	11
2.3 <i>Localización del proyecto y contexto</i>	12
2.3.1 <i>Edificio sometido a estudio</i>	12
2.3.2 <i>Análisis de la superficie de la cubierta</i>	14
3 Instalación	16
3.1 <i>Consumos</i>	16
3.2 <i>Cálculos</i>	21
3.3 <i>Instalación definitiva</i>	25
3.3.1 <i>Paneles instalados</i>	25
3.3.2 <i>Estructuras utilizadas</i>	27
3.3.3 <i>Inversores</i>	29
3.3.4 <i>Cableado y protecciones</i>	29
3.3.5 <i>Medidores y controladores</i>	30
4 Proyectos de mejora	33
4.1 <i>Opciones diversas a valorar</i>	33
4.1.1 <i>Marquesinas para el aparcamiento de vehículos</i>	33
4.1.2 <i>Paneles abatibles en la explanada</i>	35
4.1.3 <i>Paneles curvos en la cúpula:</i>	36
4.2 <i>Baterías de almacenamiento</i>	38
4.2.1 <i>Batería convencional</i>	38
4.2.2 <i>Batería virtual</i>	42
4.2.3 <i>Almacenamiento termoquímico basado en amoníaco</i>	43
Referencias	46
Anexos	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Generación Abril 2024	2
Ilustración 2 Comunidad Energética	3
Ilustración 3 España en Europa Energía Renovable	4
Ilustración 4 España en Europa en Energía Solar	5
Ilustración 5 Efecto fotoeléctrico	6
Ilustración 6 Diagrama de una instalación de Autoconsumo	8
Ilustración 7 Paneles coplanares	9
Ilustración 8 Anclaje para panel coplanar	10
Ilustración 9 Inversores Huawei	11
Ilustración 10 Factura tipo	12
Ilustración 11 Mapa satélite con la Ubicación	13
Ilustración 12 Vista aérea del complejo	13
Ilustración 13 Mapa detallado del complejo	14
Ilustración 14 Tejado inclinado a 35°	14
Ilustración 15 Zona de grava a 15°	14
Ilustración 16 Cubierta Fibes II - 1	15
Ilustración 17 Cubierta Fibes II – 2	15
Ilustración 18 Consumo energético en MW durante 24 horas en Primavera.	16
Ilustración 19 Consumo energético en MW durante 24 horas en Verano.	17
Ilustración 20 Consumo energético en MW durante 24 horas en Invierno	17
Ilustración 21 Consumo energía total en MW durante 2022	17
Ilustración 22 Consumo energía total en MW durante 2023	18
Ilustración 23 Consumo energía total promedio en MW de cada mes de 2022 y 2023	18
Ilustración 24 Consumo energético en MW durante 24 horas en Primavera	19
Ilustración 25 Consumo energético en MW durante 24 horas en Verano	19
Ilustración 26 Consumo energético en MW durante 24 horas en Invierno	20
Ilustración 27 Consumo energía total en MW durante 2022	20
Ilustración 28 Consumo energía total en MW durante 2023	21
Ilustración 29 Consumo energía total promedio en MW de cada mes de 2022 y 2023	21
Ilustración 30 Sombras críticas verano Fibes I de mañana	23
Ilustración 31 Sombras críticas verano Fibes I de tarde	24
Ilustración 32 Sombras críticas primavera/otoño Fibes I de mañana	24
Ilustración 33 Sombras críticas primavera/otoño Fibes I de tarde	24
Ilustración 34 Sombras críticas invierno Fibes I de mañana	24
Ilustración 35 Sombras críticas invierno Fibes I de mañana	25

Ilustración 36 Disposición Paneles FI-1	25
Ilustración 37 Disposición Paneles FI-2	26
Ilustración 38 Disposición Paneles FII-1	26
Ilustración 39 Disposición Paneles FII-2	27
Ilustración 40 Sujeciones paneles coplanares Fibes I	27
Ilustración 41 Abrazaderas Fibes II	28
Ilustración 42 Fijaciones Fibes II	28
Ilustración 43 Prisma 310A-L	31
Ilustración 44 Montaje estructura marquesinas	33
Ilustración 45 Perfil Marquesina Doble	34
Ilustración 46 Perfil marquesina simple	35
Ilustración 47 Vista obra finalizada	35
Ilustración 48 Imagen satélite explanada trasera	36
Ilustración 49 Cúpula	37
Ilustración 50 Armario con baterías de almacenamiento (Beeplanet Factory, s/f).	39
Ilustración 51 Celdas	40
Ilustración 52 Conexiones Batería	41
Ilustración 53 Inversor Ingeteam	42
Ilustración 54 Diagrama síntesis amoniacó	44

1 INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de energía a nivel global ha impulsado a la humanidad a buscar nuevas fuentes de energía que sean más sostenibles y menos contaminantes. En este escenario, las energías renovables han cobrado relevancia y se han convertido en una de las mejores alternativas frente a los combustibles fósiles para la producción de energía. Entre las principales fuentes de energía renovable se encuentran la radiación solar, el viento, el agua, la biomasa y el hidrógeno; esta última, aunque todavía en desarrollo, promete convertirse en una de las más significativas en el futuro. Las principales ventajas de estas fuentes, en comparación con los combustibles tradicionales como el carbón o el gas natural, son que no generan gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos que contribuyan al cambio climático. Además, son recursos inagotables que se pueden renovar de forma natural, lo cual las hace una opción más sostenible a largo plazo.

El objetivo es incrementar la proporción de energía consumida que proviene de fuentes renovables. Según un reciente artículo de la Red Eléctrica Española, “Las renovables alcanzaron en abril una cuota del 64,6% sobre el total de generación mensual y por primera vez, tres tecnologías renovables lideran el mix: eólica (22,2%), hidráulica (19,7%) y solar fotovoltaica (18,8%)”.

En la siguiente imagen se representa un gráfico donde aparecen los porcentajes de los diferentes tipos de generación en España en abril de 2024, como comentaba anteriormente (“La demanda de energía eléctrica en España aumenta un 0,9% en abril”, 2024).

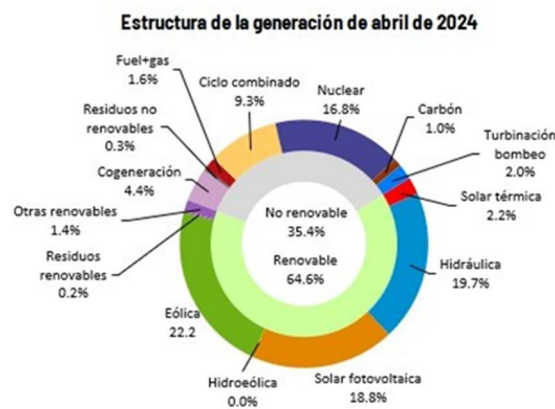


Ilustración 1 Generación Abril 2024

1.1 Qué es una comunidad energética.

Las comunidades energéticas son organizaciones legales compuestas por miembros que participan activamente en la generación y consumo de su propia energía. Imaginemos un grupo de vecinos, una comunidad en un barrio o incluso un área industrial, unidos con el propósito de aprovechar colectivamente instalaciones de generación o iniciativas energéticas en su entorno. Estas comunidades pueden involucrarse en diversas actividades, como producir, consumir, almacenar, compartir e incluso comercializar energía. Aparte de ofrecer beneficios económicos a sus miembros, ayudan a reducir la dependencia de las grandes compañías eléctricas y tienen un impacto positivo en el medio ambiente y en el desarrollo local. En conjunto, representan una herramienta clave

para avanzar hacia la transición energética y fortalecer el rol de los ciudadanos en el sector energético (Comunidades energéticas y fuentes de energía renovables, 2021).

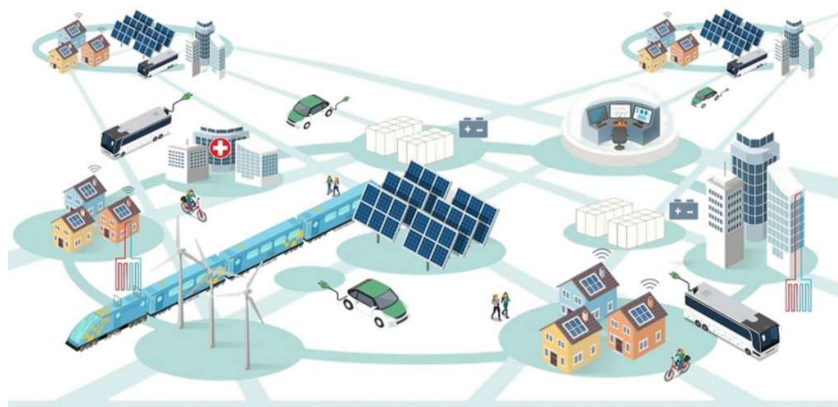


Ilustración 2 Comunidad Energética

1.2 Autoconsumo en España.

A pesar de que España cuenta actualmente con uno de los mercados fotovoltaicos más dinámicos de Europa, en gran parte gracias al elevado número de horas de sol diarias, el sector sigue teniendo un gran potencial de crecimiento. Un aspecto clave para fomentar el autoconsumo en el país es disponer de un marco legal y fiscal que favorezca la inversión en energías renovables. Estas normativas y propuestas políticas están alineadas con los objetivos de la Unión Europea de alcanzar la neutralidad climática para 2050 y con el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

Entre las iniciativas destacadas se encuentra la aprobación del plan de descarbonización para 2050 (ELP 2050), con el cual el Gobierno, busca reducir en un 90% las emisiones de gases de efecto invernadero para esa fecha en comparación con los niveles de 1990. Esto refleja como desde la Unión Europea, el G20, y las grandes organizaciones a nivel mundial, establecen rutas a los gobiernos nacionales para el desarrollo de la energía solar fotovoltaica como parte de su estrategia para alcanzar estos objetivos (El Gobierno aprueba la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, que marca la senda para alcanzar la neutralidad climática a 2050, s/f).

El autoconsumo rentable en España comenzó a consolidarse a partir de 2019 con la promulgación del Real Decreto 244/2019, el cual regula la generación y amortización de instalaciones de energía, especialmente a pequeña escala, como las destinadas a ciudadanos o pequeñas y medianas empresas. La aprobación de esta legislación ha hecho que el autoconsumo sea una opción especialmente atractiva debido a varias razones:

- (I) Simplificación de los trámites administrativos, reduciendo los requisitos burocráticos y técnicos para instalaciones menores a 100 kW.
- (II) Facilitación en la obtención de permisos para la instalación, eliminando la necesidad de permisos de acceso y conexión para potencias iguales o inferiores a 15 kW.
- (III) Introducción del autoconsumo compartido, que permite asociar a varios consumidores a una o varias instalaciones de generación.
- (IV) Implementación de un mecanismo de compensación de excedentes, que permite fijar un precio de compensación en la factura por la energía excedente vertida a la red.
- (V) Permiso para el autoconsumo cercano a una instalación, sin necesidad de que esta se encuentre en la misma propiedad siempre que no se superen los 500 metros de distancia. A estas medidas se suma la derogación, en 2018, del llamado "Impuesto al Sol" que había sido implantado en 2015.

En la Ilustración 3 se muestra un gráfico de barras que representa la potencia renovable (en GW) de cada país miembro de ENTSO-E (Red Europea de Gestores de Redes de Transporte de Electricidad).

Alemania lidera la lista con la mayor capacidad de energía renovable, superando los 160 GW. España y Francia ocupan el segundo y tercer lugar, con alrededor de 70 GW y 60 GW respectivamente. Italia y Noruega también destacan, cada una con más de 40 GW. Los países con menor potencia renovable en el gráfico son Macedonia

y Luxemburgo, con cifras muy bajas en comparación con los países líderes.

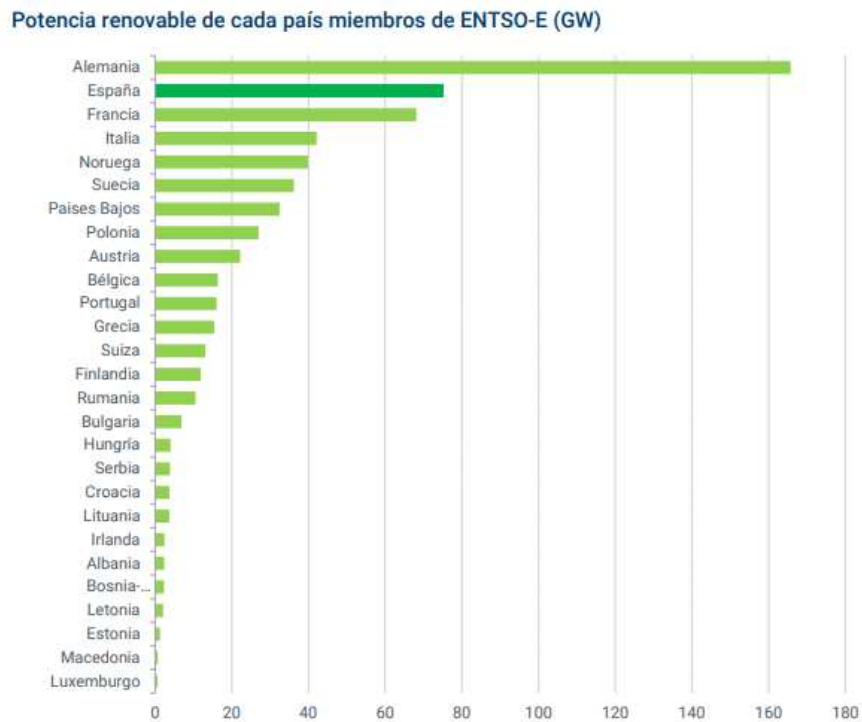


Ilustración 3 España en Europa Energía Renovable

En la Ilustración 4 por su parte, se muestra un gráfico de barras de la potencia solar (en GW) de cada país miembro de ENTSO-E. Alemania lidera con una amplia diferencia en potencia solar, superando los 70 GW. España ocupa el segundo lugar, con alrededor de 30 GW, siendo el único país que se acerca a la capacidad solar de Alemania. Países Bajos y Francia están en el tercer y cuarto lugar, respectivamente, con más de 10 GW cada uno. Otros países como Polonia, Bélgica e Italia tienen una capacidad solar más baja, por debajo de los 10 GW. Los países con menor capacidad solar en el gráfico incluyen Portugal, Rumania, Lituania y Estonia, que apenas alcanzan cifras significativas. Este gráfico muestra cómo Alemania y España destacan en capacidad de generación solar en comparación con el resto de Europa, lo cual puede estar relacionado con su compromiso con la energía solar y sus condiciones climáticas favorables (Comunidades Energéticas, s/f).

Potencia solar de cada país miembros de ENTSO-E (GW)

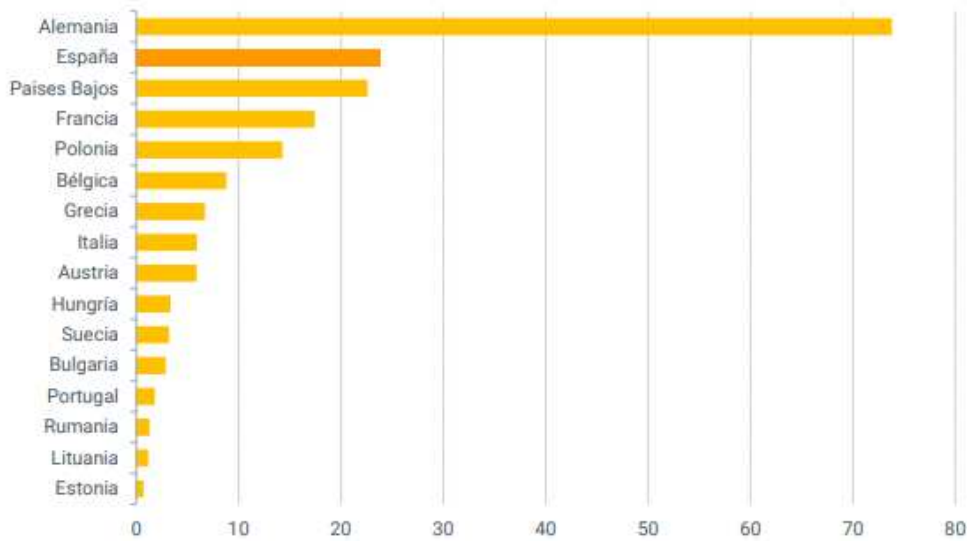


Ilustración 4 España en Europa en Energía Solar

1.3 Normativa aplicable.

En el sector eléctrico de las energías renovables se requiere una cierta estabilidad regulatoria para poder prever la operación de sus proyectos, donde la mayor inversión se realiza al inicio del proyecto lo que supone unos costes variables menores. Para implementar el proyecto, es necesario considerar la legislación relacionada con el sistema de autoconsumo eléctrico de energías renovables, especialmente para energía fotovoltaica. El concepto de autoconsumo hace referencia a la generación de energía eléctrica destinada al propio consumo tanto en el ámbito residencial como comercial o industrial. Según la Ley 24/2013 del sector eléctrico en su artículo 9.1, de 26 de diciembre, se define el autoconsumo como “el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación próximas a las de consumo y asociadas a las mismas”. Esta ley reúne las principales normas para la regulación del sistema, siendo de obligado cumplimiento salvo para las instalaciones aisladas de la red y entre ellas se encuentran:

* Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, mediante la cual se derogan muchos aspectos establecidos por el Real Decreto-Ley 900/2015.

* Actualmente, el autoconsumo en España está legislado por el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, mediante el cual se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

* Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

* Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Cabe recordar que este Real Decreto hace referencia al autoconsumo de cualquier tipo de tecnología de origen renovable.

Posterior a dichos Reales Decretos mencionados, las normativas recientes han continuado en la línea de facilitar y fomentar el uso de energías renovables, especialmente el autoconsumo solar, simplificando trámites administrativos y clarificando las condiciones económicas para los usuarios. La tendencia regulatoria en España sigue orientada a promover la transición energética hacia fuentes más sostenibles.

1.4 Efecto fotoeléctrico.

El efecto fotoeléctrico se refiere a la emisión de electrones desde un material cuando sobre él incide una radiación electromagnética. Este fenómeno fue observado por primera vez en 1839 por Becquerel, quien descubrió que la corriente eléctrica en una pila electroquímica con electrodos de platino aumentaba al ser expuesta a la luz solar. En los años siguientes, varios científicos observaron manifestaciones similares de este efecto. Uno de ellos fue el alemán Heinrich Hertz, quien en 1887 notó que la distancia que alcanzaba un arco eléctrico entre dos electrodos conectados a alta tensión aumentaba al iluminarse con luz ultravioleta, en comparación con cuando se encontraba en la oscuridad. No obstante, el verdadero significado de estos experimentos no fue entendido hasta décadas después.

En 1905, Albert Einstein propuso una teoría revolucionaria para explicar el efecto fotoeléctrico, que le valió el Premio Nobel de Física en 1921. Einstein sugirió que la luz estaba compuesta de partículas llamadas fotones y que, cuando estos fotones impactaban los átomos de un material, podían liberar electrones. Según su teoría, la energía de los fotones dependía de su frecuencia, y solo aquellos con suficiente energía eran capaces de liberar electrones. Experimentos posteriores, realizados por físicos como Robert Millikan y Arthur Compton, confirmaron la teoría de Einstein, llevándola a ser ampliamente aceptada en la comunidad científica.

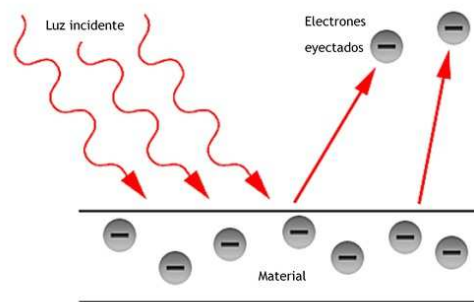


Ilustración 5 Efecto fotoeléctrico

No fue hasta 1953 que se vislumbró una aplicación práctica del efecto fotoeléctrico, cuando Gerald Pearson, de los Laboratorios Bell, fabricó accidentalmente una célula fotovoltaica de silicio que resultó ser mucho más eficiente que las anteriores de selenio. Este descubrimiento condujo a otros avances en el mismo laboratorio, donde los científicos perfeccionaron las células fotovoltaicas para generar suficiente energía eléctrica, permitiendo su uso en aplicaciones prácticas. Así comenzó el desarrollo de las placas fotovoltaicas como fuentes de generación de energía.

1.5 Ventajas e inconvenientes.

Es importante hacer balance en este estudio sobre las ventajas y desventajas que podemos encontrar a la hora de instalar unos paneles solares para autoconsumo, las más importantes son:

- Ayuda a frenar el cambio climático: No contribuye al calentamiento global ya que no emite gases de efecto invernadero. De hecho, se presenta como una de las tecnologías renovables más eficientes para frenar el cambio climático.
- Se trata de una energía renovable, sostenible y silenciosa.

- La luz solar es abundante y el uso de paneles es posible en cualquier lugar.
- Se puede integrar en las estructuras de construcciones nuevas, pero también en las ya existentes.
- Los módulos tienen una vida útil de 25-30 años.
- El transporte del material es más práctico que en otras tecnologías como la energía eólica.

Si bien es verdad que no queda exento de ciertas desventajas a tener en cuenta:

- No es una energía constante. Fluctúa durante el día, y durante la noche no está disponible.
- Las condiciones atmosféricas como el excesivo calor, humedad o periodos con nubes afectan negativamente al rendimiento de los módulos.
- Supone una gran inversión inicial, aunque el precio ha bajado un 80% en los últimos 15 años, las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo suponen un desembolso considerable, aunque es verdad que existen subvenciones y en menos de una década aproximadamente se amortiza dicha instalación.
- En el futuro el reciclaje de los módulos supondrá un reto medioambiental.
- Puede suponer un impacto visual, es decir, dependiendo del diseño y estudio de la instalación puede afectar estéticamente al diseño del lugar.

2 MEMORIA DESCRIPTIVA

En este segundo capítulo se describen en detalle los equipos que conforman la planta fotovoltaica, adaptando su descripción a las especificaciones del cliente o, en su defecto, al modelo específico que se haya decidido emplear. Para la ejecución de las dos instalaciones de autoconsumo de 100 kWn en Fibes I y de 200 kWn en Fibes II, conectadas a la red interior de baja tensión de los edificios y en modalidad de inyección cero (antivertido).

La conexión eléctrica con la red interna de baja tensión se realiza en el cuadro de baja tensión comunicado con el Centro de Transformación 2 de Fibes I y Fibes II, respectivamente. Por su parte, los equipos medidores para inyección cero junto con su controlador se ubican en el Centro de Seccionamiento de Fibes I y Fibes II, donde la medida para antivertido se realiza en el punto frontera en Alta Tensión previo paso a la parte propiedad de compañía distribuidora del Centro de Seccionamiento. La comunicación entre todos los equipos queda asegurada mediante cable de comunicaciones blindado con el objetivo de preservar la inyección cero y la producción solar en todo instante.

En esta ilustración 6 se muestra una imagen gráfica de cómo se organiza la instalación de autoconsumo fotovoltaico sin excedentes y sin acumulación. Existe entrada de energía eléctrica por parte de la red eléctrica de la calle, que pasando por el contador de la compañía pasa por el sistema de antivertido. Este sistema antivertido o de inyección cero es el que evita el vertido de energía sobrante a la red, y por tanto define la instalación como sin excedentes. Por otro lado, la energía solar transformada en energía eléctrica pasa al inversor, que convierte la energía de corriente continua a corriente alterna, termina desembocando en el cuadro general.

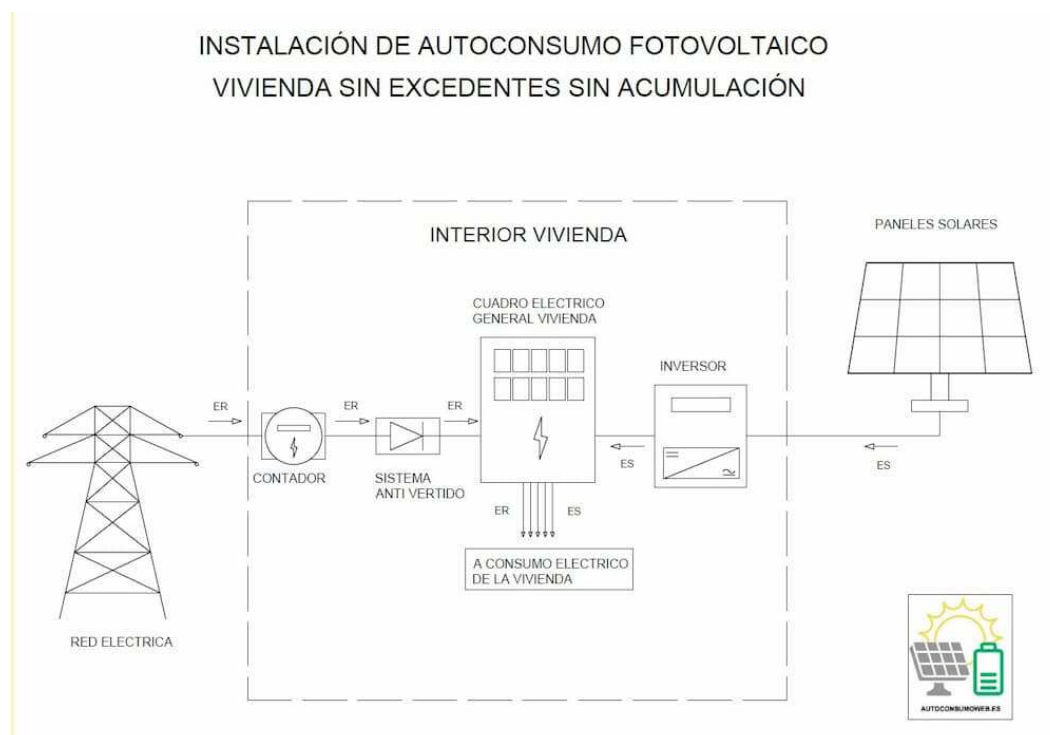


Ilustración 6 Diagrama de una instalación de Autoconsumo

2.1 Elementos de la instalación paneles fotovoltaicos

Hoy en día existen diferentes tipos de instalaciones fotovoltaicas, entre otros, existen las modalidades de suministro con autoconsumo sin excedentes, con excedentes, y estos últimos pueden estar acogidos a compensación o no. Aun así, existen una serie de componentes comunes a todas las instalaciones y necesarios para su correcto funcionamiento. Los principales elementos se irán detallando en los siguientes apartados (Casero Lozano, 2021).

2.1.1 Módulo fotovoltaico

Son comúnmente conocidos como paneles o placas solares, estos dispositivos son los encargados en convertir la energía solar en corriente eléctrica. Estos paneles están compuestos de células solares hechas de materiales semiconductores, como es el silicio, y que se encargan de la conversión de la radiación solar como ya se explicó anteriormente. Cada célula produce una mínima parte de energía eléctrica, por ello un panel se conforma de decenas de células colocadas y conectadas en serie y paralelo para así obtener cientos de vatios pico. El número de células depende del modelo y potencia del módulo.



Ilustración 7 Paneles coplanares

Podemos distinguir varios tipos de módulos dependiendo de su tecnología de fabricación, siendo el material más común hoy en día para su fabricación es el silicio. Dependiendo de la disposición de los átomos existen células fotovoltaicas cristalinas y amorfas. Las células fotovoltaicas cristalinas pueden ser monocristalinas (constituidas por secciones de un único cristal de silicio con estructura uniforme) o policristalinas (formado por pequeñas partículas de silicio), estas últimas presentan un menor rendimiento, pero es un proceso más sencillo y económico que el primero. Por otro lado, las células fotovoltaicas amorfas se caracterizan por su espesor 50 veces más fino, pero tiene un menor rendimiento y un alto grado de degradación con el contacto constante con el sol.

2.1.2 Estructura

La estructura no es más que el sistema compuesto por perfiles, grapas y accesorios, generalmente fabricados con aluminio extruido, que se utilizan para fijar los paneles solares y proporcionar la inclinación óptima para maximizar su producción. En el caso de estructuras sobre cubiertas, es necesario cumplir con la normativa vigente del Código Técnico de la Edificación (CTE). Dependiendo del tipo de instalación y ubicación, se pueden identificar los siguientes tipos de estructuras, los dos primeros no son de estudio en este proyecto por eso únicamente son nombradas.

- 1) Estructura fija sobre suelo: pueden ser con zapata o hincado.
- 2) Estructura móvil: también conocido como trackers, pueden ser de seguidor sobre un eje o sobre dos ejes.
- 3) Estructura fija sobre cubierta: Como su propio nombre indica se trata de una estructura de aluminio o acero que va fijada directamente sobre la cubierta del emplazamiento. En las instalaciones de autoconsumo este es el método más utilizado, ya que se aprovecha el propio espacio del tejado para la producción de energía e incluso reduciendo el impacto visual. Existen dos tipos:
 - a. Inclínada: Es el sistema empleado para cubiertas que no tienen inclinación necesaria, así es la propia estructura la que lo proporciona para optimizar la instalación. Esta estructura puede ser atornillada o usando lastres de hormigón.
 - b. Coplanar: No se precisa de un peralte que incline los paneles más de lo que ya estaría la cubierta o el tejado donde se deciden colocar dichos paneles. Esta es la estructura más barata y simple del mercado, además que se puede anclar sobre las greclas de la misma cubierta ya que no existe acción del viento que afecte. Cabe destacar que, a pesar de ser coplanar, se suele estudiar la elevación sutil de los paneles mediante perfiles para la correcta ventilación de la parte trasera de éstos.



Ilustración 8 Anclaje para panel coplanar

2.1.3 Inversor

Los inversores fotovoltaicos son dispositivos que se encargan de convertir la corriente continua (DC) generada por los paneles solares en corriente alterna (AC) para que pueda ser utilizada en la instalación eléctrica conectada, ya sea doméstico o industrial. Dependiendo del país en el que se instale tiene un comportamiento distinto debido a la frecuencia eléctrica de la red a la que se deben adaptar. Algunas de las características más útiles de los inversores son las siguientes:



Ilustración 9 Inversores Huawei

- Sirven de protección ante las sobrecargas y cortocircuitos que puedan suceder en el circuito, esto proporciona una seguridad del sistema y de las personas que puedan intervenir en la instalación o el mantenimiento de ésta. Actualmente, son capaces de participar en el control potencia-frecuencia y reactiva-tensión, y en caso de cortocircuito, inyectan corriente durante un pequeño periodo de tiempo hasta que la falta sea despejada por las protecciones de la planta o de la subestación asociada, lo que atenúa las fluctuaciones de frecuencia de la red.
- Optimizar la generación de electricidad dependiendo de la necesidad del consumidor.
- Monitorización y control del sistema permitiendo recoger y ofrecer información útil para el seguimiento de la instalación fotovoltaica y así asegurar su correcto funcionamiento a los propietarios y operadores.

2.2 Tarifas eléctricas

Para entender aún más la situación en la que nos encontramos se considera oportuno ser conocedor del sistema energético español de tarifas. Para conseguir una instalación lo más rentable posible es necesario evitar la compra de energía de la red. Los componentes que conforman la factura eléctrica son los siguientes: Coste de la energía, Alquiler de los equipos de medida, Impuestos, Margen de las comercializadoras y la tarifa de acceso (en la que se incluye los costes de las redes de transporte y distribución).

Tipo de tarifa: Las tarifas eléctricas en España están reguladas y pueden ser del mercado libre o del mercado regulado (Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor o PVPC). Para grandes instalaciones como un palacio de congresos, es más común tener contratos en el mercado libre, ya que ofrecen más flexibilidad y opciones de precios.

Potencia contratada: Dependiendo de las necesidades de energía, el palacio de congresos contratará una potencia determinada. Las tarifas eléctricas en el mercado libre suelen ofrecer precios diferentes para distintas franjas horarias, lo que se conoce como tarifas de discriminación horaria.

Discriminación horaria: Las tarifas con discriminación horaria permiten ahorrar en consumo eléctrico al ajustar el uso de energía a horas donde la tarifa es más baja (generalmente en las horas nocturnas y fines de semana).

Consumo de energía: El consumo total de energía también influye en la tarifa. Las grandes instalaciones suelen tener tarifas a medida que se negocian en función del perfil de consumo.

Impuestos y otros cargos: Además del costo de la energía y la potencia, la factura eléctrica también incluye impuestos (como el IVA y el Impuesto sobre la Electricidad), así como otros cargos regulados que son comunes en todas las facturas.

Consideraciones específicas para un Palacio de Congresos como es este caso:

Alto consumo y potencia: Dado que se trata de un edificio grande con altos requerimientos de iluminación, climatización y otros, tiene una potencia contratada alta y un consumo energético muy significativo.

Tarifa a medida: Este tipo de instalaciones suelen negociar contratos de suministro eléctrico a medida con comercializadoras en el mercado libre, lo que puede incluir precios más competitivos, servicios adicionales de gestión energética, y condiciones específicas adaptadas a los eventos y necesidades del lugar.

Estacionalidad y eventos: El consumo puede variar significativamente dependiendo del evento que esté transcurriendo en el palacio de congresos, por lo que algunas tarifas pueden ajustarse según la estacionalidad o el calendario de eventos.

CONCEPTO	CÁLCULO	IMPORTE
Término de Energía Variable	P3: 46.224 kWh x 0,045726 Eur/kWh = ██████ Eur	██████
	P4: 30.431 kWh x 0,040907 Eur/kWh = ██████ Eur	██████
	P6: 32.980 kWh x 0,040277 Eur/kWh = ██████ Eur	██████
Pass Subasta	P3: 46.224 kWh x 0,10334 Eur/kWh x 1,073 = ██████ Eur	██████
	P4: 30.431 kWh x 0,10334 Eur/kWh x 1,074 = ██████ Eur	██████
	P6: 32.980 kWh x 0,10334 Eur/kWh x 1,105 = ██████ Eur	██████
Fact. Potencia Contratada	P1: 400 kW x 22,965215 Eur/kW = ██████ Eur	██████
	P2: 600 kW x 19,841178 Eur/kW = ██████ Eur	██████
	P3: 700 kW x 10,327582 Eur/kW = ██████ Eur	██████
	P4: 700 kW x 8,560562 Eur/kW = ██████ Eur	██████
	P5: 700 kW x 1,908583 Eur/kW = ██████ Eur	██████
	P6: 1.670 kW x 1,148958 Eur/kW = ██████ Eur	██████
Fact. Potencia Demandada Cuarto-horaria	37.567,34 Eur X 30 DIAS / 365 días	██████
	P3: 1.934,33 EUR X 30 / 30 MESES = ██████ Eur	██████
	P4: 1.361,09 EUR X 30 / 30 MESES = ██████ Eur	██████
Impuesto sobre la Electricidad	0,5 % sobre ██████ Eur	██████
Alquiler de Equipos de Medida	██████ Eur	██████
IVA normal	21 % sobre ██████ EUR	██████
Total pseudofactura		██████ EUR

CÁLCULO DE IMPUESTOS MERAMENTE REFERENCIAL

Ilustración 10 Factura tipo

2.3 Localización del proyecto y contexto

2.3.1. Edificio sometido a estudio

Nos ubicamos en el Palacio de Congresos y Exposiciones de Sevilla, situado en la zona de Sevilla Este. Este Palacio de Congresos abarca más de 50.000 m² y podemos diferenciar dos grandes partes, FIBES I y FIBES II. La primera parte se construyó en 1989 para albergar la Feria Oficial de Muestras Iberoamericana de Sevilla, que se celebraba anualmente en el Teatro Lope de Vega hasta dicha fecha. En el año 2012 se inauguró la segunda parte de este complejo, con un auditorio para más de 3.150 personas, junto con otras salas para reuniones y eventos. Este segundo edificio está formado por 3 módulos conectados (A, B, C). En la Ilustración 12 podemos observar con más detalle las diferentes partes de FIBES I y FIBES II.

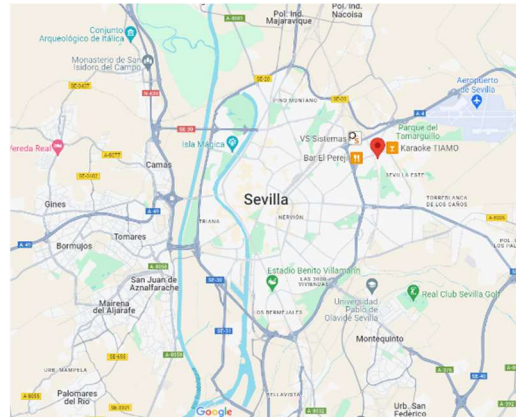


Ilustración 11 Mapa satélite con la Ubicación

El primero de ellos se divide en un Aparcamiento, 3 pabellones de 7.200 m² cada uno, dos explanadas en forma de triángulos que suman 13.000 m², una cúpula, dos cascadas, el auditorio y el restaurante y salas de reuniones. Por otro lado, el edificio de FIBES II está formado por salas panelables, auditorios, salas de reuniones y despachos. Para poner aún más en contexto, el conjunto de ambos edificios albergó 94 eventos en el año 2022, pasaron más de 844.000 personas por este edificio, creando un impacto económico de 182 millones de euros. Con la Ilustración 12 se aprecia de manera más clara las dimensiones de este Palacio de Congresos, todas las partes en las que se pueden dividir, y uno ya se puede ir imaginando la cantidad de mejoras energéticas que tienen cabida en este lugar.



Ilustración 12 Vista aérea del complejo

En la Ilustración 13 se observa una numeración que seguiré para ir describiendo cada una de las partes de dicho recinto. En primer lugar, antes que nada, se podría pensar que la explanada de tierra que se encuentra detrás de los edificios podría ser buen lugar para la instalación de paneles fotovoltaicos. En segundo lugar, empezando por la parte baja de la imagen, vemos un aparcamiento, sin marquesinas para dar sombra. En tercer lugar, pasamos a la zona de FIBES I, precisamente a la de los tres pabellones con una superficie total de 21.600 m². Para la instalación de paneles en esta zona se detallará una serie de características de la estructura más adelante. En cuarto lugar, el tejado en forma semicircular con una cúpula en medio. Teniendo en cuenta la orientación de este tejado y la insistencia por parte de los gerentes de este edificio en que estos paneles no queden demasiado visibles al público, hace que se restrinja mucho la zona. Por lo que nos quedaría una zona de unos 450 m² de manera coplanar y 200 m² con inclinación.

Pasando al edificio de FIBES II, podemos distinguir dos zonas únicamente, por un lado, la que se denomina módulo A, siendo una única estructura situada sobre una rampa de acceso al edificio de 80 m de longitud quedando semiabierto. Una zona que descartamos por su inviabilidad a ser transitable y considerando un diseño

que no estaba pensado para recibir una sobrecarga de uso. Sin embargo, el resto del edificio sí que es un buen ejemplo donde instalar paneles, una superficie coplanar a la que se podrá anclar en las crestas del panel sándwich de la cubierta del edificio, siendo un total de 1255 m^2 de superficie.

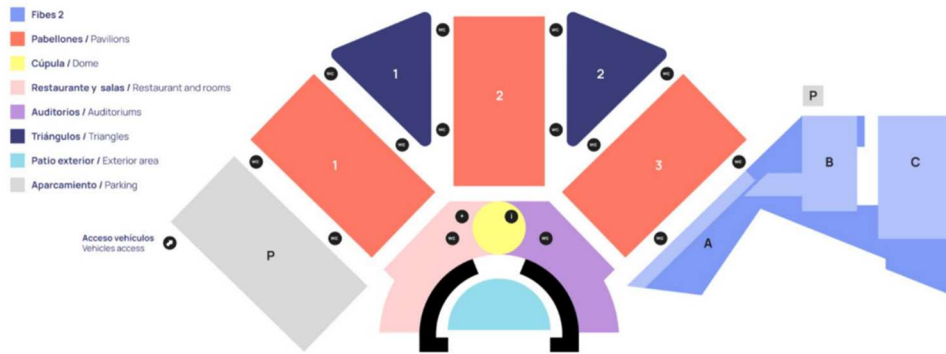


Ilustración 13 Mapa detallado del complejo

2.3.2. Análisis de la superficie de la cubierta

Tras una valoración exhaustiva de cada una de las diferentes partes en las que se podrían instalar paneles, se decide hacer un primer estudio tomando como superficies de FIBES I el tejado que forma un semicírculo y en FIBES II la gran mayoría de este. Teniendo en cuenta la existencia de diversas máquinas de VRV que no se podrán mover, y que además habrá que dejar un espacio prudencial para que los operarios puedan acceder a realizar los mantenimientos oportunos. Como comentábamos previamente, la cubierta de FIBES II es coplanar, y en FIBES I diferenciaremos una zona de grava con un ángulo de inclinación de 15° , y la zona de las tejas con un grado de inclinación de 35° .



Ilustración 14 Tejado inclinado a 35°



Ilustración 15 Zona de grava a 15°

Por otro lado, en el edificio de FIBES II no será necesario el estudio de sombras ya que se trata de una cubierta coplanar y los paneles no recibirán sombra de ningún elemento. La instalación de FIBES I sí que recibirá sombra

de la cúpula, por ello se decide colocar los paneles sobre la Cubierta Este ya que recibe menor sombra en momentos más importantes que si se instalaran en la Cubierta Oeste. Posteriormente veremos unas imágenes donde queda más claro de manera visual y esquematizada.



Ilustración 16 Cubierta Fibes II - 1



Ilustración 17 Cubierta Fibes II - 2

3 INSTALACIÓN

En este penúltimo capítulo se van a detallar los cálculos para el dimensionamiento de la instalación así como los cálculos eléctricos justificativos para el dimensionamiento de los cables de la planta fotovoltaica, tanto en corriente continua como en corriente alterna. Todos los productos seleccionados tendrán en la parte de Anexos sus especificaciones pertinentes de modo justificativo e informativo.

3.1 Consumos

Como hemos comentado anteriormente, este palacio de congresos en contraposición a otros grandes complejos como hospitales o residencias en donde el consumo es constante y progresivo. En este edificio el consumo depende principalmente de los grandes eventos que se dan en días o semanas concretas, y que pueden variar de año a año incluso. En el siguiente gráfico podemos observar el consumo eléctrico del año 2022, se fueron registrando datos del consumo eléctrico de cada edificio durante todos los días del año, cada 15 minutos de manera automática. No vemos una gran diferencia entre las estaciones del año, esto se debe a que durante el invierno se activan las calderas y la bomba de calor, y durante el verano las enfriadoras, climatizadoras y la bomba de calor si fuera necesario, con lo que vemos simplemente unos valores levemente elevados en los meses calurosos, en comparación con los meses más fríos. A continuación se muestran una serie de gráficas divididas por edificios.

En primer lugar, se ha representado el consumo energético durante todo el día del 15 de Marzo, un día de primavera en Sevilla comparando el año 2022 en azul, con el año 2023 en naranja. En la ilustración 19 de igual manera pero en verano, un 15 de agosto de 2022 y 2023. En la tercera ilustración representa la evolución a lo largo de un día de invierno, 15 de diciembre.

Fibes I

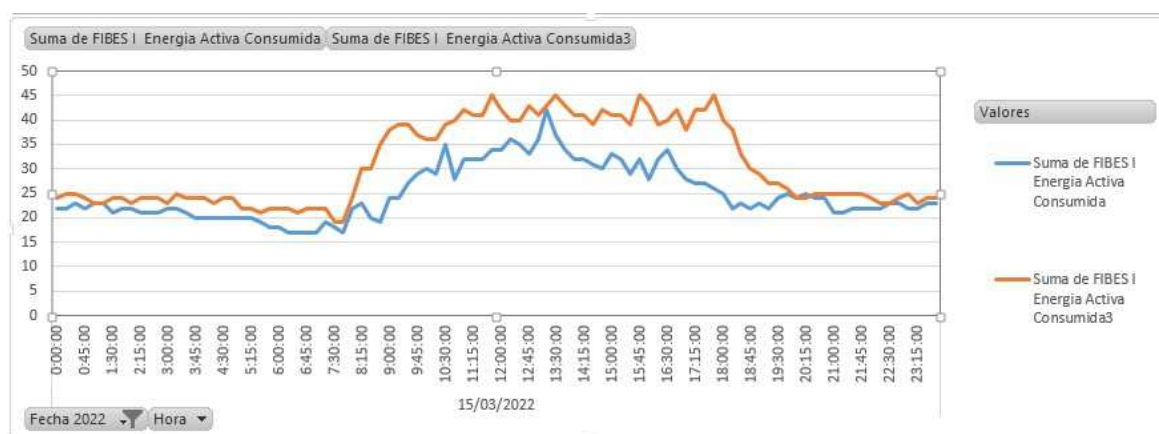


Ilustración 18 Consumo energético en MW durante 24 horas en Primavera.

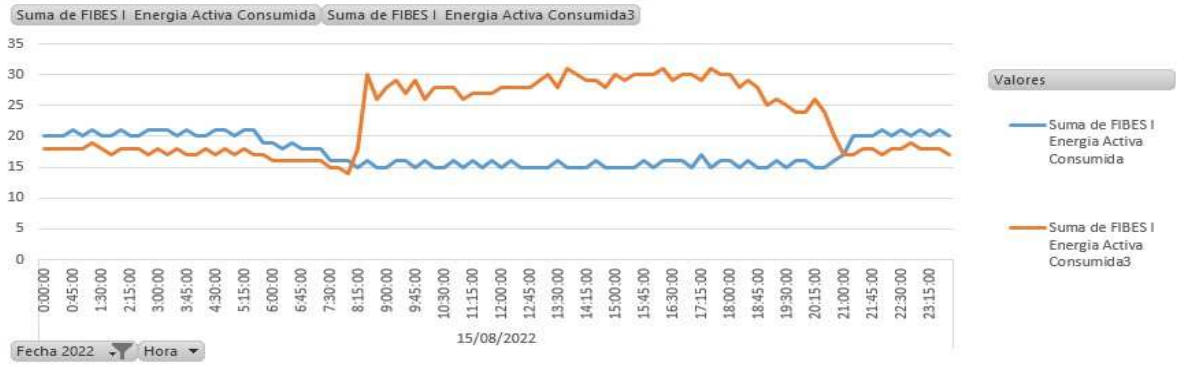


Ilustración 19 Consumo energético en MW durante 24 horas en Verano.



Ilustración 20 Consumo energético en MW durante 24 horas en Invierno

Una de las causas de que exista esa cierta variación del consumo un día en concreto entre un año y otro puede deberse a un variación de temperaturas considerable, pero no debería variar mucho la temperatura y por tanto el consumo. Esto también se debe al proceso de renovación e implantación de nuevas máquinas que se fueron sucediendo a lo largo de estos meses, y que aun sigue ocurriendo. La sustitución de una UTA (en este caso fueron 4 en Fibes I) con una potencia de kW cada puede afectar por el aumento de eficiencia del sistema.

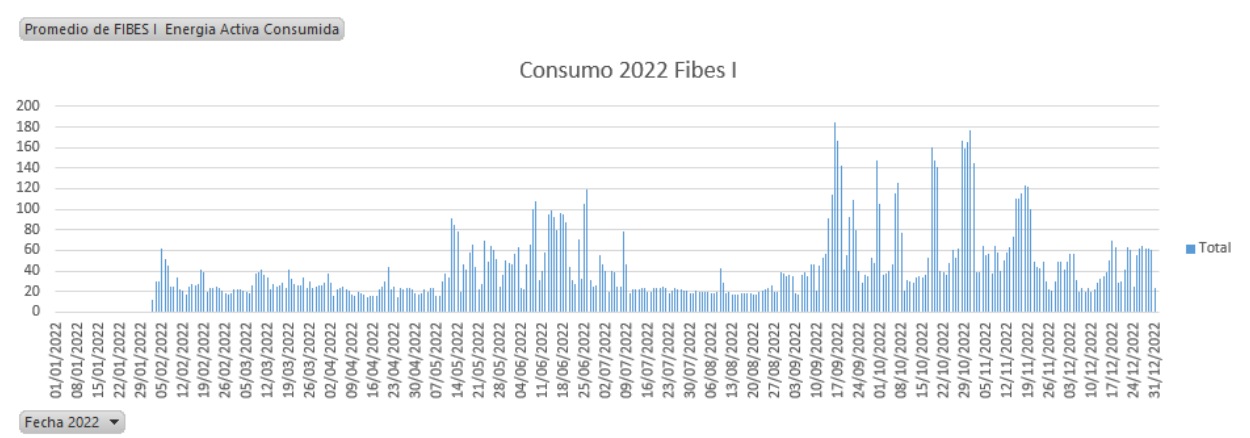


Ilustración 21 Consumo energía total en MW durante 2022

Se representa ahora en la gráfica de barras de la Ilustración 21, el consumo promedio de cada día durante el año 2022. En esta gráfica podemos observar como el pico de máximo consumo surge a mitad de septiembre

(más de 180 MW) y todo octubre, donde empiezan a acumularse los grandes eventos semana tras semana, y las oficinas vuelven a estar completas por sus trabajadores. En la ilustración 22 se observa como el pico máximo surge a final del mes de junio llegando a rozar los 240 MW consumidos en un día. Recordar que estos datos son los promedios de cada día.

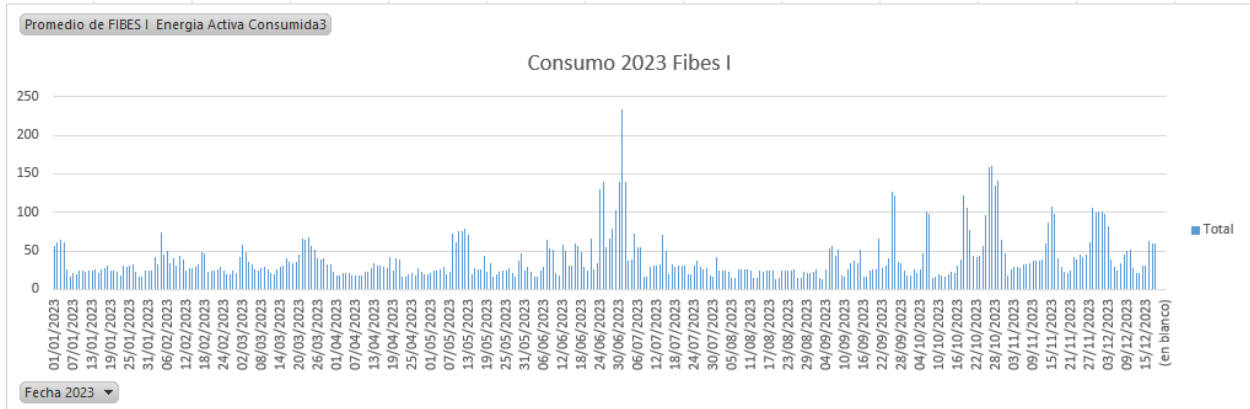


Ilustración 22 Consumo energía total en MW durante 2023

Por último, se muestra un gráfico del consumo promedio por mes de ambos años. En general sobresale el gasto en 2022 excepto en los meses más fríos, si bien es verdad que no se tienen datos del mes de enero de 2022. El SICAB y otros eventos que surgen en septiembre y octubre hacen que lleguen al promedio de 65 MW y 75 MW respectivamente en un primer año, que tras las mejoras comentadas anteriormente y las medidas de ahorro adquiridas hacen que disminuya ese consumo para el siguiente año. Una de las medidas de ahorro que se puso en practica fue el encendido de las UTA y la bomba de calor de manera progresiva y con antelación, se evitaba un pico de consumo para enfriar espacios excesivamente grandes, lo cual no conseguía pasado un periodo de tiempo. Como esta existen una serie de medidas que no se aplicaban hasta la llegada de Ferrovial al Palacio de Congresos, ya sea por falta de conocimiento por parte de los técnicos o por falta de gestión por parte de los encargados.

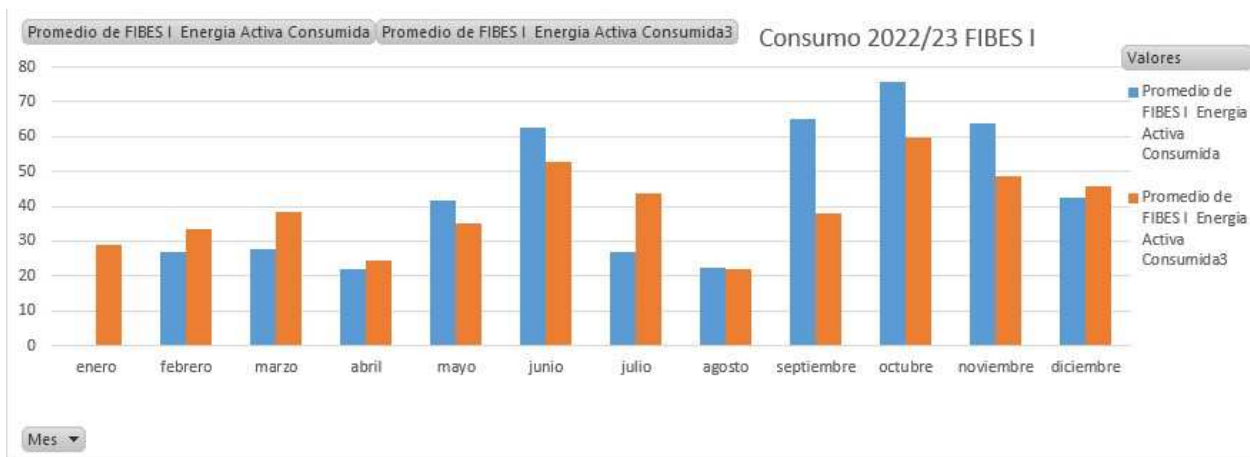


Ilustración 23 Consumo energía total promedio en MW de cada mes de 2022 y 2023

Fibes II

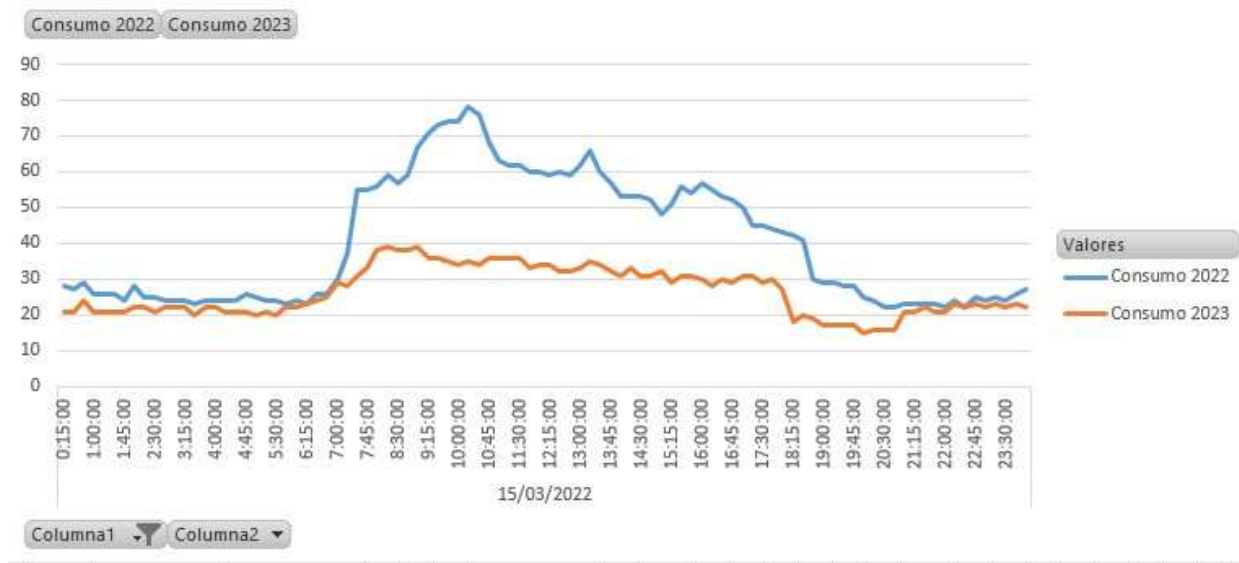


Ilustración 24 Consumo energético en MW durante 24 horas en Primavera

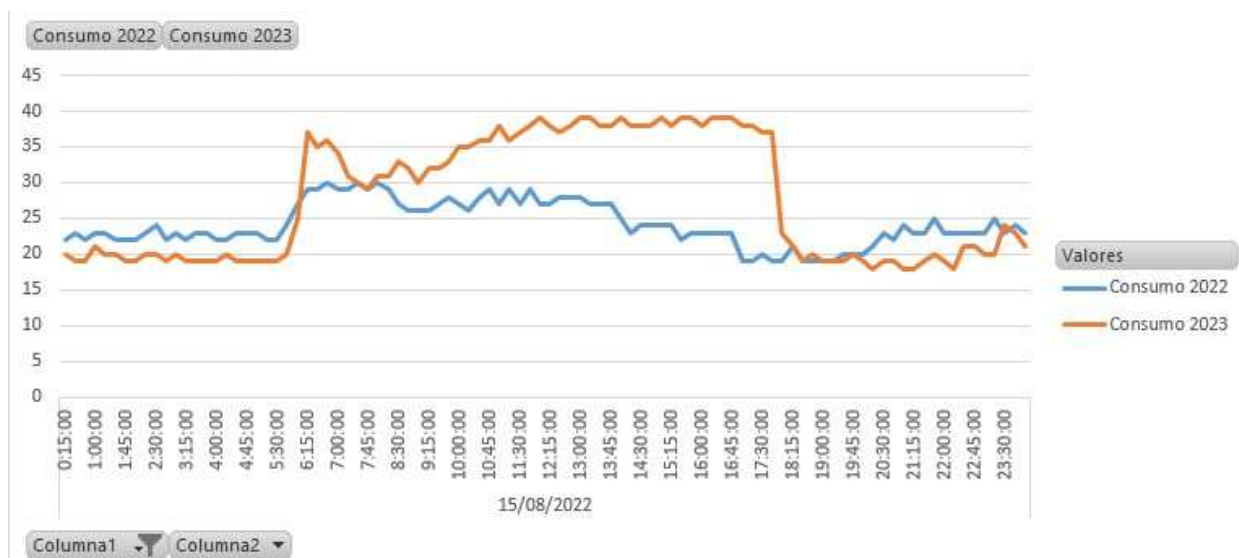


Ilustración 25 Consumo energético en MW durante 24 horas en Verano

En esta grafica de la Ilustración 26 se observa una línea naranja con muchos altibajos en el consumo del año 2023. Al comienzo de la gráfica se observan los datos de las 12 de la noche en adelante. En 2023 se consigue reducir el consumo nocturno de unos 70 MW a unos 20 MW como consumo “residual”, y por el día es un claro ejemplo del pico de consumo por un evento puntual a las 16:00. Ya que previamente lo único que se había hecho era arrancar la bomba de calor al empezar la mañana para las oficinas y siendo apagada dos horas después.

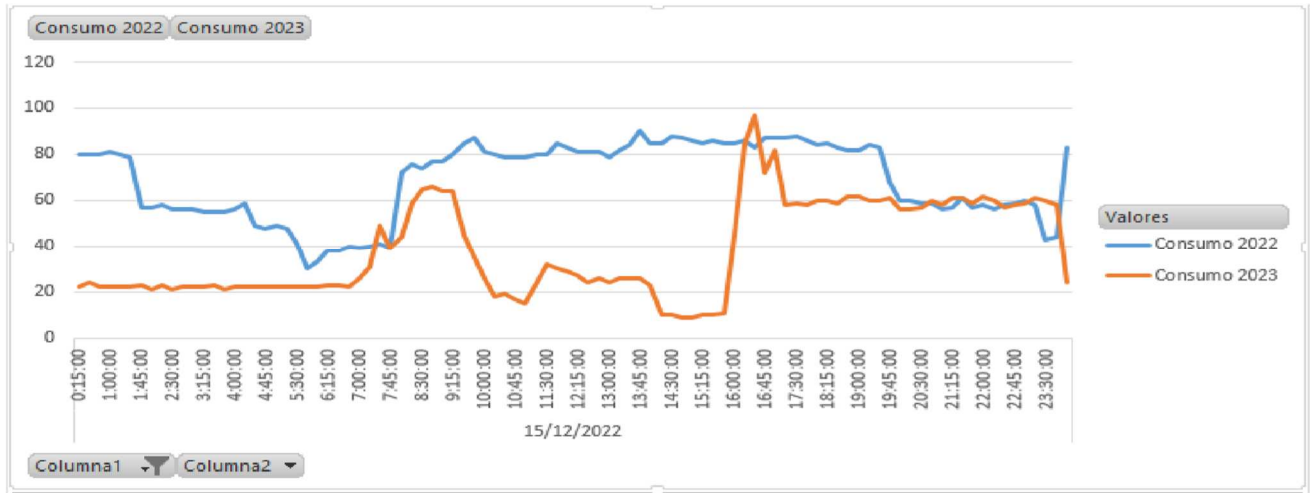


Ilustración 26 Consumo energético en MW durante 24 horas en Invierno

En estas dos gráficas 27 y 28 se pueden apreciar el consumo promedio por día de los años 2022 y 2023 respectivamente. Si echamos la vista atrás con las graficas 21 y 22, vemos como el edificio de FIBES II llega a unos valores de consumo energético mayores, es donde se ubica el gran auditorio, además de donde se sitúan varias salas de reuniones, oficinas y espacios que albergan eventos y congresos. Todo ello hace que exija más energía en todas las temporadas, de calor y frío.

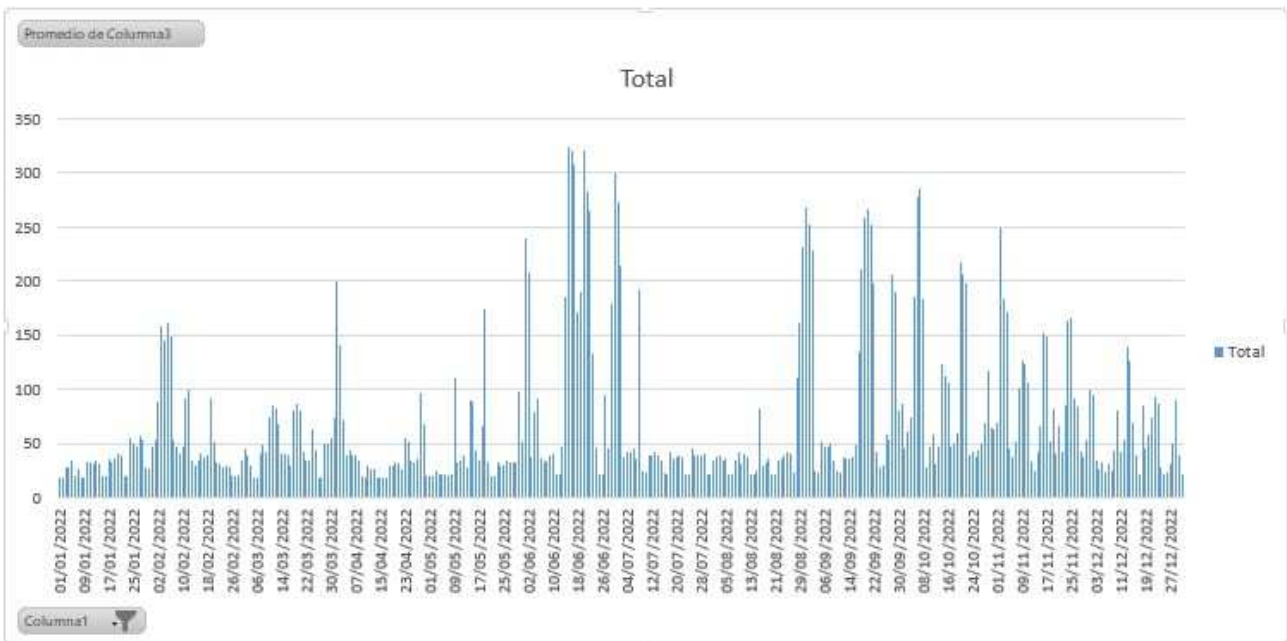


Ilustración 27 Consumo energía total en MW durante 2022

Para FIBES I se habla de unos valores máximos promedios de 180 y 240 MW para cada año. Sin embargo, para FIBES II esos valores alcanzan las cifras de 320 y 280 MW.

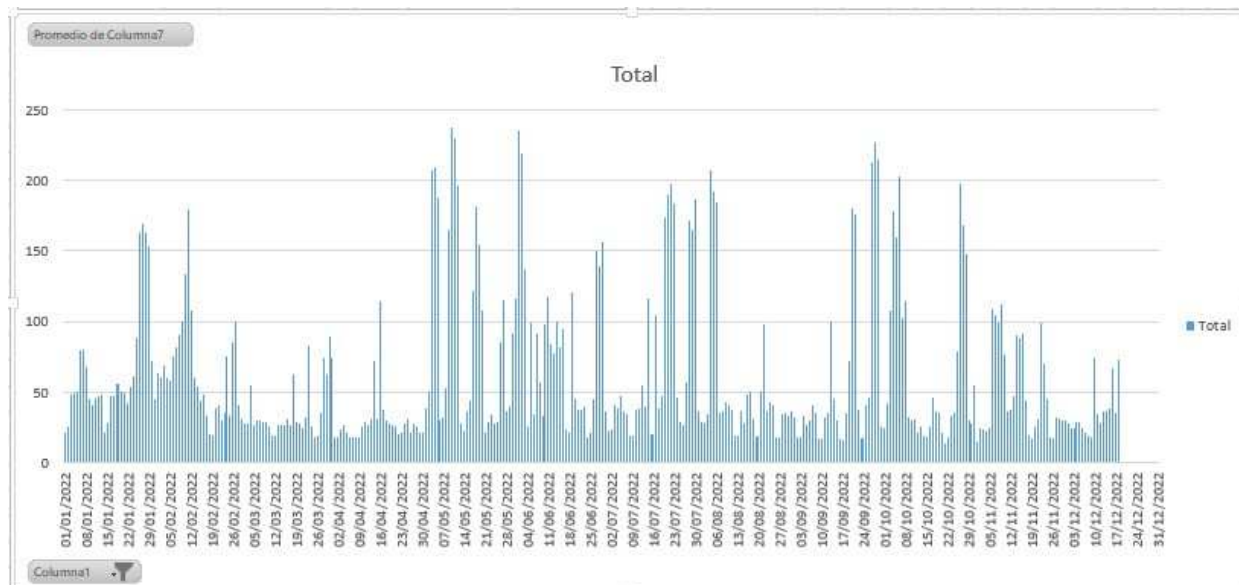


Ilustración 28 Consumo energía total en MW durante 2023

Al igual que en las otras gráficas se observa como el año 2022 tuvo un mayor consumo promedio en todos los meses, a excepción del mes de mayo en el que se realizaron dos eventos extra en el año 2023.

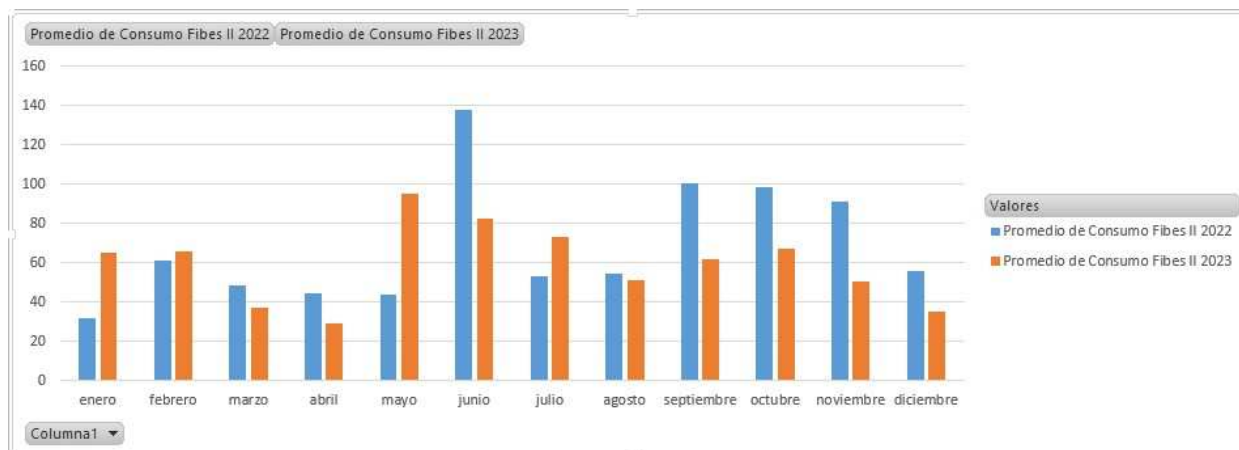


Ilustración 29 Consumo energía total promedio en MW de cada mes de 2022 y 2023

3.2 Cálculos

Se pasan a detallar los cálculos para el dimensionamiento de la instalación, así como los cálculos eléctricos justificativos para el dimensionamiento de los cables de la planta fotovoltaica. El módulo fotovoltaico que vamos a usar es el modelo TSM-505 DE18M.08, con una potencia de 505 Wp. Cada panel está formado por 150 células, con una tensión de circuito abierto de 51,9V y una eficiencia del 21%.

Calculamos en primera instancia el dimensionamiento máximo que puede haber de paneles colocados en serie, esto depende de las condiciones climáticas del lugar, temperatura e irradiancia son las que afectan a las tensiones y corrientes de funcionamiento de los módulos. La temperatura del módulo se calcula con la siguiente fórmula

$$T_p = T_{amb} + \frac{(T_{ONC} - 20)}{800} * I \tag{3-1}$$

Donde:

- T_p es la temperatura del panel para esas condiciones [°C].
- T_{amb} es la temperatura ambiente [°C].
- T_{ONC} es la temperatura en condiciones de operación normal [°C].
- I es la irradiancia [W/m^2].

Los datos de temperatura han sido descargados de la web de AEMET, seleccionando la estación meteorológica más cercana al lugar, en este caso se trata de la de Sevilla Aeropuerto. Con unos datos históricos de 0,8°C de mínima absoluta y de 46,6°C de máxima absoluta.

$$T_p^{max} = 46,6 + \frac{1000 \cdot (43 - 20)}{800} = 75,35^\circ\text{C} \quad (3-2)$$

$$T_p^{min} = 0,8 + \frac{250 \cdot (43 - 20)}{800} = 7,99^\circ\text{C} \quad (3-3)$$

Con esta temperatura se obtiene la tensión a circuito abierto bajo estas condiciones:

$$V_{OC}(T_c^{min}) = V_{OC}(STC) + \beta \cdot (T - 25) \cdot V_{OC}(STC) \quad (3-4)$$

Donde:

- $V_{OC}(STC)$: Tensión de circuito abierto en condiciones estándares (STC).
- T_c : Temperatura de la célula (°C).
- β : Coeficiente de temperatura de V_{oc} (%/°C).

Con esta temperatura se obtiene la tensión a circuito abierto bajo estas condiciones:

$$\beta = -0,25\%/^\circ\text{C}$$

$$V_{OC}(STC) = 51,9 \text{ V}$$

$$V_{OC}(7,99) = V_{OC}(STC) \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100} \cdot (T_p - 25)\right) = 54,11 \text{ V} \quad (3-5)$$

$$V_{inv}^{max} = 1100 \text{ V}$$

Donde:

- V_{inv}^{max} : Tensión máxima de entrada del inversor (V).
- $V_{OC}(TC_{mín})$: Tensión de circuito a la temperatura mínima de célula (V).

$$N_{serie}^{max} = \frac{V_{inv}^{max}}{V_{CA}(TC_{min})} = 20,33 \quad (3-6)$$

Por lo tanto, el número máximo de paneles por string serán 20.

Pasamos a calcular ahora el número de modelos máximo que podemos colocar en paralelo. El factor que limita la cantidad de paneles conectados es la corriente máxima de entrada al inversor. Por lo tanto, la corriente máxima de la instalación debe ser menor a la del inversor. Se aplica la siguiente ecuación:

$$N_p \leq \frac{I_{max}(Inv)}{I_{sc}^{max}(TCmax)} \quad (3-7)$$

Donde:

- N_p : Número de módulos fotovoltaicos en paralelo
- $I_{max}(Inv)$: corriente máxima de entrada del inversor (A)
- $I_{sc}^{max}(TCmax)$: máxima corriente de cortocircuito de cada módulo en condiciones STC (A).

Este último se obtiene con la siguiente formula:

$$I_{sc}^{max}(Tcm a x) = I_{sc}^{stc} + \alpha I_{sc} * (Tcm a x - 25^\circ C) \quad (3-8)$$

Donde:

- I_{sc}^{stc} : Corriente de cortocircuito en condiciones STC (A).
- αI_{sc} : Coeficiente de corrección de la corriente (%/°C).
- $Tcmáx$: temperatura máxima que puede alcanzar el módulo (°C).

$$I_{sc}^{max}(Tcm a x) = 12,35 + 0,0004 * (75,35 - 25) = 12,37A \quad (3-9)$$

$$N_p \leq \frac{79,80}{12,37} = 6,45 \quad (3-10)$$

Por lo que supone un número máximo de paneles en paralelo de 6.

Además se va a realizar un estudio de sombras, es decir, tener en cuenta si realmente la ubicación e inclinación que tendrán los paneles será óptimo para la recepción de los rayos de sol. Para ello se tiene en cuenta el grado de incidencia de dichos rayos y que se prolongue en el tiempo lo suficiente como para que se considere rentable la instalación de los mismos.

No se precisa un estudio de sombras para FIBES II ya que se trata de una cubierta coplanar sin ninguna máquina o estructura que pueda ser susceptible de dar sombra. Pasando al estudio de sombras de FIBES I.

Distribución de sombras críticas en verano en FIBES

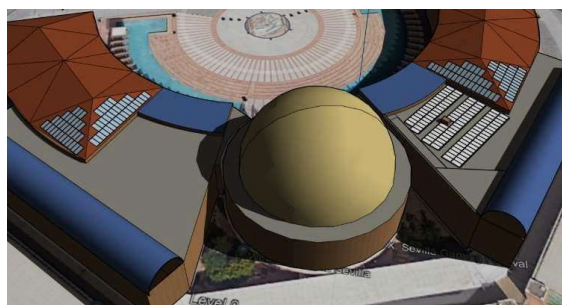


Ilustración 30 Sombras críticas verano Fibes I de mañana

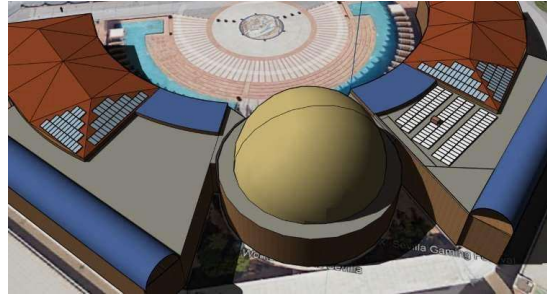


Ilustración 31 Sombras críticas verano Fibes I de tarde

Distribución de sombras críticas en primavera/otoño en FIBES I

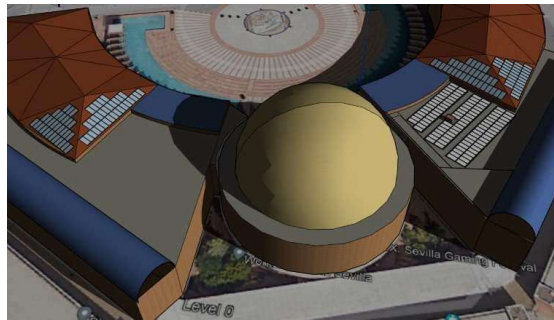


Ilustración 32 Sombras críticas primavera/otoño Fibes I de mañana

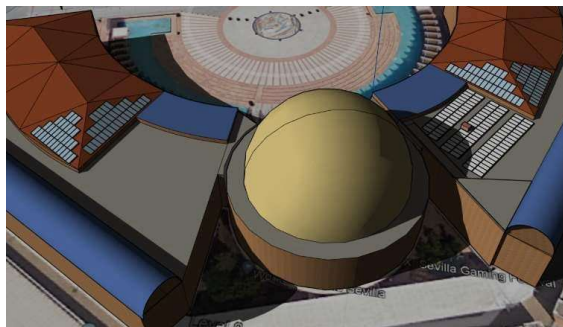


Ilustración 33 Sombras críticas primavera/otoño Fibes I de tarde

Distribución de sombras críticas en invierno en FIBES I

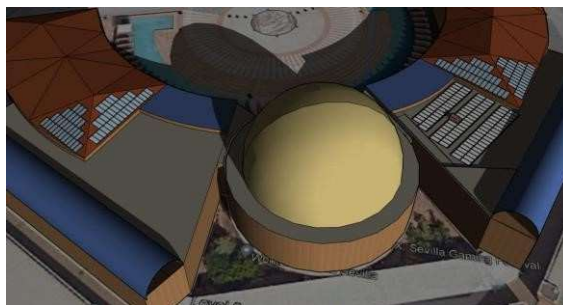


Ilustración 34 Sombras críticas invierno Fibes I de mañana

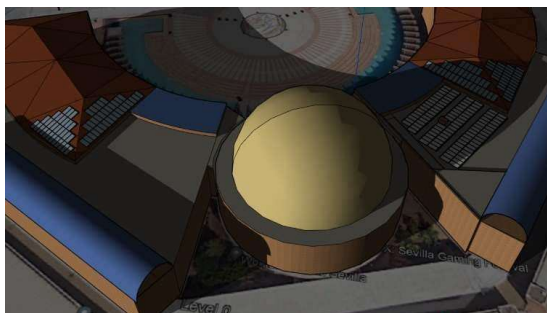


Ilustración 35 Sombras críticas invierno Fibes I de mañana

3.3 Instalación definitiva

3.3.1 Paneles instalados

Una vez realizados los cálculos oportunos para el diseño de la instalación y presentando las características de los paneles que se van a utilizar, se decide realizar esta organización de la planta.

En FIBES I se encontrarán:

32 módulos en orientación suroeste 20° e inclinación 18° , con una potencia total de 16,32 kWp sobre cubierta de teja.

32 módulos en orientación sureste -75° e inclinación 18° , con una potencia total de 16,32 kWp sobre cubierta de teja.

104 módulos en orientación sureste -55° e inclinación 0° (coplanares) con una potencia total de 53,04 kWp sobre cubierta invertida.

32 módulos en orientación suroeste 15° e inclinación 18° , con una potencia total de 16,32 kWp sobre cubierta de teja.

30 módulos en orientación sureste -55° e inclinación 18° , con una potencia total de 15,30 kWp sobre cubierta de teja.

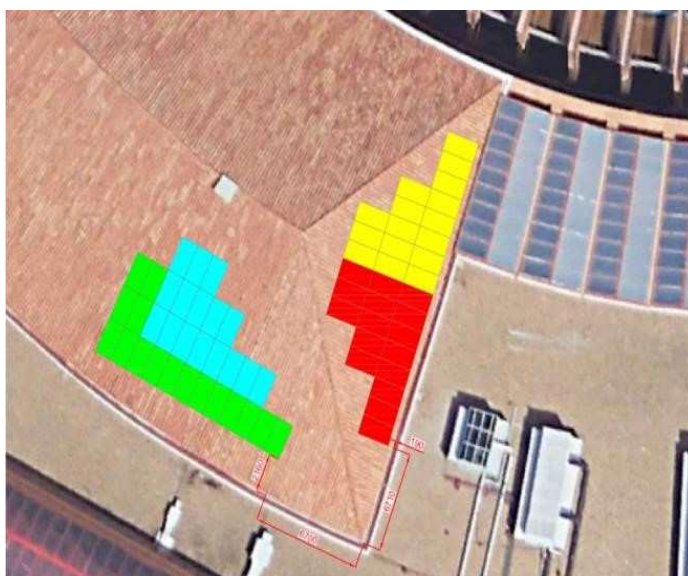


Ilustración 36 Disposición Paneles FI-1

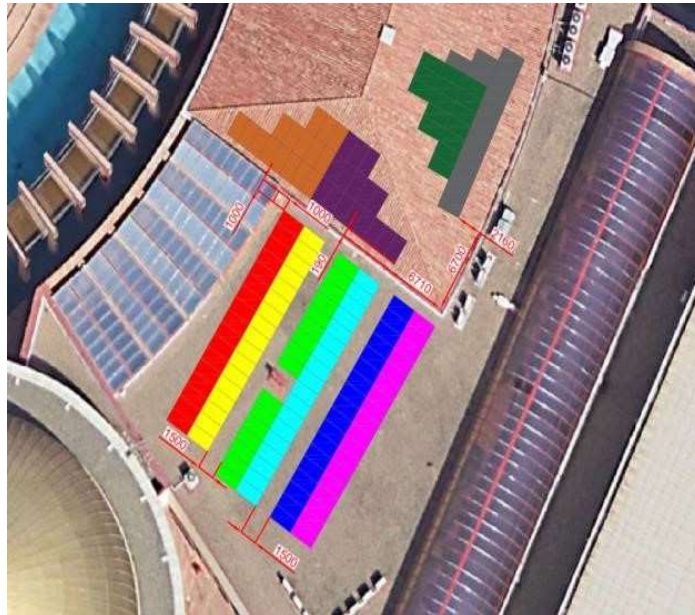


Ilustración 37 Disposición Paneles FI-2

En FIBES II se encontrarán:

548 módulos de 510 Wp de potencia, es decir, cuenta con una potencia de generación en corriente continua (paneles) de 279,48 kWp. Por su parte, la potencia de generación en corriente alterna (inversores) alcanza los 200 kWn y la forman dos inversores de marca Huawei de 100 kWn de potencia. El generador solar de Fibes II se coloca de forma completamente coplanar a la cubierta de chapa del edificio con el objetivo para mantener la fiabilidad estructural del pabellón. El generador ha sido colocado por mesas de paneles con separación entre las mismas a modo de pasillos de mantenimiento que permitan el acceso sencillo a todos los paneles y sus conexiones, facilitando por tanto las labores propias de estas disciplinas.

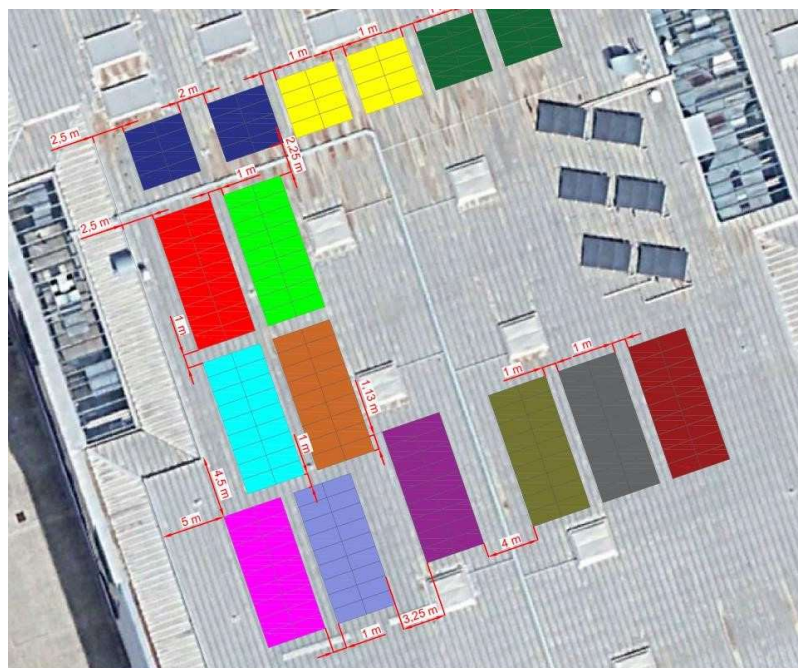


Ilustración 38 Disposición Paneles FII-1



Ilustración 39 Disposición Paneles FII-2

3.3.2 Estructuras utilizadas

Estructura Soporte FIBES I

Los paneles ubicados en la zona de grava van directamente autolastrados a la cubierta con una estructura de hormigón de tal forma que los mismos se mantengan firmes sobre el terreno. Los paneles se colocan este – oeste de forma adyacente los unos con los otros de tal forma que entre los mismos no se generen sombras. Esta disposición otorga un diseño aerodinámico que reduce la presión del viento.



Ilustración 40 Sujeciones paneles coplanares Fibes I

Estructura Soporte FIBES II

Se instalarán abrazaderas de aluminio que se encastran a las cerchas del panel sándwich de la cubierta y que permite la unión entre los módulos.

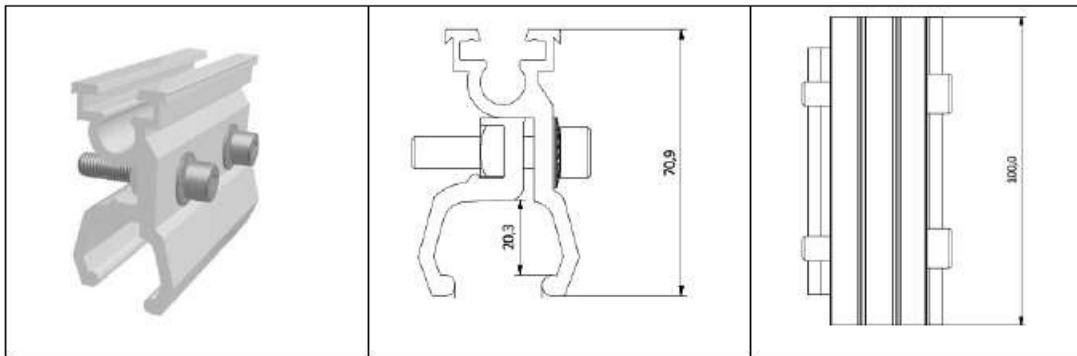


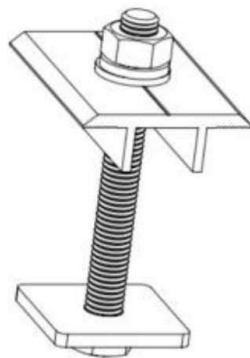
Ilustración 41 Abrazaderas Fibes II

La instalación será coplanar para reducir el espacio ocupado por la instalación, y disponer de superficie para futuras ampliaciones. Con esta disposición se elimina la carga de viento.

La carga será de $10,99 \text{ kg/m}^2$, que resulta del cociente entre los 26,5 kg de peso de cada módulo fotovoltaico y la superficie de cada módulo de $2,41 \text{ m}^2$.

El sistema de fijación se realizará mediante grapas intermedias y finales fijando los módulos fotovoltaicos a las abrazaderas indicadas anteriormente. La grapa intermedia y final dispone en su extremo en una zona dentada para romper el anodizado del módulo fotovoltaico para garantizar la equipotencialidad.

Fijación grapa intermedia.



Fijación grapa final.

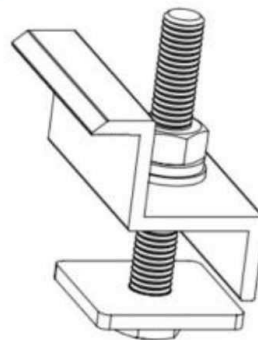


Ilustración 42 Fijaciones Fibes II

El módulo fotovoltaico empleado para ambos proyectos es un módulo monocristalino de la marca Trina Solar (modelo TSM-510-DE18M.08(II)) de 510 Wp de potencia pico en condiciones STC. Consiste en un módulo con garantías extendidas a sus equivalentes típicos del mercado, con 15 años de garantía de producto y 25 años de garantía de producción, asegurando una capacidad de generación superior al 84,8% de la potencia base del módulo al finalizar el año 25 tras su entrega previo inicio de la ejecución de las instalaciones. Sus condiciones de funcionamiento y su resistencia ante efectos adversos han sido comprobadas en la fase de ingeniería y lo hacen idóneo para su utilización en el presente proyecto. Se adjunta ficha técnica de los paneles en el Anexo.

3.3.3 Inversores

Los inversores fotovoltaicos empleados son inversores trifásicos destinados a autoconsumo del fabricante Huawei. Siguiendo un criterio de duplicidad de equipos para nivelar la producción solar en caso de indisponibilidad de los equipos, los modelos empleados son distintos en Fibes I y Fibes II ya que gestionan potencias diferentes pero ambos inversores pertenecen a la misma gama de productos.

Los inversores solares han sido colocados en la pared norte del Pabellón 2 de Fibes I (edificio trasero a la cúpula central del complejo) con el objetivo de resguardarlos de la radiación solar y así prolongar su vida útil. La utilización de dos inversores permite mejorar la disponibilidad del sistema, ya que en caso de avería de uno de ellos el homólogo podrá seguir produciendo energía eléctrica.

Para Fibes I se han empleado dos inversores Huawei modelo SUN2000-50KTL-M3 de 50 kWn de potencia nominal máxima de salida. Ambos inversores se conectan en paralelo para disponer de una salida común cuya potencia máxima es suma de las dos anteriores, de 100 kWn totales.

Para Fibes II se han empleado dos inversores Huawei modelo SUN2000-100KTL-M2 de 100 kWn de potencia nominal máxima de salida. Ambos inversores se conectan en paralelo para disponer de una salida común cuya potencia máxima es suma de las dos anteriores, de 200 kWn totales.

Los inversores solares disponen de sus cuadros de protecciones en corriente continua compuestos por fusibles de línea. Por su parte, el cuadro de protecciones de corriente alterna dispone de protección frente a cortocircuitos y sobrecargas para ambos inversores, protección diferencial para contactos indirectos (carcasas de los equipos) y protección frente a sobretensiones permanentes y transitorias tipo II. Estos cuadros de protecciones se encuentran adyacentes a la zona de inversores.

El controlador del sistema escogido en ambas instalaciones es un gestor de dispositivos de la marca Huawei modelo Smartlogger 3000A consiste en una pasarela que coordina el funcionamiento de los distintos inversores que componen la instalación entre sí.

Al encontrarse las instalaciones funcionando en modalidad de inyección cero, el rol más importante del dispositivo escogido consiste en limitar la producción de los inversores en base a las lecturas de energía de exportación en el punto frontera de la conexión con el objetivo de garantizar que la energía producida por la instalación es exclusivamente aprovechada en las redes de baja y media tensión propiedad de Fibes I / Fibes II según corresponda. De este modo, en caso de detectarse una reducción en las necesidades energéticas en las redes interiores respecto a la energía instantánea generada, el controlador autolimita la producción de los inversores solares de forma precisa y segura.

3.3.4 Cableado y protecciones

Cableado de BT

A la hora de seleccionar qué tipo de cable es el que se va a instalar es necesario calcular y hacer un estudio teniendo en cuenta la caída de tensión y la intensidad máxima admisible por el conductor. Diferenciamos los cables dependiendo si es para la parte de Corriente Continua o Corriente Alterna, en ambos casos considero una caída de tensión máxima de 1,5%.

Para el tramo de Corriente Continua se usará un cable solar de CU ZZ-F (AS) DC 1x6 mm² 0,6/1,8 kV de doble aislamiento según UNE EN 21 123 de cobre, que va desde los módulos hasta los cuadros DC String Box de 9 entradas. (Usando el cable negro para el negativo y rojo para el positivo).

Para el tramo desde los cuadros DC String Box de 9 entradas a los Inversores se usa un cable RZ1-K (AS) CPR 1x95 mm² 0,6/1 kV según UNE EN 21 123 de aluminio.

El tramo de Corriente Alterna tiene un cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de doble aislamiento según UNE EN 21 123 de cobre desde los inversores hasta el centro de transformación calculados para una caída máxima de tensión

del 1% en AC.

o 4 x 1 x 240 mm^2 Cu 240 metros

o 4 x 1 x 120 mm^2 Cu 60 metros

o 4x 1 x 35 mm^2 Cu 710 metros

Puesta a Tierra: según RD 1663/2000, donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT, la puesta a tierra se realizará de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma.

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

Por ello, se realizará una única toma de tierra a la que se conecta tanto la estructura soporte del generador fotovoltaico como la borna de puesta a tierra del inversor teniendo en cuenta la distancia entre estos, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas. Para ello se tenderá un cable que se une a la puesta a tierra del edificio, a este cable se conectan las estructuras de los paneles y la puesta a tierra de los inversores.

Protecciones eléctricas

Protecciones AC y DC: para la protección de los circuitos del lado de corriente continua, el inversor incorpora tres seccionadores en el lado DC.

Para cumplir con las normas de seguridad contra contactos directos e indirectos en el lado de AC se instala un interruptor magnetotérmico y diferencial a la salida de los inversores.

Los equipos descritos anteriormente aseguran el correcto funcionamiento de la instalación, protegiendo tanto a las personas como a los equipos de contactos directos e indirectos que se puedan generar debido a fallos eléctricos.

3.3.5 Medidores y controladores

Se instalan dos medidores de energía, uno para cada instalación de cada edificio, capaces de registrar la energía importada desde el centro de seccionamiento correspondiente hasta el interior del edificio. Esta energía, contrastada con la energía generada y registrada en los inversores, permite calcular parámetros de consumo, producción y autoconsumo que permitan trazar factores tales como el aprovechamiento fotovoltaico o el ahorro generado por el mismo.

Los medidores escogidos para el proyecto son todos de la marca Real Energy Systems y se componen de un medidor principal tipo Prisma 310A, un medidor secundario tipo Prisma 310A-L y una pasarela de comunicación para compatibilidad de lectura con el gestor de dispositivos tipo Renlogger.

Los dispositivos Prisma 310A y 310A-L permiten la lectura de los parámetros eléctricos (tensión e intensidad, a través de transformadores de núcleo abierto) en alta tensión aguas abajo de la celda separadora entre compañía distribuidora y red interior del edificio, de tal modo que se maximiza la precisión de la lectura de datos eléctricos del sistema. Cada medidor realiza la lectura de una terna de cables de alta tensión al disponerse de dos ternas de cables que cierran los anillos de distribución interior tanto en Fibes I como Fibes II respectivamente. Estas lecturas son llevadas a la pasarela Renlogger que adapta la señal para su interpretación por el Smartlogger de Huawei.



Ilustración 43 Prisma 310A-L

El controlador del sistema escogido en ambas instalaciones es un gestor de dispositivos de la marca Huawei modelo Smartlogger 3000A. Este aparato³ consiste en una pasarela que coordina el funcionamiento de los distintos inversores que componen la instalación entre sí. Al encontrarse las instalaciones funcionando en modalidad de inyección cero, el rol más importante del dispositivo escogido consiste en limitar la producción de los inversores en base a las lecturas de energía de exportación en el punto frontera de la conexión con el objetivo de garantizar que la energía producida por la instalación es exclusivamente aprovechada en las redes de baja y media tensión propiedad de Fibes I / Fibes II según corresponda. De este modo, en caso de detectarse una reducción en las necesidades energéticas en las redes interiores respecto a la energía instantánea generada, el controlador autolimita la producción de los inversores solares de forma precisa y segura.

4 PROYECTOS DE MEJORA

Lo que no se puede medir, no se puede mejorar.

Peter Drucker, 1954

Una vez presentada la instalación fotovoltaica en el edificio, se plantean una serie de mejoras que se han ido valorando a lo largo de estos meses y las cuales se han estudiado en mayor o menor profundidad, dependiendo de la viabilidad del proyecto. Existen hoy en día una gran cantidad de avances energéticos que se podían aplicar en estas instalaciones del palacio de congresos. Desde sustituir máquinas de ventilación obsoletas o con baja eficiencia energética, la renovación de motores de impulsión de circuitos hidráulicos, hasta la renovación de todos los puntos de luz por luminarias tipo LED. Estas medidas, y muchas más, han sido y están siendo valoradas de manera consecutiva ya que no existen los medios, ni la financiación suficiente para afrontar todos los posibles proyectos de mejora.

4.1 Opciones diversas a valorar

4.1.1 Marquesinas para el aparcamiento de vehículos

Recientemente tuve la oportunidad de visitar una obra en Manacor donde unos compañeros de esta misma empresa habían realizado un proyecto en el aparcamiento del hospital de dicha localidad mallorquina. El proyecto consistía en la colocación de marquesinas con paneles fotovoltaicos, una idea innovadora la cual se podría poner en práctica en nuestro propio aparcamiento del Palacio de Congresos de Sevilla, teniendo una superficie de $10.500 m^2$.

El coste aproximado de este proyecto en Sevilla puede fluctuar dependiendo de varios factores, como el tipo y calidad de los paneles, la estructura de las marquesinas, los costos de instalación, y otros aspectos como permisos y diseño. Sin embargo, se puede proporcionar una estimación aproximada basada en precios generales.



Ilustración 44 Montaje estructura marquesinas

Factores a Considerar:

1 Estructura de las Marquesinas: El precio de la estructura metálica puede oscilar entre 150 y 300 €/m² dependiendo de la complejidad del diseño y los materiales utilizados. Basándonos en los datos que se aplicaron en la obra que nos sirve de guía, se usan unos pilares de acero IPE 220 o vigas IPE 180. Para el cálculo del perfil de las vigas y pilares se tendría que tener en cuenta tanto el peso propio como el peso añadido de los módulos fotovoltaicos, inversores y demás instrumentos los cuales colgarán de dicha estructura.

2 Paneles Solares: Los costos de los paneles solares suelen estar entre 600 y 1,000 €/kWp instalado. Para calcular cuántos kWp se necesita, generalmente se estima entre 5 y 7 m² por kWp. Dichos números son muy a gran escala.

3 Instalación y Mano de Obra: Este gasto puede agregar entre un 20% y 30% adicional al costo total de los materiales necesarios para la realización de la obra.

4 Permisos y Licencias: Estos costos pueden variar dependiendo de las regulaciones locales, pero es importante tenerlos en cuenta, no solo por el impacto económico sino también por el impacto en la demora temporal.

5 Costos adicionales: Sistemas de conexión, inversores, red de distribución y otros equipos eléctricos.

En las ilustraciones 34 y 35 se muestran planos del perfil de la marquesina diseñada. Hay que diferenciar entre simple y doble, siendo las simples las instaladas en el principio y final del aparcamiento en cuestión. Destacando de estos planos el tamaño de la zapata, y la altura de la marquesina, un detalle de la misma es la diferencia de altura entre un lado y otro, 2,20 metros y 3,90 metros, limitando el uso del mismo para ciertos vehículos.

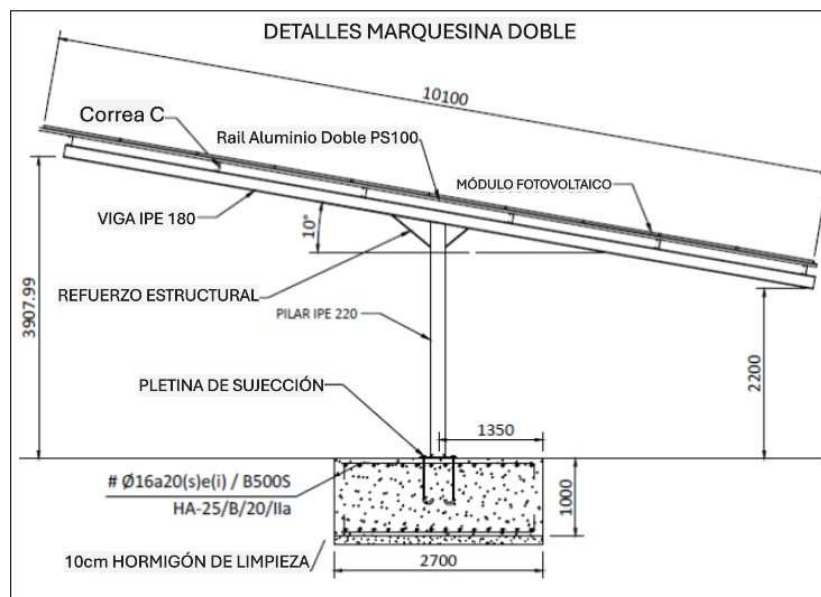


Ilustración 45 Perfil Marquesina Doble

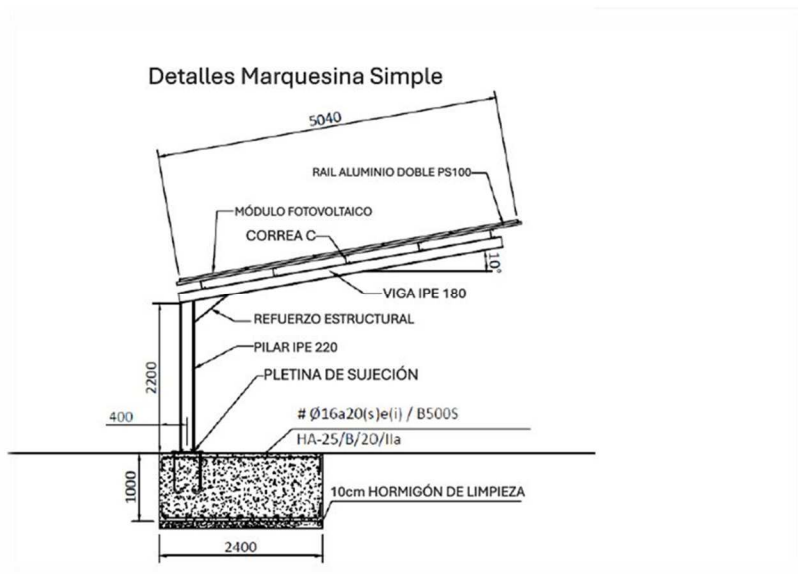


Ilustración 46 Perfil marquesina simple

Con todo lo comentado anteriormente, realmente se puede considerar como un buen proyecto para un lugar donde no se pueda instalar los paneles en la cubierta del edificio, elimina la limitación de espacio, proporcionando sombra y energía al mismo tiempo. Sin embargo, en este caso, no se plantea dicha idea, no ven la necesidad de proporcionar de marquesinas el aparcamiento, y con respecto a los paneles existe espacio aun libre en la cubierta de los edificios. Así se ahorra la inversión empleada en la estructura y en la creación de la zanja.



Ilustración 47 Vista obra finalizada

4.1.2 Paneles abatibles en la explanada

Una segunda opción que se plantea es la instalación de unos paneles en la explanada de tierra situada a la espalda de los edificios de manera permanente. En un primer momento se tiene que rechazar esta idea ya que esa explanada, dependiendo del evento que se realice se usa, para camiones, estructuras, o cubas de obra o de residuos. Surge la idea de la compra de unos paneles solares abatibles en un espacio de tiempo breve y ocupando

una parte de toda la explanada sin uso. Se propone la idea de una empresa austriaca, dicho paneles vienen agrupados en un container de 6 m de longitud, 2,9 m de alto y 2,4 m de ancho. Una vez depositado el container en el lugar adecuado se van extrayendo los paneles uno detrás de otro hasta llegar a una longitud máxima de 116 metros. Vemos en la siguiente imagen como existe el espacio suficiente para plantear esta idea. Todos los paneles en conjunto, unos 240 módulos fotovoltaicos, tienen una capacidad de producción de energía de 140 kWp en total. Además, esta empresa da la opción de vender pero también de alquilar los módulos dependiendo de las necesidades eléctricas que vayan surgiendo a lo largo de los meses (Solarcontainer: Die mobile Solaranlage, s/f).



Ilustración 48 Imagen satélite explanada trasera

Sin embargo, desgraciadamente esa zona a pesar de estar dentro del recinto no es propiedad del Palacio de Congresos, y por lo tanto no puede ser explotada por los mismos. Actualmente, y a lo largo de muchos meses no se ha usado para nada, apenas hay tres cubetas para depositar residuos o restos de jardinería. Objetivamente, es una idea de proyecto bastante rentable, ya que no inviertes recursos económicos en ningún tipo de estructura u obra, además de compartir espacio en el caso de que fuera un impedimento para la instalación y uso de paneles fotovoltaicos.

4.1.3 Paneles curvos en la cúpula

Otra mejora que surgió tras una conversación con uno de los proveedores, fue la instalación de unos paneles solares flexibles para ubicarlos en la cúpula dorada situada en el centro del edificio de FIBES I. Como se observa en la Ilustración 49, se trata de una estructura curva de dimensiones: 20 metros de diámetro y 6 metros de altura, en la que se pueden instalar una gran cantidad de módulos fotovoltaicos.



Ilustración 49 Cúpula

Las placas fotovoltaicas flexibles están diseñadas con un sistema interno que permite a sus células de silicio absorber la luz solar sin la necesidad de una estructura rígida. Estas placas tienen una estructura delgada y flexible, generalmente fabricada en aluminio o plástico y recubierta con una capa de silicio, que es un material conductor transparente. Finalmente, se aplica una capa de teflón u otro material similar para proteger el módulo de la humedad. La mayoría de estas placas son monocristalinas, distinguiéndose por sus celdas negras con bordes redondeados, las cuales ofrecen una mayor eficiencia en comparación con las placas policristalinas, que son azules y tienen bordes rectos, pero son menos costosas.

Primero, encontramos los paneles solares flexibles, que se adaptan tanto a superficies rígidas como a superficies menos estables gracias a su capacidad de curvado. Su diseño les permite operar en superficies sometidas a vibraciones sin dañar su estructura. En cambio, los paneles semi-flexibles pueden romperse si no se colocan en superficies completamente rígidas. A pesar de su flexibilidad, ambos tipos de paneles tienen un radio máximo de curvatura, generalmente de unos 30 grados, por lo que forzarlos a un ángulo mayor puede causarles daño.

Las placas fotovoltaicas flexibles ofrecen diversas ventajas que las hacen adecuadas para múltiples aplicaciones:

Alta resistencia: A pesar de su flexibilidad, estos paneles son robustos frente a condiciones climáticas adversas y tienen una vida útil garantizada de entre 25 y 40 años debido a la calidad de sus materiales.

Menor consumo de materia prima: Su fabricación requiere menos materiales en comparación con los paneles tradicionales, lo que los convierte en una opción más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Sistema económico: Además de generar ahorro en el consumo eléctrico, su instalación es más económica y rápida en comparación con la de los paneles solares convencionales.

Ahorro de espacio: Su delgadez y capacidad para adaptarse a superficies curvas significa que requieren menos espacio y ofrecen un aspecto estético mejorado al ajustarse a diferentes formas y contornos.

Ligereza: Los paneles solares flexibles pesan hasta un 75% menos que los paneles tradicionales, lo que los hace ideales para techos que no soportan mucho peso y para su transporte y uso en distintas ubicaciones.

Mantenimiento: Al igual que los paneles convencionales, su mantenimiento es sencillo y su rendimiento se mantiene estable a lo largo del tiempo.

Se podría dar un precio de un panel de 200W (12V) con unas medidas de 1295x780x2mm por 250€.

Unos de las desventajas que se puede vislumbrar rápidamente es el hándicap de la sombra, y el uso únicamente de un 50% de los paneles instalados en la cúpula al mismo tiempo. Se podría aprovechar mejor dicha idea en un superficie curva cilíndrica pero en esta cúpula no se sacaría rentabilidad tan pronto a esta inversión. Se descarta la idea ya que, aunque es una propuesta poco conocida, quedaría de manera visible, y rompería con la estética del edificio, hecho que según la directiva del mismo no están dispuestos a aceptar. A pesar de que este proyecto podría suponer un aumento de la potencia adquirida actualmente.

4.2 Baterías de almacenamiento

4.2.1 Batería convencional

Una de las grandes medidas que son más factibles de realizar en este proyecto es la instalación de baterías de almacenamiento. Con estas se va a poder desacoplar la producción energética de la demanda y obteniendo un menor número de excedentes, mejorando así la eficiencia de la instalación fotovoltaica. Existen baterías de diferentes tipos según los componentes y según la potencia, a continuación se va a presentar un modelo de una empresa que se dedica a reciclar baterías de ion-litio, reduciendo así hasta un 70% en emisiones de CO2 en comparación con una nueva.

Para poder almacenar la energía generada por los módulos fotovoltaicos en FIBES II, se propone la instalación de dos unidades de almacenamiento por batería de Litio modular del fabricante BeePlanet modelo ESS de 46kWh cada una. De esta manera, se cubre la demanda de energía en las horas sin radiación. Aunque los datos técnicos del equipo se pueden encontrar en el Anexo II, a continuación, se detallan los más relevantes (Beeplanet Factory, s/f)

- Química: LMO
- Capacidad nominal (kWh): 46 kWh
- Capacidad nominal (Ah): 58 Ah
- Potencia nominal: 36 kW
- Tensión nominal: 720 V
- IP: 54
- Peso unitario: 580 kg
- Dimensiones unitarias: 1800 x 800 x 500 mm
- Comunicaciones: CAN Bus, Modbus. – TCP
- Conectividad: Ethernet, WIFI

La instalación de las baterías de almacenamiento de 92 kWh se dispondría con un inversor propio, en este caso de la marca IngeTeam. En la ilustración 38 se observa un armario de una batería de almacenamiento simple. Para nuestro proyecto hemos decidido instalar dos (46kWh cada una).



Ilustración 50 Armario con baterías de almacenamiento (Beeplanet Factory, s/f).

En la ilustración 51 se observa el interior de estas baterías, con las celdas rectangulares de color verde. Existen tres formas principales de celdas de batería de litio:

- Celdas cilíndricas: Son de forma tubular y están envueltas en una carcasa metálica. Muy comunes en baterías comerciales, como las usadas en herramientas eléctricas y coches eléctricos. Ejemplo: 18650 (18 mm de diámetro y 65 mm de longitud) y 21700 (más grandes, para mayor densidad energética). Ventajas: Buena disipación de calor y alta durabilidad.
- Celdas prismáticas: Tienen forma rectangular y están diseñadas para maximizar el espacio. Común en vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía. Ventajas: Densidad de energía más alta por unidad de espacio. Desventajas: Suelen tener menor tolerancia a la expansión y contracción durante los ciclos de carga/descarga.
- Celdas tipo bolsa ("pouch cells"): Tienen un formato flexible, envueltas en una lámina de polímero. Usadas en dispositivos electrónicos y, a veces, en vehículos eléctricos. Ventajas: Livianas y con alta densidad energética. Desventajas: Más sensibles a hinchamientos y daños físicos.

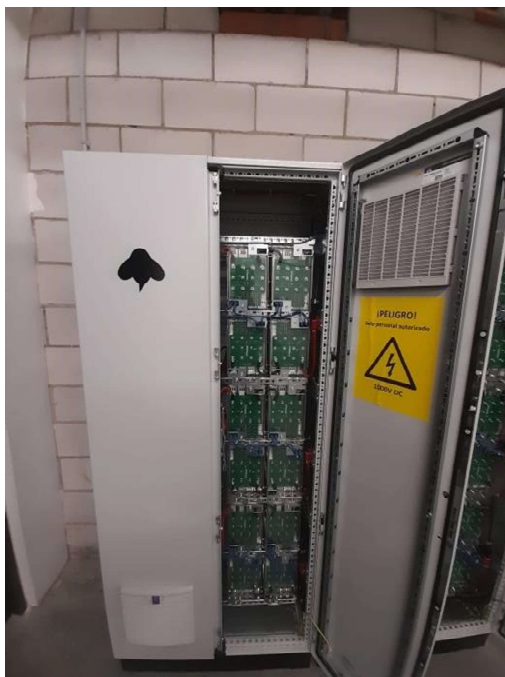


Ilustración 51 Celdas

En la ilustración 52 se puede ver la parte de las conexiones, diferenciamos un botón de encendido/apagado, cable de entrada y salida de corriente, entrada USB, Ethernet ISO1, ISO2 y auxiliar. Estas placas contienen las celdas de litio conectadas internamente. Cada módulo tiene conexiones para comunicación (señales de control) y potencia (cables de alta corriente) (Beeplanet Factory, s/f).

Cables de potencia (rojo y negro): Rojo: Indica el terminal positivo de salida del sistema de baterías. Negro: Indica el terminal negativo. Estos cables gruesos llevan la corriente hacia el sistema externo (inversores, controladores de carga o distribución).

Cables de comunicación (morados, azules, etc.): Conexiones CAN o RS485: Permiten que el Sistema de Gestión de la Batería (BMS) monitoree y controle el estado de los módulos (temperatura, voltaje, corriente, etc.). Estas conexiones aseguran que los módulos trabajen en sincronía y dentro de parámetros seguros.

Terminales de salida ("OUTPUT+ y OUTPUT-"): Aquí es donde los cables de potencia se conectan al sistema externo. Estas salidas pueden estar conectadas a un inversor (si se trata de energía renovable) o a un controlador de distribución.

Barras colectoras (busbars): Se observan conexiones metálicas entre los módulos de batería, probablemente barras colectoras que agrupan los voltajes o corrientes entre los módulos para formar el banco completo.

Conexión a tierra y seguridad: Aunque no es evidente, el sistema seguramente cuenta con conexiones a tierra y protecciones adicionales para prevenir fallos eléctricos.

En general, esta configuración sigue un diseño modular, permitiendo conectar varios módulos en serie para aumentar el voltaje total del sistema y en paralelo para aumentar la capacidad total (amperaje)

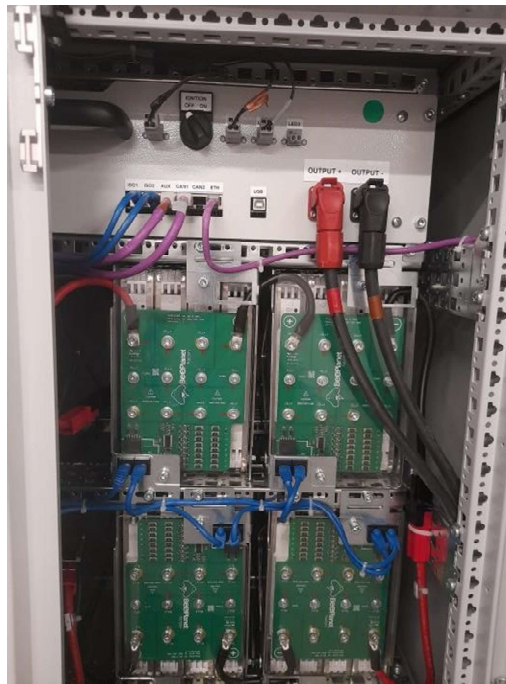


Ilustración 52 Conexiones Batería

El inversor con el que se conectarán las baterías de almacenamiento será un inversor de la marca Ingeteam. Dicho inversor puede ser conectados a baterías de Ion-Li (de iones de litio), Ni-Cd (Níquel-Cadmio), Pb-Acid (de plomo-ácido) o Flow Batteries (Baterías de flujo).

BATTERY DC (Características de la conexión con la batería)

Tensión máxima en corriente continua que puede manejar el inversor desde la batería. $V_{dc\ máx}$ (1100 V)
 Rango de tensiones nominales que admite el inversor para operar de forma óptima. V_{dc} (570 - 850 V)
 Corriente máxima de cortocircuito admisible en la entrada DC (batería). I_{sc} (240 A). Corriente máxima que el inversor puede extraer de la batería. $I_{máx}$ (batería) (111 A). Corriente máxima que el inversor puede suministrar a la batería durante la carga. $I_{máx}$ (carga) (185 A).

AC OUTPUT (Características de la salida en corriente alterna). Frecuencia de la red eléctrica a la que se conecta el inversor. Es adaptable tanto a redes europeas (50 Hz) como americanas (60 Hz). Indica que el inversor opera con un factor de potencia de 1 ($\text{fdp}=1$), lo que significa que toda la energía entregada es activa, sin componentes reactivos. Corriente máxima que puede suministrar el inversor en la salida de corriente alterna. $I_{máx}$ (AC) (145 A). Tensión máxima en corriente alterna que el inversor puede manejar en su salida. $V_{ac\ máx}$ (400 V). Potencia de salida nominal máxima que puede entregar el inversor en corriente alterna. Potencia AC nominal (100 kW)

Otras características:

Clasificación de protección del inversor frente a polvo y agua. Enclosure (IP 65):

6: Protección total contra el polvo.

5: Protección contra chorros de agua desde cualquier dirección.

Temperatura de operación (-20 °C a +65 °C):

Rango de temperaturas ambientales en las que el inversor puede funcionar de manera eficiente.

OVC Protection:

Categorías de sobretensión:

Categoría III (AC): Para dispositivos conectados directamente a la red de distribución eléctrica.

Categoría II (DC): Para dispositivos alimentados por fuentes de tensión internas (como baterías).

Clase I: Indica que el inversor tiene un sistema de protección con conexión a tierra para evitar riesgos eléctricos.



Ilustración 53 Inversor Ingeteam

4.2.2 Batería virtual

Al igual que cualquier sistema de almacenamiento, la batería virtual, la hucha solar y el monedero virtual funcionan mediante un proceso doble: carga o llenado y descarga o vaciado. A continuación, explicaremos cómo operan según “Batería virtual o hucha solar: ¿Qué son y cómo funcionan?” (“Batería virtual o hucha solar: ¿Qué son y cómo funcionan?”, 2022).

Cuando viertes tus excedentes de energía a la red, la comercializadora les asigna un valor económico, es decir, no acumulas la energía en kWh, sino en euros. Esta monetización se basa en el precio de los excedentes en el mercado mayorista, menos los costos adicionales e impuestos aplicables.

Una vez que el valor de los excedentes vertidos supera el máximo que la comercializadora puede compensar en la factura del mes, estos se acumulan en la batería virtual, la hucha solar o el monedero virtual. Sin embargo, antes de hacerlo, se aplicará una comisión o reducción por las desviaciones en la previsión de los excedentes energéticos, que varía según la compañía. Además, hay que considerar un porcentaje de pérdidas en la gestión de la energía, generalmente alrededor del 20%, que se aplica a todos los sistemas.

Con los excedentes acumulados en euros, la batería virtual, la hucha solar o el monedero solar cubrirán primero la factura vinculada a la instalación fotovoltaica de ese mes. El descuento se aplicará tras los impuestos, pero no podrá exceder el total de la factura antes de su aplicación.

Una vez cubiertos los gastos compensables en la factura mensual, hay dos alternativas:

1. Guardar el saldo para futuras facturas.
2. Asociar otro suministro a tu nombre con la misma comercializadora, lo que te permitiría reducir la factura de otra propiedad, como una segunda vivienda.

Una ventaja interesante de la batería virtual y la hucha solar es que no tienen fecha de caducidad, por lo que no importa si pasas meses sin usar el saldo acumulado. Solo lo perderías si cambias de comercializadora.

En el caso del monedero solar, el saldo caduca al año (siguiendo el principio de que lo primero que ingresas es lo primero que gastas). Sin embargo, si decides cambiar de compañía, puedes canjear el saldo por regalos o servicios.

En todo momento, la comercializadora te permitirá consultar el saldo y la carga de tu dispositivo virtual, así como revisar los movimientos registrados.

Tabla 1 Comparativa baterías (“Batería virtual o hucha solar: ¿Qué son y cómo funcionan?”, 2022).

Batería Solar	Batería Virtual
Puedes elegir cuándo almacenar o consumir tu energía para maximizar tu ahorro.	En su mayoría se encuentran indexadas al mercado eléctrico.
Almacenan energía (kWh)	Almacenan euros (€)
Puedes obtener un beneficio extra inyectando tu energía a la Red Eléctrica (0,14 €/kWh).	El precio del excedente se paga a un precio menor (0,10 €/kWh).
Puedes obtener un beneficio extra inyectando tu energía a la Red Eléctrica (0,14 €/kWh).	Se almacena todo en € impidiendo el vertido de excedente a la Red Eléctrica.
Garantizan un respaldo eléctrico ante posibles fenómenos adversos.	No garantizan un respaldo eléctrico.
Independiente y adaptada a tus consumos.	Ligada a una comercializadora.
No puedes utilizar la energía almacenada para una segunda vivienda.	Puedes compensar el dinero acumulado a lo largo de los meses o en la factura de una segunda vivienda.

La batería virtual está diseñada especialmente para instalaciones de autoconsumo con excedentes significativos, patrones de consumo estacional muy definidos (como un alto consumo en invierno y bajo en verano), o cuando se desea compensar la factura de una segunda residencia. Por ejemplo, si tienes una instalación de autoconsumo en tu vivienda principal y también un apartamento en la playa o en la montaña, podrías utilizar la batería virtual para reducir ambas facturas, siempre que estén a nombre del mismo titular (“Batería virtual o hucha solar: ¿Qué son y cómo funcionan?”, 2022).

Sin embargo, en algunos casos puede no ser recomendable contar con una batería virtual. Esto ocurre, por ejemplo, si tienes acceso al bono social o si tu instalación genera muy pocos excedentes. En estos casos, sería conveniente hacer un análisis para determinar si realmente es rentable utilizar una batería virtual. En el proyecto que tenemos entre manos, no sería la mejor opción, desde el punto de vista de la rentabilidad y la viabilidad con la burocracia de la situación.

4.2.3 Almacenamiento termoquímico basado en amoníaco

En un reciente trabajo de investigación se desarrolla un sistema de almacenamiento de energía termoquímico, integrado a un sistema de energía solar de concentración (CSP) para promover la reacción de descomposición del amoníaco, para su posterior almacenamiento a alta presión en forma de gas de síntesis. Cuando así lo requiera la demanda, se liberará el syngas en la fase de descarga, produciendo amoníaco y liberando calor que podrá ser aprovechado para distintos usos, como será discutido. El sistema propuesto en el punto nominal de operación alcanza un rendimiento térmico del 50% y un rendimiento de conversión de energía solar a química del 46%,

ofreciendo 8 horas de almacenamiento. Los costes nivelados de almacenamiento alcanzan valores de 130 €/MWh, siendo competitivo respecto a otras tecnologías de almacenamiento de su misma tipología. La flexibilidad del sistema permite la integración de un bloque de potencia a media temperatura compuesto por un ciclo de Rankine o un ORC, así como para la producción de calor de distrito.

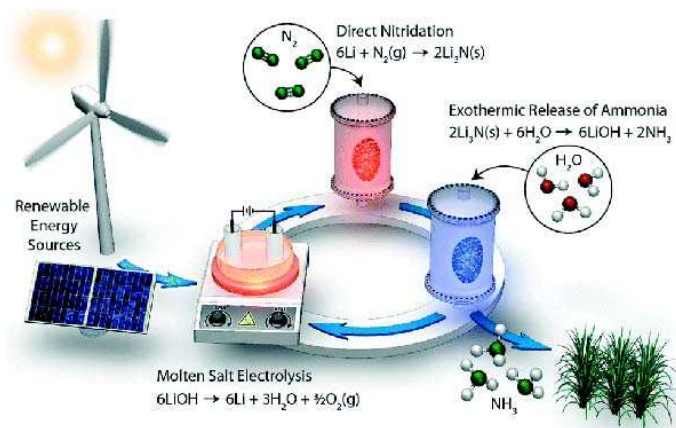


Ilustración 54 Diagrama síntesis amoníaco

Este sistema de almacenamiento termoquímico basado en la descomposición y síntesis de amoníaco verde, es una solución sin emisiones de CO₂ y con alta flexibilidad energética. Las principales conclusiones son:

- **Eficiencia térmica:** El sistema alcanza un rendimiento térmico global del 50%, comparable a otros sistemas termoquímicos como el del CaCO₃. El rendimiento solar a químico es del 46%, condicionado por la temperatura de descomposición del amoníaco, que influye en su conversión y la energía disponible.
- **Producción energética:** Genera 3,78 MW de calor a 300 °C con una entrada de 6,2 MW a 600 °C, a partir de 100 mol/s de amoníaco verde.
- **Coste competitivo:** El coste nivelado de almacenamiento (LCOS) es de 130 €/MWh, competitivo frente a alternativas como H₂, CH₄, CH₃OH y CaCO₃. El LCOS se optimiza con temperaturas de síntesis bajas, eligiéndose 300 °C debido a la disponibilidad de catalizadores eficientes a esa temperatura, como Ni–BaH₂, Ni–LiH, y Ru/Ba–Ca(NH₂)₂.
- **Condiciones de operación:** Las fases de carga y descarga operan con temperaturas/presiones de 40 °C/15 bar y 50 °C/200 bar, respectivamente. Estas condiciones minimizan las pérdidas térmicas.
- **Integración tecnológica:** Es posible integrar un ciclo de Rankine a 300 °C, un ciclo de Rankine orgánico, o sistemas de calefacción distrital a media temperatura, maximizando la utilidad del calor generado.

Este sistema representa una alternativa viable y eficiente para el almacenamiento de energía sostenible, habrá que esperar a que se comercialice y esté al alcance de cualquier empresa para la instalación del mismo en cualquier lugar independiente de las condiciones del proyecto.

REFERENCIAS

Batería virtual o hucha solar: ¿Qué son y cómo funcionan? (2022, noviembre 22). Cambio Energético. <https://www.cambioenergetico.com/blog/bateria-virtual-como-funciona/>

Beeplanet Factory. (s/f). Beeplanetfactory.com. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de <https://beeplanetfactory.com/>

Casero Lozano, V. (2021). Diseño de instalación fotovoltaica para autoconsumo en una nave industrial en Seseña [Universidad Pontificia Comillas]. <https://repositorio.comillas.edu/jspui/bitstream/11531/46699/2/TFM%20%20Casero%20Lozano%2C%20Virgilio.pdf>

Comunidades Energéticas. (s/f). Idae.es. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/comunidades-energeticas>

Comunidades energéticas y fuentes de energía renovables. (2021, Marzo 18). Inycom Energy. <https://inycomenergy.com/comunidades-energeticas/>

El Gobierno aprueba la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, que marca la senda para alcanzar la neutralidad climática a 2050. (s/f). Idae.es. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de <https://www.idae.es/noticias/el-gobierno-aprueba-la-estrategia-de-descarbonizacion-largo-plazo-que-marca-lasenda-para>

Energía solar fotovoltaica. (s/f). Acciona.com. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>

García Guzmán, A. (2023). Sistema de almacenamiento termoquímico basado en amoníaco [Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/items/0d2eed41-ddb9-4e89-ba20-9f93cb0f5484>

La demanda de energía eléctrica en España aumenta un 0,9% en abril. (2024, Marzo 5). Red Eléctrica. <https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/nota-de-prensa/2024/05/la-demanda-de-energia-electrica-enespana-aumenta-un-0-9-por-ciento-en-abril>

Solarcontainer: Die mobile Solaranlage. (s/f). Solarcontainer.one. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de <https://www.solarcontainer.one/>

1. Ficha técnica Paneles Solares Vertex
2. Ficha técnica Inversores SUN2000-50KTL-M3 de los Paneles de 100 kWn
3. Ficha técnica Inversores SUN2000-100KTL-M2 de los Paneles de 200 kWn
4. Ficha técnica SmartLogger3000A
5. Ficha técnica Prisma310A
6. Ficha técnica Prisma310A-Lite
7. Ficha técnica Batería e Inversor asociado
8. Esquema conexiones Batería
9. Plano conexión en continua Fibes I
10. Plano conexión en continua Fibes II

510 W

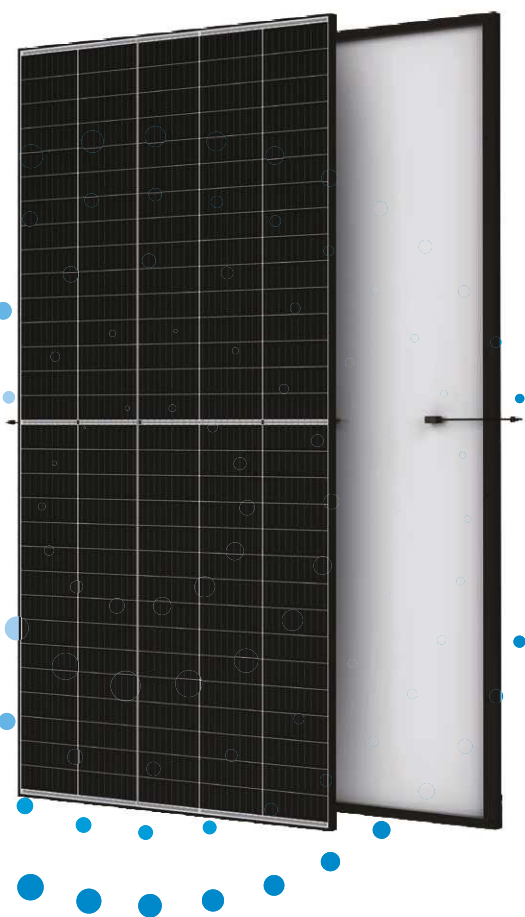
POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA

0/+5 W

TOLERANCIA POSITIVA

21,2 %

EFICIENCIA MÁXIMA



Gran potencia y rendimiento

- Máxima captación de energía en cubiertas
- 60 W más que la generación anterior



Tecnología avanzada

- Células solares de triple corte de 210 mm líderes del sector
- Ingeniería, proceso de fabricación y control de calidad avanzados
- Ensamblado en fábricas nuevas de última generación y totalmente automatizadas



Alta calidad

- 15 años de garantía de producto y 25 años de garantía de potencia
- Supera las pruebas de granizo más exigentes: impacto de granizo de 35 mm
- Cuidada selección de materiales para una fiabilidad óptima, incluso en climas extremos
- Carga de nieve máx. de 6000 Pa. Carga de viento máx. de 2400 Pa



Diseño e instalación sencillos

- Métodos de instalación validados para los principales tipos de tejado
- Gran compatibilidad con los principales inversores y optimizadores



Costes de proyecto optimizados

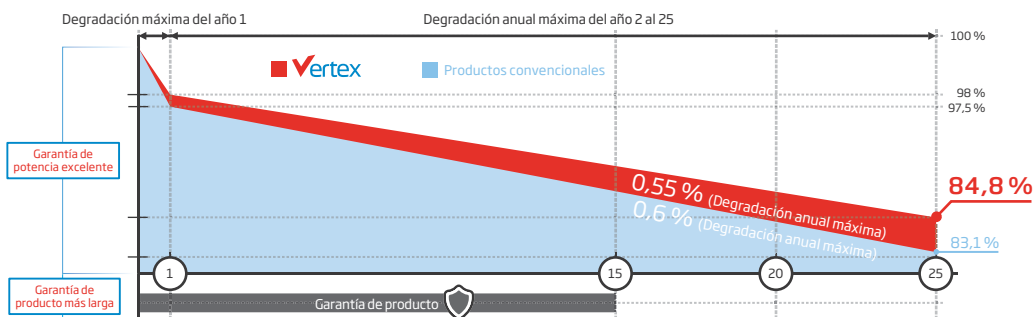
- Menor coste por Wp de estructura, cableado y mano de obra
- Un solo artículo en stock para todos los escenarios posibles en tejados grandes

Garantía Ampliada del Vertex

2 %
Degradación máxima del año 1

0,55 %
Degradación anual máxima del año 2 al 25

15 Años
Garantía de producto



Certificados de productos y sistemas



IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716

ISO 9001: Sistema de Gestión de la Calidad

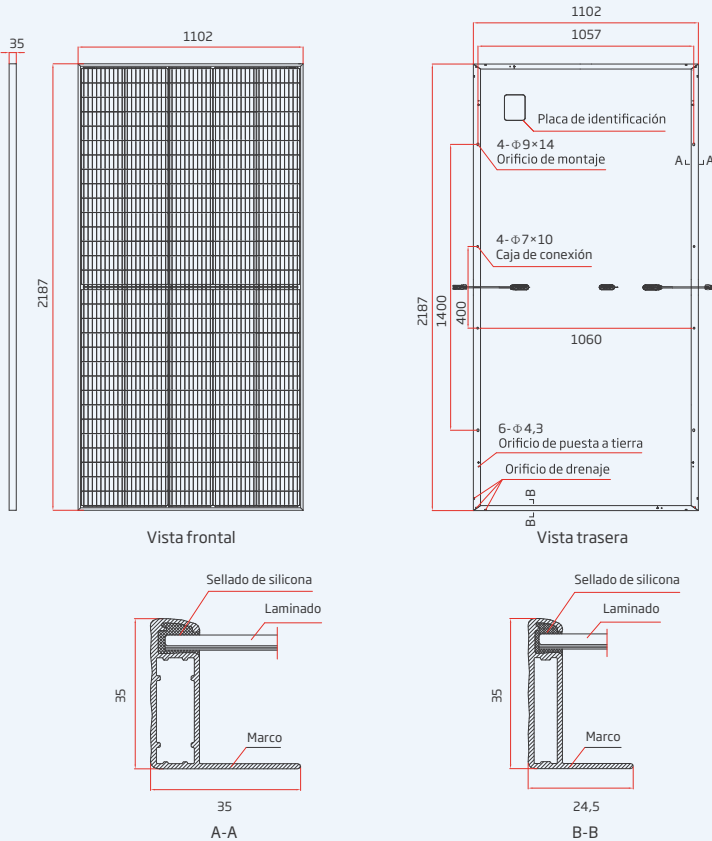
ISO 14001: Sistema de Gestión Ambiental

ISO 14064: Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

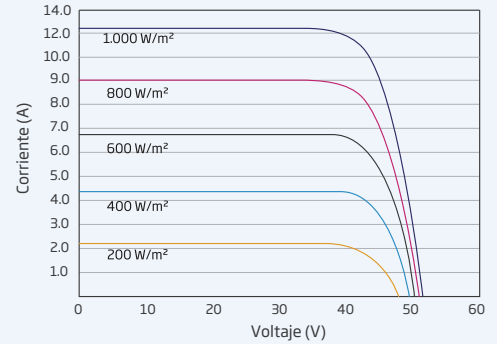
ISO 45001: Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo



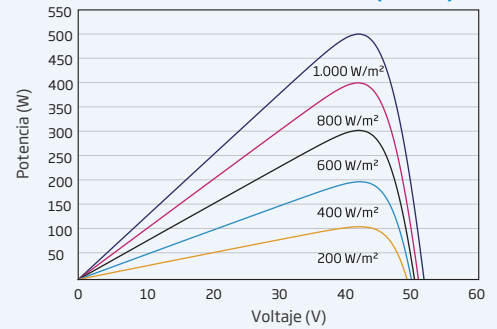
DIMENSIONES DEL MÓDULO (mm)



CURVAS I-V DEL MÓDULO (500 W)



CURVAS P-V DEL MÓDULO (500 W)



DATOS ELÉCTRICOS (STC)

	TSM-485 DE18M.08	TSM-490 DE18M.08	TSM-495 DE18M.08	TSM-500 DE18M.08	TSM-505 DE18M.08	TSM-510 DE18M.08
Potencia Máxima-P _{MAX} (Wp)*	485	490	495	500	505	510
Tolerancia de Potencia Nominal-P _{MAX} (W) 0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Tensión en Máxima Potencia-V _{MPP} (V)	42,2	42,4	42,6	42,8	43,0	43,2
Corriente en Máxima Potencia-I _{MPP} (A)	11,49	11,56	11,63	11,69	11,75	11,81
Tensión de Circuito Abierto-V _{OC} (V)	51,1	51,3	51,5	51,7	51,9	52,1
Corriente de Cortocircuito-I _{SC} (A)	12,07	12,14	12,21	12,28	12,35	12,42
Eficiencia η _m (%)	20,1	20,3	20,5	20,7	21,0	21,2

STC: Irradiancia de 1000 W/m², Temperatura de la célula de 25 °C, AM1.5. *Tolerancia de medida de ±3%.

DATOS ELÉCTRICOS (NOCT)

	TSM-485 DE18M.08	TSM-490 DE18M.08	TSM-495 DE18M.08	TSM-500 DE18M.08	TSM-505 DE18M.08	TSM-510 DE18M.08
Potencia Máxima-P _{MAX} (Wp)	365	369	373	377	381	385
Tensión en Máxima Potencia-V _{MPP} (V)	39,9	40,0	40,2	40,4	40,6	40,5
Corriente en Máxima Potencia-I _{MPP} (A)	9,17	9,22	9,28	9,33	9,38	9,50
Tensión en Circuito Abierto-V _{OC} (V)	48,1	48,2	48,4	48,6	48,8	49,0
Corriente de Cortocircuito-I _{SC} (A)	9,73	9,78	9,84	9,90	9,95	10,01

NOCT: Irradiancia de 800 W/m², Temperatura ambiente de 20 °C, Velocidad del viento de 1 m/s.

DATOS MECÁNICOS

Células Solares	Monocristalinas
Número de células	150 células
Dimensiones del módulo	2187 x 1102 x 35 mm
Peso	26,5 kg
Vidrio Frontal	3,2 mm, alta transmisión, vidrio termoendurecido con recubrimiento AR
Material Encapsulante	EVA
Lámina posterior	Blanca
Marco	Aleación de aluminio anodizado de 35 mm
J-Box	IP 68
Cables	Cable fotovoltaico: 4,0 mm², Instalación en horizontal: 280/280 mm, Instalación en vertical: 1400/1400 mm
Conector	TS4 / MC4 EV02*

*Bajo pedido.

TASAS DE TEMPERATURA

NOCT (Temperatura de Operación Nominal de la Célula)	43 °C (±2 K)
Coefficiente de Temperatura de P _{MAX}	-0,34%/K
Coefficiente de Temperatura de V _{OC}	-0,25%/K
Coefficiente de Temperatura de I _{SC}	0,04%/K

LÍMITES OPERACIONALES

Temperatura de Operación	-40 a +85 °C
Tensión Máxima del Sistema	1500 V DC (IEC)
Capacidad Máxima del Fusible	20A

GARANTÍA

15 años de garantía del Producto
25 años de garantía de Potencia
2% de degradación el primer año
0,55% de degradación anual de potencia

(Consulte la garantía de producto para más información)

CONFIGURACIÓN DE EMBALAJE

Módulos por caja:	31 unidades
Módulos por contenedor 40':	620 unidades

SUN2000-50KTL-M3 Smart PV Controller



Higher Yields

Up to 30% More Energy
with Optimizer



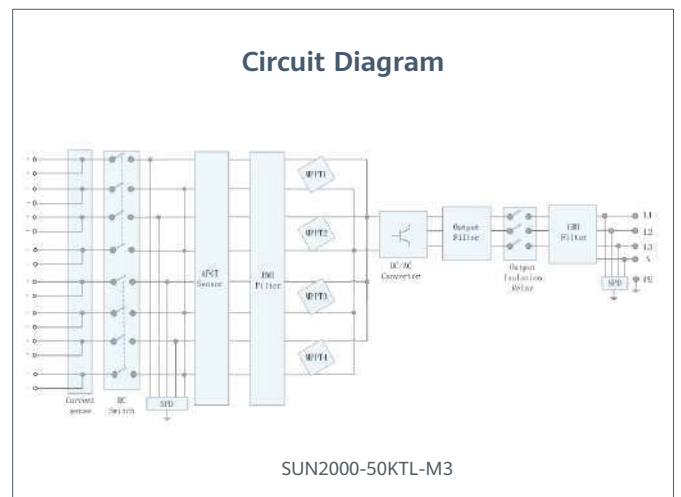
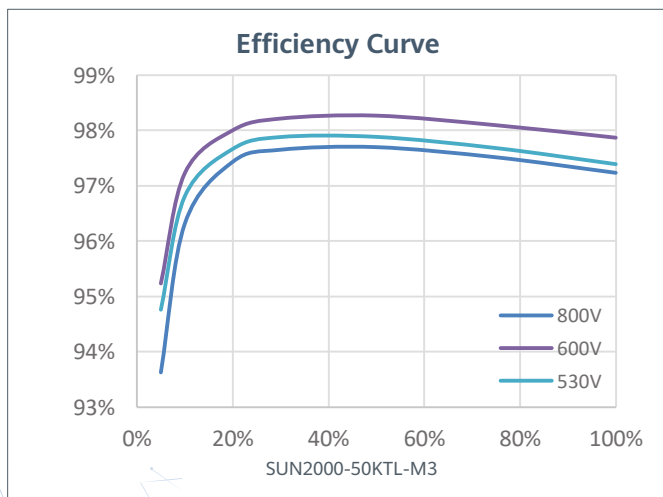
Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



Technical Specification **SUN2000-50KTL-M3**

Efficiency	
Max. Efficiency	98.5%
European Efficiency	98.0%

Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4

Output	
Rated AC Active Power	50,000 W
Max. AC Apparent Power	55,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	55,000 W
Rated Output Voltage	400 Vac / 480 Vac, 3W+(N) + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	72.2 A @ 400Vac, 60.1 A @ 480Vac
Max. Output Current	79.8 A @ 400Vac, 66.5 A @ 480Vac
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%

Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Arc Fault Protection	Yes
Ripple Receiver Control	Yes
Integrated PID Recovery ³	Yes

Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (Isolation Transformer required)

Optimizer Compatibility	
DC MBUS Compatible Optimizer	MERC-1100/1300W-P

General Data	
Dimensions (W x H x D)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Weight (with mounting plate)	49 kg (108.1 lb)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0% RH ~ 100% RH
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	≤ 5.5W

Standard Compliance (more available upon request)	
Safety	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, DEWA

1. The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
2. Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
3. SUN2000-30-50KTL-M3 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly), N-type (nPERT, HIT)
4. 50KTL Platform only supports C&I Optimizer(MERC-1100/1300W-P). The current version does not support this function and it can be upgraded to optimizer version via new inverter software version(Dec 30th, 2022)
Refer to [HTTP://solar.huawei.com/](http://solar.huawei.com/)

SUN2000-100KTL-M2 Smart PV Controller



10
MPP Trackers



98.8% (@480V)
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve Diagnosis
Supported



MBUS
Supported



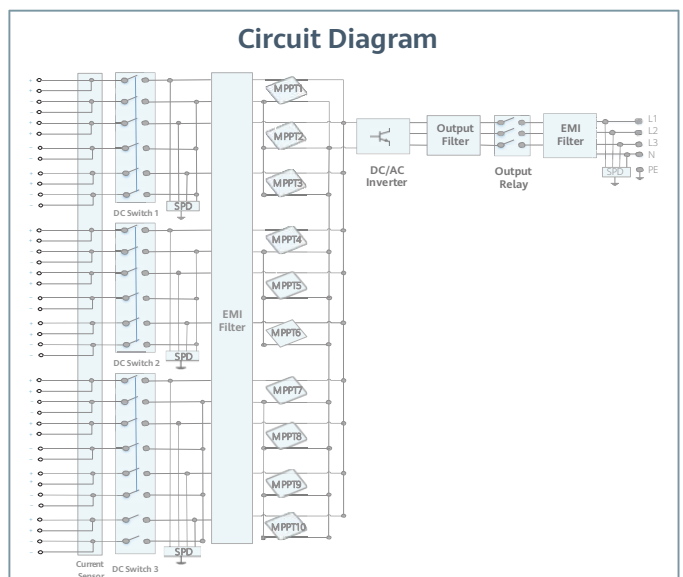
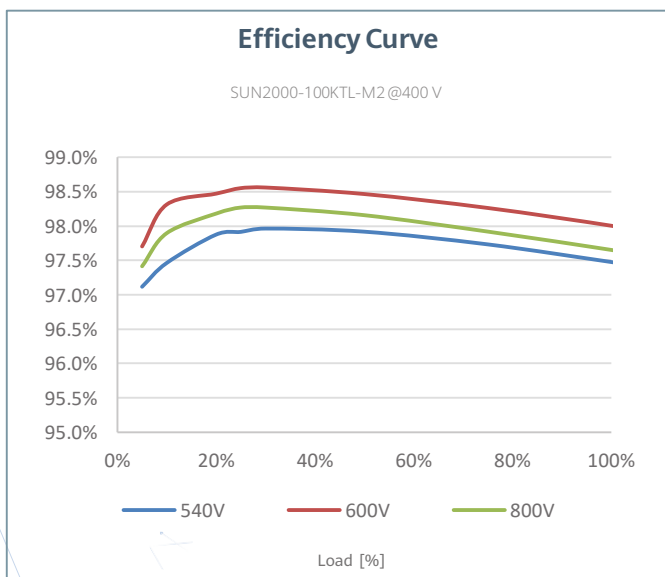
Support AFCI &
Smart String Level
Disconnecter



Surge Arresters for
DC & AC



IP66
Protection



Technical Specification SUN2000-100KTL-M2

Efficiency	
Max. efficiency	98.6% @ 400 V, 98.8% @ 480 V
European efficiency	98.4% @ 400 V, 98.6% @ 480 V

Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input ³	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Nominal Input Voltage	600 V @ 400 Vac, 720 V @ 480 Vac
Number of MPP trackers	10
Max. input number per MPP tracker	2

Output	
Nominal AC Active Power	100,000 W
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	110,000 W
Nominal Output Voltage	380 V / 400 V / 480 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A @ 400 V, 120.3 A @ 480 V
Max. Output Current	160.4 A @ 400 V, 133.7 A @ 480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%

Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Arc Fault Protection	Yes
Smart String Level Disconnecter	Yes

Communication	
Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Smart Dongle-4G	Smart Dongle - 4G / WLAN (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)

General Data	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)	93 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 3.5 W

Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

^{*1} The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
^{*2} Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
^{*3} Single-string access.



Inteligente

Diseño de control de exportación inteligente cero



Seguro

Fácil de instalar en el sitio



Fiable

Protección contra sobretensiones

Especificaciones técnicas	SmartLogger3000A
Gestión de dispositivos	
Max. Número de dispositivos manejables	80
Interfaz de comunicación	
WAN	WAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
LAN	LAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
RS485	COM x 3, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps, 1000 m
MBUS	MBUS x 1, 115.2 kbps, Compatible con PLC
2G / 3G / 4G ¹	LTE(FDD) : B1,B2,B3,B4,B5,B7,B8,B20 DC-HSPA+/HSPA+/HSPA/UMTS : 850/900/1900/2100 MHz GSM/GPRS/EDGE: 850/900/1800/1900 MHz ²
Entrada / salida digital / analógica	DI x 4, DO x 2, AI x 4
DO activo	12V, 100mA (conexión con relé, sensor)
Protocolo de comunicación	
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (estándar), DL / T645
Interacción	
LED	LED Indicator x 3 – RUN, ALM, 4G
WEB	Web incrustada
USB	USB 2.0 x 1
APP	Comunicación por WLAN para la puesta en servicio
Ambiente	
Rango de temperatura de operación	-40°C ~ 60°C
Temperatura de almacenaje	-40°C ~ 70°C
Humedad relativa (sin condensación)	5% ~ 95%
Max. Altitud de operación	4,000 m
Alimentación	
Fuente de alimentación de CA	100 V ~ 240 V, 50 Hz / 60 Hz
Fuente de alimentación de CC	12 V / 24 V
Consumo de energía	Típico 8 W, Max. 15 W
Datos generales	
Dimensiones (W x H x D)	225 x 160 x 44 mm (sin orejas de montaje y antena)
Peso	2 kg
Grado de protección	IP20
Opciones de instalación	Montaje en pared, montaje en riel DIN, montaje de mesa

¹ Al poner dentro de la caja de metal, se necesitará antena extendida.

² Para recomendada lista y datos de portadores en frecuencias compatibles, póngase en contacto con los distribuidores locales.

Regulador de potencia y controlador para el autoconsumo

Con cumplimiento de los criterios de la UNE 217001-IN y RD 244/2019



Autoconsumo de electricidad sin excedentes

Controlador dinámico de potencia obtenida de fuentes renovables para el autoconsumo, de alta gama. Integra en el mismo dispositivo un regulador y un contador eliminando la necesidad de otros componentes externos en la regulación de potencia. Limita o elimina la exportación de energía de la manera más eficiente.

Figura 1 PRISMA 310A – Controlador dinámico de potencia con inyección CERO compacto.

DESCRIPCIÓN

PRISMA 310A es un controlador dinámico de potencia que permite regular el nivel de generación de los inversores de una instalación de producción (fotovoltaica, eólica...) en función del consumo instantáneo.

Integra en el mismo dispositivo un regulador y un contador eliminando la necesidad de otros componentes externos en la regulación de potencia. Su objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción, cumpliendo las restricciones normativas y técnicas.

CARACTERÍSTICAS

Equipo multifunción con capacidad de:

- Gestionar múltiples modelos de inversores de distintos fabricantes:
 - Comunicación TCP (Sunspec/Modbus).
 - Comunicación RS485 (Modbus RTU). Requiere pasarela REN-TTL-485.
- Ajustado según legislación local (Ej: España fase de mínimo consumo, media de consumos, etc)
- Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas
- Aporta Servidor Modbus/TCP para monitorización.
- Datos instantáneos en pantalla y mediante señalización luminosa y acústica.
- En modalidad autoconsumo sin excedentes:
 - Evita la inyección de energía a la red (doble control físico y lógico).
 - Con cumplimiento de norma UNE 217001-IN y RD 244/2019.

• En modalidades más complejas:

- Con distintos contadores o consumos para instalaciones próximas (hasta 6 instalaciones trifásicas contando con él mismo).
- Con grupos electrógenos (doble control de no inyección y protección de grupo integrada).
- Controles independientes para cada fase (balanceo dinámico de fases mediante inversores monofásicos), etc.

Las capacidades de comunicación permiten virtualmente el control de cualquier inversor(*) con capacidad de regulación externa que disponga de los protocolos/mapas de regulación publicados.

* consultar la lista de [equipos soportados](#) (fabricantes, inversores y data loggers).

Características Físicas

Declaración de conformidad	CE
Alimentación	90-265 VAC, 50-60Hz
Condiciones de trabajo	-20...+50°C // 5-95% HR sin condensación
Dimensiones	90x158x58 mm
Peso	400 gr
Grado de protección	IP20
Material caja	Plástico PC/ABS autoextinguible UL94-V0
Montaje	Sobre Carril DIN EN 60715
Fabricado en	España. Unión Europea
Conexiones en Voltaje Primario	3x (85-265VAC) (50/60Hz)
Clase térmica	Ta70C/B
Denominación de la electrónica	E310A
Relé de desconexión / contactor	Contacto seco (sin tensión) Tipo AC1. Máximo 16A / 250VAC. Tipo AC15. Máximo 0,5A / 240V

Comunicaciones

Comunicación inversores	RS-485 Ethernet
Protocolos	ComLynx, Modbus TCP, Modbus RTU (Configurable, incluye Sunspec)
Contaje directo	Transformador XXX/5A
Comunicación contadores externos	Ethernet
Comunicación externa	Servidor Modbus TCP
Denominación del Firmware	PRISMA 310A

Otras Funciones:

- Pantalla integrada OLED 1.3" con pulsador
- Ethernet RJ45
- 3 lecturas de voltaje + 3 lecturas de intensidad (5A)
- Salida digital (relé)
- Fuente de alimentación continua integrada (se alimenta externamente con 220V).
- Entrada digital (Señalización de encendido de grupo).
- Bus de comunicaciones TTL (5V). Permite comunicación con equipos 485 (accesorio REN TTL-485) u ordenador USB (Cable REN TTL/USB).
- Leds de señalización (2 verdes/2 naranja/2 rojos)
- Buzzer interno para notificación sonora.
- Permite instalación sobre rack-DIN.

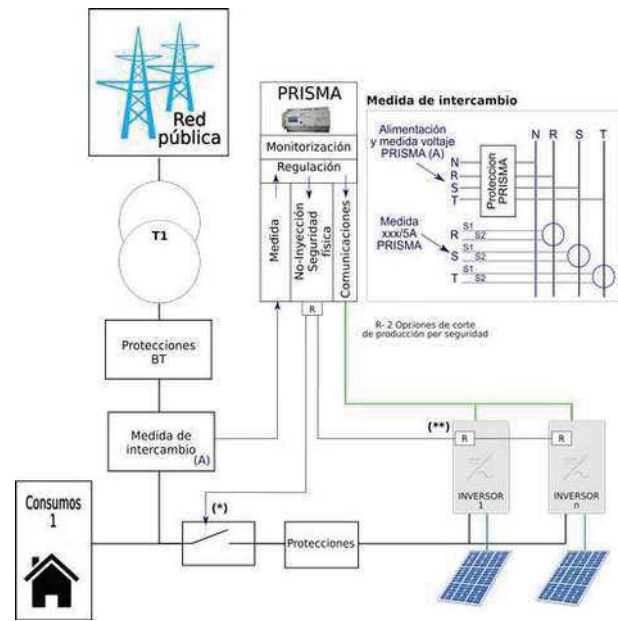
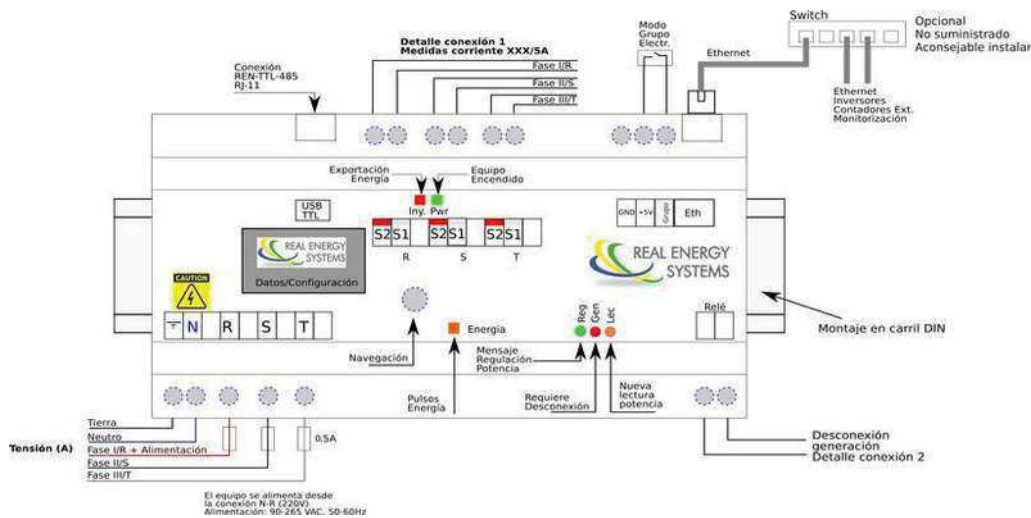


Figura 2 Esquema Unifilar

Esquema de Conexión



REAL ENERGY SYSTEMS S. L.
 Tel. +34 917083201 | www.realenergysystems.com | info@renesys.es | C/Quinta del Sol 19, 28230 Las Rozas de Madrid, España.
 Actualizaciones, cambios y/o erratas expresamente reservados.

PRISMA 310A-Lite

Hoja de producto

Regulador de potencia autoconsumo para pequeñas instalaciones

Con cumplimiento de los criterios de la UNE 217001-IN y RD 244/2019

Posibilidad de controlar 1 generador de hasta 50 kW.

Para su función exclusivamente como contador no tiene ninguna limitación de potencia.

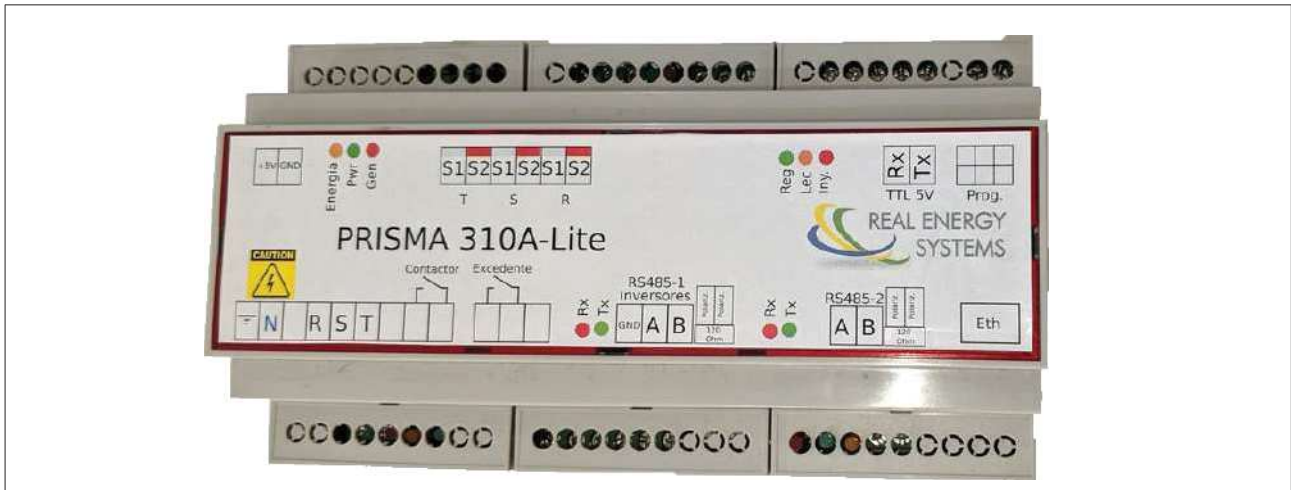


Figura 1 PRISMA 310AL - un controlador dinámico de potencia con inyección CERO para pequeñas instalaciones

Autoconsumo de electricidad sin excedentes

PRISMA 310A-Lite permite regular la potencia obtenida de fuentes renovables y aportar garantías físicas y lógicas para decidir qué potencia debemos o deseamos consumir de la red.

Descripción

El PRISMA 310A es un controlador dinámico de potencia que permite regular el nivel de generación de los inversores de una instalación de producción (fotovoltaica, eólica,...) en función del consumo instantáneo.

El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas.

Características

Equipo multifunción con capacidad de:

- Gestionar múltiples modelos de inversores de distintos fabricantes:
 - Comunicación TCP (Sunspec/Modbus).
 - Comunicación RS485 RTU (Modbus+...)
- Ajustado según legislación local (Ej: España fase de mínimo consumo, media de consumos, ...)
- Proporciona Servidor Modbus/TCP para su posible monitorización
- En modalidad autoconsumo sin excedentes:
 - Evita la inyección de energía a la red (doble control físico y lógico).
 - Con cumplimiento de norma UNE 217001-IN y RD 244/2019

Las capacidades de comunicación permiten virtualmente el control de cualquier inversor monofásico (*) con capacidad de regulación externa que disponga de los protocolos/mapas de regulación publicados.

* consultar la lista de equipos homologados

Funcionamiento, modos de aplicación

El dispositivo permite una gran versatilidad para adaptarlo mediante configuración a distintas condiciones de funcionamiento:

Lectura de potencias

El equipo permite realizar la lectura directa mediante trafo de corriente XXX/5A conectado al equipo.

Gestión de producción

Su objetivo es la regulación de la producción para adaptarse a las necesidades instantáneas de consumo, así como a la demanda de excedentes (configurable)

Control físico de conexión a red

Cuenta con un relé para la actuación sobre un contactor o un contacto de bloqueo, que limite físicamente la conexión a red de los inversor y por tanto también su aporte de energía a la instalación.

Monitorización

El dispositivo puede monitorizarse mediante:

- Leds de señalización: Proporcionan información instantánea del estado del dispositivo, consumo, etc... (Ver esquema de conexión).
- Comunicaciones: Mediante Modbus/TCP.

Gestión de excedentes

El sistema incorpora un relé configurable destinado a utilizar la energía disponible en la generación para otros usos, antes de regular la producción.

Datos técnicos

Características físicas

Declaración de conformidad	CE
Alimentación	90-265 VAC, 50-60Hz
Condiciones de trabajo	-20..+50°C // 5-95% HR sin condensación
Dimensiones	91x158x58
Peso	200gr.
Grado de protección	IP20
Material caja	Plástico PC/ABS autoextinguible UL94-V0
Montaje	Sobre Carril DIN EN 60715
Fabricado en	España. Union Europea
Conexiones de Voltaje Primario	1x (85-265VAC) (50/60Hz)
Clase térmica	Ta70C/B
Denominación de la electrónica	E0041
Denominación del firmware	PRISMA 310A-Lite
Relé de desconexión/contactor	Contacto seco (sin tensión) Tipo AC1. Máximo 5A / 250VAC.
Relé de Gestión de Excedentes	Tipo AC15. Máximo 1,5A / 240V

Comunicaciones

Comunicación inversores	RS-485 Ethernet
Protocolos	ComLynx Modbus TCP Modbus RTU (Configurable, incluye Sunspec)
Contaje directo	Transformador XXX/5A
Comunicación Contadores externos	No
Comunicación externa	Servidor Modbus TCP
Mapa Modbus	Publicado mediante LDV (Descargable desde dispositivo)

Otras funciones:

- Ethernet RJ45
- 3 lecturas de voltaje + 3 lecturas de intensidad (5A)
- Fuente de alimentación continua integrada (se alimenta externamente con 220V)
- 2 x Bus de comunicaciones RS485 (Optoaisladas + Polarización opcional)
- 1 x Bus de comunicaciones TTL (5V).
- Leds de señalización (2 verdes/2 naranja/2 rojos)
- Buzzer interno para notificación sonora.

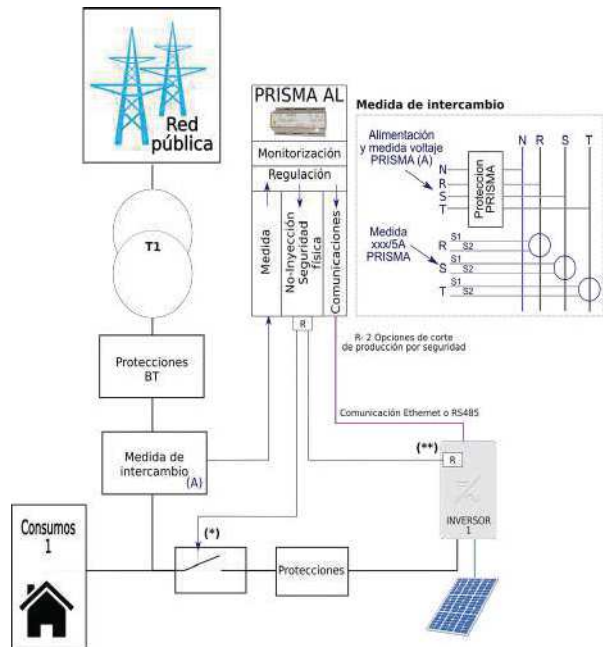
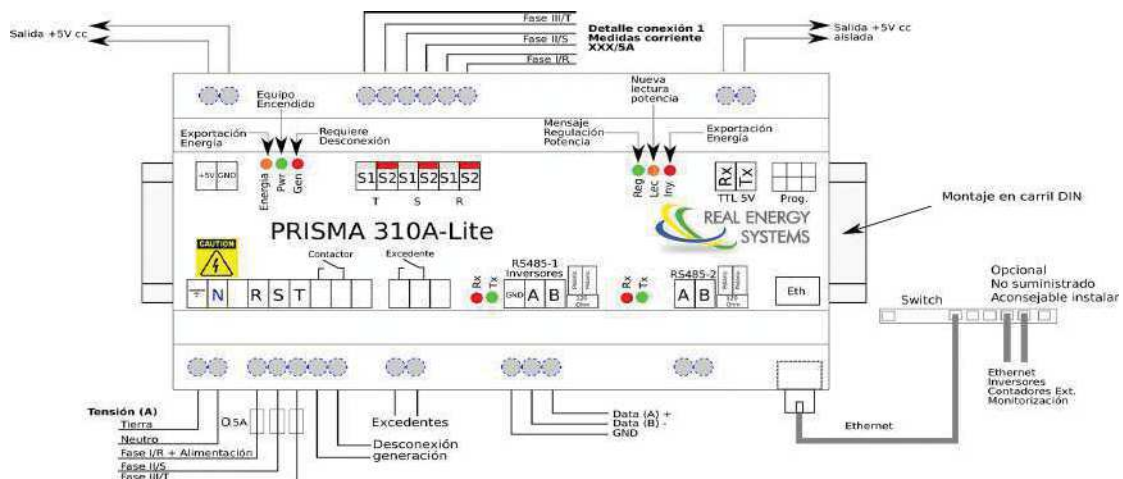


Figura 2 Esquema unifilar

Esquema de conexión



Sistema complementario de comunicaciones y funciones

Con integración directa con todos los productos de la gama PRISMA y muchos otros fabricantes



Figura 1 RENLOGGER

El equipo de la gama PRISMA para la gestión de comunicaciones y aplicaciones especiales

LA SOLUCIÓN para la gestión y aprovechamiento de los datos en la instalación

El RENLOGGER es un equipo preparado específicamente para servir como elemento de apoyo a instalaciones fotovoltaicas e integrarlas con el resto de los sistemas. Es la plataforma sobre la que se distribuyen servicios que prestan diversas funciones dentro de la instalación. Nos permite recopilar datos de los equipos instalados, publicar esta información de distintas formas y tomar decisiones locales para diferentes funciones especializadas pero habituales en este tipo de instalaciones.

CARACTERÍSTICAS

Funciones en la instalación

Equipo multifunción con capacidad de:

- Obtener información completa del sistema incluyendo inversores, contadores, reguladores, estaciones meteorológicas,...
- Actualización remota de funciones propias y equipos conectados (firmware PRISMA)
- Base de datos local – Almacenamiento off line de gran capacidad
- Acceso web local de planta, posibilidad de ver la planta in situ
- Contador sumador para publicación de datos consolidados (Loggers, SCADA...)
- Gateway de protocolos especiales
- Regulaciones diversas (notificación de excedentes, reactiva,...)
- Posibilidad de utilizar como motor para pantalla informativa de instalación (consultar opciones).

El uso de un Renlogger en la instalación nos permite recopilar datos de dispositivos de la instalación que estén conectados mediante Ethernet, y visualizarlos en la plataforma Sunscada.

Funcionalidades de comunicaciones

- Permite configuración segura (hardening) en entornos informáticos seguros
- Servidor router (Permite integrar tarjeta 3G/4G para comunicación móvil)
- Comunicaciones Wifi y Lan (Permite ser cliente o publicar DHCP)
- Cliente VPN para acción, publicación y actualización remota
- Publicación o consumo de Wifi configurable
- Extensión opcional con puerto Ethernet adicional para segmentación física de la red (informática cliente vs equipos instalación fotovoltaica).

Accesorios

Para el buen funcionamiento del equipo RENLOGGER se suministra con Hardware (según aplicación) y todos los accesorios necesarios para sistema complementario de comunicaciones.

Los accesorios (·) más habituales son:

- 1 Cargador Pololu.
- 1 Cable USB // micro USB
- 1 Cable USB-RS485

Características Físicas

Alimentación Fuente de alimentación	220 VAC, 50-60Hz Adaptador DA-65C19, 19V, 3.42A, 65W
Condiciones de trabajo	0..+40°C // 5-95% HR sin condensación
Dimensiones	135x115x36 mm.
Peso	550 gr.
Grado de protección	IP20

Detalles Técnicos

Tamaño de RAM	8 GB
Número de puertos USB 2.0	2
Número de puertos USB 3.0	4
Marca del procesador	Intel
Número de procesadores	2
Tamaño de SSD	64 GB

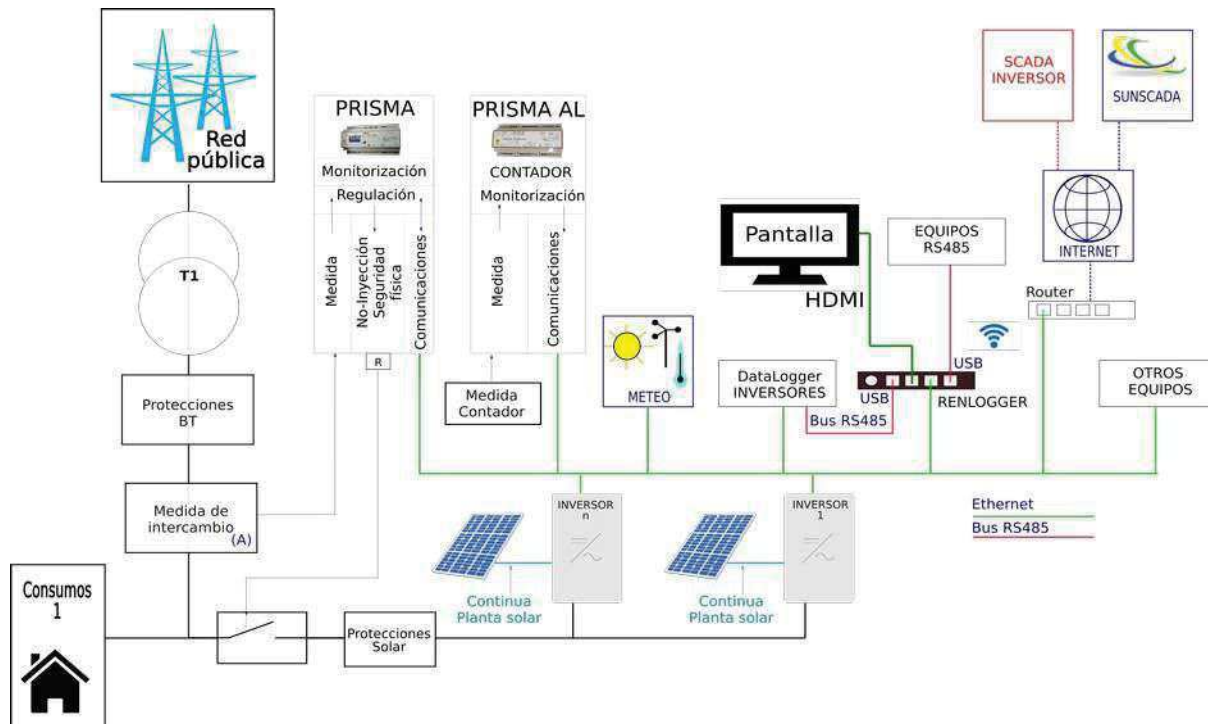
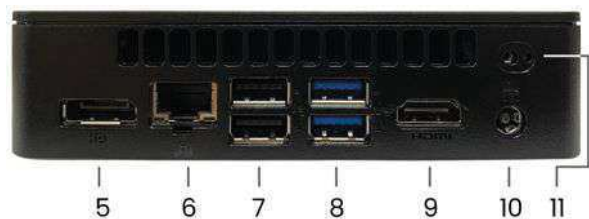


Figura 2 Esquema tipo instalación de autoconsumo con RENLOGGER y varias soluciones de integración de equipo.

Esquema de conexión



- 1 - Botón de encendido
- 2 - Puerto USB 3.2 Gen 1
- 3 - Micrófono
- 4 - Auriculares



- 5 - Mini DisplayPort
- 6 - Puerto Ethernet
- 7 - Puerto USB 3.2 Gen2
- 8 - Puerto USB 2.0
- 9 - Puerto HDMI
- 10 - Entrada alimentación eléctrica
- 11 - Abrazadera sujeción de cables

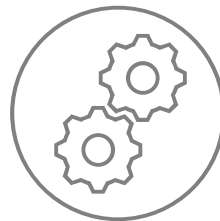


HOJA DE ESPECIFICACIONES POWER



SOSTENIBILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR

Las baterías de segunda vida de NISSAN® permiten revalorizar un residuo y extender su vida útil.



FÁCIL MANTENIMIENTO

El diseño del equipo permite extender la vida útil del activo sustituyendo únicamente los módulos manteniendo intacto el resto del equipo.



BATERÍA MADE IN SPAIN

Centro productivo en Navarra, España.
Facilidad en la atención al cliente y acceso a ingeniería.



SEGURO, ROBUSTO Y MODULAR

Sistema protegido del exterior que permite ampliar la capacidad con instalaciones de hasta 1MWh.

POWER ESS

BATERÍA	Tipo de batería	EV Second Life
	Química	LMO
	Número de módulos	96 módulos
	Capacidad nominal	46 kWh 64 Ah
	Tensión nominal	720 Vdc
	Tensión de trabajo	600 V - 800 V
	Corriente máxima	50 A
	Profundidad de descarga (DoD)	85 %
	Ciclos estimados @ 1C / 85% DoD / 25°C	> 5.000 ciclos
	Ciclos estimados @ 0.8C / 85% DoD / 25°C	> 6.500 ciclos
Ciclos estimados @ 0.5C / 60% DoD / 25°C	> 7.500 ciclos	

ESPECIFICACIONES GENERALES	Temperatura de operación recomendada	10°C - 30°C
	Humedad relativa	5% - 90%
	Peso	600 kg
	Densidad energética	76 Wh/kg 60 Wh/l
	Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	1900 x 800 x 500 mm
	Material de la envolvente	Chapa de acero
	Categoría OV	CAT II
	Grado protección IP IK	IP 54 IK 10
	Categoría de protección NEMA	NEMA 12
	Modularidad	Sí
	Ventilación natural	Sí
	Resistencia a ambientes químicos y corrosivos	Sí
	Comunicaciones	CAN Bus, Modbus-TCP
	Conectividad	Ethernet
	Garantía de batería*	4.000 ciclos o 7 años
Garantía de componentes*	2 años	

NORMATIVA Y MARCADO CE	Envolvente	DIN-EN 62208:2012-6
	Batería	IEC 62619 UN38.3
	Sustancias Peligrosas RoHS	2011/65/UE 2017/2102/UE
	EMC 2014/30/UE	IEC 61000-6-2 IEC 61000-6-4
	Baja Tensión 2014/35/UE	IEC 61439-1

*Garantía sujeta a condiciones de utilización especificadas en el Manual de usuario y en el documento de Garantía del equipo Power ESS.

INVERSOR DE STRING TRIFÁSICO SIN TRANSFORMADOR Y CON LA MÁXIMA DENSIDAD DE POTENCIA

100TL

Familia de inversores trifásicos para plantas fotovoltaicas comerciales, industriales y de gran escala.

Mayor competitividad

Gracias a su mayor potencia de salida (hasta 110 kW si el equipo se conecta a una red de 440 Vac), el nuevo INGECON® SUN 100TL permite una drástica reducción del número de inversores requeridos para el diseño de una planta fotovoltaica. Así, minimiza el gasto en mano de obra y cableado total. Es más, gracias a este equipo se puede ahorrar hasta un 20% en cableado AC, ya que no requiere cable de neutro.

Además, este inversor no necesita cajas de conexiones ni en DC ni en AC. Todo ello garantiza los menores gastos de capital o CAPEX (Capital Expenditures).

Menores costes operacionales

Gracias a la red de comunicación inalámbrica que se puede establecer con el INGECON® SUN 100TL, la planta FV puede ser puesta

en marcha, monitorizada y controlada sin cables. Además, su filosofía de inversor de string permite una fácil y rápida sustitución que no precisa de técnicos cualificados.

Mayor flexibilidad y densidad de potencia

La mayor flexibilidad es posible gracias a sus elevados índices de tensión DC máxima (1.100 V) y a su amplio rango de tensión MPP (570-850 V). Gran densidad de potencia, con hasta 105 kW en un inversor de tan sólo 75 kg.

Diseño duradero y robusto

Envoltorio de aluminio, especialmente concebida para instalaciones de interior y exterior (IP65). El diseño de la familia INGECON® SUN 3Play garantiza la máxima durabilidad en el tiempo y las mejores prestaciones, incluso ante temperaturas extremas.

Ethernet y Wi-Fi de serie

Este inversor FV presenta comunicaciones Ethernet y Wi-Fi de serie. Estas comunicaciones, junto con el webserver que integra el equipo, permiten una rápida y fiable puesta en marcha usando un teléfono móvil, una Tablet o un PC portátil. Además, es compatible con Cloud Connect externo.

Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años



100TL

Diferentes versiones para elegir

Ingeteam ha creado dos versiones distintas para poder satisfacer todas las necesidades de sus clientes:

- Versión STD
- Versión PRO

Versiones disponibles

Versiones disponibles	Versión STD	Versión PRO
Bornas DC	✓	
Conectores fotovoltaicos ⁽¹⁾		✓
Seccionador DC	✓	✓
Descargadores DC, tipo 2	✓	✓
Descargadores AC, tipo 2	✓	✓
Fusibles DC		✓ ⁽²⁾
Kit de medida de corrientes		✓

Notas: ⁽¹⁾ No necesita herramientas de crimpado ⁽²⁾ Fusibles de 1.500 V y 25A, solo para el polo positivo.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Capacidad para soportar huecos de tensión.
- Capacidad para inyectar potencia reactiva.
- Compatible con Cloud Connect externo.
- Eficiencia máxima del 99,1%.
- Comunicaciones Ethernet y Wi-Fi de serie.
- Webserver integrado.
- Software de monitorización INGECON® SUN Monitor.
- Apto para instalaciones de interior y exterior (IP65).
- Alto rendimiento a altas temperaturas.
- Distintas versiones para ajustarse a todo tipo de proyectos.
- Compatible fuentes de alimentación nocturna.
- 4 entradas digitales y 2 salidas digitales.
- Apto para DRMO (para mercado australiano).

PROTECCIONES

- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Fallo de aislamiento.
- Sobretensiones AC con descargadores tipo 2.
- Sobretensiones DC con descargadores tipo 2.
- Fusibles de 25A (versión PRO).

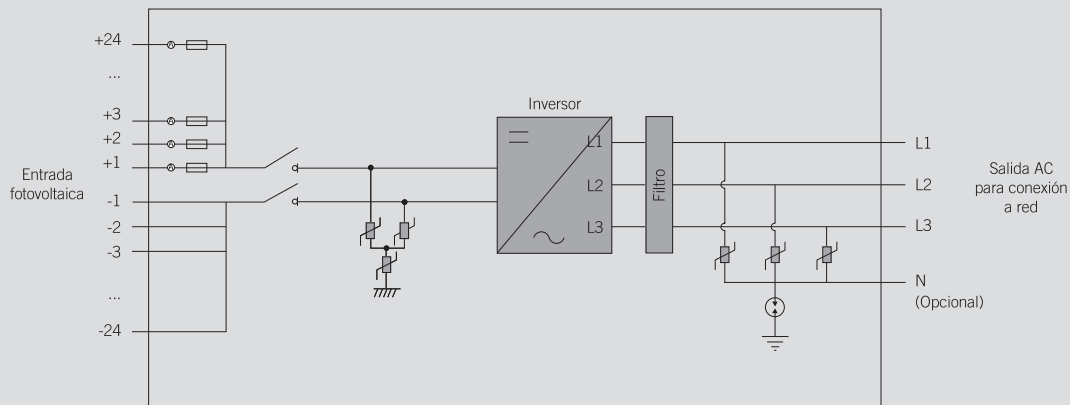
ACCESORIOS OPCIONALES

- Kit de autoconsumo.
- Comunicación RS-485.
- Fusibles DC para el polo negativo.

BENEFICIOS

- Mayor densidad de potencia.
- Mayor competitividad gracias a la reducción del gasto en cableado.
- Alta disponibilidad comparada con inversores centrales.
- Elevados índices de eficiencia.
- Fácil mantenimiento.

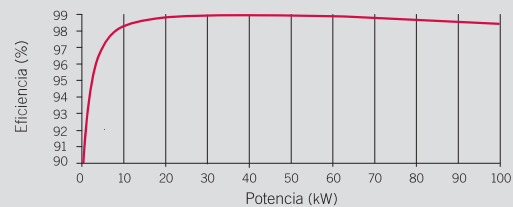
3Play TL versión PRO



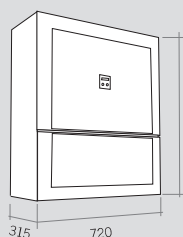
100TL						
Valores de Entrada (DC)						
Rango pot. campo FV recomendado	56 - 80,2 kWp	91,1 - 130,5 kWp	96,2 - 137,8 kWp	101,2 - 145 kWp	106,3 - 152,3 kWp	111,3 - 159,5 kWp
Rango de tensión MPP ⁽¹⁾	513 - 850 V	513 - 850 V	541,5 - 850 V	570 - 850 V	598,5 - 850 V	627 - 850 V
Tensión máxima ⁽²⁾	1.100 V					
Corriente máxima ⁽³⁾	185 A					
Corriente de cortocircuito	240 A					
Entradas (STD / PRO)	1 / 24					
MPPT	1					
Valores de Salida (AC)						
Potencia nominal	55,3 kW	90 kW	95 kW	100 kW	105 kW	110 kW
Máx. temperatura a potencia nominal ⁽⁴⁾	50 °C					
Corriente máxima	145 A					
Tensión nominal	220 V	360 V	380 V	400 V	420 V	440 V
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz					
Tipo de red ⁽⁵⁾	TT / TN					
Factor de Potencia	1					
Factor de Potencia ajustable ⁽⁶⁾	Si. 0 - 1 (capacitivo / inductivo)					
THD ⁽⁷⁾	<3%					
Rendimiento						
Eficiencia máxima	99,1%					
Euroeficiencia	98,5%					
Datos Generales						
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada					
Caudal de aire	570 m³/h					
Consumo en stand-by	20 W					
Consumo nocturno	1 W					
Temperatura de funcionamiento	-25 °C a 60 °C					
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%					
Grado de protección	IP65 / NEMA 4					
Interruptor diferencial	1.000 mA					
Altitud máxima ⁽⁸⁾	3.000 m					
Conexión	AC: Máxima sección: 240 mm² (un cable) Conexión DC (STD): Máxima sección: 300 mm² (un cable) Conexión DC (PRO): 6 mm² (24 pares de conectores PV-Stick) Permitido el cableado en cobre y aluminio, tanto en DC como en AC					
Marcado	CE					
Normativa EMC y de seguridad	IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 62109-1, IEC 62109-2, IEC 62103, IEC 61000-3-12, EN50178, FCC Part 15, IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-14, IEC 60068-2-30, IEC 60068-2-68, IEC 60529					
Normativa de conexión a red	DIN V VDE V 0126-1-1, Arrêté du 23 avril 2008, EN 50438, EN 50439, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16 VDE-AR-N 4105:2011-08, G59/3, P.O.12.3, AS4777.2, BDEW, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, Brazilian Grid Code, South African Grid Code, Chilean Grid Code, DEWA 2.0, Jordanian Grid Code, Thailand MEA & PEA requirements					

Notas: ⁽¹⁾ $V_{mpp,min}$ es para condiciones nominales ($V_{ac}=1$ p.u. y Factor de potencia=1). $V_{mpp,min}$ dependerá de la tensión de red (V_{ac}), de acuerdo con esta relación: $V_{mpp,min}=1.425 \cdot V_{ac}$. ⁽²⁾ El inversor no entra en funcionamiento hasta que $V_{dc} < 1.000$ V. Si se han instalado los fusibles de DC para el polo negativo, la tensión máxima DC es de 1.000 V. ⁽³⁾ La corriente máxima por conector FV es 15 A para la versión PRO. ⁽⁴⁾ Por cada °C de aumento, la potencia de salida se reducirá un 2,3%. ⁽⁵⁾ Estas unidades deberán conectarse a una red trifásica en estrella con neutro aterrado. No pueden ser conectadas a redes IT. ⁽⁶⁾ Rango de ajuste extendido para puntos de trabajo nominales. ⁽⁷⁾ Para potencia y tensión AC nominales de acuerdo con la norma IEC 61000-3-4. ⁽⁸⁾ Por encima de 1.000 m, la temperatura máxima para entregar potencia nominal se reduce a razón de 5,5°C por cada 1.000 m adicionales.

Rendimiento INGECON® SUN 100TL $V_{dc} = 570$ V



Dimensiones y peso (mm)



100TL STD
75 kg.

100TL PRO
78 kg.

SALA BATERÍAS

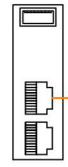
CUADRO GENERAL

LEYENDA:

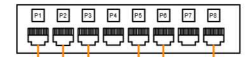
- MODBUS TCP
- CAN
- INTERLOCK

CUADRO COMMS

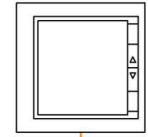
BeeEMS
AXC F 2152



SWITCH
FL1008 N



VAT
WM20-96

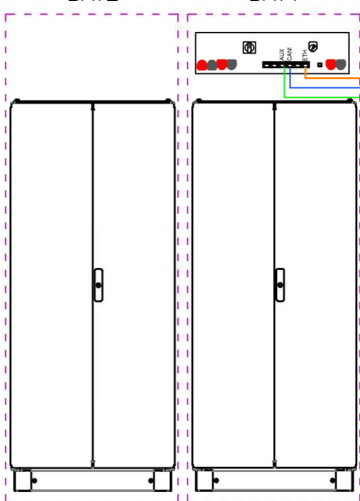


→ ACCESO A INTERNET

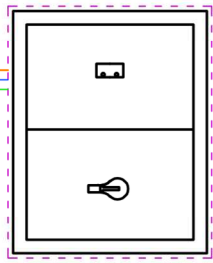
→ INVERSORES FV

BAT2

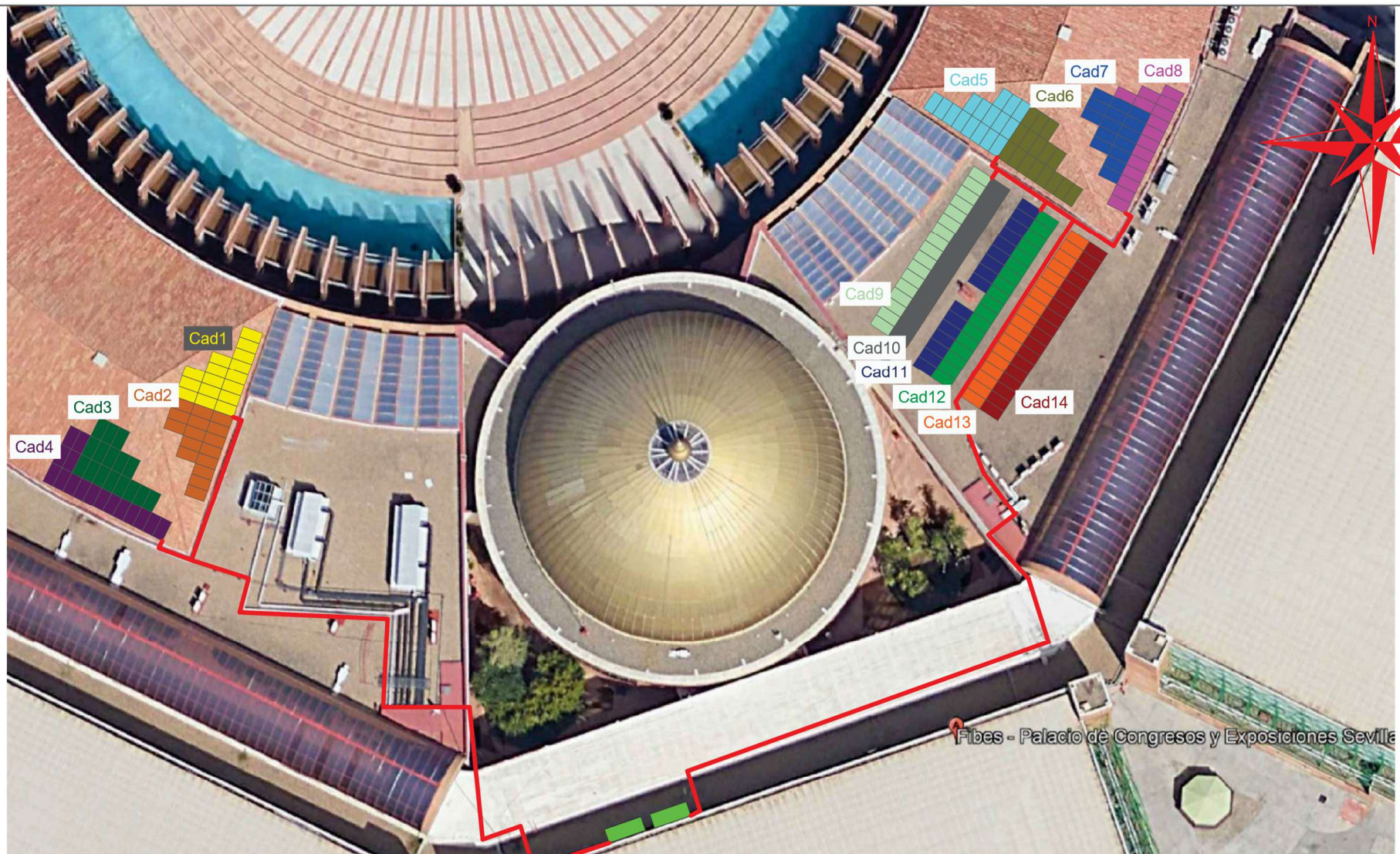
BAT1



INV BAT
SUN STORAGE 100TL



TITULO: COMUNICACIONES		FECHA: 12/08/2024
PROYECTO: Baterías de Almacenamiento		
		



Fibes - Palacio de Congresos y Exposiciones Sevilla

BANDEJA	Cad6: 2 x 10 mm ² Cu	Cad13: 2 x 6 mm ² Cu
INVERSORES	Cad7: 2 x 10 mm ² Cu	Cad14: 2 x 6 mm ² Cu
Cad1: 2 x 10 mm²/ Cu	Cad8: 2 x 10 mm ² Cu	
Cad2: 2 x 10 mm ² Cu	Cad9: 2 x 10 mm ² Cu	
Cad3: 2 x 10 mm ² Cu	Cad10: 2 x 10 mm ² Cu	
Cad4: 2 x 10 mm ² Cu	Cad11: 2 x 10 mm ² Cu	
Cad5: 2 x 10 mm ² Cu	Cad12: 2 x 10 mm ² Cu	

Proyecto AUTOCONSUMO FIBES I		Plano PLANO DE CONEXIÓN EN CONTINUA	
Realizado por Carlos Baños Gallego			
Fecha 12/08/2024	Escala N/A	 	



BANDEJA	Cad6: 2 x 6 mm ² Cu	Cad13: 2 x 6 mm ² Cu	Cad20: 2 x 6 mm ² Cu	Cad27: 2 x 10 mm ² Cu
INVERSORES	Cad7: 2 x 6 mm ² Cu	Cad14: 2 x 6 mm ² Cu	Cad21: 2 x 6 mm ² Cu	Cad28: 2 x 10 mm ² Cu
Cad1: 2 x 6 mm²/ Cu	Cad8: 2 x 6 mm ² Cu	Cad15: 2 x 6 mm ² Cu	Cad22: 2 x 6 mm ² Cu	Cad29: 2 x 10 mm ² Cu
Cad2: 2 x 6 mm ² Cu	Cad9: 2 x 6 mm ² Cu	Cad16: 2 x 6 mm ² Cu	Cad23: 2 x 6 mm ² Cu	Cad30: 2 x 10 mm²/ Cu
Cad3: 2 x 6 mm ² Cu	Cad10: 2 x 6 mm ² Cu	Cad17: 2 x 6 mm²/ Cu	Cad24: 2 x 10 mm ² Cu	Cad31: 2 x 10 mm ² Cu
Cad4: 2 x 6 mm ² Cu	Cad11: 2 x 6 mm ² Cu	Cad18: 2 x 6 mm ² Cu	Cad25: 2 x 10 mm ² Cu	
Cad5: 2 x 6 mm ² Cu	Cad12: 2 x 6 mm ² Cu	Cad19: 2 x 6 mm ² Cu	Cad26: 2 x 10 mm ² Cu	

Proyecto AUTOCONSUMO FIBES II		Plano PLANO DE CONEXIÓN EN CONTINUA	
Realizado por Carlos Baños Gallego			
Fecha 12/08/2024	Escala N/A	 	