

APÉNDICE Nº 2

ESTUDIO DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA DESALADORA DE CARBONERAS, ALMERÍA (ANDALUCÍA)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

2. ESTRUCTURAS SOPORTE

2.1. INTRODUCCIÓN

2.2. ESTRUCTURA FIJA

2.3. SEGUIDOR A UN EJE

2.4. SEGUIDOR A DOS EJES

2.5. COMPARACIÓN

2.5.1. COMPARACIÓN CUALITATIVA

2.5.2. COMPARACIÓN CUANTITATIVA

2.6. CONCLUSIONES

3. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

3.1. INTRODUCCIÓN

3.2. MÓDULOS MONOCRISTALINOS

3.3. MÓDULOS POLICRISTALINOS

3.4. MÓDULOS DE TECNOLOGÍA THIN FILM

3.5. COMPARACIÓN

3.5.1. COMPARACIÓN CUALITATIVA

3.5.2. COMPARACIÓN CUANTITATIVA

3.6. CONCLUSIONES

4. INVERSORES

4.1. INTRODUCCIÓN

4.2. INVERSORES CENTRALIZADOS

4.3. INVERSORES DE STRING

4.4. COMPARACIÓN

4.4.1. COMPARACIÓN CUALITATIVA

4.4.2. COMPARACIÓN CUANTITATIVA

4.5. CONCLUSIONES

5. ALMACENAMIENTO

5.1. INTRODUCCIÓN

5.2. BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO

5.3. BATERÍAS ION-LITIO

5.4. CONCLUSIONES

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los trabajos a realizar para el diseño de una planta solar fotovoltaica, uno de los primeros pasos que es necesario realizar es el estudio para la selección de las tecnologías de los diferentes elementos que van a conformar el campo solar.

1.1. OBJETO

Es objeto de este documento el análisis de las diferentes tecnologías existentes de cada uno de los elementos que formarán parte del campo solar, es decir, los módulos fotovoltaicos, la estructuras soporte de dichos módulos y los inversores.

Además, también es importante en este caso realizar un estudio sobre la posibilidad de usar baterías para la acumulación de la energía excedentaria, ya que en el caso del proyecto en el que nos enmarcamos, se trata de un autoconsumo puro que no permite la posibilidad del vertido a red.

Para llevar a cabo dicho estudio, se analizarán las diferentes tecnologías existentes en el mercado actualmente, remarcando sus ventajas e inconvenientes, indicando si alguno de estos implica la inviabilidad de instalación en el proyecto debido a las características del mismo.

Posteriormente se llevarán a cabo análisis comparativos cualitativos entre las diferentes tecnologías desde el punto de vista técnico y económico mediante matrices de decisión.

Por último, se realizarán simulaciones de una PSFV con las mismas condiciones de contorno con la única variable de la tecnología que se esté usando de forma que se evaluará de forma cuantitativa el impacto que tiene el uso de dichas tecnologías sobre la producción.

Con este análisis se podrán tomar las decisiones oportunas sobre el tipo de tecnología utilizado para cada uno de los elementos que forman parte del campo solar.

2. ESTRUCTURAS SOPORTE

2.1. INTRODUCCIÓN

Las estructuras de suportación de los módulos fotovoltaicos son elementos estructurales que garantizarán que la posición (ángulo de inclinación y azimut) de los módulos no se ve afectada por las condiciones del entorno, tales como fenómenos meteorológicos o impactos.

La estructura soporte debe en todo caso, satisfacer las normativas de construcción y de calidad, para garantizar el correcto funcionamiento estructural del conjunto y su durabilidad.

Las estructuras de suportación de módulos fotovoltaicos se pueden dividir en dos grandes categorías, las fijas y las móviles (también llamadas seguidores). Éstas últimas suelen tener uno o dos ejes de rotación y buscan maximizar el rendimiento de los paneles, aumentando la incidencia solar sobre los paneles a lo largo del día.

Cabe destacar que el ángulo de incidencia de la luz solar sobre el módulo fotovoltaico va directamente relacionado con la generación de energía eléctrica. Así, las soluciones de suportación influirán en el rendimiento de la instalación en función de su capacidad de optimizar su orientación hacia el sol: cuanto más tiempo esté orientado el módulo hacia el sol (idealmente con incidencia perpendicular de los rayos de sol), mayor será la producción del módulo.

2.2. ESTRUCTURA FIJA

La estructura fija para el montaje de módulos fotovoltaicos son soluciones estructurales que se componen de un sistema de perfiles metálicos que conforma la propia estructura y un sistema de anclaje, y conceden al panel solar un ángulo (azimut) y orientación (inclinación) fijos.

Cabe destacar que existe una variante en las estructuras fotovoltaicas fijas que son regulables. Estas opciones presentan la posibilidad configurar varios ángulos de inclinación de la estructura en función de la estación del año lo que mejora ligeramente el rendimiento de la instalación fotovoltaica.

Esta solución implica un aumento sustancial del coste de fabricación y mantenimiento

de una estructura articulada a parte del coste de operación al modificar la posición de todas las estructuras según la época del año.

Las soluciones fijas son muy comunes en sistemas de fotovoltaicos ubicados en cubiertas debido a su adaptabilidad a geometrías complejas y sencillez de montaje. Sin embargo, también son válidas para instalaciones en suelo.

Las estructuras fijas admiten diversas configuraciones de paneles, pudiendo diseñarse para configuración de paneles hasta 3V, siendo también compatibles con módulos bifaciales.

Las estructuras suelen estar formadas con estructuras de perfiles metálicos, de aluminio, de acero galvanizado en caliente o de acero inoxidable, pero existen soluciones con otros materiales como estructuras prefabricadas de hormigón (auto-lastradas) en las que no es necesaria una cimentación ya que el peso propio de la estructura se calcula para asegurar el anclaje del conjunto.

El sistema de anclaje al terreno de las estructuras fijas será en función de las cargas contempladas en el cálculo estructural, siendo especialmente restrictivas las cargas por viento. En ese aspecto, la estructura fija de perfiles metálicos permite el hincado directo, pre-drilling o la zapata de hormigón, siempre en función de la capacidad portante del terreno y las cargas consideradas.

Las principales ventajas de las estructuras fijas son:

- Sencillez de montaje
- Reducido coste de instalación
- Reducido coste de explotación
- Adaptación a la topografía superficie disponible

Las principales desventajas de las estructuras fijas son:

- Nula adaptación al ciclo solar a lo largo del año

2.3. SEGUIDOR A UN EJE

Las estructuras de soporte de módulos fotovoltaicos con seguidor a un eje siguen la trayectoria del sol a lo largo del día. El seguidor mueve el panel solar en un eje, normalmente alineado norte-sur. Este sistema permite al panel moverse de este a oeste. En comparación con otros sistemas móviles este sistema presenta un menor

coste, mayor simplicidad y la posibilidad de su adaptación a cubiertas, pero realizan un seguimiento solar menos preciso, captando menos energía

El sistema móvil consiste en una viga soportada sobre postes con uniones articuladas de forma que se permita su rotación. Estas soluciones implican un sistema de montaje complejo con poco margen de adaptación a la topografía existente. En ese sentido, las instalaciones de seguidores no son viables en topografía con pendientes mayores de un 20%.

Las estructuras móviles disponen de un motor con consumo eléctrico que permite la rotación de los módulos según el eje norte-sur. Disponen de microprocesadores que determinan la posición del sol basándose en sensores o en un programa de datos astronómicos sobre la posición solar. Existen soluciones de motores autónomos que disponen de un panel propio para su alimentación eléctrica, lo que evita la merma energética.

Así mismo, el sistema de control permite llevar los seguidores a posición de defensa en caso de que las cargas por viento sean excesivas, colocándolos en posición horizontal y reduciendo de esa forma los esfuerzos a soportar por la estructura.

Las estructuras de un seguidor admiten diversas configuraciones de paneles, pudiendo diseñarse para configuración de varias alineaciones de módulos, siendo también compatibles con módulos bifaciales.

El diseño en forma de pórtico de los seguidores a un eje hace que las estructuras sean especialmente vulnerables frente a cargas horizontales (principalmente por viento), con lo que la estructuras se diseñan principalmente de acero galvanizado en caliente o acero inoxidable y las cimentaciones pueden ser mediante hincado directo, pre-drilling o la zapata de hormigón, en función de la capacidad portante del terreno.

Las principales ventajas de las estructuras de seguidor a un eje son:

- Aumento del rendimiento de la instalación fotovoltaica de hasta un 40%
- Permite la posición de defensa a 0° en caso de fuertes vientos.

Las principales desventajas de las estructuras de seguidor a un eje son:

- Instalación compleja
- Elevado coste de instalación

- Elevado coste de mantenimiento
- Consumo energético de los motores (se puede anular si se opta por una solución autónoma).

2.4. SEGUIDOR A DOS EJES

Las soluciones de suptación mediante seguidores a dos ejes siguen la filosofía del seguidor descrito en el párrafo anterior, diferenciándose en que, en este caso, el seguidor sigue la trayectoria del sol a lo largo del día, modificando la orientación de los paneles a través de la rotación de dos ejes:

- Un eje normal al terreno, siguiendo el azimut
- Un eje siguiendo la inclinación del sol

Se trata, pues, de una solución más sofisticada. Este tipo de sistemas están diseñados para maximizar la producción de energía durante todo el año. Pueden variar la orientación según la estación, además de seguir al sol durante el día. Por lo tanto, cuentan con un seguimiento solar más preciso que los de un eje, con mayores rendimientos, y generalmente, dificultan el robo de los paneles solares, sin embargo, suponen un mayor coste.

Cabe destacar que esta solución es especialmente apta para instalaciones en zonas de alta latitud donde la posición del sol varía drásticamente entre los meses de verano e invierno.

Vista la ubicación de la planta solar fotovoltaica en Almería, en el sur de la península ibérica, no se dan dichas “drásticas” variaciones en la posición del sol a largo del año.

La tipología constructiva de estos seguidores suele caracterizarse por estructuras aisladas monoposte que agrupan un conjunto de módulos en un mismo plano y se reorienta perpendicularmente hacia los rayos del sol. Al permitir el movimiento en dos ejes, esos sistemas contar con dos motores independientes entre sí, pero controlado por un sistema similar al del seguidor a un eje. Por ello, estas estructuras presentan una mayor complejidad técnica, lo que redundará en mayor coste de instalación y mantenimiento.

Las principales ventajas de las estructuras de seguidor a un eje son:

- Aumento del rendimiento de la instalación fotovoltaica, principalmente en

zonas de alta latitud

- Permite la posición de defensa a 0° en caso de fuertes vientos.

Las principales desventajas de las estructuras de seguidor a un eje son:

- Instalación muy compleja
- Muy elevado coste de instalación
- Muy elevado coste de mantenimiento
- Consumo energético de los motores (se puede anular si se opta por una solución autónoma)

2.5. COMPARACIÓN

2.5.1. COMPARACIÓN CUALITATIVA

Para llevar a cabo la comparación cualitativa de los sistemas existentes para la suportación de módulos fotovoltaicos, se utilizarán las principales características que se han usado para la descripción de estos.

Para realizar dicha comparación se utilizará una tabla multicriterio en la que se valorará mediante una puntuación de 0 a 3 puntos siendo 3 puntos el mejor resultado y 0 puntos el peor resultado.

Las características que se evaluarán serán: el coste de la instalación, el coste de operación, la adaptabilidad al terreno disponible, rendimiento energético y rentabilidad.

Tecnología	Coste de instalación	Coste de operación	Adaptable al terreno	Rendimiento energético	Rentabilidad	Total
Estructura Fija	●●●	●●●	●●●	○○○	●●○	11
Seguidor 1 eje	●●○	●●○	●○○	●●○	●●●	10
Seguidor 2 ejes	○○○	○○○	●●○	●●●	●○○	6

Como se puede observar en el análisis cualitativo, las soluciones de suportación de estructura fija y seguidor a 1 eje, pese a tener características muy diferentes, obtienen una puntuación final similar. Sin embargo, la opción del seguidor a dos ejes se ve fuertemente lastrada por los altos costes de instalación y mantenimiento, y obtiene una

puntuación muy por debajo de las otras dos opciones.

Se considera la opción de seguidor a dos ejes INVIABLE y, por lo tanto, únicamente se realizará una comparación cuantitativa de la estructura fija y del seguidor a un eje.

2.5.2. COMPARACIÓN CUANTITATIVA

Para llevar a cabo una comparación cuantitativa de la producción obtenida mediante estructuras fijas o seguidores a un eje se utilizará el programa de cálculo de instalaciones fotovoltaicas PVsyst.

En el estudio de comparación de las tecnologías de estructuras soporte se estudiará la variación de la irradiancia sobre el plano receptor.

La irradiación sobre el plano receptor es uno de los factores más condicionantes para la producción de energía eléctrica en un campo solar.

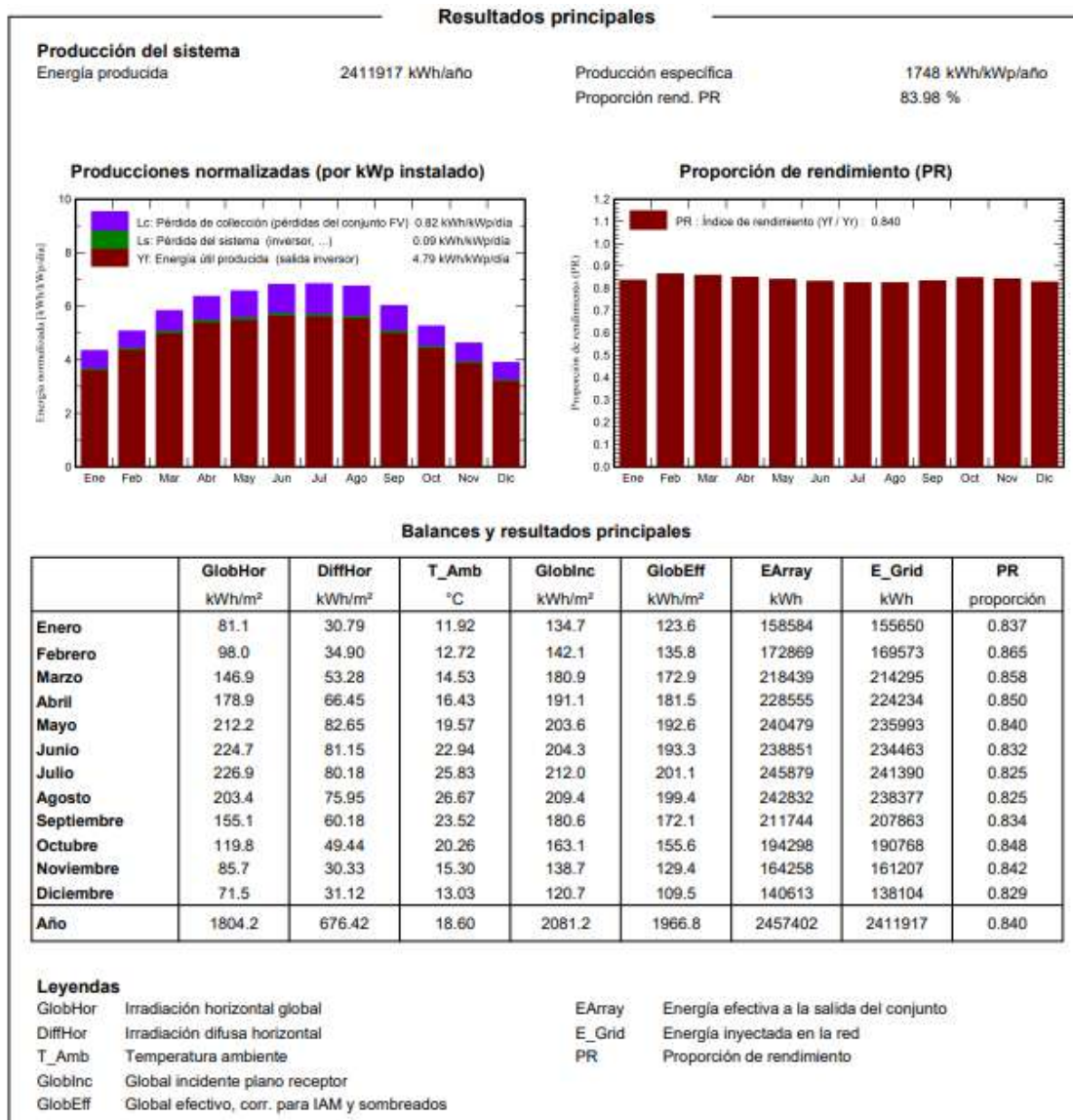
Para la tecnología de estructura fija, se tomará la inclinación óptima para la zona, resultando ser para el presente proyecto una inclinación de 35°.

A demás, para el caso de la tecnología de seguidor a un eje, se harán dos simulaciones, una en la que se utilice el backtracking y una en la que no se utilice. El backtracking es el condicionamiento de la posición de los seguidores de forma que se reduzcan los sombreados a primeras horas de la mañana y a últimas horas de la tarde.

Así pues, las simulaciones usando las tres tecnologías son las siguientes:

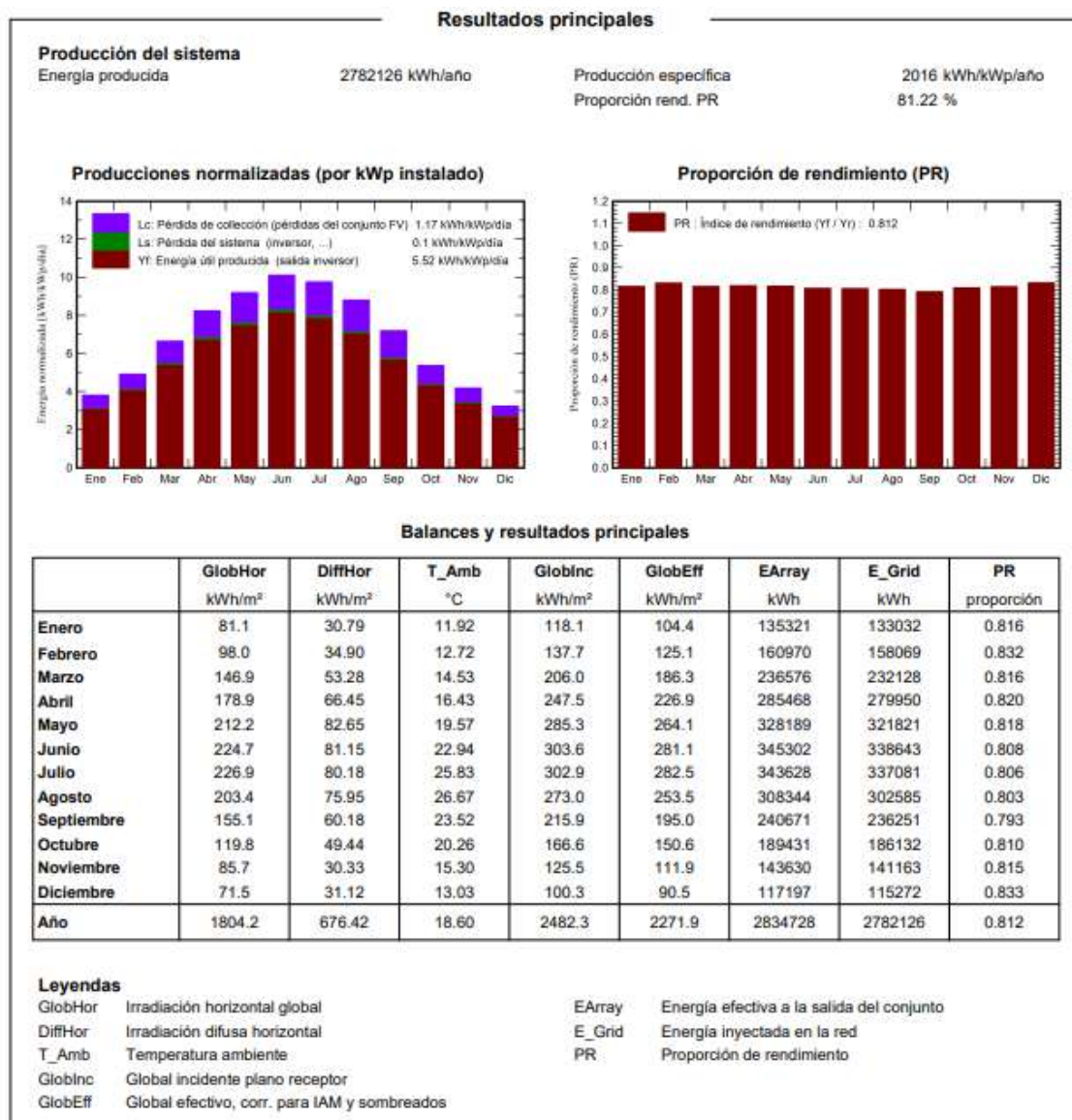


Para el caso de la estructura fija:



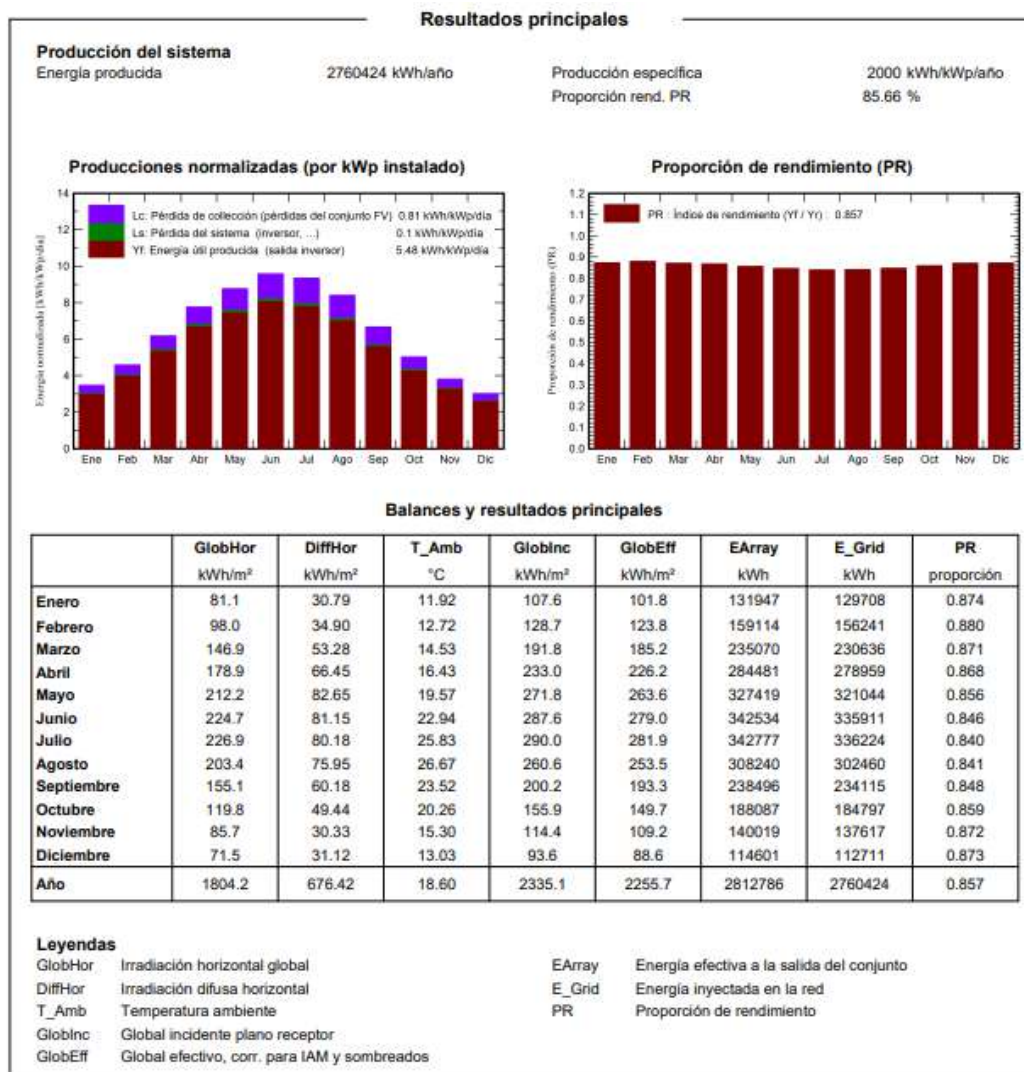


Para el caso del seguidor a un eje:





Para el seguidor a un eje con Backtracking



A modo resumen, los resultados obtenidos en las diferentes simulaciones son los siguientes:

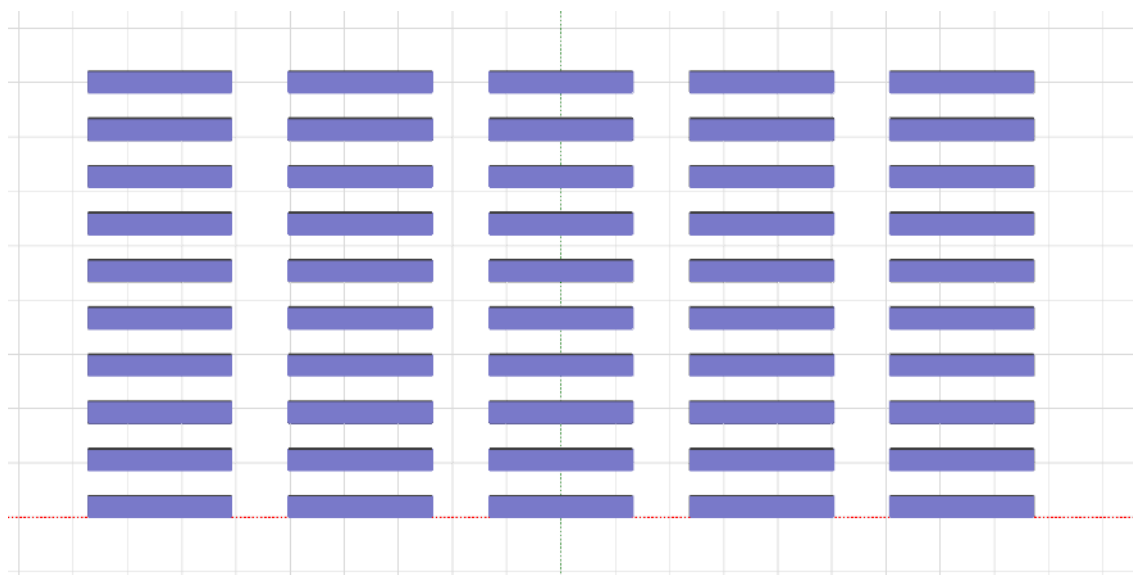
Simulación	Irradiación efectiva (kWh/m2)
Estructura fija	1966.8
Seguidor a 1 eje	2271.9
Seguidor a 1 eje con backtracking	2255.7

Como se puede observar en los resultados obtenidos, la tecnología que mejores resultados presenta es la tecnología de seguidor a 1 eje.

No obstante, la superficie necesaria para evitar sombreados entre los paneles también es un factor importante que considerar, pues, en el caso concreto de este proyecto, la superficie disponible es limitada.

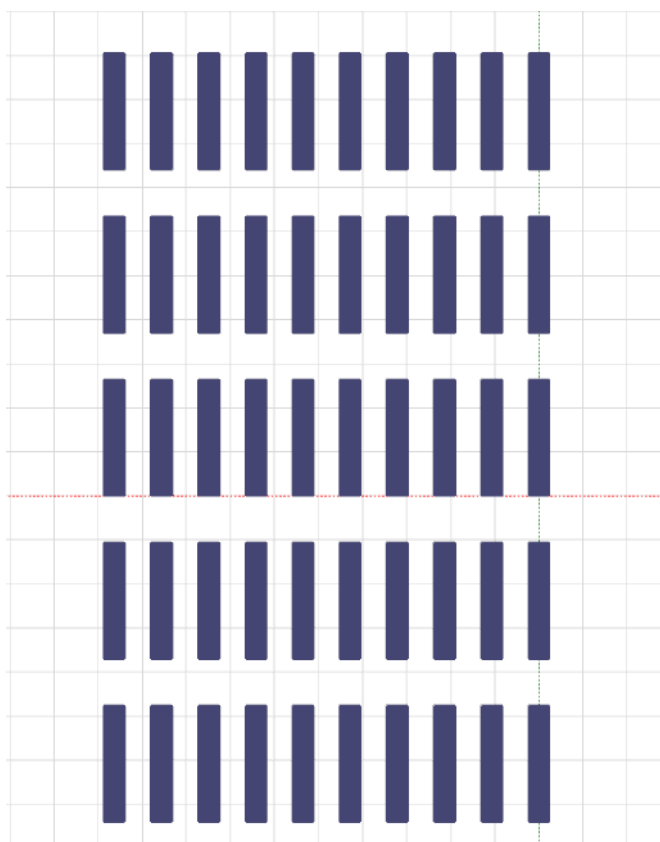
Así pues, a continuación, se llevará a cabo una comparativa de las superficies a ocupar por paneles en caso de usar la tecnología fija o bien en el caso de usar la tecnología de seguidor a un eje.

Para la tecnología de estructura fija, se considera una instalación 2V. Para ello sería necesario dejar un pitch de 8,7 metros y un pasillo E-O de 10 metros. Considerando un total de 2000 módulos fotovoltaicos, con 20 módulos por string, 40 módulos por mesa y por lo tanto un total de 50 mesas dispuestas en una forma regular, se tiene el siguiente layout:



Lo que supone una superficie total de 14525 m².

Por otro lado, para la tecnología de seguidor a un eje, se considera también una instalación 2V, con el mismo número de módulos y el mismo pasillo pero en este caso N-S, pero esta vez con un pitch de 10,70 metros obteniéndose el siguiente layout:



Lo que supone una superficie total de 17500 m².

Así pues, se puede observar que la tecnología de seguidor a 1 eje requiere de una mayor superficie respecto a la tecnología de tecnología fija por lo que hace referencia a la superficie ocupada por los paneles.

2.6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados presentados anteriormente se van a presentar a continuación las conclusiones que se alcanzan para la elección de la tipología de soporte estructural de los módulos fotovoltaicos que se va a utilizar en la redacción del anteproyecto de la planta solar fotovoltaica asociada a la desaladora de Carboneras.

Como se ha mostrado en el apartado anterior, las dos tecnologías presentan ventajas e inconvenientes. Por un lado, el uso de los seguidores favorece la cantidad de energía producida para una misma cantidad de módulos. Esto, numéricamente supone que la estructura de seguidor a un eje produce aproximadamente un 15,5% más.

Mientras que por otro lado se observa que la superficie ocupada por las estructuras es

menor en el caso de usar estructuras fijas, suponiendo en términos de porcentajes una superficie un 17% menor.

Particularizando y basándonos en las necesidades del proyecto tenemos que por una parte es necesario alcanzar una cantidad mínima de generación de energía con la que se tiene que cubrir al menos el 35% del consumo de conjunto desaladora + estación de bombeo.

Por otra parte, las superficies disponibles para la instalación de las placas solares son reducidas y a además existen zonas que cuentan con pendientes elevadas, que como se ha comentado en anteriores apartados, resultan un impedimento a la hora de instalar seguidores a un eje.

No obstante, se decide priorizar la el primero de los puntos presentados, es decir, conseguir obtener la mayor energía posible.

Así pues, la conclusión del estudio de tecnologías para las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos es la del uso de los seguidores a un eje, de forma que, con una menor cantidad de paneles, se podrá conseguir el hito de cubrir el 35% de la demanda energética.

No obstante, y poniendo el ojo en las dificultades del terreno, espacios reducidos y elevadas pendientes, no se descarta que, en algunas zonas se tengan que instalar estructuras fijas para completar la instalación.

3. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

3.1. INTRODUCCIÓN

Los módulos fotovoltaicos son los elementos de campo encargados de convertir la energía solar en energía eléctrica. Para poder llevar a cabo esta conversión los módulos fotovoltaicos están constituidos por una cantidad limitada de celdas que son las encargadas de convertir la energía solar en energía eléctrica.

La potencia máxima de los módulos fotovoltaicos viene marcada por el número máximo de celdas que es posible instalar en cada módulo y la potencia de las mismas.

En la actualidad, la tecnología de estas celdas ha avanzado considerablemente y los módulos fotovoltaicos pueden llegar a ser de más de 600Wp.

Además, la potencia de salida de los módulos fotovoltaicos vendrá marcada por las condiciones de operación, como las que afectan a la irradiancia solar (magnitud, composición, ángulo de incidencia y espectro), la temperatura ambiental, la velocidad del viento, etc.

Para poder conseguir potencias superiores, se agrupan diferentes módulos fotovoltaicos. Los módulos se pueden agrupar en serie (donde aumenta la tensión del sistema manteniendo fija la corriente que circula por él) o bien se pueden agrupar en paralelo (donde se aumenta la intensidad del sistema manteniendo constante la tensión). Es muy común, sobre todo en grandes instalaciones fotovoltaicas que los sistemas estén formados por grandes cadenas de paneles agrupados en serie formando strings y que posteriormente se agrupan en paralelo para aumentar la corriente.

Para la elección de los tipos de módulos que se van a emplear en la planta solar fotovoltaica se van a estudiar tres tipologías de paneles: los módulos monocristalinos, los módulos policristalinos y los módulos con tecnología de película fina.

La principal diferencia de estos módulos fotovoltaicos está en la composición del mismo.

A continuación, se llevará a cabo una presentación de las diferentes tecnologías,

remarcando su ventajas y desventajas y posteriormente se llevará a cabo una comparativa de las tres tecnologías y unas simulaciones, que se llevarán a cabo en softwares de cálculos fotovoltaicos, para poder comprobar como se ve afectada la producción del sistema en función del uso de una tecnología u otra.

3.2. MÓDULOS MONOCRISTALINOS

Como se ha comentado anteriormente, los módulos fotovoltaicos están formados por un gran número de celdas fotovoltaicas. Es aquí donde se encuentra la característica diferencial de este tipo de tecnología, ya que los módulos monocristalinos se caracterizan porque sus celdas fotovoltaicas están formadas por un único cristal de silicio.

Esta característica conlleva asociada una serie de características físicas tales como un aspecto más uniforme, color oscuro y apariencia estética.

Es importante tener en cuenta que, al ser celdas con un único cristal de silicio, conlleva que se va a usar una mayor cantidad de material.

Las principales características de las placas solares monocristalinas son las siguientes:

- **Eficiencia:** Los paneles fotovoltaicos monocristalinos al contar con celdas de silicio completas cuentan con altas eficiencias de conversión de energía solar a energía eléctrica. Esto implica que podrán producir más energía por unidad de superficie de panel.
- **Precio:** Los módulos fotovoltaicos monocristalinos tal y como se ha comentado anteriormente requieren de una mayor cantidad de material para su fabricación. Esto significa que el precio será más elevado.
- **Durabilidad:** El mismo condicionante que se usa para determinar la característica de la eficiencia, el uso de cristales completos para las celdas, nos sirve para definir una alta durabilidad de los paneles ya que no hay posibilidad de aparición de impurezas en el panel y por lo tanto contar de una mayor vida útil.
- **El coeficiente de temperatura:** La temperatura de las celdas que conforman los módulos fotovoltaicos afectan a la producción de energía eléctrica de los

mismos. Por lo general y debido al menor número de impurezas existente en las celdas, los módulos fotovoltaicos monocristalinos tendrán un coeficiente de temperatura más bajo que otros tipos de paneles solares.

Así pues, en referencia a los módulos fotovoltaicos de tecnología monocristalina se pueden definir las siguientes ventajas y desventajas:

- Ventajas:
 - Mayor eficiencia
 - Mayor durabilidad
 - Coeficiente de temperatura más bajo
- Desventajas:
 - Precio más elevado

3.3. MÓDULOS POLICRISTALINOS

Del mismo modo que ocurre con los módulos fotovoltaicos monocristalinos, los módulos fotovoltaicos de tipología policristalina se caracterizan por la fabricación de las celdas que componen dichos módulos.

A diferencia de lo que ocurre con los módulos monocristalinos, las celdas fotovoltaicas que forman parte de los módulos policristalinos se forman a partir de la fundición de múltiples fragmentos de cristales de silicio.

Esta característica de las celdas que forman los módulos fotovoltaicos policristalinos conlleva que el color de los mismos sea de un tono azulado no uniforme y las esquinas sean en ángulo recto.

Al utilizarse fragmentos de cristales de silicio fundidos, se necesitará una cantidad de material menor para la fabricación de las celdas.

Las principales características de los módulos solares policristalinos son las siguientes:

- Eficiencia: Al estar compuestos por conjuntos de cristales de silicio fundidos es muy probable que estas celdas contengan impurezas por lo que la eficiencia de conversión suele rondar entre el 14 y el 16%



- Precio: Tal y como se ha comentado anteriormente, se necesita menor cantidad de material de silicio para la fabricación de las celdas fotovoltaicas por lo que el precio de los módulos fotovoltaicos policristalinos es menor.
- Durabilidad: El contenido de impurezas en las celdas fotovoltaicas afecta negativamente a la durabilidad de estos módulos.
- Rendimiento: Los módulos fotovoltaicos policristalinos presentan elevados rendimientos debido a una mayor resistencia al sobrecalentamiento. Estos paneles tienen la capacidad de absorber el calor de forma mucho más rápida.

Así pues, en referencia a los módulos fotovoltaicos de tecnología policristalina se pueden definir las siguientes ventajas y desventajas:

- Ventajas:
 - Precio reducido
 - Elevado rendimiento
- Desventajas:
 - Eficiencia media
 - Menor durabilidad

3.4. MÓDULOS DE TECNOLOGÍA THIN FILM

A diferencia de las tecnologías presentadas anteriormente en las que se ha indicado que los módulos fotovoltaicos están formados por celdas fotovoltaicas formadas a partir de cristales de silicio, en el caso de la tecnología thin film, el factor diferencial es el material a partir del cual se fabrican las celdas fotovoltaicas.

En el caso de los módulos fotovoltaicos con tecnología thin film, los materiales de las células pueden ser de silicio amorfo o bien semiconductores compuestos.

El principal inconveniente que tenemos con los módulos fotovoltaicos que emplean esta tecnología es el escaso desarrollo que hay actualmente alrededor de esta tecnología para su uso en grandes superficies.

Es por esto por lo que, considerando que el presente proyecto se redacta para una instalación de huerto solar en la que se va a instalar una gran superficie de paneles, este tipo de tecnología resulta ser INVIABLE para el presente proyecto.

3.5. COMPARACIÓN

3.5.1. COMPARACIÓN CUALITATIVA

Para llevar a cabo la comparación cualitativa de las tecnologías que se pueden utilizar para la fabricación de los módulos fotovoltaicos se utilizarán las principales características que se han usado para la descripción de estos.

Para realizar dicha comparación se utilizará una tabla multicriterio en la que se valorará mediante una puntuación de 1 a 3 puntos siendo 3 puntos el mejor resultado y 1 punto el peor resultado.

Las características que se evaluarán serán: la eficiencia, el precio, la durabilidad, el coeficiente de temperatura y el rendimiento de los paneles.

Tecnología	Eficiencia	Precio	Durabilidad	Coef. Temperatura	Rendimiento	Total
Monocrystalina	●●●	●●○	●●●	●●○	●●○	12
Policristalina	●○○	●●●	●●○	●●○	●●●	11

Como se puede observar en el análisis multicriterio, por lo general, las características de las dos tecnologías son muy similares, no obstante, la eficiencia de los módulos fotovoltaicos con tecnología monocrystalina es lo que marca la diferencia entre las dos tecnologías.

3.5.2. COMPARACIÓN CUANTITATIVA

Para llevar a cabo una comparación cuantitativa de la producción obtenida mediante módulos monocrystalinos y módulos policristalinos se utilizará el programa de cálculo de instalaciones fotovoltaicas PVsyst.

Para que el estudio comparativo de ambas tecnologías sea útil y se pueda comparar correctamente, se utilizarán las mismas condiciones de contorno en el modelo de simulación.

Es decir, se modelarán las pérdidas de igual forma, se usarán las mismas orientaciones, azimut y estructura soporte y se usará el mismo horizonte y la escena

de sombreados será igual para los dos casos.

Se modelará una instalación de aproximadamente 1 MWn para estudiar la producción de las dos tecnologías.

La tecnología policristalina ha quedado desfasada en cuanto a la potencia pico de los paneles respecto a la tecnología monocristalina, por lo que se llevarán a cabo dos estudios diferenciados.

Por un lado, se tomarán paneles de las dos tecnologías con la misma potencia pico y, en segundo lugar, se usará un panel con tecnología monocristalina de gran potencia pico y otro con tecnología policristalina de la máxima potencia que se dispone y se evaluará la variación de la superficie de captación y la variación de la producción.

Además, para cada uno de los dos escenarios se realizarán simulaciones para el año 1 y para el año 5, así se podrá observar la variación de la producción en función de la degradación de los paneles.

Para el primero de los estudios se utilizarán los siguientes módulos fotovoltaicos:

- Monocristalino: CS3W-440 MS de la marca Canadian Solar.
- Policristalino: CS3W-440P SE de la marca Canadian Solar.

Para los dos estudios se ha elegido el inversor SUN2000-110KTL-M0 de la marca Huawei.

Se realizará la simulación usando estructura fija, con orientación definida por una inclinación del panel de 20° sobre la horizontal y un azimut de 0°

El desglose de las pérdidas consideradas para la simulación de las dos tecnologías es el siguiente:

- Factor de pérdidas térmicas del campo: $U=29 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Pérdidas óhmicas en CC 1%
- Pérdidas óhmicas en CA BT
- Pérdida de eficiencia del módulo 0%
- Pérdidas de potencia por desajuste en los módulos: 2%



- Pérdidas por degradación inducida por luz 2%
- Pérdidas por desajuste de voltaje en las cadenas 0.5%
- Pérdida por suciedad 2%
- Pérdidas IAM definidos por el fabricante del módulo
- Pérdidas por consumos auxiliares 0%
- Envejecimiento definido por el fabricante
- Disponibilidad 0%
- Horizonte ubicación de la PSFV
 - Latitud: 36.9806
 - Longitud: -1.9069



Así pues, el resultado de la simulación para el primer año de producción para el panel con tecnología monocristalina es el siguiente:

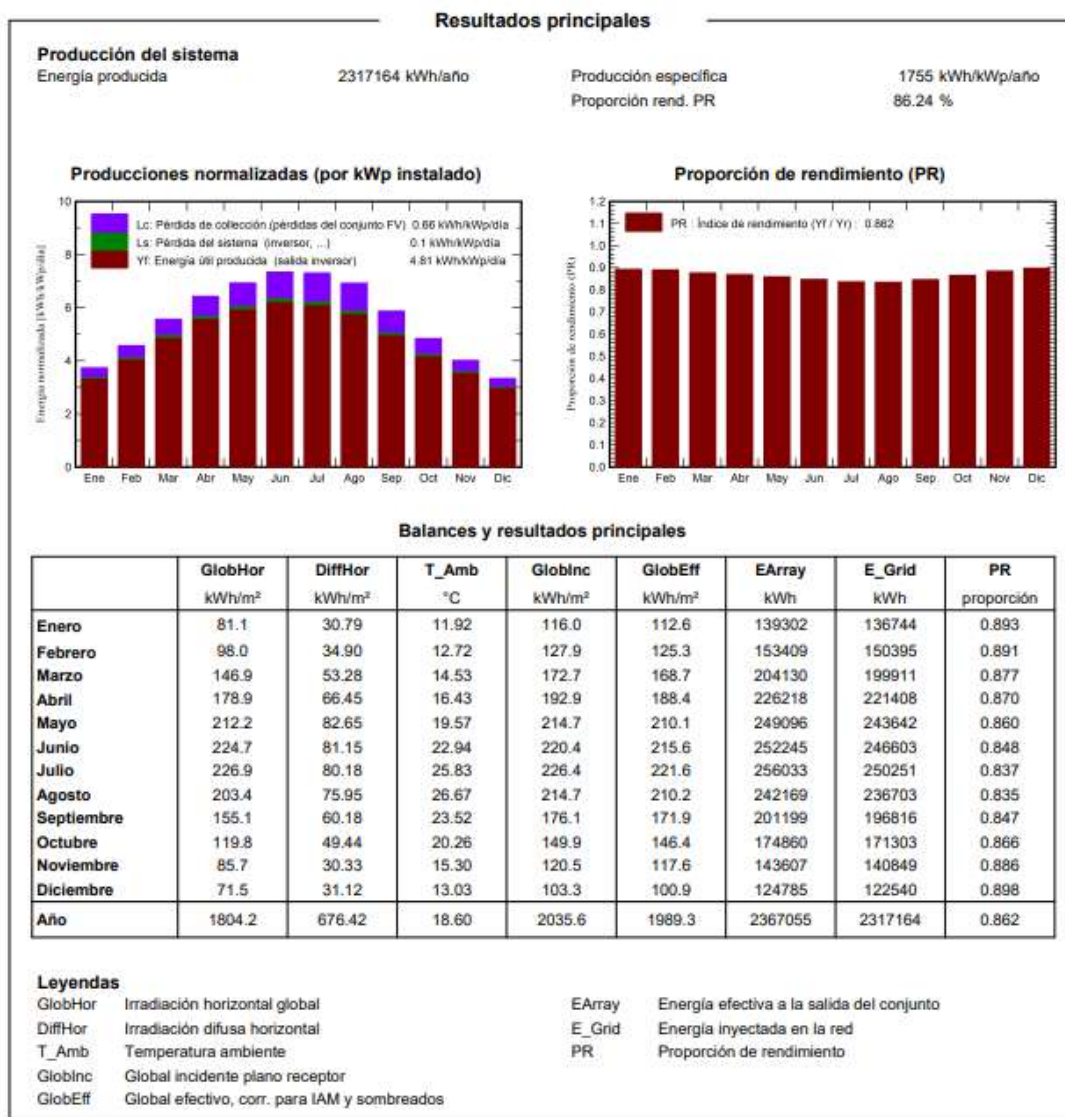
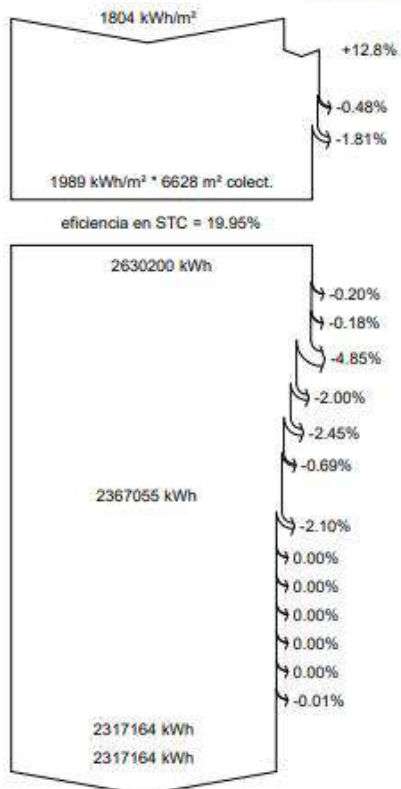




Diagrama de pérdida



Irradiación horizontal global

Global incidente plano receptor

Sombreados lejanos / Horizonte

Factor IAM en global

Irradiancia efectiva en colectores

Conversión FV

Conjunto de energía nominal (con efic. STC)

Pérdida de degradación módulos (por año #1)

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura

LID - Degradación inducida por luz

Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas

Pérdida óhmica del cableado

Energía virtual del conjunto en MPP

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Consumo nocturno

Energía disponible en la salida del inversor

Energía inyectada en la red



Por otro lado, para la simulación del módulo con tecnología policristalina los resultados son los siguientes:

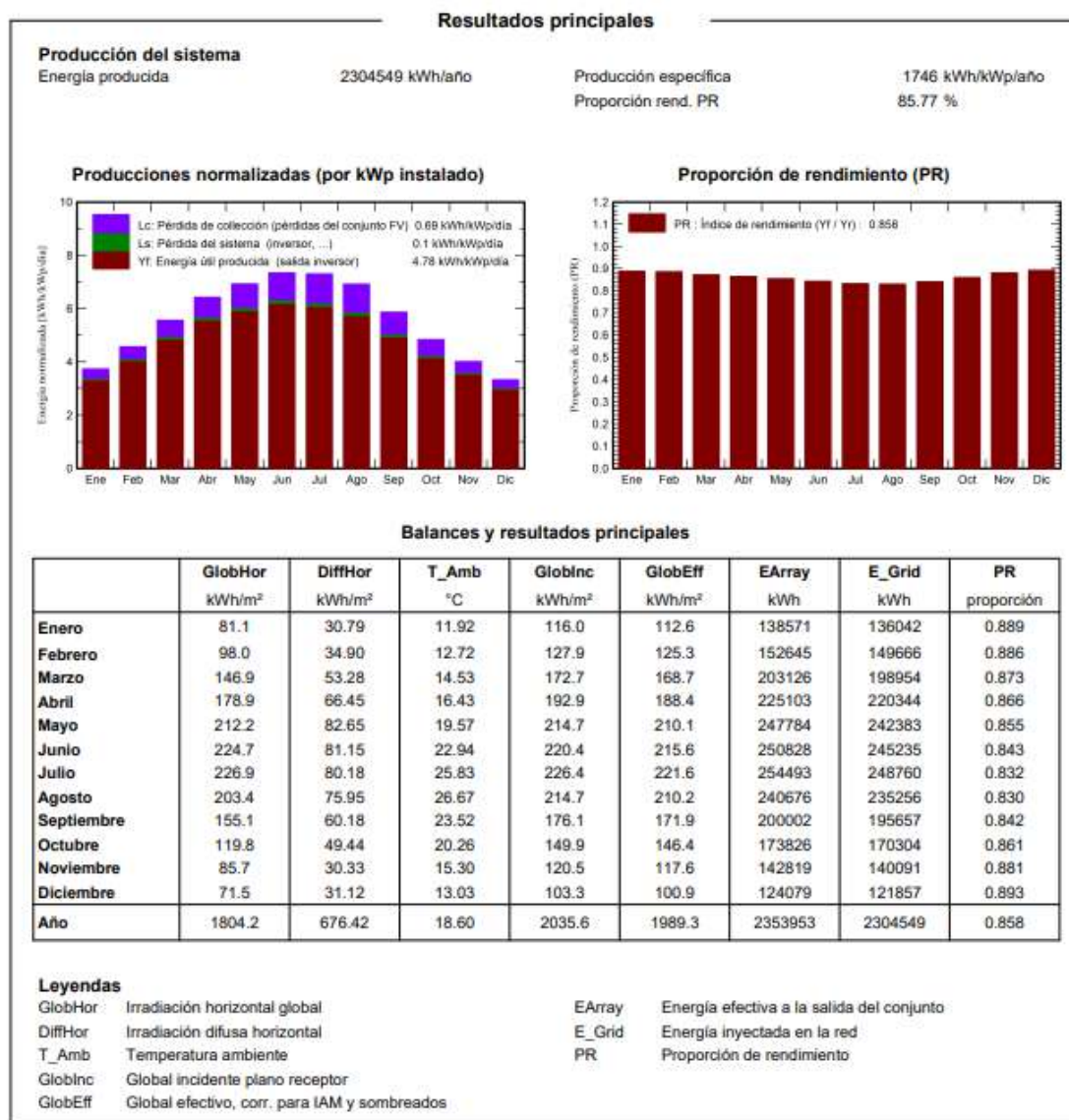
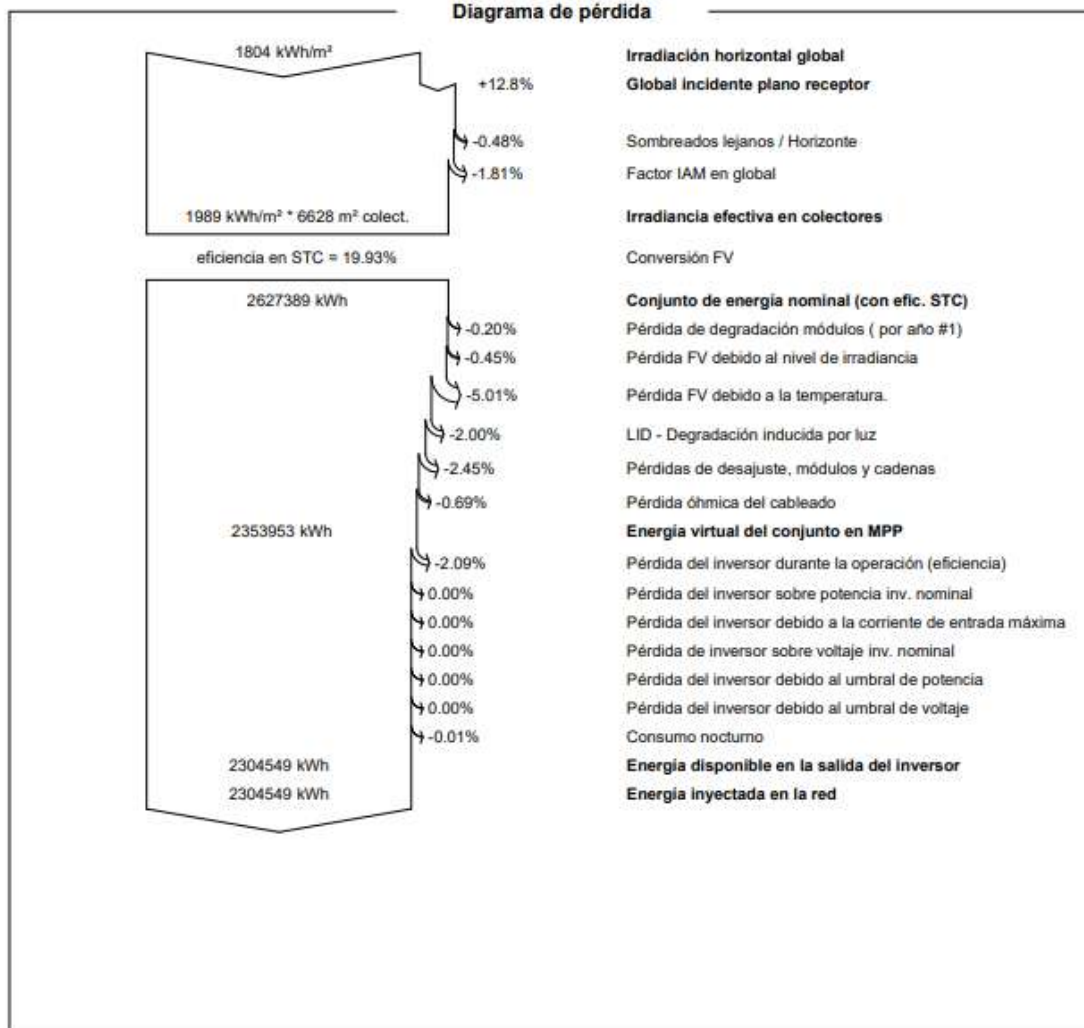




Diagrama de pérdida





Para el año 5, los resultados para los módulos con tecnología monocristalina son los siguientes:

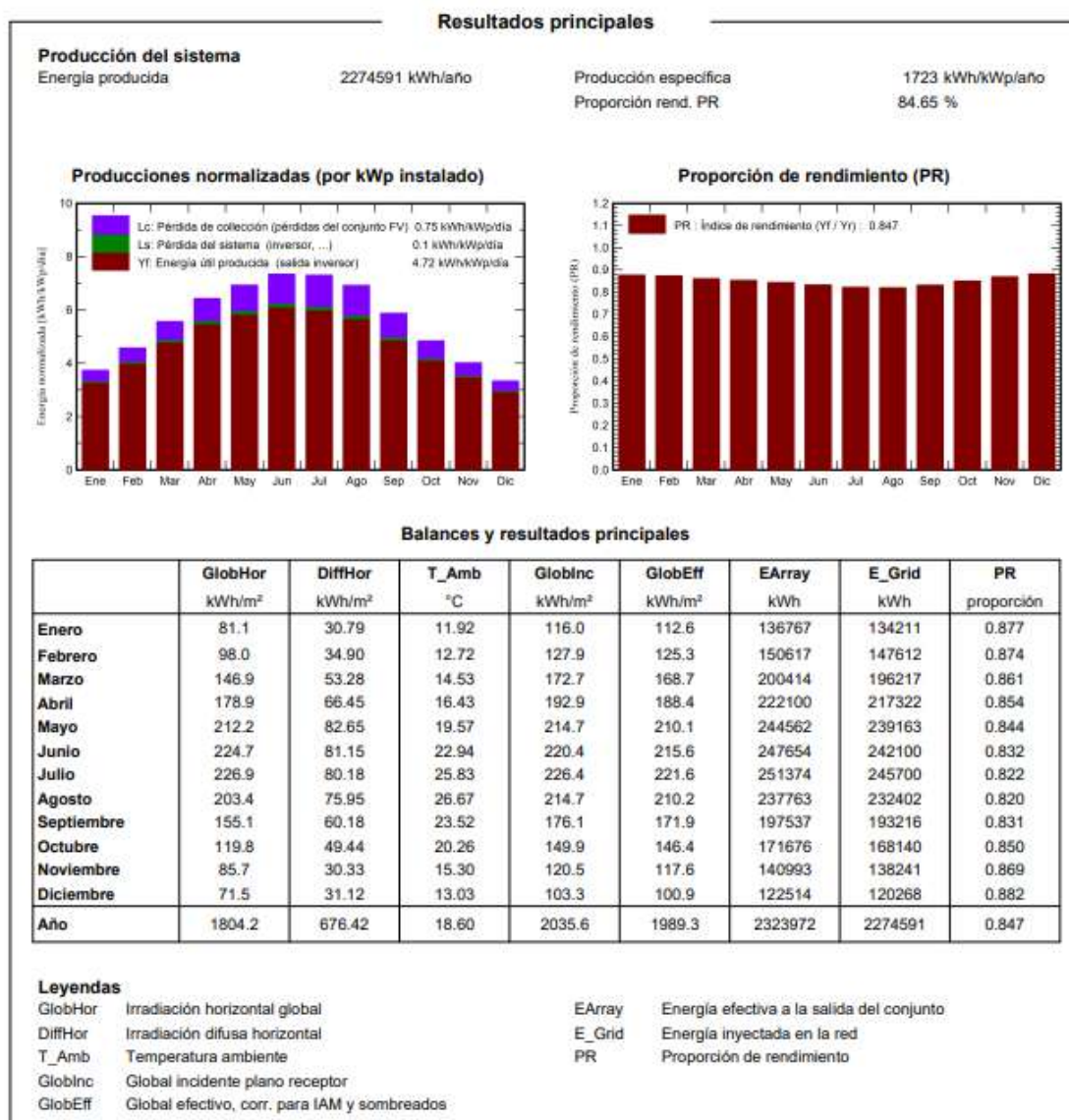
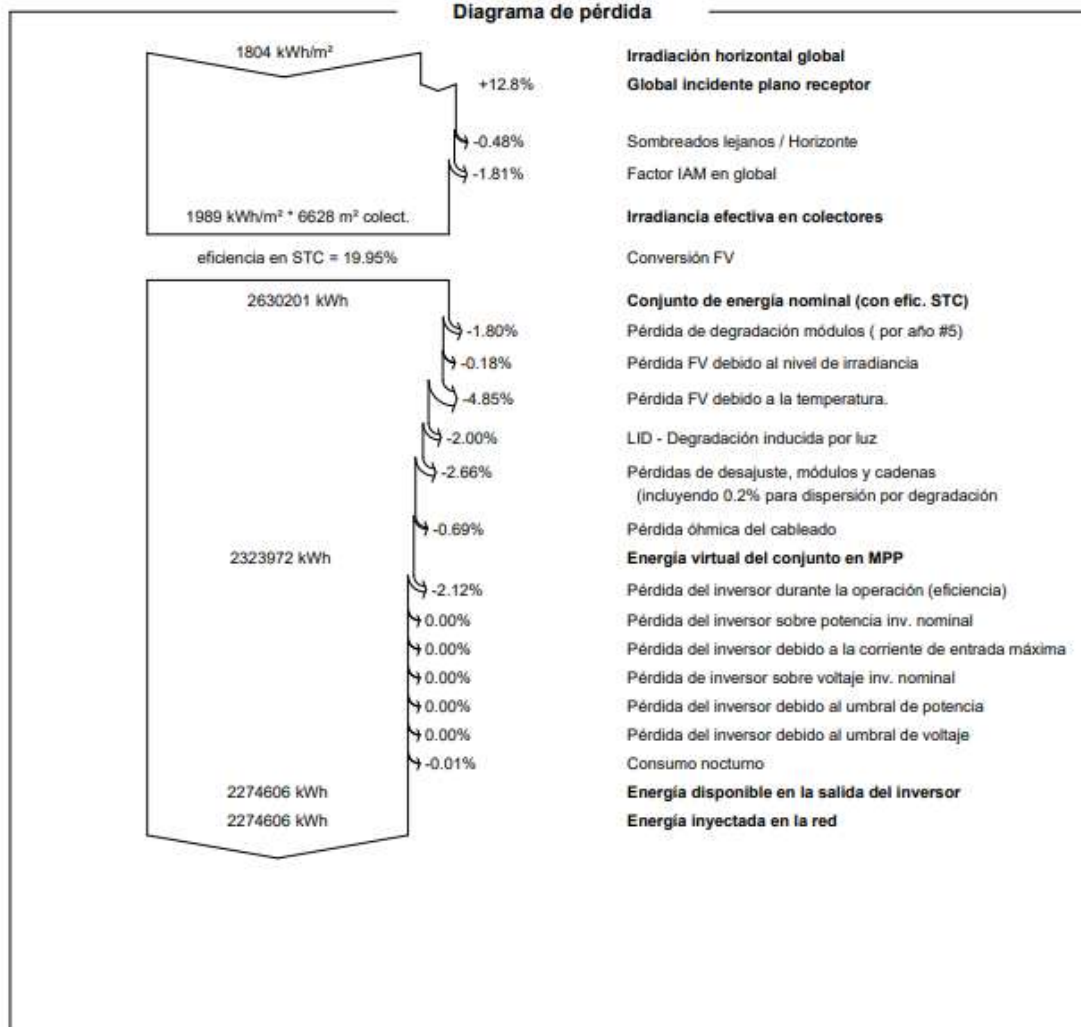


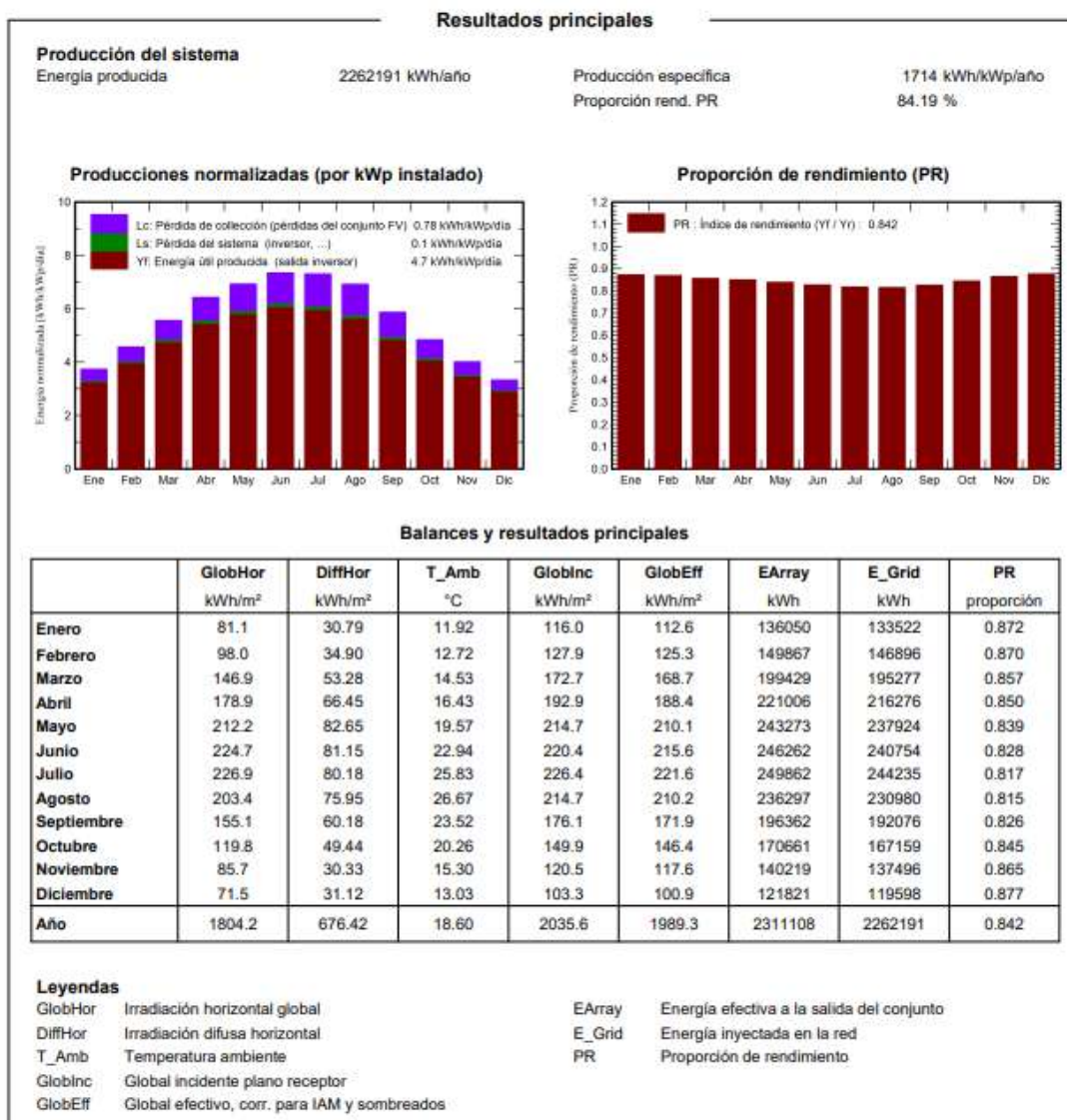


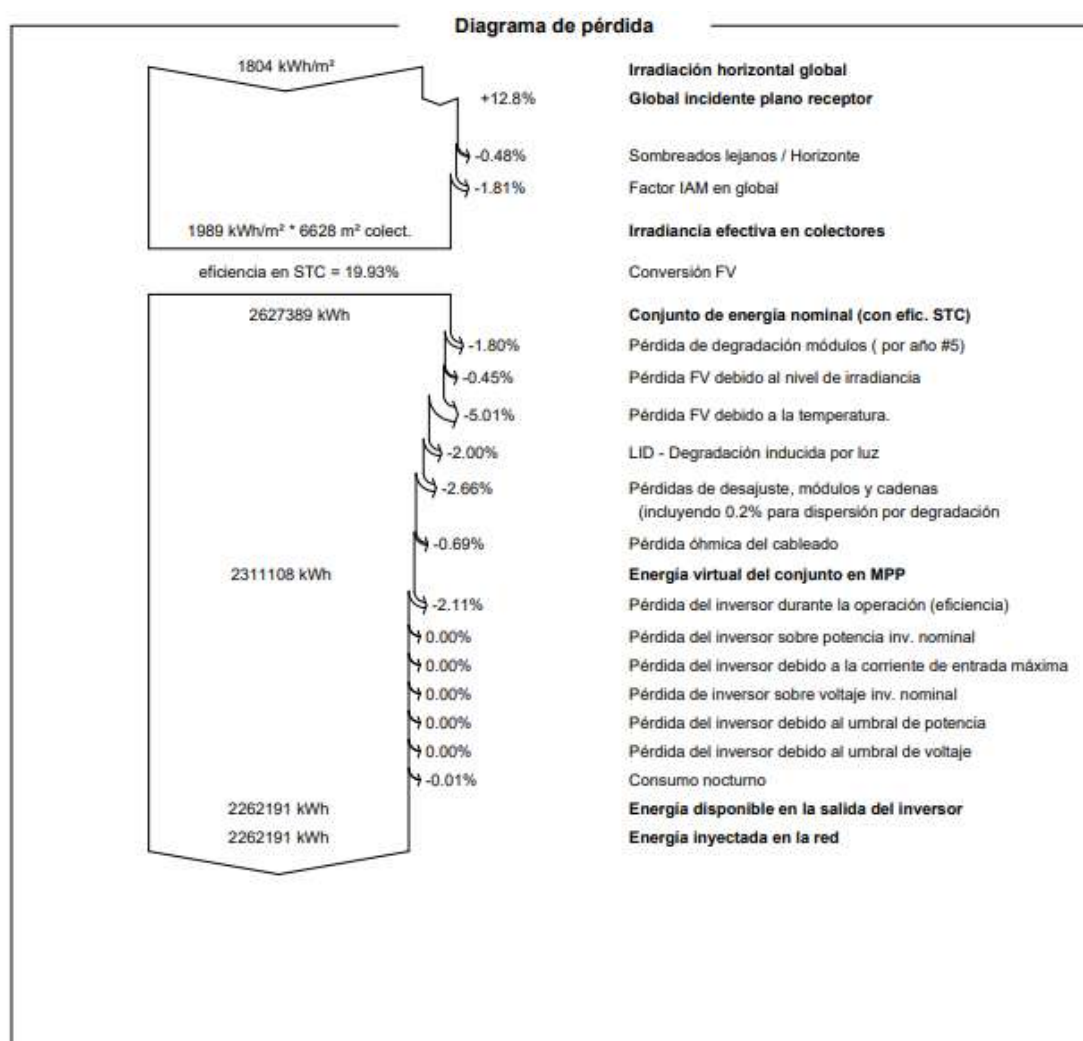
Diagrama de pérdida





Mientras que para la tecnología policristalina son los siguientes:





A modo resumen los resultados obtenidos en las diferentes simulaciones son los siguientes:

Simulación	Energía producida (MWh/año)
Monocrystalino año 1	2317
Policristalino año 1	2305
Monocrystalino año 5	2275
Policristalino año 5	2262

Como se puede observar en los resultados obtenidos, para paneles de la misma potencia y con las mismas condiciones de contorno en la instalación, los paneles con tecnología monocristalina presentan mejores resultados que los paneles con tecnología policristalina, tanto para el año 1 como para el año 5 (cuando ya se le ha aplicado una degradación por envejecimiento a los paneles).

No obstante, esta diferencia de generación eléctrica no es diferencial para tomar decisiones sobre que tecnología es mejor que la otra.

Teniendo en cuenta el gran avance que han tenido los módulos de tecnología monocristalina, se procede, tal y como se ha comentado en el inicio de este apartado a realizar la simulación para un panel con tecnología monocristalina de mayor potencia.

Para la nueva simulación se considera un panel de 690 Wp modelo CS7N-690TB-AG 1500V de la marca Canadian Solar.

El resto de los parámetros de la simulación no se ha modificado.

El resultado de la simulación es el siguiente:



Resultados principales

Producción del sistema

Energía producida

2432880 kWh/año

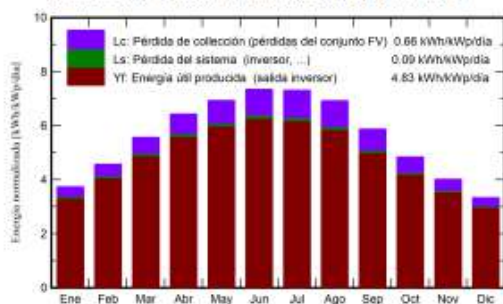
Producción específica

1763 kWh/kWp/año

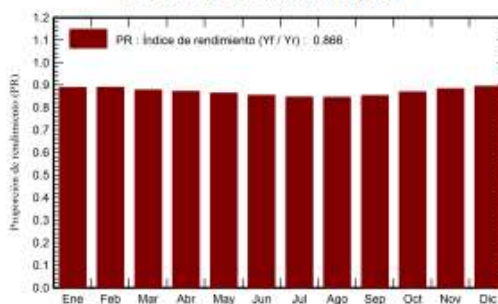
Proporción rend. PR

86.61 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	proporción
Enero	81.1	30.79	11.92	116.0	112.3	144839	142278	0.889
Febrero	98.0	34.90	12.72	127.9	125.0	160027	157071	0.890
Marzo	146.9	53.28	14.53	172.7	168.3	213198	209204	0.878
Abril	178.9	66.45	16.43	192.9	187.8	236512	232038	0.872
Mayo	212.2	82.65	19.57	214.7	209.3	260903	255982	0.864
Junio	224.7	81.15	22.94	220.4	214.9	264859	259908	0.855
Julio	226.9	80.18	25.83	226.4	220.9	269455	264464	0.846
Agosto	203.4	75.95	26.67	214.7	209.7	255096	250395	0.845
Septiembre	155.1	60.18	23.52	176.1	171.5	211268	207426	0.853
Octubre	119.8	49.44	20.26	149.9	146.1	182994	179749	0.869
Noviembre	85.7	30.33	15.30	120.5	117.2	149600	146931	0.884
Diciembre	71.5	31.12	13.03	103.3	100.6	129669	127435	0.894
Año	1804.2	676.42	18.60	2035.6	1983.7	2478420	2432880	0.866

Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T_Amb Temperatura ambiente

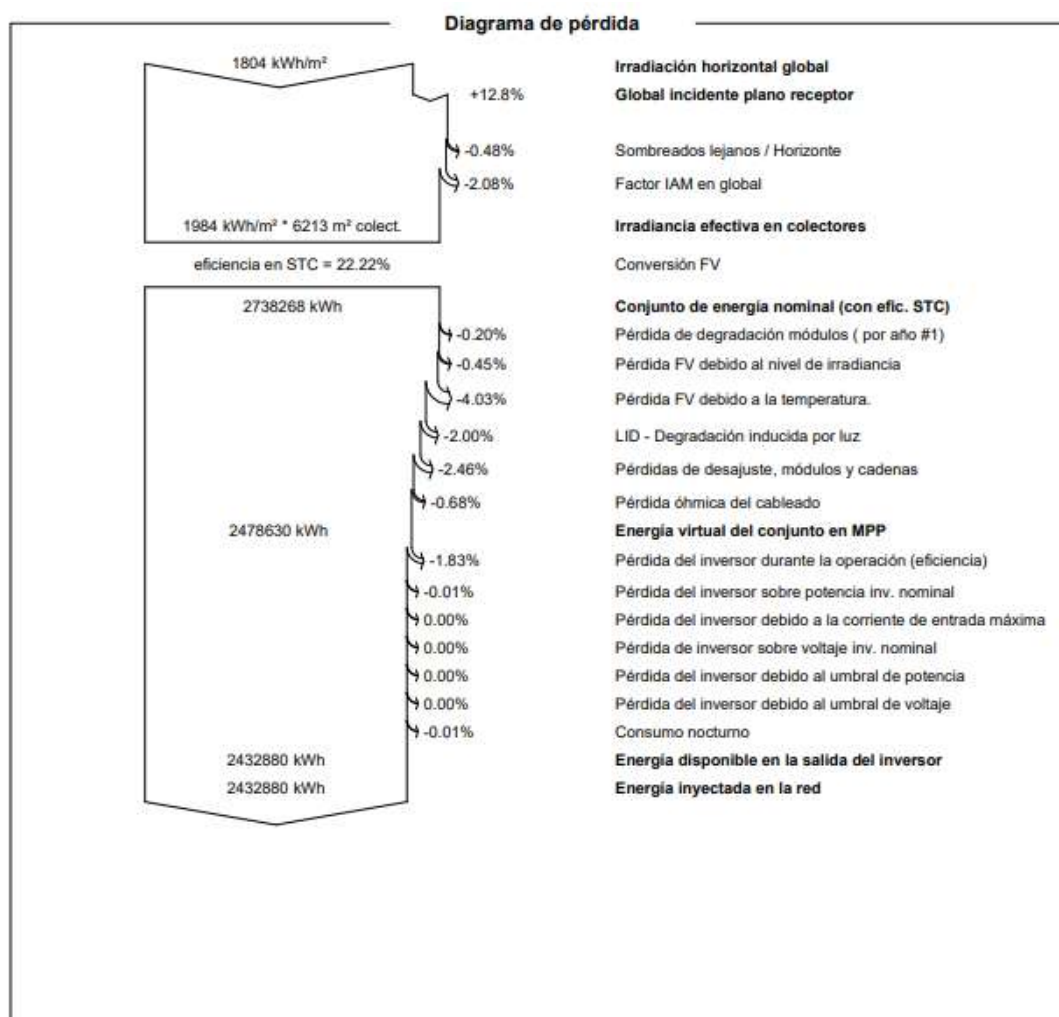
GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento



Como se puede observar en los resultados presentados, la energía producida en este caso es de 2478 MWh utilizando una superficie de captación solar de 6213 m².

En los resultados presentados anteriormente que hacían referencia a las simulaciones de los módulos fotovoltaicos con tecnología policristalina, se puede observar que la superficie de captación solar era de 6628 m².

Esto supone que para paneles con mayor potencia pico como lo son los utilizados en esta última simulación, la energía producida por el sistema se ha incrementado en un 7'5% y además, la superficie de captación solar se ha reducido en un 6,3%.

3.6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados presentados anteriormente se van a presentar a continuación

las conclusiones que se alcanzan para la elección de la tipología de módulo fotovoltaico que se va a utilizar para el anteproyecto de la planta solar fotovoltaica asociada a la desaladora de Carboneras.

Como se ha mostrado en el apartado anterior, ambas tecnologías son muy similares por lo que a priori parece muy difícil la elección entre una de las dos para la elección de la tecnología a utilizar.

No obstante, las características del proyecto en el que se necesita una gran cantidad de módulos fotovoltaicos y se dispone de una superficie reducida, se pretende maximizar el número de paneles utilizando la menor superficie posible.

Esta condición en la que se pretende tener una mayor producción de energía eléctrica sobre la menor superficie posible hace que la característica de la eficiencia tenga un mayor peso sobre todo lo demás.

Así pues, se considera inviabile la instalación de módulos fotovoltaicos con tecnología policristalina.

Así pues, llegados a este punto en el que se partía de tres tecnologías y en el que se ha considerado que dos de ellas resultan ser inviables por diferentes motivos, se concluye que la metodología a utilizar para el presente proyecto será la tecnología monocristalina.

Es importante remarcar que durante el estudio de tecnologías de los módulos fotovoltaicos en ningún momento se ha hablado acerca de la bifacialidad de los mismos.

Esto es debido a que el uso del panel bifacial se considera válido utilizarlo siempre, aunque no se modifique el albedo del terreno. En este proyecto en concreto, no se valora la opción de mejorar el terreno por la situación de los terrenos, pero no obstante a esto, el aumento de la producción es tan considerable que no se necesita de una simulación con módulos bifaciales para aprobar esto.

Así pues, se contempla el uso también de módulos bifaciales.

4. INVERSORES

4.1. INTRODUCCIÓN

Los inversores fotovoltaicos son los elementos de campo encargados de convertir la energía eléctrica generada por los módulos solar en corriente continua a corriente alterna para su posible utilización.

En la actualidad existen grandes rangos de potencia de los inversores fotovoltaicos que vienen marcados principalmente por el tipo de tecnología empleada.

Por una parte, están los inversores descentralizados o inversores de string. Estos inversores permiten tener una planta mucho más disgregada y sus potencias son menores pudiendo ser el máximo cercano a 300 kW.

Por otro lado, están los inversores centralizados o inversor central. Estos inversores permiten tener una instalación centralizada y sus potencias son mucho más grandes llegando a ser de algunos MW.

Para la elección de la tecnología a emplear en los inversores que se utilicen para el desarrollo del presente proyecto se deberán tener una gran cantidad de condicionantes tales como el precio, el mantenimiento, la facilidad de operación, etc.

A demás de todo esto, es importante tener en cuenta a la hora de elegir los inversores la característica especial del presente proyecto que es el vertido cero. Será necesario tener en cuenta que la opción escogida pueda permitir el vertido cero a la red y además que existan diferentes fabricantes que lo faciliten.

A continuación, se llevará a cabo una presentación de las diferentes tecnologías, indicando las características principales de los diferentes tipos de inversores existentes en el mercado, indicando sus principales ventajas y desventajas. Posteriormente, se llevará a cabo una comparación cualitativa y cuantitativa y finalmente se presentarán las conclusiones.

4.2. INVERSORES CENTRALIZADOS

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, los inversores centralizados son una solución compacta de muy gran potencia que se suelen utilizar para proyectos a gran escala debido a la magnitud de los proyectos. Normalmente en proyectos pequeños no se suelen utilizar ya que no se llegan a completar estas potencias.

Se trata de grandes equipos que además normalmente se presentan junto a la solución de la estación de transformación en forma de contenedores.

El uso de inversores centralizados condiciona una serie de características del campo solar fotovoltaico que se presentan a continuación:

- **Cableado:** No es necesario el uso de cableado de CA en baja tensión en el parque solar. Todo el cableado es de CC.
- **Cajas de conexionado:** Los inversores centralizados tienen la característica de tener pocas entradas en el lado de CC. Esto significa que para grandes plantas o huertos solares en los que pueden existir más de 100 cadenas de paneles, sea necesario que se instales cajas de conexionado previamente a la llegada al inversor. Esto además favorece a la reducción de las pérdidas en el cableado pues la conexión en las cajas se lleva a cabo en paralelo, lo que permite que aumente la tensión y se mantenga la corriente constante.
- **Sombreados:** Los inversores centrales no suelen contar con optimizadores MPPT. Esto supone que si hay sombras que afectan a un conjunto de paneles, estas sombras afectarán a la producción de todos los paneles que estén conectados a dicho inversor.
- **Número de inversores:** El número de inversores a instalar, debido a las altas potencias que se disponen es muy reducido en comparación con los inversores de string.

Por otro lado, se tienen una serie de características sobre la instalación:

- **Precio:** Presentan un precio reducido con respecto a la solución de inversor de string.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento del inversor es reducido. Además, al contar con un número menor de inversores, los costes de mantenimiento serán

más reducidos. No obstante, al englobar una mayor instalación aguas abajo, complica el mantenimiento del resto de elementos.

- Eficiencia: Se trata de equipos con una gran eficiencia a pesar de las grandes potencias que es capaz de convertir
- Disponibilidad: Un fallo en el inversor puede provocar que una gran parte de la planta solar quede indisponible. Esto puede ser un gran problema, pues las paradas por fallo tienen grandes repercusiones sobre la producción anual de energía.
- Puesta en marcha: Los inversores centrales conllevan una serie de procedimientos extensos y complicados para su puesta en marcha, retrasando esto considerablemente su puesta en marcha.

Así pues, una vez presentadas las principales características de los inversores centrales a continuación, se presenta un resumen de las principales ventajas y desventajas que presenta esta tecnología:

Las principales ventajas de los inversores centrales son:

- Precio
- Eficiencia
- Mantenimiento
- Menor número de inversores

Las principales desventajas de los inversores centrales son:

- Disponibilidad de la PSFV
- Afección de las sombras sobre el campo solar
- Mayor número de componentes
- Retrasos en la puesta en marcha

4.3. INVERSORES DE STRING

Los inversores de string por el contrario a los inversores centrales, tal y como se ha indicado en el apartado introductorio son de potencias menores. Los inversores de string por lo tanto son principalmente utilizados para instalaciones fotovoltaicas más pequeñas de autoconsumo tanto residencial como industrial.

No obstante, aunque las potencias sean inferiores a las que presentan los inversores centrales, cada vez están ganando más fuerza en proyectos grandes debido a su posible desagregación de los campos solares, dotándolos así de una mayor flexibilidad.

Al contrario de lo que ocurre con los inversores centralizados, un componente extra a tener en cuenta son los centros de transformación necesarios para elevar la tensión del campo solar a media tensión para su evacuación y evacuación.

Además, en la actualidad presentan una gran problemática que afecta de lleno en el presente proyecto y es que la mayoría de los fabricantes de inversores de string no incluyen un sistema de antivertido.

Esto, tal y como se ha enunciado anteriormente se trata de un gran inconveniente pues el presente proyecto obligatoriamente debe disponer de un vertido 0.

Aunque esto en principio podría provocar que se definiese la tecnología de inversor de string con inviable, la posible integración de sistemas PPC con antivertido y el compromiso de una serie de fabricantes de la certificación de sus sistemas antivertido, hace que esta tecnología siga siendo viable.

Por otro lado, al contrario que ocurre con los inversores centrales, no existen los condicionantes sobre el campo solar que se han presentado en el anterior apartado.

A continuación, se enumeran una serie de características que se han de tener en cuenta para la evaluación de esta tecnología:

- Precio: Presentan un precio más elevado con respecto a la solución de inversor central
- Mantenimiento: El mantenimiento de los equipos es mayor ya que el número de inversores para la misma potencia es mucho mayor. No obstante, frente al mantenimiento del resto de componentes del campo solar resulta más fácil el mantenimiento con comparación a los inversores centrales.
- Eficiencia: Los equipos de forma unitaria presentan una eficiencia elevada. No obstante, al presentarse como un gran conjunto de inversores, la eficiencia disminuye considerablemente respecto a los inversores centrales.

- Disponibilidad: La mayor disgregación del campo solar implica que frente a posibles fallos de los inversores se vea afectada una menor parte de la planta lo que supone que frente a fallos puntuales, la producción del campo no se reducirá en exceso.
- Puesta en marcha: Los inversores de string tienen un procedimiento de puesta en marcha rápido.

Así pues, una vez presentadas las principales características de los inversores de string, se presenta un resumen de las principales ventajas y desventajas que presenta esta tecnología:

Las principales ventajas de los inversores de string son:

- Mantenimiento
- Disponibilidad de la PSFV
- No afección significativa de las sombras sobre el campo solar
- Puesta en marcha rápida

Por otro lado, las principales desventajas de los inversores de string son:

- Precio
- Eficiencia
- Mayor número de inversores necesarios

4.4. COMPARACIÓN

4.4.1. COMPARACIÓN CUALITATIVA

Para llevar a cabo la comparación cualitativa de las tecnologías existentes referentes a los inversores de las instalaciones fotovoltaicas se utilizarán las principales características que se han usado para la descripción de estos.

Para realizar dicha comparación se utilizará una tabla multicriterio en la que se valorará mediante una puntuación de 0 a 3 puntos el mejor resultado y 0 puntos el peor resultado.

Las características que se evaluarán serán: el precio, la eficiencia, la disponibilidad, la puesta en marcha y las posibles afecciones debido a una tecnología u otra.

Tecnología	Precio	Eficiencia	Disponibilidad	Puesta en marcha	Afecciones	Total
Inversor Central	●●●	●●●	●○○	●○○	●●○	10
Inversor String	●●○	●●○	●●●	●●●	●●●	13

Como se puede observar en el análisis cualitativo, pese a que las dos tecnologías tienen características en principio muy distintas, obtienen una puntuación similar. La principal diferencia viene marcada por la disponibilidad de la planta y la rapidez de la puesta en marcha en la que los inversores de string presentan una mejoría con respecto a los inversores centrales.

4.4.2. COMPARACIÓN CUANTITATIVA

Para poder completar el estudio de tecnologías entre las dos tecnologías se va a llevar a cabo una comparativa cuantitativa respecto a la energía eléctrica que son capaces de producir cada una de las diferentes alternativas.

Tal y como se ha procedido en anteriores apartados, se utilizará el programa de cálculo de instalaciones fotovoltaicas PVsyst.

El estudio de producción de energía se tomará la producción hasta el nivel de vertido de energía a la red.

Para realizar el estudio de la forma más igualitaria posible, las condiciones de contorno respecto a número de paneles y pérdidas detalladas para los dos sistemas serán las mismas.



Así pues, la simulación para el inversor central queda de la siguiente forma:

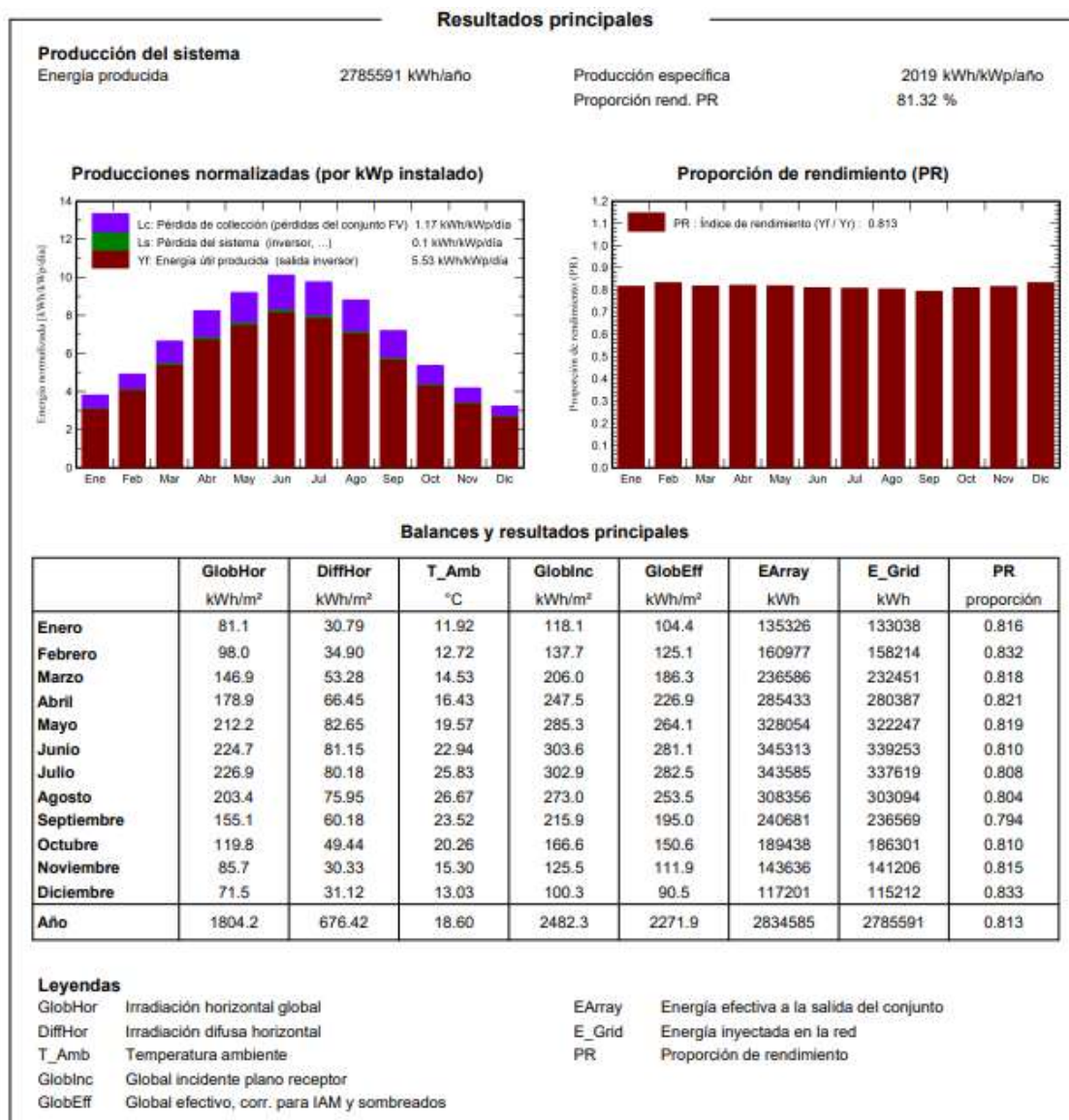
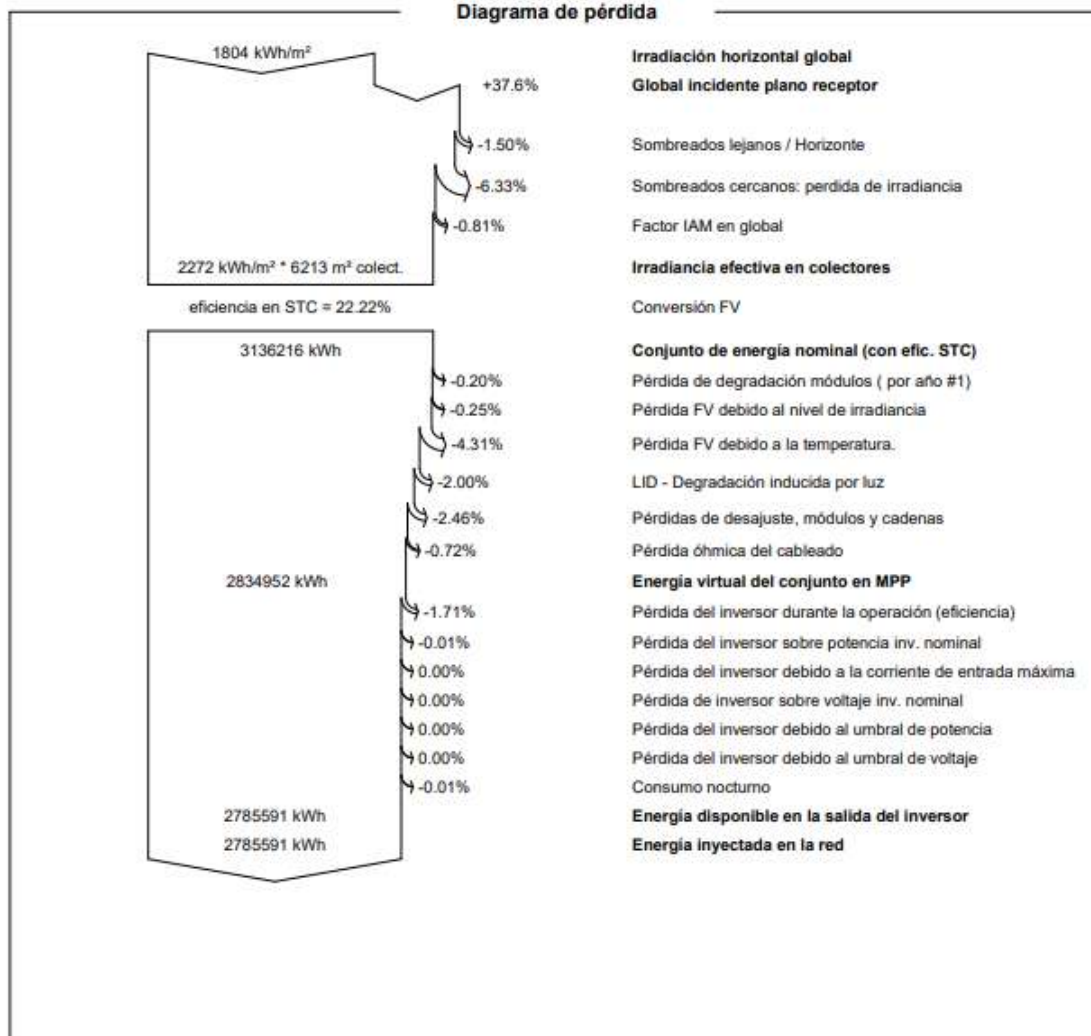


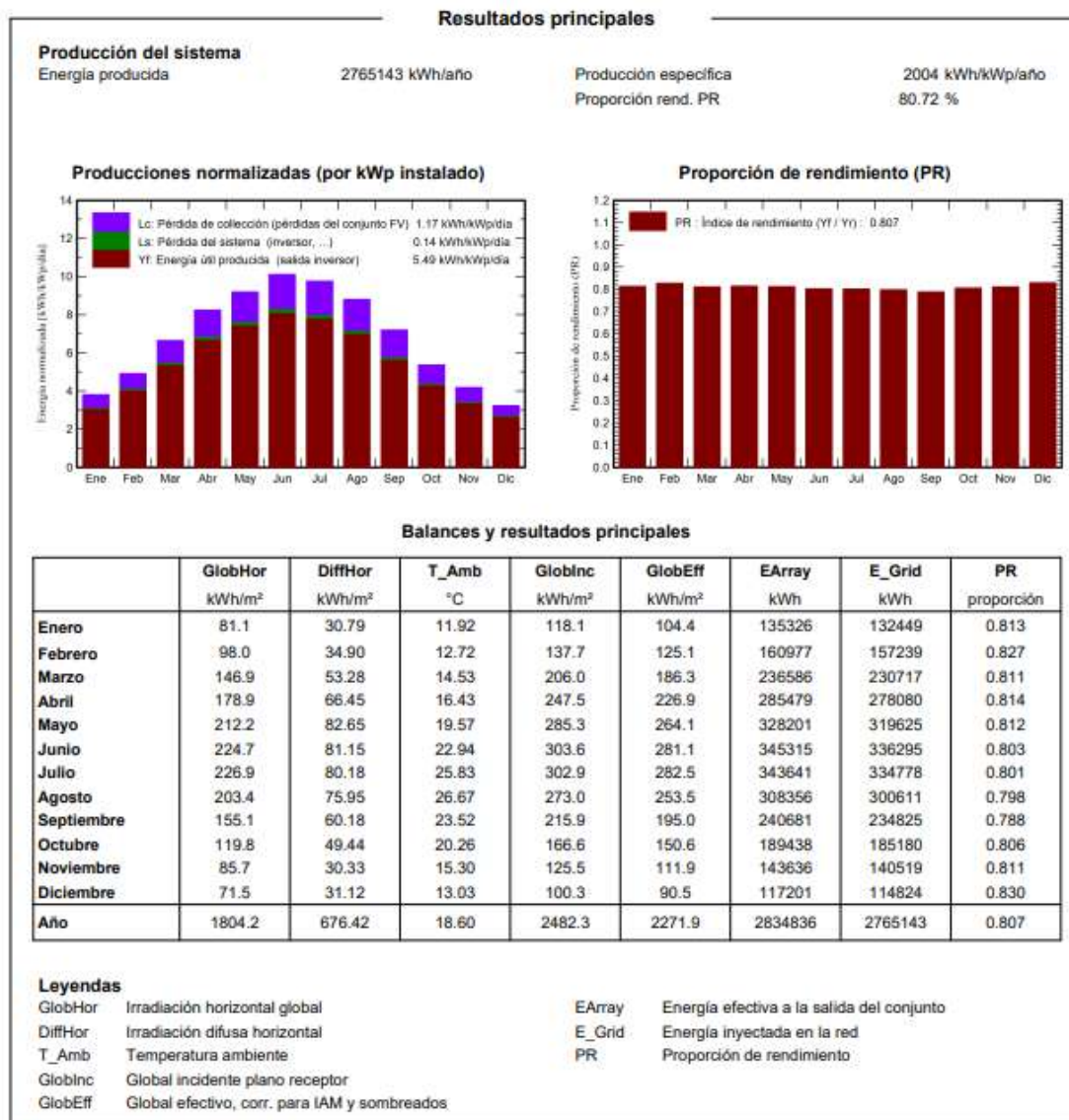


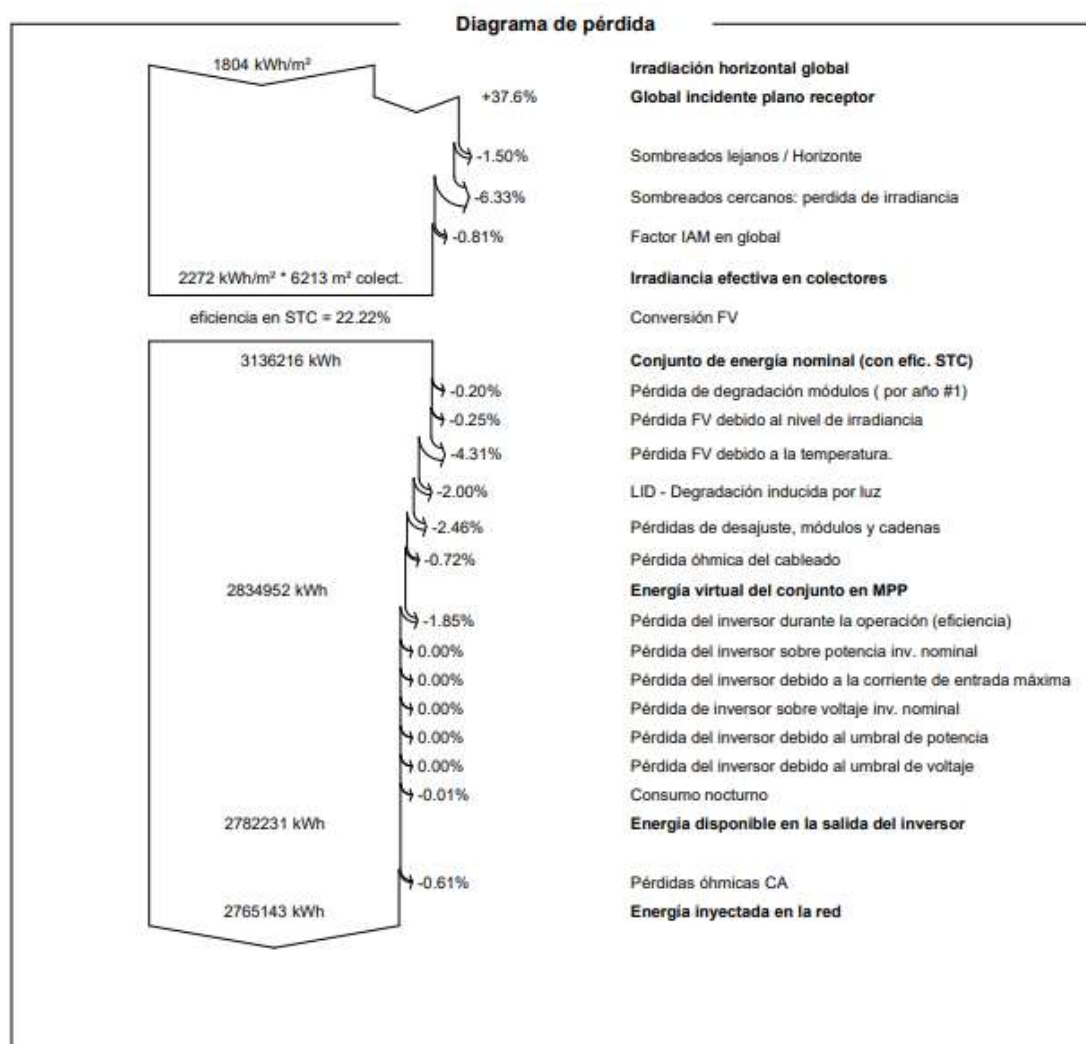
Diagrama de pérdida





Por otro lado, la simulación para inversor tipo string queda de la siguiente manera:





A modo resumen, los resultados obtenidos en las diferentes simulaciones son los siguientes:

Simulación	Energía producida (MWh/año)
Inversor central	2785
Inversor de String	2765

Como se puede observar, la variación de la producción en función de la tecnología del inversor es muy reducida, una diferencia favorable sobre el inversor central de un 0'7%.

Este valor se puede considerar despreciable por lo que en cuanto se refiere a la comparativa cuantitativa, no existen diferencia entre el inversor central y el inversor de string.

4.5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados presentados anteriormente se van a presentar a continuación las conclusiones que se alcanzan para la elección de la tipología de inversor que se va a utilizar para el anteproyecto de la planta solar fotovoltaica asociada a la desaladora de Carboneras.

Como se ha podido comprobar en el apartado anterior, en cuanto a la comparativa cuantitativa, las dos tecnologías quedan prácticamente empatadas, no habiendo diferencia significativa favorable a ninguna de ellas.

Esto significa que, la elección de la tecnología de los inversores se tomará en base a la comparativa cualitativa.

Así pues, tal y como se ha comentado en el propio apartado de la comparativa cualitativa en un principio la tecnología más apropiada para el presente proyecto es la de inversor de string.

Además, tal y como se ha comentado durante el presente documento, el principal condicionante del presente proyecto es la premura en la que el proyecto tiene que estar finalizado.

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo expuesto en el apartado correspondiente, la pronta puesta en marcha de la instalación es lo prioritario por lo que se califica la tecnología de inversor central como INVIABLE.

Como conclusión final, se toma que la tecnología que se usará para la redacción del anteproyecto de la planta solar fotovoltaica de la desaladora de Carboneras será la de inversor de string.

5. ALMACENAMIENTO

5.1. INTRODUCCIÓN

Dentro del panorama energético actual en el que conviven una gran cantidad de instalaciones solares fotovoltaicas resulta indispensable el planteamiento de la instalación de sistemas de almacenamiento de energía pues la producción de energía de los campos solares se concentra en las horas del día en las que hay irradiación solar y es totalmente nula en los momentos en los que no existe dicha radiación.

Es por esto que, pueden existir colapsos de la red eléctrica nacional en las horas centrales y una falta de aportación eléctrica en las horas de la noche.

Teniendo en cuenta esta problemática, es obvio que se plantee la posible instalación de sistemas de almacenamiento.

Actualmente existen una gran cantidad de posibles alternativas de almacenamiento mediante la conversión de la energía eléctrica en otros tipos de energía.

Algunas de las alternativas existentes actualmente son: almacenamiento mediante energía mecánica con sistemas de bombes hidráulicos o volantes de inercia, conversión mediante procesos químicos para el almacenamiento en forma de hidrógeno, procesos térmicos almacenando la energía en sales fundidas, procesos eléctricos mediante supercondensadores o bobinas superconductoras o bien mediante procesos electroquímicos y almacenando la energía con baterías estacionarias.

De todas las alternativas presentadas, la tecnología más desarrollada actualmente es el almacenamiento mediante proceso electroquímicos con el uso de batería estacionarias (BESS).

Dentro de las posibles soluciones para la implementación de sistemas BESS existen algunas tecnologías ampliamente desarrolladas actualmente que se podrían implementar en el presente proyecto: Batería de plomo-ácido y baterías de ion-litio.

5.2. BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO

La tecnología de almacenamiento basada en el plomo-ácido fue de las primeras

utilizadas en los sistemas fotovoltaicos.

No obstante, se tratan de baterías de bajo voltaje, por lo que su uso está prácticamente concentrado en instalaciones fotovoltaicas menores tales como las que son aisladas de red o los sistemas de bombeo de agua.

Presentan malos comportamiento para intensidades de descarga elevadas y además, tienen comportamientos como la autodescarga mientras no están en funcionamiento y una menor capacidad de almacenamiento en el caso de que no se carguen completamente.

Todas estas características presentadas en los párrafos anteriores implican que esta tecnología resulte ser INVIABLE para el presente proyecto.

5.3. BATERÍAS ION-LITIO

Recientemente el litio ha tomado una gran relevancia en el sector fotovoltaico debido a sus cualidades y se trata de la tecnología mayoritariamente empleada para la gestión de la energía a gran escala.

Además, dicha tecnología presenta una continua tendencia de desarrollo y una importancia disminución de sus costes.

Actualmente las baterías de ION-LITIO presentan una gran cantidad de ventajas en comparación con otros tipos de baterías. A continuación, se presentan estas ventajas:

- Poseen una alta densidad energética en relación a las tecnologías más comunes
- Presentan una alta eficiencia, típicamente por encima del 90%, lo que implica que aprovechan de manera efectiva la energía almacenada.
- Tienen una tasa de autodescarga moderada, conservando su carga durante más tiempo cuando no están en uso, teniendo su máxima tasa de descarga en las primeras 24 horas de un 5%.
- Tienen una vida útil moderada-alta, pudiendo alcanzar entre 4000 y 6000 ciclos de carga antes de que su rendimiento se vea significativamente afectado.

Todas estas ventajas las convierte en la opción más viable entre las distintas

tecnologías.

No obstante, presentan un gran inconveniente, aunque se ha reducido considerablemente en los últimos años, las baterías de ION-LITIO presentan un elevado coste.

5.4. CONCLUSIONES

Una vez presentadas las diferentes tecnologías existentes para el almacenamiento de la energía eléctrica se observa que la única opción técnicamente viable sería el uso de baterías de ION-LITIO.

Por otro lado, para ver la posible viabilidad de instalación de dicho sistema de almacenamiento, es importante conocer las condiciones de contorno del proyecto, algunas se han presentado anteriormente, no obstante, se recopilan a continuación para tomar las decisiones oportunas.

La instalación fotovoltaica se diseña para la alimentación de la desaladora de Carboneras, la cual dispone de un consume constante durante todas las horas del día, y la estación de bombeo, que funciona durante 12 horas y se puede ajustar el momento de funcionamiento.

Además, el criterio de dimensionamiento de la planta solar fotovoltaica es a partir de la energía de demanda ya que se tendrá que cubrir al menos el 35% del consumo del conjunto planta desaladora + estación de bombeo.

Así pues, se estima que los excedentes producidos por la instalación fotovoltaica serán muy reducidos y por lo tanto, la energía a almacenar será escasa, pudiendo ser nula durante una gran parte de los días del año.

Esta condición es muy determinante por lo que hace a la posibilidad de tener en cuenta la instalación de baterías, ya que unido con el gran coste que supone la instalación y el espacio necesario para la instalación de las mismas, hace que el almacenamiento de la energía excedentaria resulte INVIABLE para el presente proyecto.