



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Estudio de requerimientos y diseño de un parking solar en la
Escuela Naval Militar*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Manuel Riesco Martín

DIRECTORES: Roberto Bellas Rivera

Arturo González Gil

CURSO ACADÉMICO: 2015-2016

Universida_{de}Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Estudio de requerimientos y diseño de un parking solar en la
Escuela Naval Militar*

Grado en Ingeniería Mecánica
Intensificación en Tecnología Naval
Infantería de Marina

Universida_deVigo

RESUMEN

En este Trabajo de Fin de Grado se estudia la viabilidad de implantar un parking solar en la Escuela Naval Militar con el fin de producir energía eléctrica a partir de energía solar fotovoltaica y, a su vez, proteger de los agentes meteorológicos a los vehículos que estacionen en él.

Para ello, se realiza un estudio detallado de todos los factores que afectan a su ubicación y a su diseño. Mediante un software informático se diseña la instalación eléctrica del parking solar. Se llega a la conclusión de que su ubicación más idónea es en la explanada de la Escuela y, debido a la normativa actual que rige la producción energía solar fotovoltaica, el sistema será conectado a la red interna de la ENM, ahorrándole así un gasto en electricidad de 11803 kWh/año y reduciendo la emisión de CO₂ en 7.65 toneladas al año.

Con este trabajo se pretende fomentar el desarrollo de energías renovables y el movimiento sostenible en el ámbito de la Escuela Naval, mediante una estación de recarga de coches eléctricos en el propio parking solar.

PALABRAS CLAVE

Parking, solar, fotovoltaico, energía, movilidad sostenible

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi agradecimiento en primer lugar a mis directores de trabajo Roberto y Arturo, por su disponibilidad constante y por su ayuda, sin la cual este trabajo no sería el mismo.

Añadir también una dedicatoria a mis padres Genaro y MariPaz por su apoyo y ánimo durante todo el trabajo.

Contenido

Contenido	1
Índice de Figuras	4
Índice de Tablas.....	6
1 Introducción y objetivos	7
1.1 Introducción	7
1.2 Justificación	7
1.3 Objetivos	8
1.4 Metodología	8
2 Estado del arte	9
2.1 Panel fotovoltaico	9
2.1.1 Funcionamiento célula fotovoltaica.....	9
2.1.2 Parámetros de funcionamiento de una célula solar.....	10
2.1.3 Comparación de tecnologías.....	10
2.1.4 El generador fotovoltaico (módulos fotovoltaicos)	13
2.1.5 Estructuras de soporte.....	14
2.2 Parking solar fotovoltaico	15
2.2.1 Función	15
2.2.2 Componentes	16
2.2.3 Presencia de puntos de recarga en España.....	20
2.2.4 Ejemplos	21
2.3 Coche eléctrico.....	23
2.3.1 Evolución e importancia en nuestra sociedad.....	23
2.3.2 Tipos de coche eléctrico	24
2.3.3 Baterías	25
2.3.4 Tipos de recarga del coche eléctrico.....	28
3 Condicionantes de diseño de un parking solar en la ENM.....	30
3.1 Ubicación del parking solar	30
3.1.1 Factores que afectan a la ubicación del parking solar	30
Actos y desfiles (necesidad de explanada libre)	30
Condicionantes meteorológicos.....	30
Utilidad para sus usuarios	31
Estética.....	31
3.1.2 Posibles ubicaciones del parking solar	31
Primera alternativa: Isaac Peral (Figura 3-2).....	32

Segunda alternativa: Explanada (Figura 3-3)	33
Tercera alternativa: Hospital (Figura 3-4)	34
3.2 Radiación solar.....	35
3.2.1 Irradiación solar en la ENM	35
3.2.2 Orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos.....	37
3.2.3 Pérdidas por sombras	39
3.3 Orientación del parking solar y el efecto de las sombras.....	40
3.3.1 Orientación	40
3.3.2 Sombras	41
3.4 Posibles usos de la energía generada en el parking solar.....	44
4 Diseño.....	46
4.1 Selección de la alternativa de diseño más adecuada	46
4.2 Componentes del parking solar.....	47
4.2.1 Elección del módulo fotovoltaico	47
4.2.2 Elección del inversor fotovoltaico	47
4.2.3 Elección del SAVE (Wallbox).....	48
4.2.4 Elección de la marquesina	48
4.2.5 Funcionamiento eléctrico de un parking solar.....	49
4.3 Cálculo de la energía producida.....	50
4.4 Cableado eléctrico.....	57
5 Presupuesto y ahorro de emisiones de CO ₂	59
6 Conclusiones y líneas futuras	61
6.1 Conclusiones	61
6.2 Líneas futuras.....	61
7 Bibliografía.....	63
Anexo I: Tipos de marquesinas hiasa.....	66
Anexo II: Características baterías.....	67
Anexo III: Datos energéticos del sistema.....	68
Anexo IV: Módulo fotovoltaico CS6P – 260M	69
Anexo V: Inversor Sunny Tripower 10000TL-20.....	70
Anexo VI: Ingerev City Ground.....	71
Anexo VII: marquesina HIASA	72
Anexo VIII: Estudio del VAN.....	73

Índice de Figuras

Figura 2-1 Funcionamiento básico célula fotovoltaica	9
Figura 2-2 Curva IV de un módulo fotovoltaico[2]	10
Figura 2-3 Tipos de células de silicio.....	11
Figura 2-4 Sistemas fotovoltaicos de concentración	12
Figura 2-5 Partes del generador fotovoltaico[7].....	13
Figura 2-6 Diodos de paso.....	14
Figura 2-7 Diferentes modos de colocación de panel solar [10].....	15
Figura 2-8 Prototipo de parking solar.....	16
Figura 2-9 Marquesina tipo IPE	16
Figura 2-10 Marquesina tipo viga-cajón	17
Figura 2-11 Marquesina tipo curva celosía	17
Figura 2-12 Parking solar orientado al Sur recubierto por placas fotovoltaicas	18
Figura 2-13 Parking solar con orientación distinta a la de sus placas	18
Figura 2-14 Inversor monofásico Sunny Boy 3000 TL	19
Figura 2-15 Inversor trifásico Sunny Tripower 5000TL.....	19
Figura 2-16 Mapa puntos de recarga en España de coches eléctricos[17].....	21
Figura 2-17 Parking solar de la facultad de ciencias de la Universidad de Córdoba.....	21
Figura 2-18 Parking solar del Hospital Infanta Leonor de Madrid	22
Figura 2-19 Parking solar de Arcaute.....	22
Figura 2-20 Parking solar de Piadena.....	23
Figura 2-21 Parking solar North Park, Dhahran.....	23
Figura 2-22 Evolución del coche eléctrico [16]	24
Figura 2-23 Tipos vehículo eléctrico [23].....	25
Figura 2-24 Batería de plomo ácido	26
Figura 2-25 Batería zebra	27
Figura 2-26 Modos de carga según standard IEC 61851 [26].....	28
Figura 3-1 Posibles ubicaciones de un parking solar en la Escuela Naval Militar	31
Figura 3-2 Alternativa Isaac Peral.....	32
Figura 3-3 Alternativa Explanada	33
Figura 3-4 Alternativa Hospital.....	34
Figura 3-5 Mapa de España.....	35
Figura 3-6 Mapa de Pontevedra	35
Figura 3-7 Datos de irradiación solar según ADRASE-CIEMAT	36
Figura 3-8 Tabla de irradiación solar en Marín (PVGIS)	36

Figura 3-9 Ángulo de inclinación y ángulo de azimut[1]	37
Figura 3-10 Valores máximos pérdidas por orientación, inclinación y sombras[1]	37
Figura 3-11 Porcentaje de energía útil en relación a la orientación e inclinación[1]	38
Figura 3-12 Inclinación y orientación óptima anual (PVSYST)	38
Figura 3-13 Inclinación y orientación óptima en verano (PVSYST)	39
Figura 3-14 Inclinación y orientación óptima en invierno (PVSYST)	39
Figura 3-15 Diagrama de trayectorias del Sol [1]	40
Figura 3-16 Tabla de sombras para orientación Sur e inclinación 35° [1]	40
Figura 3-17 Colocación de edificios sobre la geolocalización en Sketchup	41
Figura 3-18 Simulación de sombras mediante Skelion	42
Figura 3-19 Simulación de sombras para la primera alternativa	42
Figura 3-20 Sombra proyectada entre paneles	43
Figura 3-21 Ampliación de la Figura 3-20	43
Figura 3-22 Simulación de sombras para la segunda alternativa	43
Figura 3-23 Simulación de sombras para la tercer alternativa	44
Figura 4-1 Módulo fotovoltaico CS6P – 260M.....	47
Figura 4-2 Inversor Sunny Tripower 5000TL-20.....	47
Figura 4-3 SAVE Ingerev City Ground	48
Figura 4-4 Tramos de marquesina HIASA.....	48
Figura 4-5 Marquesina Solar HIASA HMA-10	49
Figura 4-6 Esquema eléctrico de un parking solar	50
Figura 4-7 Pantalla de inicio PVSyst	51
Figura 4-8 Importar base datos meteorológicos	51
Figura 4-9 Pantalla principal PVSyst	52
Figura 4-10 Elección datos meteorológicos PVSyst	52
Figura 4-11 Ajustes de diseño PVSyst	53
Figura 4-12 Orientación e inclinación PVSyst.....	53
Figura 4-13 Perfil de obstáculos PVSyst.....	54
Figura 4-14 Definición del sistema PVSyst	54
Figura 4-15 Resultados simulación PVSyst	55
Figura 4-16 Producción y rendimiento del generador fotovoltaico según PVSyst	56

Índice de Tablas

Tabla 3-1 Comparación de baterías.....	44
Tabla 4-1 Resultados de la simulación.....	57
Tabla 5-1 Tabla de presupuesto.....	59

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

La energía es la capacidad de un sistema para actuar sobre otro o sobre él mismo cambiando su estado dinámico o alterándolo de cualquier forma, por ejemplo, deformándolo.

Las fuentes de energía son los recursos existentes en la naturaleza de los cuales se puede obtener energía utilizable para diferentes propósitos. El origen de casi todas las fuentes de energía es el Sol, ya que interviene de una manera directa o indirecta en su producción. Las fuentes de energías se clasifican en dos grandes grupos: renovables y no renovables; esta clasificación se establece según sean los recursos a la hora de su obtención; pueden ser “limitados”, como es el caso de las energías no renovables, o “ilimitados” en el caso de las energías renovables.

Las energías renovables cada vez adquieren más importancia frente a lo que han sido las energías convencionales: las energías no renovables, obtenidas mediante combustibles fósiles como el petróleo, el carbón, el gas natural, etc. Esta importancia es debida a sus bajos niveles de contaminación y su escasa participación en el efecto invernadero, lo que facilita el desarrollo de tecnologías para su obtención de forma más eficiente.

De entre la gran variedad de energía renovables (eólica, hidráulica, marítima, etc.), en este proyecto nos vamos a centrar en la energía solar. Dicha energía procede de la radiación electromagnética del Sol sobre la Tierra, y es la causante de la mayoría de los fenómenos relacionados con la vida. En nuestro caso la energía solar será aprovechada por medio de paneles fotovoltaicos, los cuales producen electricidad a partir de la incidencia de la luz solar sobre ellos.

La energía solar fotovoltaica se encuentra en constante evolución, existiendo cada vez más formas de aprovecharla y estando cada vez más integrada en nuestras vidas. Las instalaciones solares fotovoltaicas se dividen en dos grandes grupos: sistemas aislados y sistemas conectados a la red eléctrica. [1] Los primeros tienen como finalidad el uso propio de la energía obtenida, mientras que los segundos producen energía para venderla a una compañía suministradora. Ejemplos de esto último son los huertos solares o los cada vez más extendidos parking solares, aunque también pueden ser utilizados como sistemas aislados.

1.2 Justificación

Han sido varios los motivos que han llevado al planteamiento de éste proyecto. Entre ellos, destaca la construcción de un parking que ofrezca protección a los coches contra agentes externos como el sol, lluvia, etc. de modo que el desgaste que sufran los vehículos será menor.

A su vez, sacar provecho de aquello que incluso le perjudicaría a los vehículos de no existir el parking: la energía solar. Mediante el uso de paneles fotovoltaicos, aprovecharemos la energía proporcionada por la radiación solar para producir energía, que será posteriormente utilizada en otras funciones, como puede ser la carga de un coche eléctrico o el consumo de la ENM.

Otro motivo sería facilitar la movilidad sostenible, ya que dicho parking solar facilitaría el uso de coches eléctricos por parte del personal de la Escuela Naval Militar, proporcionándole por una parte, protección ante la radiación solar y la lluvia y por otra un lugar de carga que usa una energía renovable como fuente energética libre de contaminación.

1.3 Objetivos

Mediante la realización del siguiente trabajo se conseguirán los siguientes objetivos:

- Estudio de los requerimientos para la instalación de un parking solar en la Escuela Naval Militar. Este estudio comprenderá la selección de la ubicación más adecuada dentro del recinto de la ENM, la selección de la orientación e inclinación de los paneles solares y el estudio de los posibles usos de la energía generada.
- Propuesta de diseño de un parking solar que cumpla los requerimientos previamente estudiados. Incluirá la elección de módulos fotovoltaicos, inversor, Wallbox y la marquesina.
- Estimación del coste económico del parking solar y de su amortización a través de la energía generada. También se estimará el ahorro de emisiones de CO₂ que implica la creación del parking.

El objetivo final de este Trabajo Fin de Grado es fomentar el uso de energías renovables, en concreto la energía fotovoltaica, e impulsar iniciativas ecológicas como el coche eléctrico. También se pretende mejorar la imagen de la ENM de cara las certificaciones ISO 14000 y LEED.

1.4 Metodología

Para alcanzar los objetivos expuestos en el apartado anterior, el proyecto se desarrollará en las siguientes etapas:

- Estudio del estado del arte. En él se explica el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos, qué se entiende por parking solar y las ventajas que nos proporciona. Asimismo, se hace una introducción al coche eléctrico incluyendo sus modos de recarga.
- Estudio de condicionantes de un parking solar en función de la orientación, sombras y menor obstrucción de las actividades en la ENM.
- Estudio de los posibles usos de la energía generada en el parking solar, considerando la carga de vehículos eléctricos, autoconsumo por parte de la ENM y conexión a la red de energía eléctrica.
- Diseño del parking solar incluyendo la selección de los módulos fotovoltaicos, los componentes eléctricos y la marquesina. Para ello se usará el programa PVSyst, un software de simulación de producción de energía fotovoltaica.
- Estimación del coste aproximado de los componentes del parking solar.
- Estimación del ahorro de emisiones de CO₂ a la atmósfera.
- Redacción de las conclusiones más importantes del trabajo y puntualización de posibles extensiones del trabajo realizado.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Panel fotovoltaico

2.1.1 Funcionamiento célula fotovoltaica

Para entender el funcionamiento de una célula solar, es necesario explicar brevemente el efecto fotovoltaico. Este efecto consiste en la transformación de la energía lumínica en energía eléctrica por medio de la emisión de electrones (corriente eléctrica), que se produce cuando la luz incide sobre ciertas superficies. Estas superficies serán células formadas por materiales semiconductores y recubiertas por un vidrio transparente que deja pasar la radiación solar y minimiza las pérdidas.

Los semiconductores usados son materiales sensibles a la luz, que reaccionan ante los fotones de la luz liberando electrones. Los semiconductores están compuestos por electrones (partículas negativas, n) y huecos (partículas positivas, p), y de éstos dependerá el funcionamiento eléctrico, ver Figura 2-1. Los átomos que componen la red cristalina del semiconductor pueden ser cambiados por otros llamados impurezas que pueden ser de dos tipos: donadoras, con un electrón más que los átomos de la red y aceptoras, con un electrón menos. Estas partículas hacen que el material adopte características eléctricas extrínsecas.

Cuando una célula solar está expuesta al Sol, la luz incidente genera pares de electrón-hueco, cada uno de los cuales constituye un potencial electrón circulando por el circuito exterior. Relacionado con esto se da el proceso de recombinación, en el cual se anularán los eh generados. Esto es la causa de que por el circuito exterior circule una corriente eléctrica.[2]

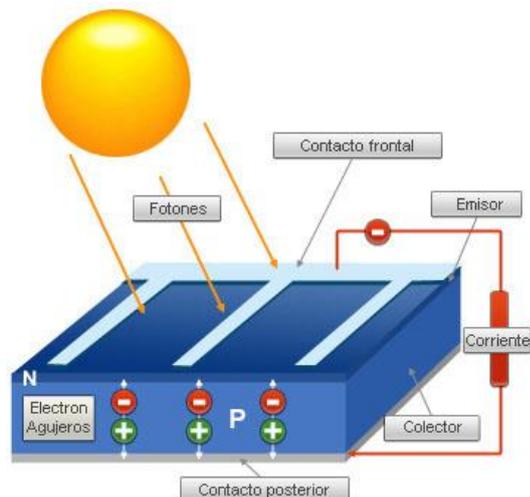


Figura 2-1 Funcionamiento básico célula fotovoltaica

2.1.2 Parámetros de funcionamiento de una célula solar

Los parámetros siguientes rigen el funcionamiento de las células solares y son extraídos de la curva IV, como se puede ver en la Figura 2-2.

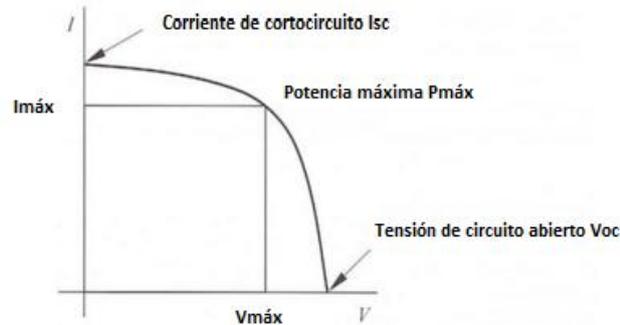


Figura 2-2 Curva IV de un módulo fotovoltaico[2]

- Corriente de cortocircuito, I_{SC} . Es la corriente obtenida de la célula cuando la tensión en sus bornes es de cero voltios. Es la máxima corriente que puede obtenerse de una célula solar.
- Tensión de circuito abierto, V_{OC} . Es la tensión en la cual los procesos de recombinación igualan a los de generación y la corriente que se extra de la célula es nula. Es la máxima tensión que puede obtenerse de una célula solar.
- Potencia máxima, P_{MAX} . La potencia que se extrae de la célula viene dada por el producto de la corriente y de la tensión. Para el cortocircuito $V=0$, por lo tanto $P=0$; para la tensión de circuito abierto $V=V_{OC}$, pero $I=0$ y de nuevo $P=0$. Por lo que existe un valor entre V y V_{OC} , para el que la potencia es máxima. Por lo tanto P_{MAX} será el valor máximo de la potencia, y los valores para los que se obtiene, serán denominados tensión y corriente de máxima potencia, V_{MAX} e I_{MAX} respectivamente. ($P_{MAX}= V_{MAX}I_{MAX}$)
- Factor de forma, FF. Facilita la descripción del punto de máxima potencia, de forma que: $P_{MAX}= I_{SC}V_{OC}FF$. Por lo tanto cuanto más cercano sea el valor del factor de forma a la unidad, mejor será la célula.
- Eficiencia, μ . Expresada en %, es el parámetro por excelencia que define el funcionamiento de la célula solar, representando la relación entre la potencia obtenida de la célula y la potencia de la luz que incide sobre ella. Así:

$$\mu = \frac{I_{sc}V_{oc}FF}{A P_{sol}} 100$$

Donde P_{SOL} es la potencia luminosa por unidad de área recibida del Sol, en forma de fotones, y A es el área de la célula fotovoltaica.[2]

2.1.3 Comparación de tecnologías

A continuación son expuestas las tecnologías fotovoltaicas más importantes y a su vez más desarrolladas en la actualidad.

Tecnología de silicio cristalino

Existen dos tipos de silicio cristalino: el monocristalino y el policristalino, como se muestra en la Figura 2-3. En el primero la célula es procesada como un único cristal, suele mostrar buenas eficiencias pero tiene elevados costes. En cambio en el silicio policristalino la estructura interna se compone por gran multitud de cristales de gran tamaño cuya orientación es aleatoria, tiene menos rendimiento que el anterior pero a la vez también se reduce su coste.

Las células de silicio tuvieron un gran avance a finales del siglo XX, destacando la creación de las células PESC (Passivated Emitter Solar Cell) en 1984. Estas células fueron mejoradas gracias a la célula de contactos puntuales posteriores (1988), diseñadas en la Universidad de Stanford. En su origen eran para uso en concentración y posteriormente fueron rediseñadas para ser usadas en condiciones normales de operación, alcanzando niveles de eficiencia del 22,3%. En la Universidad de Nueva Gales del Sur, se desarrolló aún una célula más eficiente: la célula PERL (Passivated Emitter Rear Locally Diffused). Estas células alcanzan eficiencias del 24,7%. [3]



Figura 2-3 Tipos de células de silicio

Tecnología fotovoltaica de silicio amorfo

Es la primera tecnología de lámina delgada que se comercializó. Absorbe la radiación solar 40 veces más eficientemente que el silicio monocristalino, llegando a absorber el 90% de la energía solar útil. Puede ser preparado a bajas temperaturas y sobre sustratos baratos.

El silicio amorfo normalmente es empleado con incorporación de hidrógeno durante su fabricación. Presenta pequeñas desviaciones en su estructura que producen defectos a la hora de formar enlaces con los átomos vecinos, lo que provoca dificultades a la hora del flujo de corriente. El hidrógeno ayuda a solucionar el problema estructural hasta cierto nivel, pero degrada la eficiencia de las células, éste es su mayor inconveniente. Actualmente se alcanzan niveles de eficiencia cercanos al 15%, aun así es preferido muchas veces debido a su bajo coste.[4]

Materiales policristalinos de lámina delgada

La tecnología de lámina delgada emergió simultánea a la del silicio cristalino, aunque los avances no son comparables. Aun así siguen siendo investigados y desarrollados debido a sus características fotovoltaicas y a su estabilidad durante la operación.

Las células policristalinas de lámina delgada son aquellas en las que su capa absorbente y su capa de ventana tienen un espesor de varias micras. Las eficiencias siempre han sido menores que las del silicio cristalino, siendo las más altas las del silicio amorfo anteriormente explicado. Destacan otros dos materiales usados como material policristalino en lámina delgada: CdTe y CuInSe₂

El telurio de cadmio (CdTe) es un material con el que se han desarrollado eficiencias superiores al 10%. Pero su coste económico es su gran desventaja, estando su optimización enfocada a la fabricación de módulos. Mediante la técnica de depósito químico en fase vapor (CVD) se mejora la producción a gran escala, pudiendo disminuir el coste de producción.

En cuanto al CuInSe₂ o CIS su eficiencia es mayor que las anteriores, sin embargo su fabricación sigue siendo de elevado coste económico. La ventana de estas células se prepara mediante el procedimiento de depósito químico en disolución (CBD), el cual proporciona gran calidad pero resulta difícil de integrar en la producción en vacío que se realiza en el resto, además genera residuos contaminantes que deben ser tratados posteriormente.[5]

Sistemas fotovoltaicos de concentración

En los sistemas de concentración fotovoltaica se sustituyen las células solares por sistemas ópticos llamados concentradores, los cuales concentran la luz solar sobre una célula de tamaño menor aumentando así su eficiencia. Estos concentradores pueden hacerse de un material de plástico que sea barato, el precio de éstos sumado al de las células de menor tamaño es bastante inferior al de la célula de tamaño normal. Los concentradores pueden ser de diversos tipos: espejos, lentes fresnel, etc. En la Figura 2-4 se muestra un ejemplo de sistema fotovoltaico de concentración.



Figura 2-4 Sistemas fotovoltaicos de concentración

Sin embargo para lograr grandes eficiencias debemos seguir el movimiento del sol, lo que hace que estos sistemas sean más caros. Además debido a la gran concentración de la luz es necesario el empleo de un disipador térmico. Estos sistemas podrían funcionar muy bien en zonas ecuatoriales donde hay una gran exposición directa al Sol, debido a que solo colectan la radiación que proviene directamente del Sol.[6]

2.1.4 El generador fotovoltaico (módulos fotovoltaicos)

Un generador fotovoltaico (Figura 2-5) consiste en la agrupación de varios módulos, se describirán a continuación las principales características de los módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos están formados por la conexión en serie o en paralelo de un conjunto de células fotovoltaicas, que producen electricidad por medio de la energía solar como se ha explicado previamente, con el fin de obtener unos valores de voltaje y corriente deseados. Este conjunto de células y sus conexiones, son encapsuladas con el fin de que queden protegidas del exterior además de proporcionarles una rigidez.

En la actualidad hay una gran variedad de módulos fotovoltaicos en el mercado que se va incrementando con el paso del tiempo. Desde un punto de vista global, un módulo fotovoltaico se compondría de los siguientes elementos principalmente:

- Cubierta frontal: material impermeable y traslúcido, debe tener baja reflexión, baja resistividad térmica y debe ser estable a una exposición alta de rayos UV. Normalmente suele ser de cristal o estar formado por polímeros o acrílicos.
- Encapsulante: debe ser impermeable y resistente térmicamente, sirve para dar adhesión entre las células solares, la cubierta frontal y la cubierta posterior. Normalmente suele utilizarse EVA (etil-vinil-acetano).
- Cubierta posterior: impermeable y con baja resistencia térmica. Normalmente se utiliza una película de Tedlar.
- Células solares y conectores: los conectores suelen ser de aluminio o acero inoxidable, son soldados en pares en paralelo.

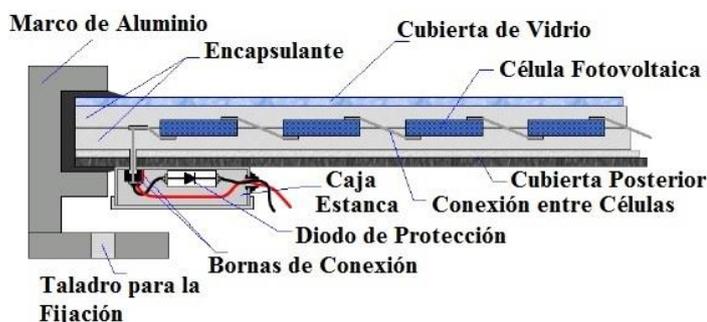


Figura 2-5 Partes del generador fotovoltaico[7]

En los módulos, igual que ocurría en las células fotovoltaicas, la eficiencia mide la calidad de los mismos. Pero en este caso, existen varias maneras de entender la eficiencia dependiendo del área que se tenga en cuenta: respecto al área total, respecto al área de célula y respecto al área activa de célula, es decir, respecto al área que está expuesta a la luz solar incidente sin tener en cuenta las sombras.

La presencia de factores externos, como las sombras, pueden hacer que el generador fotovoltaico no trabaje de una adecuada. Esto puede ser debido a que distintas partes trabajen en diferentes condiciones que el resto. Para solucionar estos problemas se utilizan diodos de paso, como se puede ver en la Figura 2-6.

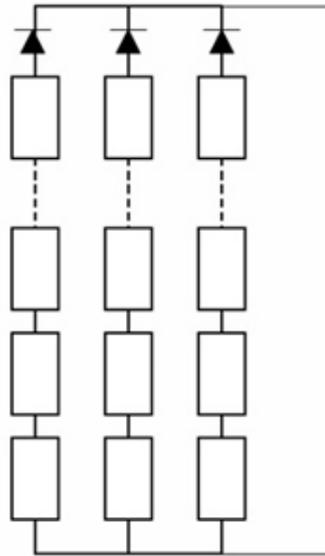


Figura 2-6 Diodos de paso

El generador fotovoltaico está compuesto por módulos fotovoltaicos conectados entre sí. Hay dos maneras de conectar éstos módulos: en paralelo o en serie. Lo más común es conectar varios módulos en serie para luego conectar estos grupos en paralelo como en la figura anterior, debido a que si se conectan los módulos en paralelo hacen falta diodos capaces de soportar gran cantidad de potencia. En cuanto a los diodos de los módulos conectados en serie, sólo soportarían en caso necesario la corriente de un único módulo.[8]

2.1.5 Estructuras de soporte

Son un elemento auxiliar del generador fotovoltaico. Deben tener unas características específicas para soportar los agentes atmosféricos y la orientación e inclinación adecuadas con el fin de obtener la máxima energía posible. Normalmente los materiales empleados en estas estructuras son el aluminio anodizado y el acero galvanizado en caliente, debido a sus grandes resistencias a la corrosión. Los módulos son fijados en la estructura por medio de tornillos también resistentes a la corrosión.

La inclinación comúnmente se calcula para la máxima producción de electricidad en los peores meses del año, cuando la radiación es más débil. En España la inclinación suele variar entre 20-50° respecto de la horizontal del suelo, y la orientación es dirección Sur. Siguiendo las indicaciones del Documento Básico HE5[9]:

- Anual: latitud
- Invierno: latitud +10
- Verano: latitud -20

En la Figura 2-7 se muestran las disposiciones más comunes de los generadores fotovoltaicos.

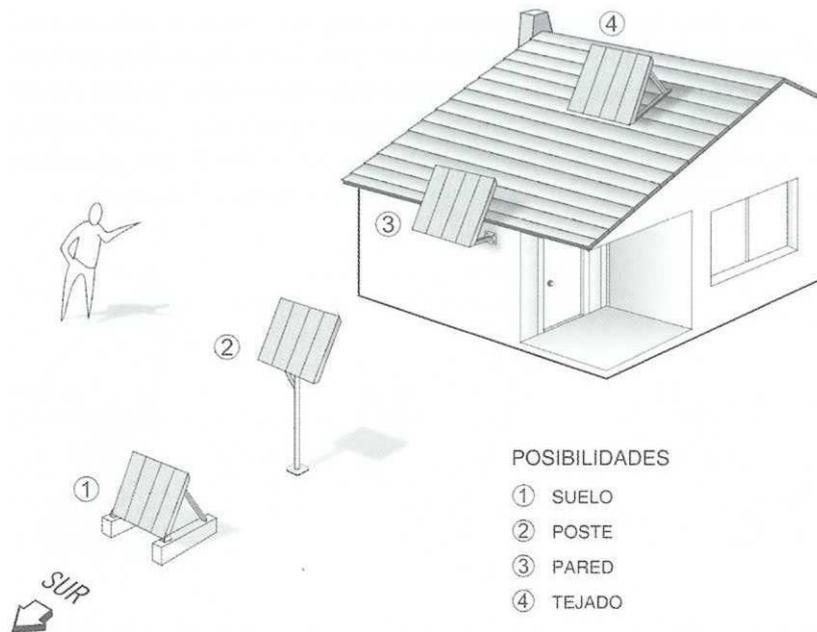


Figura 2-7 Diferentes modos de colocación de panel solar [10]

Existen sistemas móviles que, programados mediante coordenadas o que funcionan mediante un fotosensor, siguen la trayectoria del sol en uno o dos ejes. De esta manera se aprovechará al máximo la luz solar que incide sobre las células fotovoltaicas. Estos sistemas ofrecen una mayor producción de energía que los usados normalmente, pero su precio es bastante elevado.[8]

2.2 Parking solar fotovoltaico

2.2.1 Función

Este tipo de aparcamiento aprovecha la estructura de un estacionamiento cubierto al aire libre con el fin de instalar sobre su techo una serie de módulos fotovoltaicos, que mediante la captación de energía solar produzcan energía eléctrica. De esta forma tiene doble función: proteger al vehículo o vehículos estacionados de agentes externos, como pueden ser la lluvia y el sol; y producir energía eléctrica. En la Figura 2-8 se muestra un prototipo de parking solar fotovoltaico.

La energía obtenida por las células fotovoltaicas puede tener varios usos. Puede ser transferida a la red eléctrica y obtener beneficio económico de ello, dependiendo del país en que se encuentre. Pero también puede ser utilizada para la recarga de coches eléctricos directamente o por medio de su almacenamiento en baterías. Hay muchos más usos que se le puede dar a esta energía, como puede ser la iluminación de edificios del entorno cercano al aparcamiento, de modo que funcione como un sistema autónomo aislado de la red eléctrica.



Figura 2-8 Prototipo de parking solar

2.2.2 Componentes

Marquesina

Las marquesinas de estos aparcamientos consisten generalmente en una estructura metálica que puede ser anclada al suelo mediante cimientos o tornillos, o puede ser móvil mediante la utilización de un peso en su parte inferior.

Normalmente las placas fotovoltaicas servirán de techo de la marquesina y será opcional el uso o no de otro tipo de recubrimiento bajo éstas. Dependiendo de la orientación de las placas, puede ser necesario el uso de un tejado de otro tipo de material que haga las funciones de protección a los vehículos aparcados.

Hay una gran variedad de marquesinas que pueden ser utilizadas a la hora de construir un parking solar. Cada una de ellas tiene unas características propias y se adapta a las condiciones que necesita el usuario. A la vez hay una gran cantidad de casas que tienen en venta todo tipo de marquesinas, como pueden ser por ejemplo: Europa Prefabri, Parking Castello, etc. Aunque son de fácil instalación, la mayoría de estas empresas ofrecen servicio para realizarla.

Por otra parte se puede usar una marquesina que no haya sido específicamente diseñada para un parking solar. Siendo posible la posterior instalación de placas fotovoltaicas en ella.

A continuación serán expuestos los principales modelos de marquesinas ([11];[12]):

- Perfiles tipo IPE (Figura 2-9)

Fabricadas con perfiles laminados en caliente tipo IPE. (Según normativa UNE EN ISO al respecto). Esta marquesina puede ser de pie inclinado o de pie vertical, según el diseño que elija el cliente. Ofrecen la mejor relación resistencia-peso, no son la forma más estética de construir una marquesina aunque sí la más funcional.

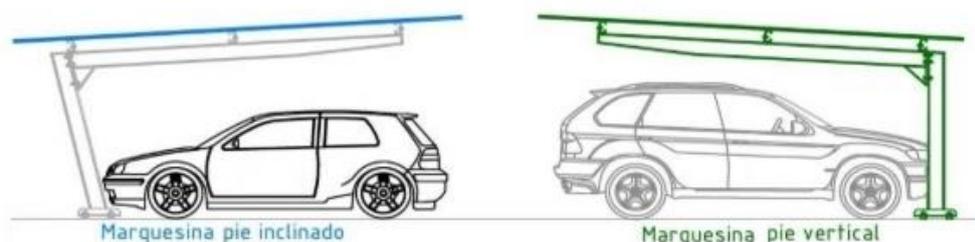


Figura 2-9 Marquesina tipo IPE

- Viga-Cajón (Figura 2-10)

Fabricadas con chapa conformada en frío y plegada (según normativa UNE EN ISO al respecto). Son galvanizadas en caliente por inmersión. Son apropiadas para resistir fuerzas de torsión y para abarcar grandes distancias.

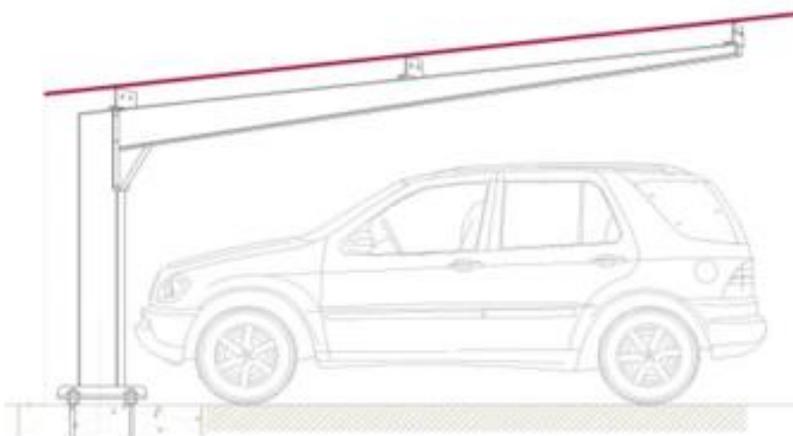


Figura 2-10 Marquesina tipo viga-cajón

- Curva de celosía (Figura 2-11)

Aunque son las más estéticas, la instalación de placas solares se complica debido a que gran parte de las veces su techo es curvo. Debido a su diseño su resistencia-peso es baja y su precio es más elevado que el de las anteriores.

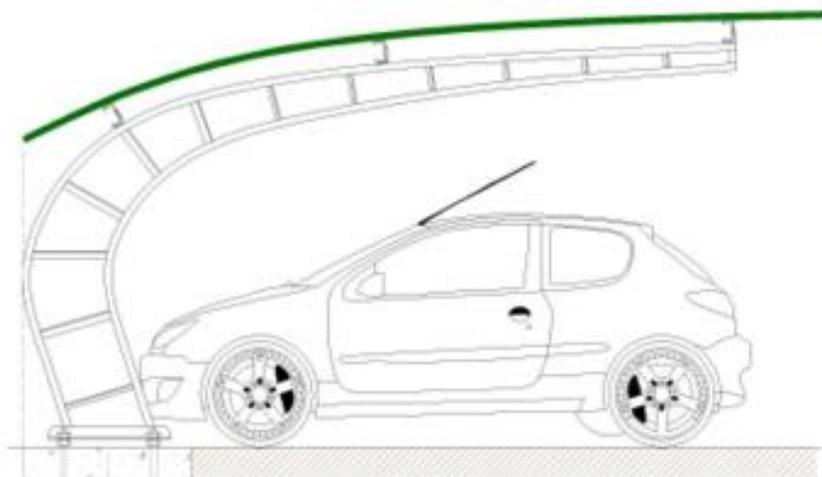


Figura 2-11 Marquesina tipo curva celosía

Aunque existe una variedad mucho más grande que la expuesta, estos tres tipos de marquesina son los más usados en los parking solares como veremos en el punto 2.2.4, especialmente los dos primeros. En el Anexo I se pueden ver los tipos de marquesinas que ofrece la marca HIASA.

Placas fotovoltaicas

Estas placas estarán colocadas en la parte superior de la marquesina y dependiendo de la ubicación del parking solar, tendrán una inclinación y una orientación con el fin de sacar el máximo rendimiento a la radiación solar. Como ya se ha mencionado anteriormente, en España la orientación deseable es hacia el Sur y la inclinación óptima dependerá de la estación del año. Las placas fotovoltaicas generarán una corriente eléctrica en forma de corriente continua y será transportada hacia las baterías o hacia la red por medio de un inversor y el correspondiente cableado.

Si el techo está orientado hacia el Sur, las placas podrán estar integradas en éste (Figura 2-12). En caso contrario, deberán tener un soporte en dirección Sur, de manera que queden orientadas a él (Figura 2-13). Pueden ser también placas orientables pero su colocación sería más difícil y costosa. A continuación se puede ver un ejemplo de un parking solar orientado hacia el Sur, en el que las placas forman parte de su techo y un ejemplo de un parking solar no orientado hacia el Sur, en el que las placas no forman parte del techo.



Figura 2-12 Parking solar orientado al Sur recubierto por placas fotovoltaicas



Figura 2-13 Parking solar con orientación distinta a la de sus placas

Cableado

Es necesario hacer un correcto dimensionado del cableado del circuito, con el fin de reducir las pérdidas lo máximo posible y principalmente las caídas de tensión que puedan afectar tanto a la parte de corriente alterna, como a la parte de corriente continua del circuito.

Según el Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Conectadas a Red del IDAE [13]:

- Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.
- Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

Los cables de conexión de baja tensión del generador fotovoltaico deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.[14]

Inversor fotovoltaico

La corriente eléctrica producida por los generadores fotovoltaicos es corriente continua, por ello, si se requiere generar corriente alterna, es necesario el uso de un inversor fotovoltaico. Este inversor convertirá la corriente continua en corriente alterna con altos niveles de rendimiento. Para ello hay que dimensionarlo y configurarlo de forma que se eviten en lo posible las pérdidas eléctricas. Los inversores se dividen en: monofásicos (Figura 2-14) y trifásicos (Figura 2-15)

Una vez el inversor haya hecho su función, podremos usar esta energía eléctrica en forma de corriente alterna con el fin de autoconsumo o de conexión a la red eléctrica. En cuanto a la conexión a la red eléctrica según el RD 1699/2011 será monofásica si la potencia nominal del inversor es menor o igual a 5kW. Si por el contrario es mayor de 5kW la conexión será trifásica, pudiéndose componer por un único inversor o por tres inversores monofásicos conectados en paralelo.[15]



Figura 2-14 Inversor monofásico Sunny Boy 3000 TL



Figura 2-15 Inversor trifásico Sunny Tripower 5000TL

Baterías o acumuladores (opcionales)

El uso de baterías en un parking solar para cargar un vehículo eléctrico puede aportar varias ventajas. En primer lugar, si el aparcamiento no está conectado a la red, las baterías actúan como medio de almacenamiento en momentos que no hay consumo y ayudan a la carga en momentos de demanda. De otra manera en días con intensa radiación solar, si no se encuentra ningún vehículo eléctrico enchufado al parking solar y no hay ningún consumo en la red interna de la propiedad, la energía se perdería.

Otra situación en la que pueden ser aconsejables las baterías, sería la carga eléctrica de dicho vehículo un día que apenas se pudiese aprovechar la energía solar debido a que el cielo se encontrase cubierto de nubes, o que por la hora del día, la intensidad de la luz solar no es suficiente. De otro modo la única opción de carga sería conectarlo a la red eléctrica, lo que supondría un mayor gasto y probablemente no usar una energía renovable.

Por lo tanto el uso de baterías puede ser aconsejable en ciertos casos. Hay gran variedad de tipos de baterías como se expone a continuación en el punto 2.3.3. Para el uso de las mismas necesitaremos un inversor eléctrico aparte, aunque en la actualidad hay inversores fotovoltaicos que transforman la corriente continua de las baterías en corriente alterna para permitir su consumo en aparatos electrodomésticos y/o iluminación.

Regulador de carga (opcional)

Se encuentra entre el panel solar y la batería, y se encarga de proteger a las baterías frente a sobrecargas y sobredescargas que afecten de una manera negativa al funcionamiento de éstas, pudiendo llegar a inutilizarlas. El regulador como tal podrá ser prescindible si ya va integrado en el inversor.

2.2.3 Presencia de puntos de recarga en España

En nuestro país hay más de 1200 puntos de recarga para coches eléctricos como se puede observar en la Figura 2-16. Este número está en aumento según va creciendo el mercado de coches eléctricos y la concienciación social y medioambiental. No obstante en la actualidad, no existe un número de puntos de recarga suficientes para poder viajar con absoluta tranquilidad en caso de llevar un coche totalmente eléctrico o de poder viajar únicamente con el motor eléctrico en caso de usar un coche híbrido.

Por ejemplo en la provincia de Pontevedra existen sólo 18 puntos de recarga [16], algunos ejemplos son:

- Carrefour Pontevedra (Pontevedra)
- Puerto pesquero del Berbés (Vigo)
- Parking Urzáiz y Areal (Vigo)
- Aeropuerto de Vigo (Vigo)
- Parking Pintor Colmeiro (Vigo)



Figura 2-16 Mapa puntos de recarga en España de coches eléctricos[17]

Una solución para este problema sería el uso de parking solares, los cuales pueden ser creados o adaptados mediante un proceso de transformación. Estos aparcamientos supondrían varias ventajas como: accesibilidad, precio más reducido al usar energías renovables y no tener por qué usar energía de la red; y aumentarían el número de puntos de recargas de modo exponencial debido a su sencilla instalación.

2.2.4 Ejemplos

En la actualidad en España existen numerosos parking solares. Destacamos a continuación algunos de los ejemplos más significativos:

- Parking solar de la facultad de ciencias empresariales ETEA de la Universidad de Córdoba (Figura 2-17), cuya actividad fotovoltaica genera 117600 kWh/año evitando a su vez la emisión de 88,2 toneladas anuales de CO₂. [18]



Figura 2-17 Parking solar de la facultad de ciencias de la Universidad de Córdoba

- Parking solar del Hospital Infanta Leonor de Madrid (Figura 2-18). Su potencia es de 1,6 MW, se prevé que evitará la emisión a la atmósfera de aproximadamente 2000 toneladas de CO₂ al año. Se compone por 6768 paneles de silicio cristalino de 230W. [19]



Figura 2-18 Parking solar del Hospital Infanta Leonor de Madrid

- Parking Solar de Arcaute (Figura 2-19). Con una superficie de 849 m² y una potencia de 119kW, este parking se encuentra en la provincia de Álava y supondrá un ahorro de 70 toneladas de CO₂ al año.[20]



Figura 2-19 Parking solar de Arcaute

La creación de estos parking solares se extiende por todo el mundo y cada vez a mayor velocidad debido a su rendimiento y utilidad. Ejemplos de esto son:

- Parking solar en Piadena, Italia (Figura 2-20). Actualmente uno de los más grandes del mundo, compuesto por 24.700 paneles fotovoltaicos de silicio cristalino. Tiene capacidad para almacenar a 6000 vehículos y una superficie de 14000 m². Su potencia es de 5,9 MW, se estima que podrá generar 6,4 millones de kWh/año.[21]



Figura 2-20 Parking solar de Piadena

- Parking solar North Park en Dhahran, Arabia Saudita (Figura 2-21). El más grande del mundo con una potencia de 10MW, tiene 18 hectáreas y 120000 módulos fotovoltaicos CIS (cobre-indio-selenio). [22]



Figura 2-21 Parking solar North Park, Dhahran

2.3 Coche eléctrico

2.3.1 Evolución e importancia en nuestra sociedad

Un coche eléctrico es aquel vehículo que realiza su desplazamiento impulsado, total o parcialmente, por la fuerza que realiza un motor eléctrico. Los motores eléctricos transforman la energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas entre estator y rotor.

Aunque el origen del coche eléctrico se remonta a varias décadas atrás, incluso antes que el de combustión interna, a partir de los años 20 pierde fuerza y, no es hasta principios del siglo XXI, cuando el desarrollo de automóviles eléctricos toma impulso y se empieza a comercializar con un volumen considerable. La evolución del coche eléctrico se muestra en la Figura (2-22). Hoy en día este tipo de coches y sus variantes híbridas, están extendidos por todo el mundo y su comercialización está en alza.

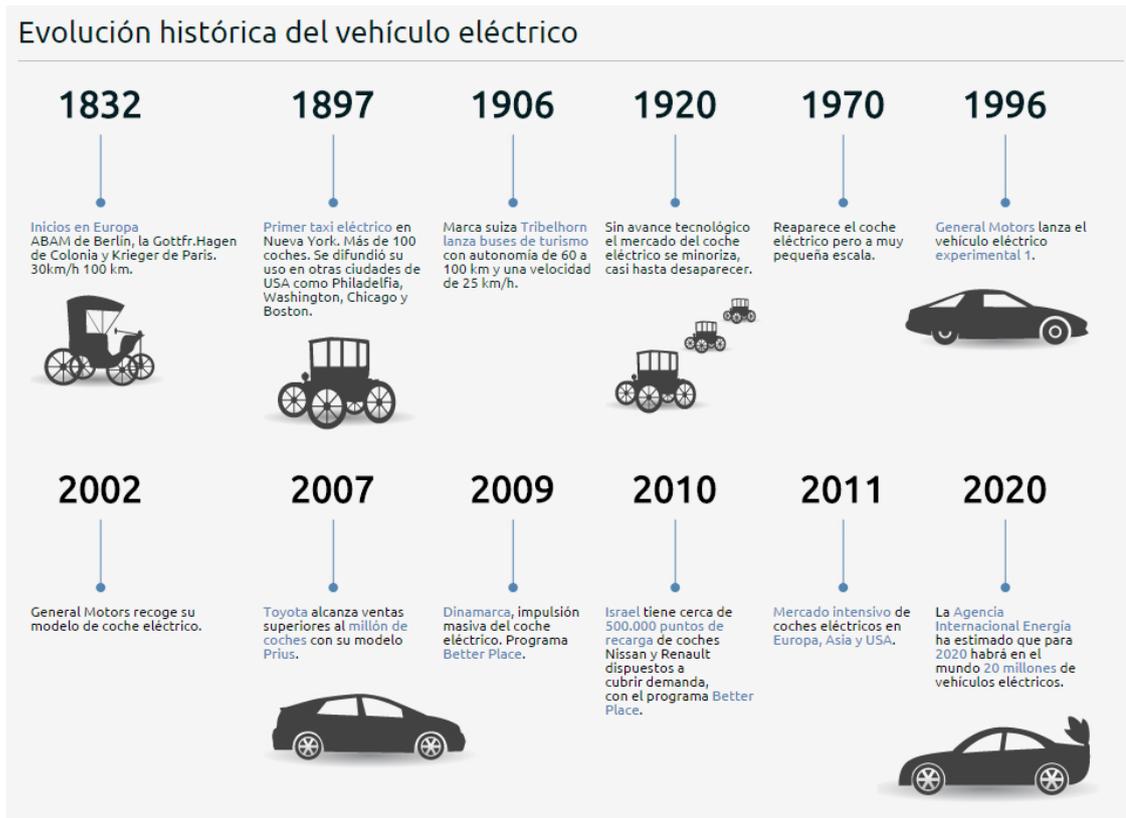


Figura 2-22 Evolución del coche eléctrico [16]

El coche eléctrico adquiere un papel de gran importancia cuando nace el concepto de movilidad sostenible. Este concepto nace por la preocupación medioambiental y social a finales del siglo XX, que se acrecienta en las grandes ciudades debido a los problemas graves de contaminación atmosférica. En la actualidad cada vez hay más leyes que afectan a este tema. El coche eléctrico puede ser a medio plazo el transporte más usado en la ciudad, existiendo ya ciudades que favorecen su uso mediante la eliminación del impuesto de circulación, las limitaciones a la entrada al centro de la ciudad (el caso de Londres) e incluso, ponen a disposición de los usuarios sistemas de alquiler por horas, con diferentes puntos de recogida y entrega.

A diferencia del motor de combustión, el motor eléctrico no contamina directamente al no quemar combustibles, a la vez que tampoco emite gases a la atmósfera. Es más barato, simple, ligero y silencioso que un motor de combustión interna. La eficiencia de estos tipos de motor se sitúa alrededor del 90%, resultando posible recuperar parte de la energía en las frenadas con el fin de recargar las baterías.

2.3.2 Tipos de coche eléctrico

Existen distintos tipos de coches eléctricos en función del tipo o tipos de motores que usen en un determinado momento y de la manera de carga del coche, como se puede comprobar en la Figura 2-23. Los principales tipos de coches eléctricos son los siguientes:

- Vehículos híbridos eléctricos: usan motor de combustión interna y motor eléctrico. El vehículo es impulsado por el motor eléctrico a bajas velocidades o junto al de combustión cuando se requiere mayor potencia. El motor eléctrico es recargado mediante el motor de combustión o mediante la recuperación de la energía en el frenado, utilizando frenos regenerativos.

- Vehículos híbridos enchufables: al igual que los anteriores, usan motor de combustión interna y motor eléctrico. Tienen la capacidad de enchufarse a la red para cargar baterías por lo que permiten recorrer cierta distancia sin uso del motor de combustión cierta distancia (entre 25 y 50 km).
- Vehículos totalmente eléctricos: usan únicamente un motor eléctrico. Son los vehículos que menos contaminan, son muy silenciosos y tienen bajos costes de mantenimiento. Tienen menos autonomía que un coche híbrido y unos tiempos de recarga mayores. Los vehículos con mayores autonomías presentan mayores precios de adquisición debido al alto coste de las baterías, pero se espera que este inconveniente se vaya reduciendo a medida que avance la tecnología en baterías.

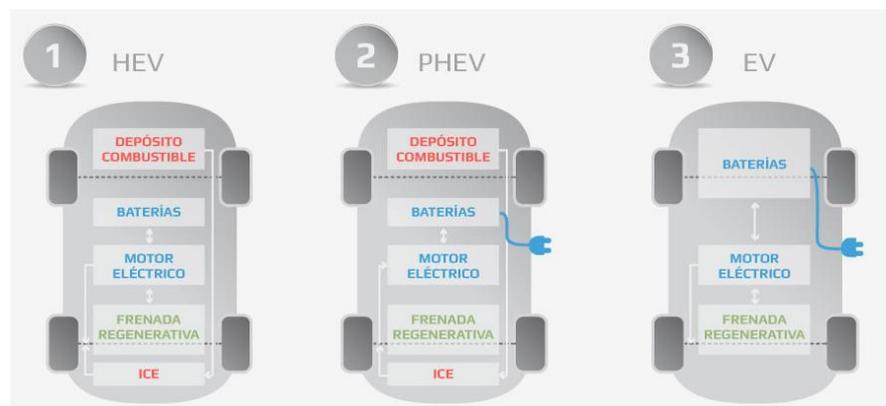


Figura 2-23 Tipos vehículo eléctrico [23]

Los aparcamientos solares con la opción de recarga de vehículos eléctricos serán útiles para los dos últimos tipos de vehículos (híbridos enchufables y totalmente eléctricos). Los vehículos híbridos no pueden ser enchufados a una fuente externa, pues sus baterías se recargan utilizando parte de la potencia de su motor de combustión y al realizar una deceleración.

2.3.3 Baterías

Las baterías o acumuladores eléctricos permiten almacenar energía para posteriormente liberarla en el proceso de descarga mediante reacciones químicas reversibles. Aunque hay varios tipos de baterías diferentes, todas están compuestas por múltiples celdas que constan de un electrodo positivo o ánodo, de un electrodo negativo o cátodo y de algún tipo de sustancia que contiene electrones libres llamados electrolitos, los cuales permiten el flujo de corriente comportándose como medio conductor.

Las baterías son el componente crítico de los coches eléctricos. Las baterías que proporcionan mayores capacidades y mayores autonomías son muy costosas. El futuro de los vehículos puramente eléctricos depende de su desarrollo.

Las principales tecnologías de baterías son:

Plomo-ácido:

Estas baterías son las más antiguas, tienen un peso elevado y ocupan un gran volumen, sin embargo pueden suministrar intensidades de corriente elevadas. Están formadas por un depósito de ácido sulfúrico (electrolito) y dentro de él un conjunto de placas de plomo como se puede observar en la Figura 2-24. Según el número de estas la corriente suministrada será mayor o menor.

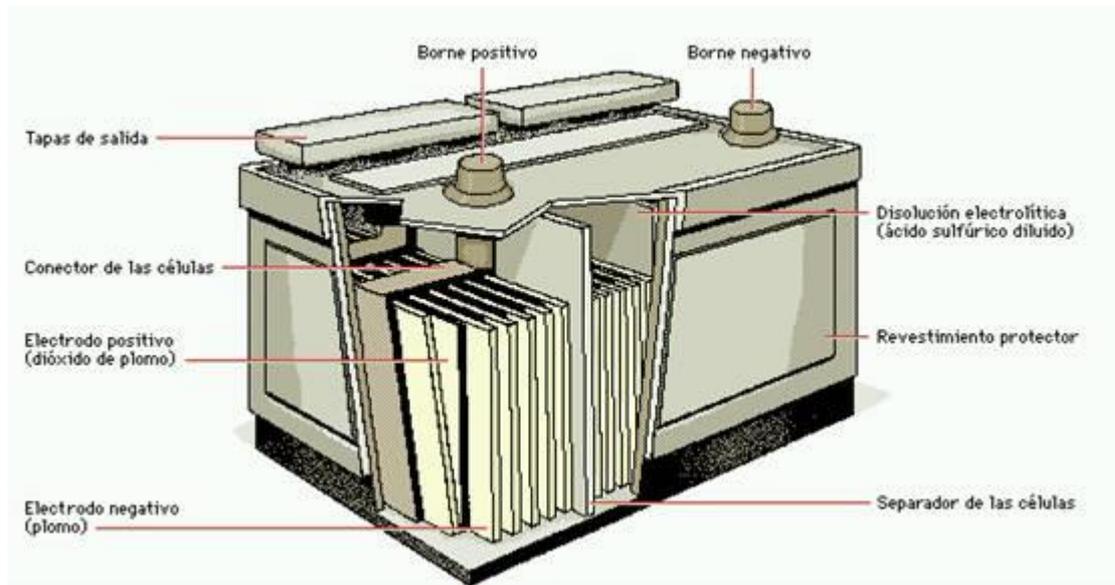


Figura 2-24 Batería de plomo ácido

Este tipo de baterías supone riesgos para la salud debido a que el plomo es altamente tóxico para el ser humano, pudiendo ser ingerido o inhalado de forma indirecta y acumulándose en huesos y órganos. A su vez estas baterías son también bastante contaminantes al quedar el plomo en la tierra o en el agua sin ser degradado durante una gran cantidad de años.

Las baterías de plomo ácido se usan principalmente como baterías de arranque en vehículos o como batería de tracción usadas en carretillas elevadoras, coches de golf, sillas de ruedas, etc.

Níquel Cadmio (NiCd):

Utilizan un ánodo de hidróxido de níquel y un cátodo de cadmio, mientras su electrolito es el hidróxido de potasio.

Normalmente tienen un uso doméstico e industrial. Son de duración media, y aunque son muy tóxicas y son afectadas por el efecto memoria de manera significativa, están en desuso debido a estos aspectos. Pueden funcionar en un amplio rango de temperaturas. Tiene la capacidad de ser sobrecargadas, aunque esta carga en exceso obviamente no es almacenada.

Baterías de Níquel-Hidruro Metálico (NiMH):

Las baterías son muy similares a la de níquel-cadmio aunque éstas no son tóxicas. Son afectadas por el efecto memoria pero en menor medida que las anteriores y tienen más densidad energética. Se han desarrollado las baterías LSD-NiMH (low self discharge, LSD) que presentan unas tasas de autodescarga mucho menor permitiendo su uso durante un tiempo más prolongado. Están en gran desarrollo debido al avance del coche eléctrico.

Utilizan un ánodo de oxihidróxido de níquel al igual que las de níquel-cadmio pero con la diferencia de que su cátodo es de una aleación de hidruro metálico, al igual que las anteriores usan un electrolito de hidróxido de potasio, aunque su uso es muy variado y común por ejemplo en ordenadores, móviles, relojes, etc. Presentan un efecto memoria menor que las de NiCd.

Iones de litio (Li-ion):

No sufren apenas el efecto memoria, tienen bajo peso y volumen, y una densidad alta, por lo que presentan una elevada capacidad energética y gran resistencia a la descarga. Las baterías de iones de litio se usan en teléfonos móviles, ordenadores, portátiles, reproductores de MP3 y cámaras. Tienen un alto coste que será menor con el desarrollo de los vehículos eléctricos. Normalmente emplean como electrolito una sal de litio, su ánodo es un compuesto de silicio-grafeno y su cátodo contiene compuestos de litio, existiendo variedad de tipos.

Baterías de polímero de litio (Li-Po):

Similar a la de iones de litio pero con mayor densidad de energía ligado a un mayor coste económico. La diferencia con las baterías de iones de litio es que electrolito litio-sal en vez de estar contenido en un solvente orgánico está en un compuesto polimérico, cuyo estado puede ser sólido o gelatinoso permitiéndole adquirir diferentes formas. Si son sobrecargadas o sobredescargadas son inestables.

Baterías Zebra (NaNiCl):

Usan la sal fundida como electrolito, el cual es sólido y está inactivo a temperatura ambiente, por este motivo no se puede cargar ni descargar en frío. Operan a un rango de temperaturas elevado por lo que es necesario usar una caja de protección térmica como aislante, estas elevadas temperaturas crean problemas de seguridad e inflamabilidad, aunque cada vez se están consiguiendo menores temperaturas de funcionamiento. Por otra parte también operan en voltajes altos, cercanos a los 600V; y son de rápida carga, alcanzando niveles de alrededor del 50% en un tiempo aproximado de 30 min. Ejemplo de batería Zebra mostrado en la Figura 2-25.



Figura 2-25 Batería zebra

Actualmente las baterías más usadas en los coches eléctricos son las baterías de Níquel-Hidruro Metálico e Ion-Litio. Las de NiMh se usan en el Toyota Prius (ventas totales de 3500000 en los últimos 10 años) y las de IonLitio en los coches eléctricos del grupo Nissan-Reanult Leaf, Zoe, Kangoo o Fluence (ventas anuales de aprox. 100000 unidades el último año).

Las baterías de Plomo-Ácido se usaron en los coches eléctricos entre los años 1990 y 2005 aproximadamente. En la actualidad su uso como fuente de alimentación de un vehículo eléctrico es bastante reducido.

2.3.4 Tipos de recarga del coche eléctrico

Se define como SAVE (Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico) o Wallbox al punto fijo de recarga usado para los vehículos eléctricos. Es alimentado por corriente alterna trifásica o monofásica. Hay una gran variedad existente en el mercado actual y se clasifican en base al modo de carga que ofrecen. Los distintos tipos de recarga de un vehículo eléctrico son: [24][25]

- **Recarga lenta o convencional.** Es la más estandarizada, el tiempo de una recarga completa es aproximadamente de 8 horas, la intensidad y el voltaje eléctrico es de 16 amperios y 230 voltios respectivamente, y usa corriente alterna monofásica. La potencia empleada ronda los 3,7 kW. Es ideal para garajes privados ya que la tensión y corriente coinciden con la de una vivienda familiar. La recarga óptima será durante la noche desde el punto de vista de eficiencia energética, que es cuando menos demanda energética existe.
- **Recarga semirápida.** La duración de esta recarga ronda las 4 horas. Emplea 32 amperios de intensidad y 230 V de tensión. Es aceptada sólo por algunos vehículos aunque cada vez está más extendida. Emplea aproximadamente 7,3 kW de potencia. Existe una variante menos utilizada, la cual utiliza corriente alterna trifásica a 400V y hasta 63 A pudiendo llegar a unos 40kW de potencia, lo que supondría un tiempo de recarga alrededor de 50 minutos. Enfocado para zonas públicas como cines, centros comerciales, etc.
- **Recarga rápida.** Emplea una mayor intensidad eléctrica entregando la energía en forma de corriente continua. Entrega una potencia de salida del orden de 50kW, usando un voltaje de 600V y una intensidad de 400A. El tiempo de recarga ronda los 20-25 minutos para cargar la batería hasta un nivel del 80% del total. Las exigencias eléctricas son mayores que los otros tipos de recarga, por lo que implica la necesidad de red eléctrica suficiente. Esta recarga está orientada a las estaciones de servicio que ofertan recarga eléctrica, además de las conocidas electrolineras.

En un parking solar se puede dar cualquier tipo de recarga dependiendo de su ubicación y su uso. Por ejemplo, un parking solar de un supermercado interesaría que tuviese recarga rápida debido a que el tiempo medio que una persona tarda en hacer la compra coincide aproximadamente con el de la recarga rápida rondando los 30 min. Por otro lado la recarga semirápida se podría dar en parking solares cercanos a lugares de trabajo o en nuestro propio hogar. Aunque existan tres tipos de recarga, según la Stanard IEC (comisión electrotécnica internacional) 61851 hay cuatro modos como se puede ver en la Figura 2-26.



Figura 2-26 Modos de carga según standard IEC 61851 [26]

Todo lo expuesto anteriormente es orientativo, ya que existen numerosos fabricantes de estos tipos de puntos de recarga con sus características específicas: tiempo de carga y modo de uso. Existen también estaciones de recarga que abarcan los modos 1, 2 y 3, como por ejemplo el Ingerev City y el Ingerev Garage, desarrollados por Ingeteam.

3 CONDICIONANTES DE DISEÑO DE UN PARKING SOLAR EN LA ENM

A continuación se pretenden desarrollar los aspectos más importantes del diseño de un parking solar en la Escuela Naval Militar: posibles ubicaciones seleccionando las más viables, estimación de la radiación solar y la potencia generada:

3.1 Ubicación del parking solar

3.1.1 Factores que afectan a la ubicación del parking solar

Existen varias zonas dentro de la Escuela Naval Militar donde hay espacio suficiente para ubicar el parking solar, sin embargo, es complicado determinar cuál es la mejor zona. Para tomar esta decisión hay que tener en cuenta varios factores entre los que destacan: plazas del aparcamiento, necesidad de la explanada libre, condicionantes meteorológicos, cercanía y estética.

Número de plazas de aparcamiento

Relacionado con la ubicación del parking solar estará su tamaño, y éste a su vez tendrá relación con el número de plazas de aparcamiento. Para el estudio de este factor se toman 2 metros como la medida de la anchura de un coche. Serán necesarios 2,5 metros de espacio para cada coche, teniendo en cuenta que se necesitan 0,5 metros de margen para abrir las puertas.

Actos y desfiles (necesidad de explanada libre)

El parking solar debe encontrarse en una zona donde no interfiera con las actividades que pueden desarrollarse tanto en el día a día en la Escuela Naval como en una fecha determinada, siendo este uno de sus principales factores a la hora de su ubicación. Estas actividades incluyen, por ejemplo: ensayos y desfiles de instrucción, actos oficiales como la jura de bandera o la entrega de despachos, etc.

Condicionantes meteorológicos

El condicionante meteorológico más importante es la radiación solar. La ubicación del parking debe buscar el mayor rendimiento posible de la instalación fotovoltaica, para ello se evitarán las sombras producidas por edificios y se estudiará la inclinación y orientación óptimas. Se profundizará en este aspecto más adelante, en el apartado 3.2.

Por otra parte, no es conveniente que el parking esté demasiado cerca de la dársena, ya que con frecuencia el agua procedente del mar entra en las partes de la ENM más cercanas a la dársena, pudiendo provocar corrosión o cortocircuitos en el sistema eléctrico.

Utilidad para sus usuarios

Otro factor significativo en cuanto a la situación del parking solar es la distancia entre éste y las zonas de trabajo más frecuentadas tanto por personal civil como por personal militar que trabaja en la ENM. Su uso debe ser una facilidad y no una desventaja debida a su ubicación.

Estética

La Escuela Naval Militar es un centro con gran historia y tradición. Parte de los edificios, estatuas y monumentos presentes en ella contribuyen a la solemnidad del entorno. El que su estética se vea comprometida por el parking solar puede suponer un problema para la ENM, dañando su valor castrense.

Por lo tanto la estética del parking solar debe interferir con la estética de la ENM lo menos posible, evitando en su medida diseños extraños y ubicándose en zonas donde no interfiera con los edificios, estatuas y monumentos antes mencionados.

3.1.2 Posibles ubicaciones del parking solar

Una vez numerados los condicionantes que afectan a la ubicación del parking solar dentro de la Escuela Naval Militar, se estudian a continuación las tres ubicaciones, mostradas en la Figura 3-1, que los pueden satisfacer.



Figura 3-1 Posibles ubicaciones de un parking solar en la Escuela Naval Militar

Primera alternativa: Isaac Peral (Figura 3-2)

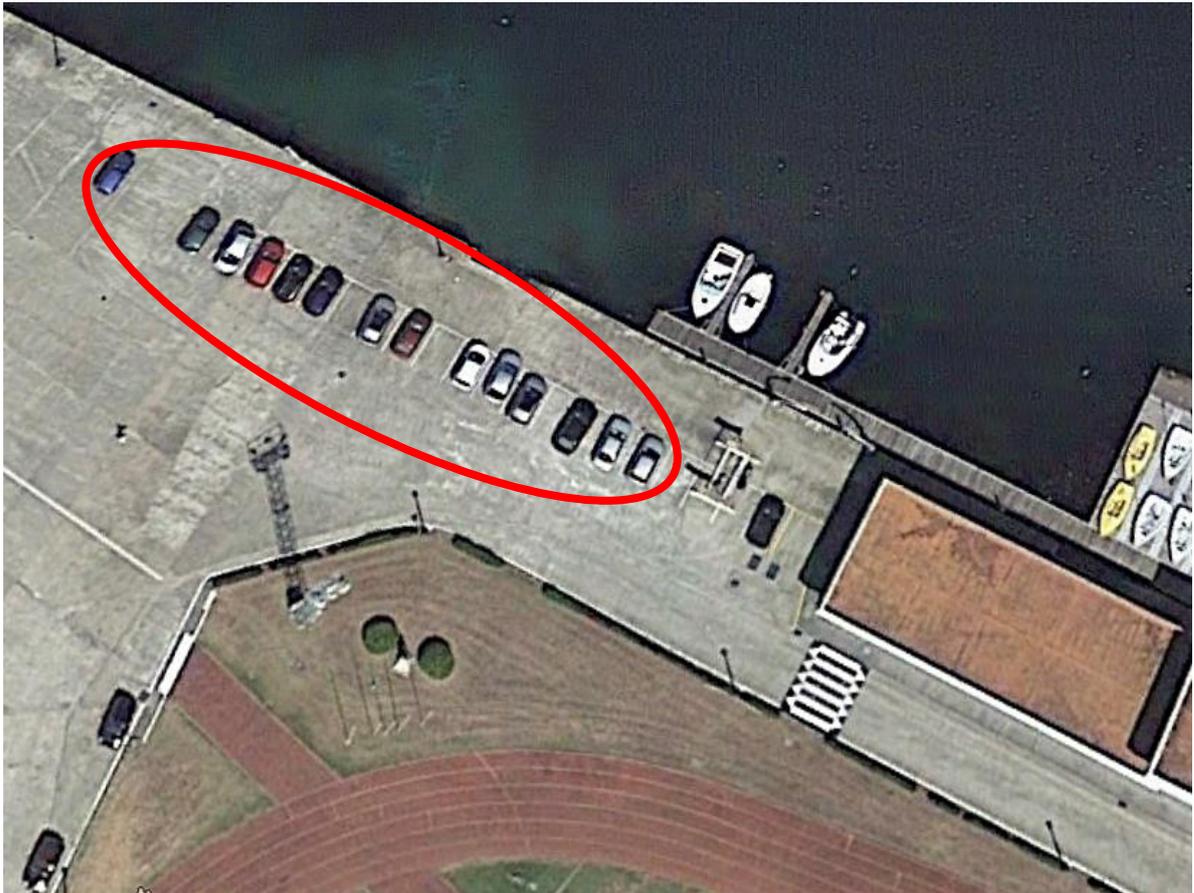


Figura 3-2 Alternativa Isaac Peral

Esta ubicación no supone una molestia para las actividades que se desarrollan en el día a día de la ENM. Tampoco supondría un inconveniente a la hora de la realización de actos militares. Por otra parte, las sombras de edificios colindantes no generan inconveniente pues el único edificio cercano, el Isaac Peral, se encuentra al Norte.

La situación del parking es ideal ya que se encuentra en la parte céntrica de la ENM, pudiendo ser utilizada por alumnos, militares y civiles, sin suponer una distancia excesiva en el desplazamiento a pie hasta cualquier punto ya sea despacho, clase, etc. Además se encuentra al lado del edificio Isaac Peral el cual es de gran utilización.

El parking solar podría estar en uno de los lados o incluso en los dos, pero deberían ser parking solares distintos pues entre ellos se encuentra el cañón que no debe ser cubierto. Cada lado del parking solar tiene plazas para 12 coches.

Segunda alternativa: Explanada (Figura 3-3)**Figura 3-3 Alternativa Explanada**

Esta segunda alternativa puede parecer que moleste en los ensayos o desfiles por parte de los alumnos de la ENM, pero no es así debido a que su situación no interfiere en el desarrollo de estos ensayos o desfiles, siendo por lo tanto una buena ubicación para el parking solar. Desde el punto de vista de sombras, aparentemente no se ve afectada por la sombra del edificio colindante, aunque esto lo justificaremos en el apartado 3.3.2.

Se encuentra en el camino de entrada de la ENM, por lo que todo personal debe pasar a su lado. Esto es un punto favorable a la hora de su utilización, al igual que la cercanía de los despachos de profesores militares y civiles. Por parte de los alumnos que en un futuro tengan coches eléctricos también darían uso al parking, ya que ambos cuarteles no distan demasiado de esta ubicación y la carga del coche sería más que rentable.

La estética en este caso no tendría demasiada influencia, pues no hay ningún elemento o edificio cuya importancia histórica fuese relevante y fuese afectado por la presencia de un parking solar. En actos como el día del Carmen de la Jura de Bandera y Entrega de Despachos podría suponer una imagen positiva para la ENM, desde un punto de vista de compromiso con las energías renovables.

En este caso el número de plazas del que puede disponer es variable, pudiéndose llegar a incluso a extender por toda la explanada.

Tercera alternativa: Hospital (Figura 3-4)



Figura 3-4 Alternativa Hospital

No supondría ningún problema en cuanto a la realización de ensayos, desfiles o algún tipo de acto. Sin embargo las sombras pueden afectar al rendimiento fotovoltaico de los paneles solares del parking durante los meses de invierno, disminuyendo considerablemente su rendimiento en la época del año en que la ENM está con mayor número de personal activo. Esto se estudiará en el apartado 3.2.2.

Esta ubicación es la que más alejada se encuentra de las zonas de trabajo más comunes para los profesores civiles y militares. Sin embargo el aparcamiento podría ser usado por personal civil o militar que trabaja en el hospital que se encuentra al Sur. Por lo tanto no sería la mejor ubicación, aunque para alguien que tuviese un coche eléctrico y esté interesado recargarlo la distancia recorrida a pie no supondrá un obstáculo.

En cuanto a la estética de la ENM no se vería afectada en ningún caso al estar totalmente alejado de bustos, cañones o edificios de importante valor histórico. Incluso podría ser un aspecto positivo ya que es visible desde la carretera que se encuentra al Sur, y podría ser visto como un punto a favor de la ENM y la Armada con su compromiso con las energías renovables.

En este caso el parking solar puede llegar a tener la capacidad de 16 coches en el aparcamiento situado más al Sur, y 12 en el de más al Norte. Otra posibilidad sería que tuviese las dimensiones necesarias para abarcar ambos aparcamientos, con un total de 28 plazas.

3.2 Radiación solar

3.2.1 Irradiación solar en la ENM

La Escuela Naval Militar se encuentra en la ciudad de Marín en la provincia de Pontevedra de la comunidad autónoma de Galicia, con coordenadas: 42° 23' 46'' N y 8° 42' 23''. Su situación se ve en la Figura 3-5 y Figura 3-6



Figura 3-5 Mapa de España

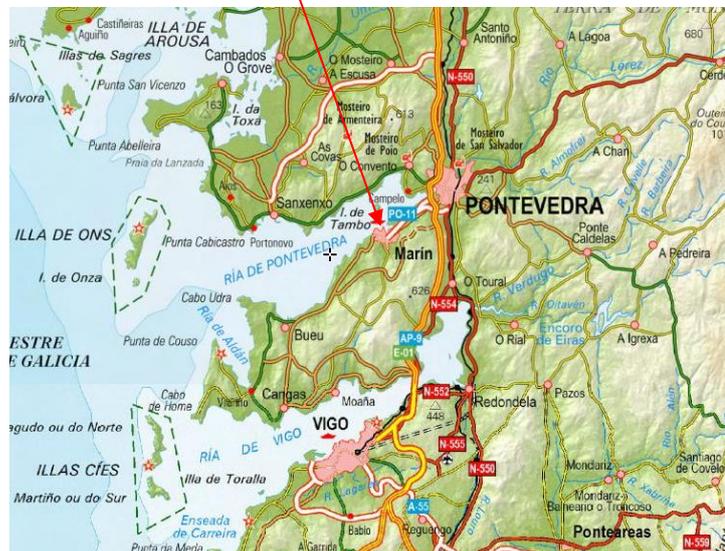
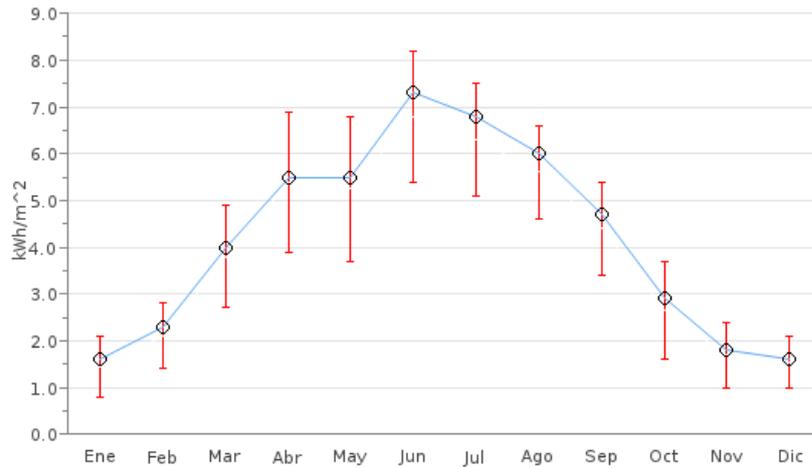


Figura 3-6 Mapa de Pontevedra

Según el ADRASE (acceso a datos de radiación solar de España) el nivel de irradiación global en la zona elegida para hacer el parking solar es de 4,2 kWh/m² por día, siendo los datos mensuales de radiación solar los mostrados en la siguiente Figura 3-7.



(kWh/m ²)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Percentil 75	2.1	2.8	4.9	6.9	6.8	8.2	7.5	6.6	5.4	3.7	2.4	2.1
Valor medio	1.6	2.3	4.0	5.5	5.5	7.3	6.8	6.0	4.7	2.9	1.8	1.6
Percentil 25	0.8	1.4	2.7	3.9	3.7	5.4	5.1	4.6	3.4	1.6	1.0	1.0

Figura 3-7 Datos de irradiación solar según ADRASE-CIEMAT

Contrastando lo anterior, se obtienen los datos de irradiación solar a través de otra fuente: el programa PVGIS, de gran fiabilidad y precisión. Los datos mostrados en Figura 3-8 están calculados para un ángulo de inclinación óptimo de 35° y suponiendo que la irradiación anual perdida a causa de las sombras es el 0,1%.

Mes	H_h	H_{opt}	$H(90)$	I_{opt}	T_{24h}
Ene	1640	2720	2740	63	9.6
Feb	2660	4060	3730	57	9.7
Mar	4200	5340	4060	44	11.8
Abr	5200	5700	3340	29	13.3
Mayo	6120	6000	2780	15	15.5
Jun	6880	6380	2550	9	18.1
Jul	6910	6600	2730	12	20.0
Ago	6290	6650	3450	24	20.4
Sep	4950	6150	4260	40	19.6
Oct	3180	4550	3920	53	16.1
Nov	1940	3160	3120	62	12.0
Dic	1480	2610	2740	66	10.1
Año	4300	5000	3280	35	14.7

H_h : Irradiación sobre plano horizontal (Wh/m²/día)
 H_{opt} : Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima (Wh/m²/día)
 $H(90)$: Irradiación sobre plano inclinado:90grados (Wh/m²/día)
 I_{opt} : Inclinación óptima (grados)
 T_{24h} : Temperatura media diaria (24h) (°C)

Figura 3-8 Tabla de irradiación solar en Marín (PVGIS)

3.2.2 Orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos

Se define el ángulo de inclinación β como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales. El ángulo de azimut α será el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar, tomando valores de 0° para los módulos orientados al Sur. Ver Figura 3-9.[1]

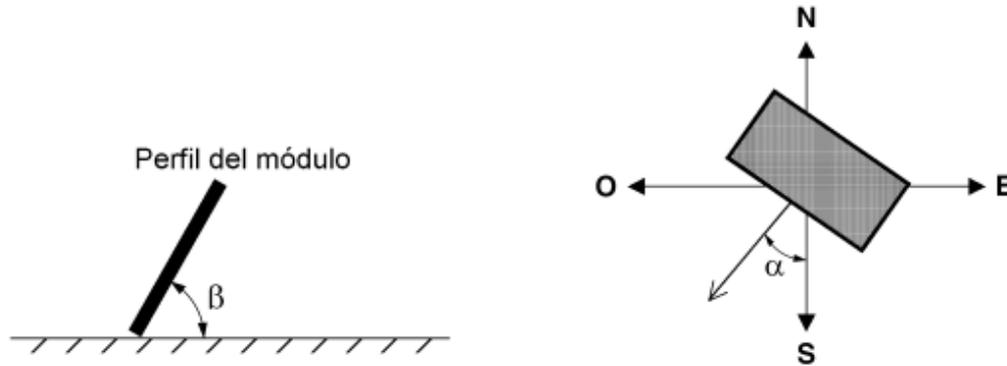


Figura 3-9 Ángulo de inclinación y ángulo de azimut[1]

Las pérdidas de radiación según el IDAE no deben superar los siguientes valores mostrados en la Figura 3-10.[1]

<i>Pérdidas de radiación del generador</i>	<i>Valor máximo permitido (%)</i>
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

Figura 3-10 Valores máximos pérdidas por orientación, inclinación y sombras[1]

La orientación recomendada para obtener un rendimiento óptimo en la generación de energía mediante la irradiación solar es Sur. Si las placas no están orientadas al Sur conforme incrementa su azimut disminuirá la eficiencia, como se puede ver en la Figura 3-11.

En cuanto a la inclinación óptima, normalmente se sitúa entre 5° y 10° por debajo del valor de la latitud, por lo que en nuestro caso que Marín se encuentra a una latitud de 42° , ronda los 35° . En verano el Sol se encuentra más perpendicular a la superficie, por lo que sería menor la inclinación ideal. Sin embargo en invierno ocurre todo lo contrario, por lo que se necesitaría una inclinación mayor.

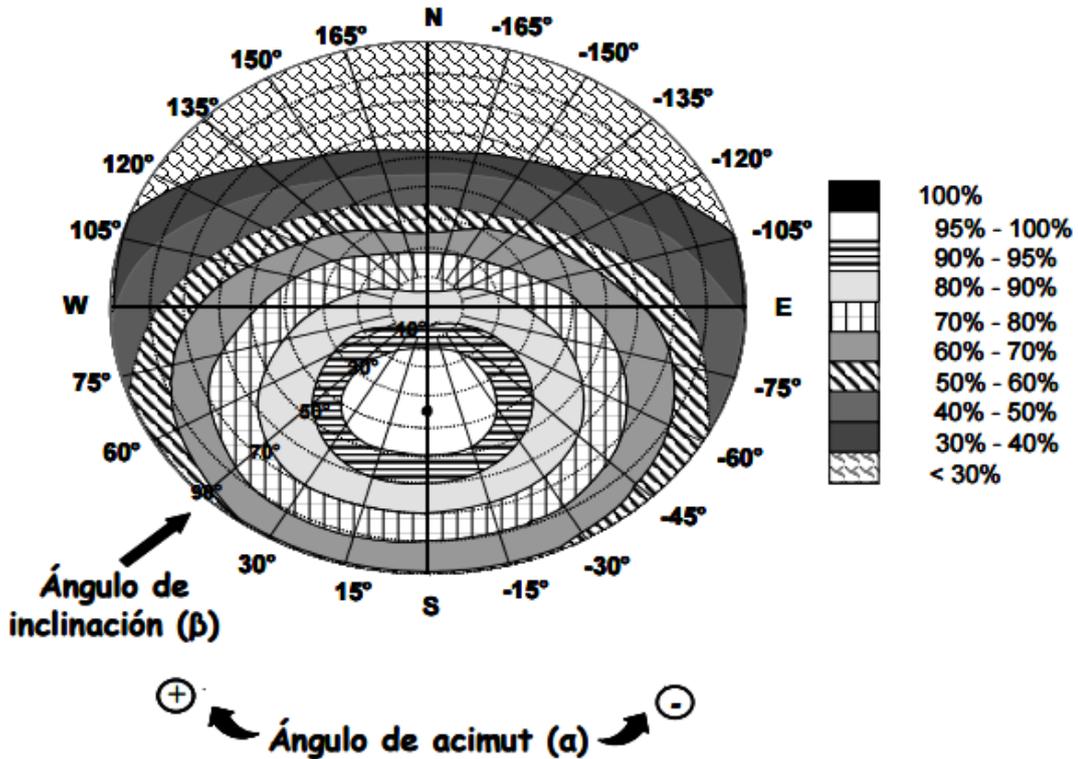


Figura 3-11 Porcentaje de energía útil en relación a la orientación e inclinación[1]

Teniendo en cuenta nuestras coordenadas, mediante el programa PVSyst hallamos las inclinaciones óptimas anuales, de verano y de invierno; como se pueden ver en las Figuras 3-12, 3-13 y 3-14 respectivamente.

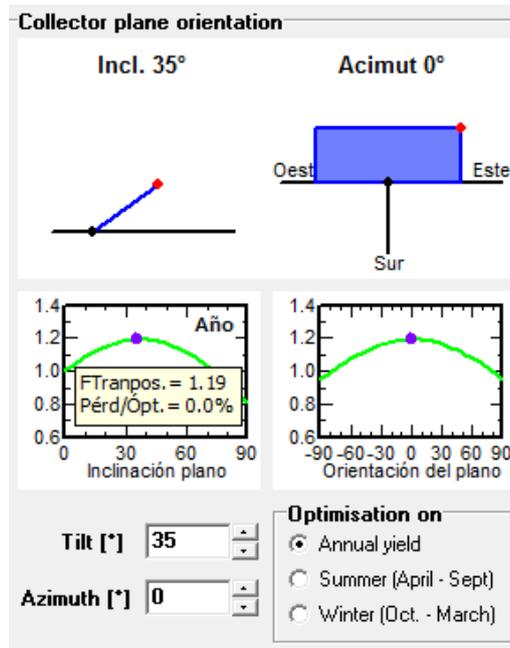


Figura 3-12 Inclinación y orientación óptima anual (PVSYST)

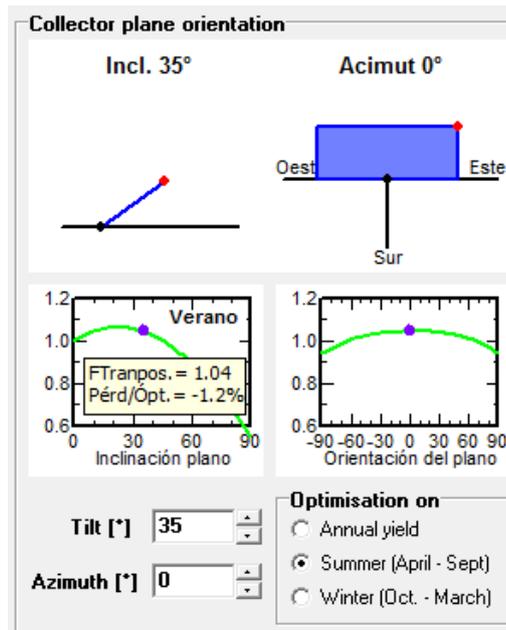


Figura 3-13 Inclinación y orientación óptima en verano (PVSYST)

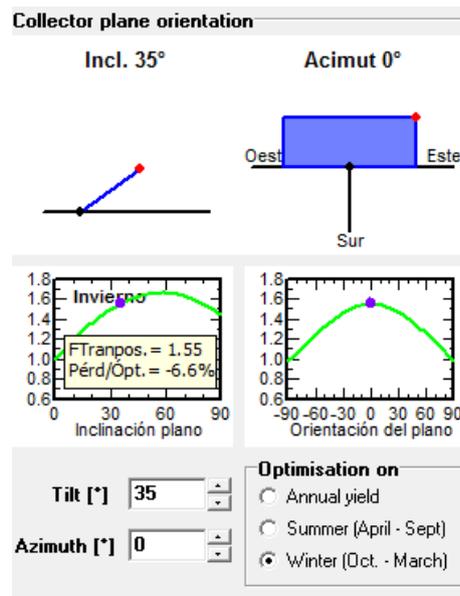


Figura 3-14 Inclinación y orientación óptima en invierno (PVSYST)

3.2.3 Pérdidas por sombras

El cálculo de las sombras dependerá del obstáculo que proyecta la sombra sobre nuestros módulos fotovoltaicos y de esta manera reduce el rendimiento. Para hacer el cálculo se han de sumar las contribuciones de las porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado en la Figura 3-15. En caso de que estén parcialmente ocultas se multiplicará por un factor de llenado.

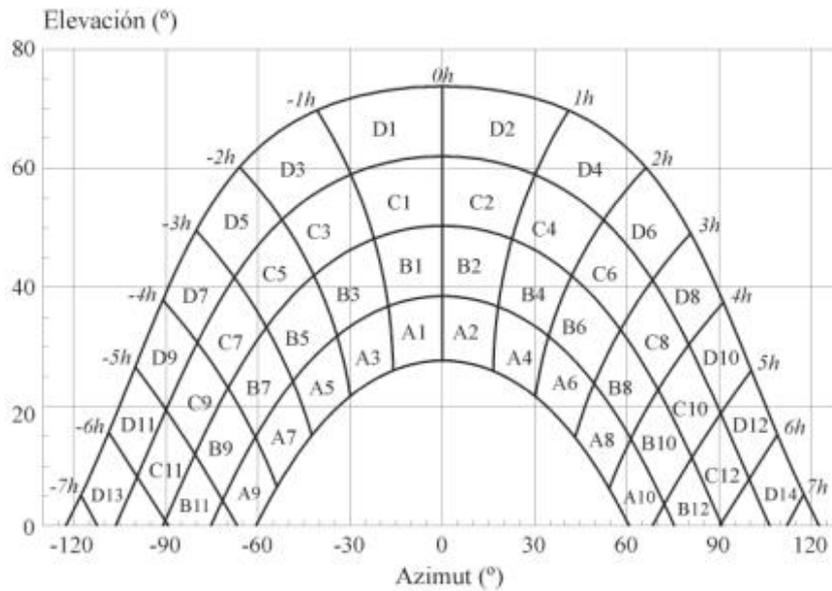


Figura 3-15 Diagrama de trayectorias del Sol [1]

En la Figura 3-16 podemos ver un ejemplo de pérdidas para orientación Sur e inclinación 35°. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente resultase interceptada por un obstáculo.

Tabla V-1

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

Figura 3-16 Tabla de sombras para orientación Sur e inclinación 35° [1]

3.3 Orientación del parking solar y el efecto de las sombras

3.3.1 Orientación

El diseño del parking solar está estrechamente relacionado con la orientación con la cual aparcen los coches.

De esta manera, la primera alternativa (Isaac Peral) sería la más difícil en cuanto a su construcción debido a que la orientación del parking es perpendicular a la orientación óptima de las placas. Por lo tanto mientras que los coches aparcarían en dirección Este-Oeste, los paneles deberían ir orientados al Sur. Además el techo del parking debe tener cierta inclinación para evacuar agua.

La orientación de la segunda alternativa (Explanada) es más favorable, debido a que instalación del parking en dirección Sur no supondría una molestia en las actividades de la escuela. Las placas solares formarían el techo del parking, de manera que supondrá un ahorro económico y tendrá mejor estética.

La tercera alternativa (Hospital) está orientada al Sur. Al igual que en la segunda alternativa (explanada) el techo del parking estará formado por las placas solares.

3.3.2 Sombras

Para el estudio de las sombras que provocarían los edificios cercanos sobre el parking solar se ha usado el programa de diseño Sketchup. En él mediante una geolocalización se ha añadido el área de la ENM donde se situarán las posibles alternativas del parking solar. Una vez hecha la geolocalización, se importan los edificios cercanos, también creados en Sketchup, Figura 3-17. Por no ser objeto del presente proyecto, se han tomado de otro Trabajo Fin de Grado realizado en el curso presente cuyo objetivo es la estimación del potencial fotovoltaico integrado en edificios en las instalaciones de la Escuela Naval Militar.

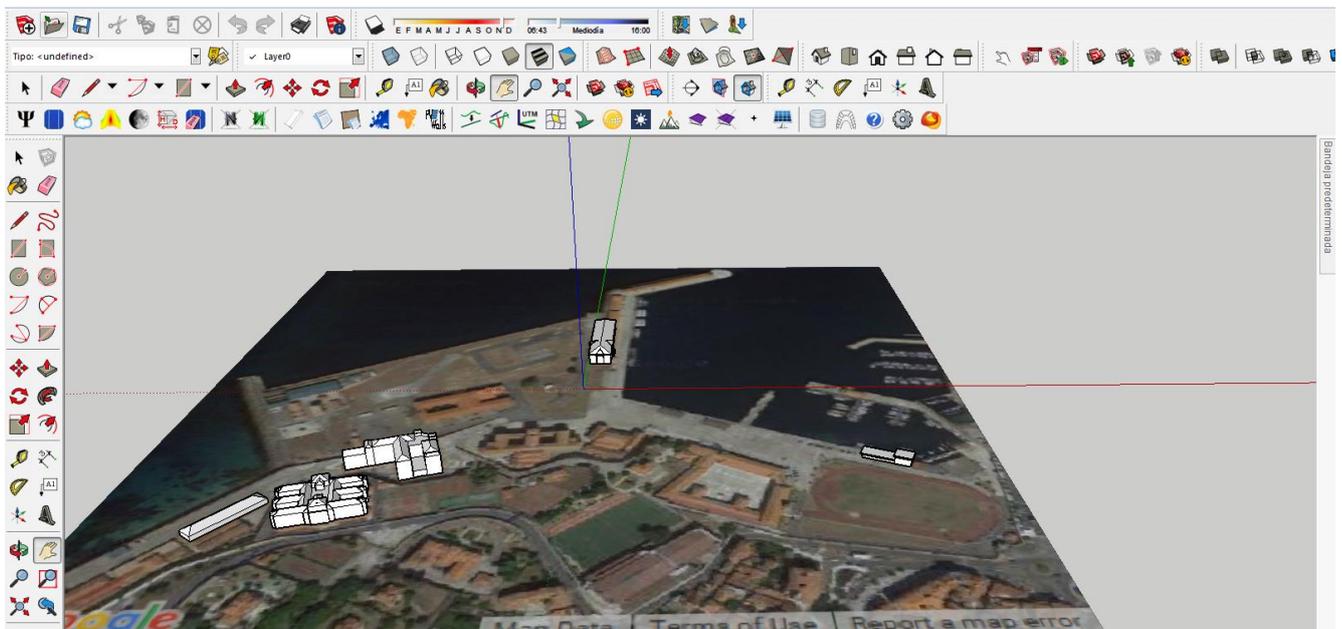


Figura 3-17 Colocación de edificios sobre la geolocalización en Sketchup

Una vez ubicados los edificios más cercanos, se importa un modelo del parking con la finalidad de hacer un estudio de sombras para cada ubicación. Las dimensiones escogidas para el parking son: 10m de largo y 5m de ancho. Se eligen estas dimensiones con el motivo de crear un aparcamiento para cuatro coches. Las dimensiones serán: 5m de ancho que coincide aproximadamente con la longitud de un coche y 10m de largo suponiendo que un coche tiene una anchura de 2m, por lo tanto para cuatro coches sería $8m + 2m$ de margen.

Mediante el plugin Skelion instalado en el programa de diseño Sketchup se hace dicho estudio para los diferentes meses y horas del día, como se muestra en la Figura 3-18. Siempre se utiliza la hora más desfavorable para realizar el estudio de sombras.

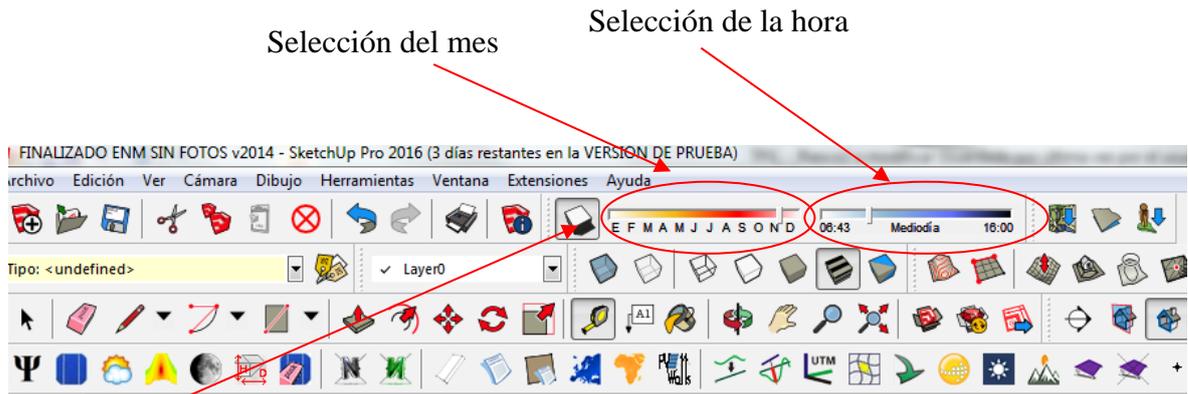


Figura 3-18 Simulación de sombras mediante Skelion

Activar sombras

Primera alternativa (Figura 3-19)

En la primera alternativa en ningún momento interviene la sombra del edificio Isaac Peral, situado al norte.

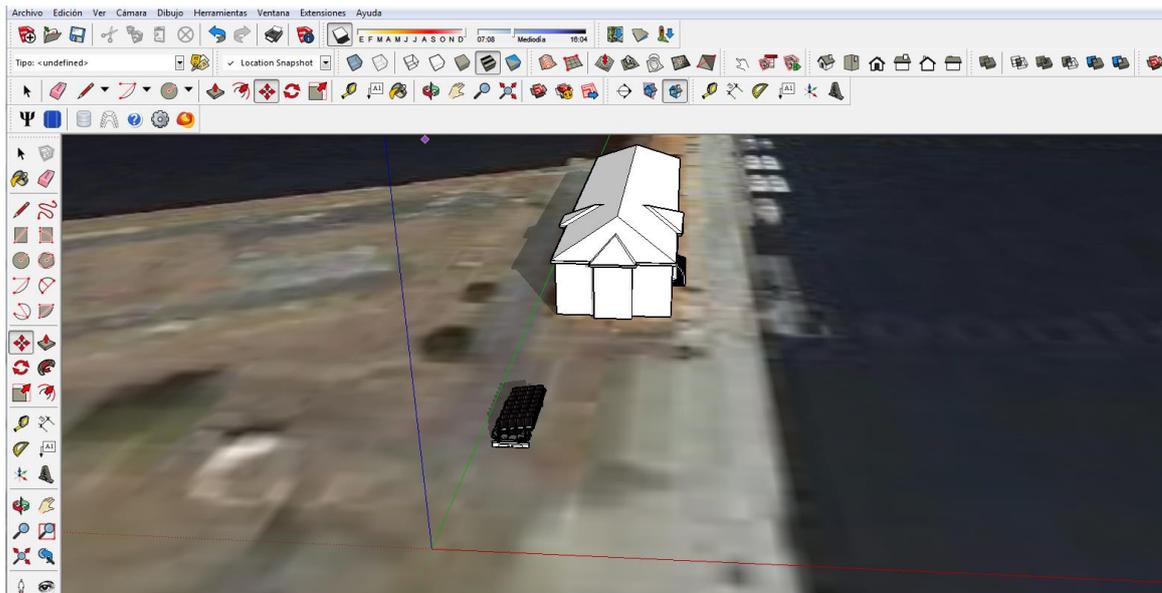


Figura 3-19 Simulación de sombras para la primera alternativa

Lo que si afectaría es la sombra de los paneles como se puede ver en la Figuras 3-20 y 3-21, provocando una separación entre paneles que supondría una disminución en cuanto a eficiencia, debida a que la separación entre paneles implica que haya menos paneles y por lo tanto menos potencia instalada para una misma superficie.

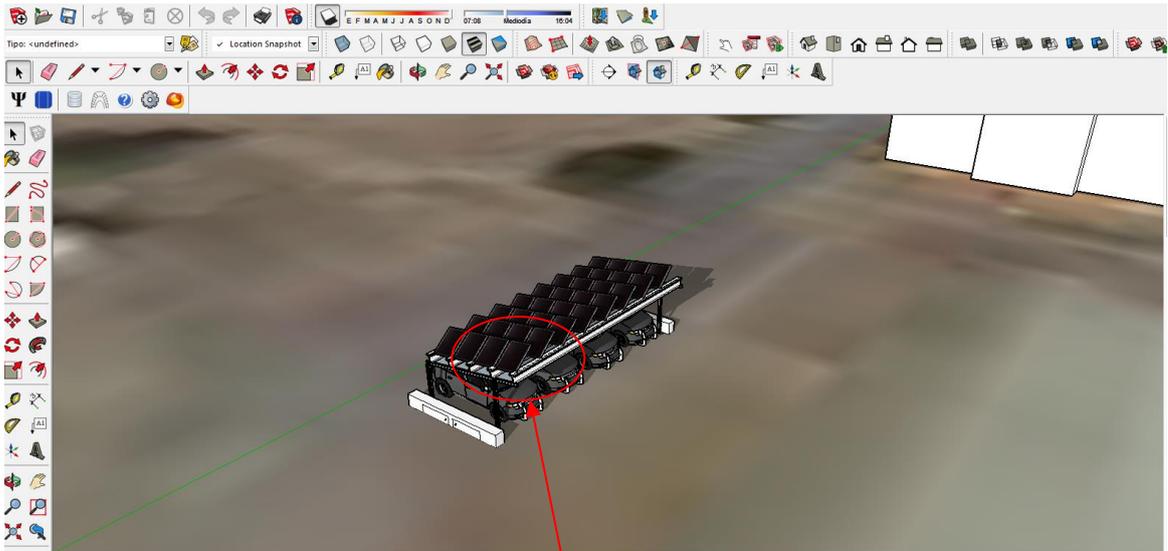


Figura 3-20 Sombra proyectada entre paneles

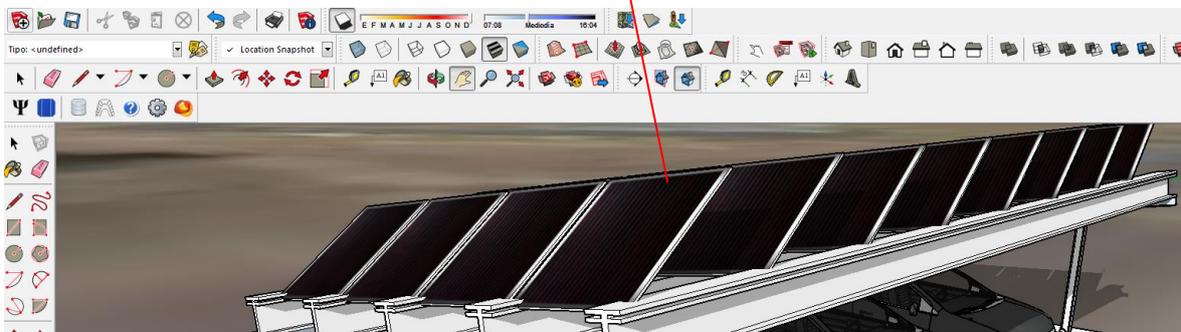


Figura 3-21 Ampliación de la Figura 3-20

Segunda alternativa (Figura 3-22)

La segunda alternativa tampoco se vería afectada por la sombra del edificio de seguridad que tiene al lado, siendo la siguiente imagen la simulación de la sombra en las peores condiciones posibles que pudiesen afectar al rendimiento de las placas fotovoltaicas: en invierno y durante el orto solar.

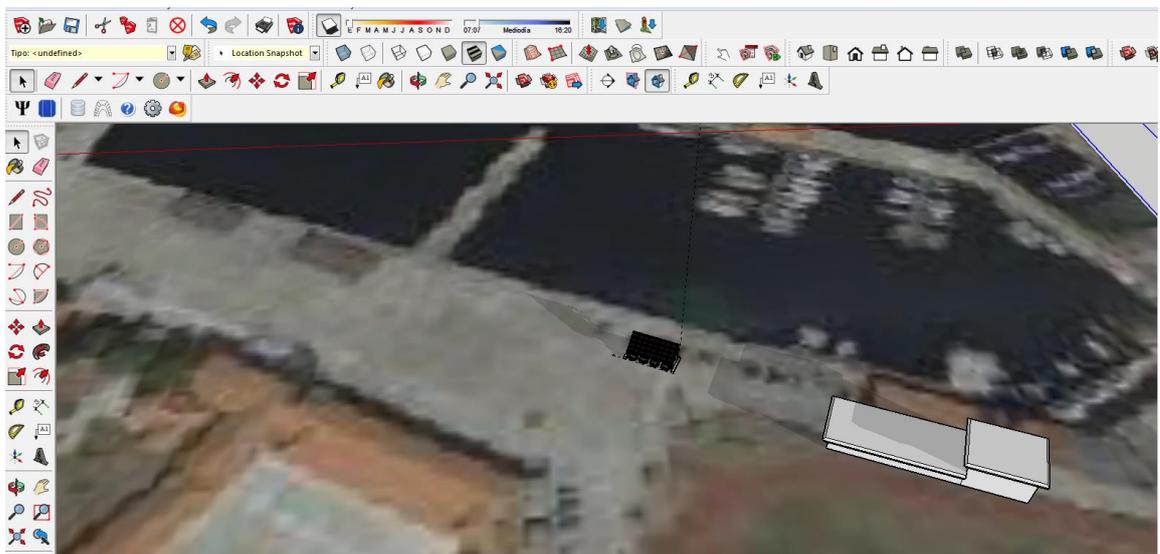


Figura 3-22 Simulación de sombras para la segunda alternativa

Tercer alternativa (Figura 3-23)

Esta alternativa sería la única que se vería afectada por la sombra como se muestra a continuación en la Figura 3-23.

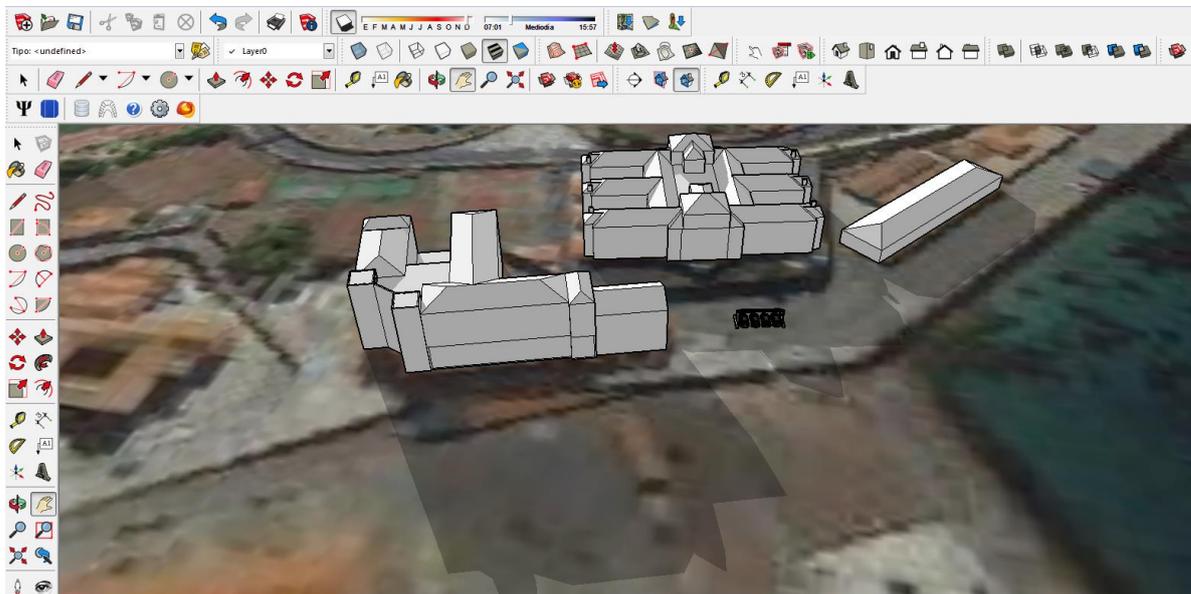


Figura 3-23 Simulación de sombras para la tercer alternativa

3.4 Posibles usos de la energía generada en el parking solar

En este apartado se hace un estudio desde un aspecto económico y funcional de la instalación de baterías como sistema de almacenamiento de energía en el parking solar. La idea es usar cierto número de baterías que permitan almacenar la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos, con la finalidad de su uso a la hora de la recarga de un coche eléctrico. De esta manera la electricidad producida y no consumida en el instante se almacenaría en dichas baterías, las cuales podrían ser de utilidad a la hora de cargar un coche eléctrico en horas en las que no haya luz solar.

En la tabla 3-1 se muestra el precio y las características de cuatro tipos distintos de baterías las cuáles se han considerado como apropiadas para nuestras necesidades en el parking solar.

	Batería GEL/AGM Victron Energy	Batería Trojan J- 185P-AC	Batería OPzS 910 Victron Energy	Baterías TAB OpzV 800
Amperaje-hora	220Ah(C100)	226Ah(C100)	910Ah(C120)	971Ah(C100)
Voltaje	12 V	12V	2V/vaso	2V/vaso
Peso (kg)	66	52	50	65
Medidas (cm)	522x238x240	380x176x374	145x206x711	210X233X646
Ciclos descarga 80%	400	600	1500	1200
Precio (€/unidad)	±520	288.85	420€/vaso	750€/vaso

Tabla 3-1 Comparación de baterías

Todas las fichas de las anteriores baterías se encuentran en Anexo II.

La media de consumo de los coches eléctricos oscila entre 15 y 20 kWh, aunque existen modelos como el Nissan Leaf que consume 30kWh y tiene una autonomía de 250 Km [27]. Poniéndonos en este caso, uno de los vehículos eléctricos que más energía consume, se realizan los siguientes cálculos para tener en cuenta el número de baterías que harían falta en el diseño del parking solar para una carga de dicho coche.

Estableciendo un amperaje-hora de 220Ah y un voltaje de 12V para cada batería, obtenemos una energía resultante de 2,64 kWh. Si para una carga del Nissan Leaf necesitamos 30kWh, necesitaríamos en ese caso un total de 12 baterías.

$$E = P * t = V * I * t = 220Ah * 12V = 2,64KWh$$

$$30KWh/2.64KWh \sim 12 \text{ baterías}$$

Redondeando a un precio de 500€ a cada batería Victron Energy, el coste sería de 6000€. En el caso de usar dos estaciones de carga, una a cada lado del parking el gasto sería el doble: 12000€.

$$12 \text{ baterías} * 500\text{€/batería} = 6000\text{€}$$

Sin embargo en el caso de las baterías Trojan, un pallet de 24 unidades sale por el precio de 6240€, 260€/unidad; casi la mitad de precio que las Victron Energy.

A parte del precio que supondría tal cantidad de baterías, sobre todo si elegimos las baterías OpzS y OpzV las cuales tienen mejores prestaciones, hay otros inconvenientes a la hora de hacer un parking solar con almacenamiento energético en baterías. Uno de ellos sería el tiempo de vida de las baterías en función a su uso, en caso de que las baterías se descarguen hasta ciertos niveles supone un acortamiento en su vida útil. Por ejemplo para la batería Gel Victron Energy su duración de vida en cuanto a ciclos varía desde 400 ciclos en descarga 80% hasta 1500 ciclos en descarga 30%. Por este motivo debería estar limitada la descarga de las baterías hasta un cierto nivel.

Otro inconveniente relacionado con el anterior vendría cuando se presentase el problema de cargar un coche eléctrico en el momento en que las baterías estén descargadas o hayan superado el nivel de descarga previamente establecido. En ese caso necesitaríamos una conexión a la red que cargue los coches eléctricos sin límite de cargas puesto que la demanda de energía a las baterías no será constante, pudiendo haber días donde no se cargue ningún coche y días en que se necesite cargar varios. Además cuando las baterías estén llenas la energía producida sobrante se deberá aprovechar inyectándola a la red. Para todo esto se necesitaría la ayuda de un autómatas, lo cual supondría un gasto y una complicación adicional al parking solar.

El almacenamiento de energía en baterías supondría también pérdidas de rendimiento. Por ejemplo se produce cierta cantidad de energía fotovoltaica, la cual es almacenada en las baterías y posteriormente es entregada al coche eléctrico por medio de un inversor. Habría pérdidas adicionales al llevar la energía a las baterías, al almacenarla y al extraerla de ellas.

Por otra parte sería más sencillo y económico inyectar la energía obtenida por medio de los módulos fotovoltaicos directamente a la red de la ENM a través de un inversor, y a la hora de cargar los coches eléctricos usar la energía de la red. Por lo tanto en nuestro caso interesaría inyectarla a la red interna de la ENM, pues actualmente las leyes no favorecen el uso de la energía fotovoltaica, como se puede ver en el BOE-A-2015-10927[28] y el precio de la energía por parte de las compañías hace que la conexión a la red externa no sea rentable.

4 DISEÑO

4.1 Selección de la alternativa de diseño más adecuada

Después de contrastar los factores que afectan al diseño del parking solar se elige como ubicación óptima la segunda alternativa (Explanada). De este modo no se necesitará construir una marquesina en cuyo tejado sea necesario colocar los paneles orientados al Sur, pues la propia marquesina ya se encuentra orientada hacia el Sur en este caso. De esta manera los propios paneles solares serán el techo de la marquesina. Tendrá conexión directa a la red de la ENM, debido a que el uso de baterías es descartado por las razones explicadas en el punto 3.4.

Esta alternativa no afecta a la estética de la ENM, ni tampoco interfiere en los actos y desfiles que se vayan a realizar. A pesar de que se encuentra cerca de la dársena, en esa zona el agua no invade la explanada pudiendo provocarle posibles daños de corrosión. Se encuentra cerca de las zonas de máxima actividad laboral. A parte de estos factores, la orientación de esta alternativa permite un diseño sencillo y evita pérdidas por las sombras de los propios paneles, optimizando así el espacio del techo solar.

Después de ver el número de usuarios del vehículo eléctrico por parte del personal que trabaje o estudie en la ENM, se decide únicamente establecer un Wallbox. Por lo tanto no se podrá cargar más de un coche a la vez. Si en un futuro aumentara la demanda de recargas de las baterías de los coches eléctricos, la instalación de otro Wallbox no supondría gran dificultad.

Aunque como hemos visto en el punto 3.2.2 la inclinación óptima anual de los módulos fotovoltaicos es de 35°, se opta por escoger una inclinación de 20°, ya que se hace una simulación en el programa PVSyst y se obtienen que las pérdidas serán del 3.5% de la inclinación óptima. Estas pérdidas son aceptadas debido a que la estética del parking solar, con un techo con inclinación de 35°, es bastante mala. Además dicha inclinación, hacía al parking menos efectivo en su objetivo de proteger a los coches aparcados. La opción de inclinar todos los paneles solares con la inclinación óptima sin formar parte del techo del aparcamiento es descartada, pues supondría una mayor superficie del techo del parking solar al tener en cuenta la separación entre paneles, la cual es necesaria para evitar sombras.

Como se ha explicado en el punto 3.4, el tipo de conexión establecida será a la red ENM debido a la normativa vigente, por tanto será un sistema diseñado para el autoconsumo.

4.2 Componentes del parking solar

4.2.1 Elección del módulo fotovoltaico

Se elige el módulo CS6P – 260M de la marca Canadian Solar de silicio monocristalino, Figura 4-1. La elección de este tipo de módulos se debe a que sus características son las que más se ajustan a nuestra situación y necesidades. Las placas de silicio monocristalino son mejores en zonas nubladas, pues los rendimientos son mayores que las del silicio policristalino sobre todo en los momentos en los que la radiación solar es muy pequeña. Estas placas fotovoltaicas son de un precio asequible, peso no excesivo, alta eficiencia y, resistencia a temperatura y agentes externos. Ver el Anexo IV.



Figura 4-1 Módulo fotovoltaico CS6P – 260M

4.2.2 Elección del inversor fotovoltaico

El módulo fotovoltaico elegido es el Sunny Tripower 10000TL-20, el cual permite la conexión de los paneles fotovoltaicos con el fin de generar corriente trifásica y se adapta a nuestras necesidades, Figura 4-2. La marca SMA es una marca reconocida y con un buen servicio técnico en España. Es comúnmente usada en el ámbito de la energía fotovoltaica con muy buenos resultados. Tiene una buena relación calidad-precio. Ver el Anexo V.



Figura 4-2 Inversor Sunny Tripower 10000TL-20

4.2.3 Elección del SAVE (Wallbox)

El SAVE elegido es el IngeREV City Ground, ideal para uso en vía pública, Figura 4-3. Puede ser usado en los modos de carga 1,2 y 3 según Standard 61851. Este tipo de recargas son las más comunes y usadas por los coches eléctricos. Cuenta con el grado de protección frente a agentes atmosféricos necesaria para su instalación en el exterior, a la vez que cuenta con un sistema de retención y bloqueo para evitar el uso de usuarios no autorizados. Ver el Anexo VI.



Figura 4-3 SAVE IngeREV City Ground

4.2.4 Elección de la marquesina

Elegimos la marquesina de la marca HIASA HMA-10 tipo perfil IPE, Figura 4-4. Se elige este tipo de marquesinas debido a la buena relación resistencia-peso de los perfiles tipo IPE. Esta marquesina se adapta perfectamente a nuestras necesidades, pues vienen prediseñada para utilizarse en parking solares. Estableciendo las dimensiones de nuestro parking solar en 5m de ancho y 10m de largo, este modelo de marquesinas coincide con las dimensiones que nos interesan, pues viene en tramos de 5x5m como se puede ver en la Figura 4-5. De esta manera podrá albergar hasta cuatro coches, lo que fue la idea inicial.

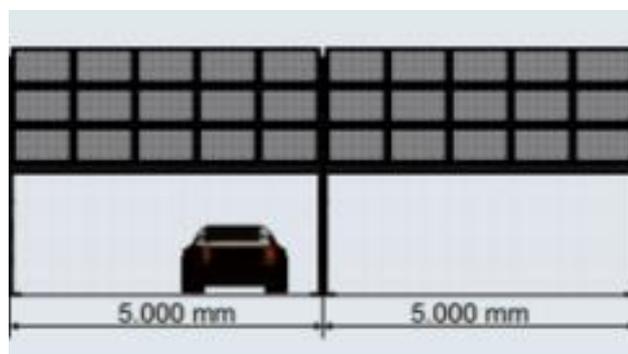


Figura 4-4 Tramos de marquesina HIASA

Todas las uniones entre los distintos elementos son atornilladas, no existiendo soldaduras posteriores al proceso de acabado. Al situarse nuestro parking en un ambiente cercano al mar, el riesgo de corrosión por salinidad es muy alto, por lo que deberán estar cubiertos de una pintura anticorrosiva.

El que los elementos se encuentren atornillados en vez de soldados supone una ventaja en este tipo de ambiente. Ver ANEXO VII para más información sobre la marquesina escogida.

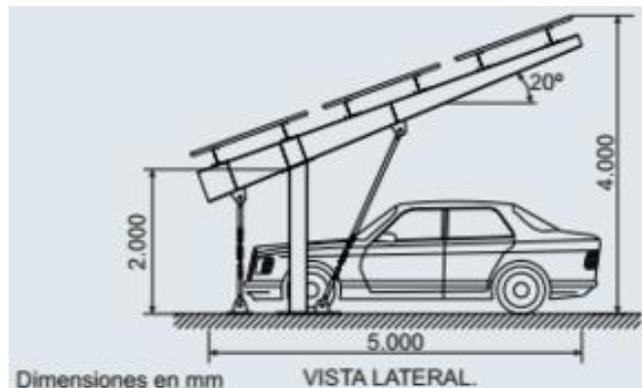


Figura 4-5 Marquesina Solar HIASA HMA-10

El área del techo solar es de 50m^2 , por lo tanto teniendo en cuenta las medidas de los módulos solares previamente se usarán un total de 30 módulos. Se dispondrán en tres filas con 10 módulos cada una. Teniendo en cuenta que cada módulo pesa 19kg el peso total del techo será 570kg.

4.2.5 Funcionamiento eléctrico de un parking solar

En la Figura 4-6 se puede ver el funcionamiento básico de un parking solar similar al que se va a estudiar en este trabajo. En ella se puede observar en la parte superior los módulos fotovoltaicos los cuales a partir de energía solar obtienen energía eléctrica, como ya se ha explicado anteriormente.

La corriente producida por estos módulos es en forma de corriente continua. Esta corriente continua debe ir al inversor donde será transformada en corriente alterna trifásica o monofásica. La corriente inyectada en la red de la ENM será corriente trifásica. Por otro lado, la corriente entregada al Wallbox podrá ser trifásica o monofásica, según el tipo de carga que se esté usando en ese momento.

En la parte inferior y en líneas discontinuas, se representa la posibilidad de utilizar baterías. Las baterías siempre funcionan con corriente continua, por lo que cada vez que se carguen la corriente no será modificada por los inversores y llegará de forma continua desde el generador fotovoltaico. Cuando se descarguen, entregarán la energía al inversor el cual la convertirá a corriente alterna.

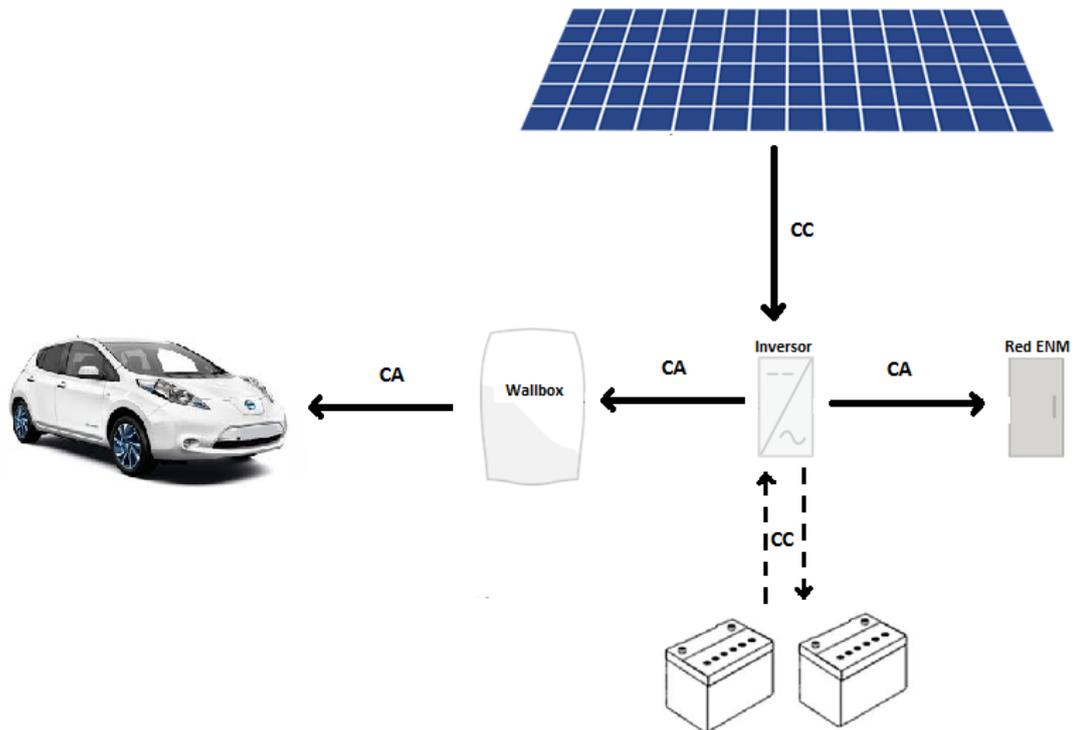


Figura 4-6 Esquema eléctrico de un parking solar

4.3 Cálculo de la energía producida

El cálculo de la energía producida se realiza mediante el programa PVSyst, en el cuál se introducen los diferentes parámetros que el programa usará para calcular los valores de producción de energía de nuestro parking solar.

El PVSyst es un software que permite el estudio de instalaciones fotovoltaicas. Posee una amplia base de datos de la mayoría de los componentes usados en una instalación fotovoltaica. También permite la importación de nuevos componentes y de bases de datos meteorológicas externas. Puede realizar un estudio económico de la instalación, usando costes reales de componentes y precio de la energía eléctrica. Los resultados son presentados como informes, gráficos y tablas.

Al iniciar el programa, éste muestra varias opciones a elegir como se puede ver en la figura 4-7. En este caso se elige la opción de diseño del proyecto y conectado a la red, ya que anteriormente se descartó la opción de usar baterías.

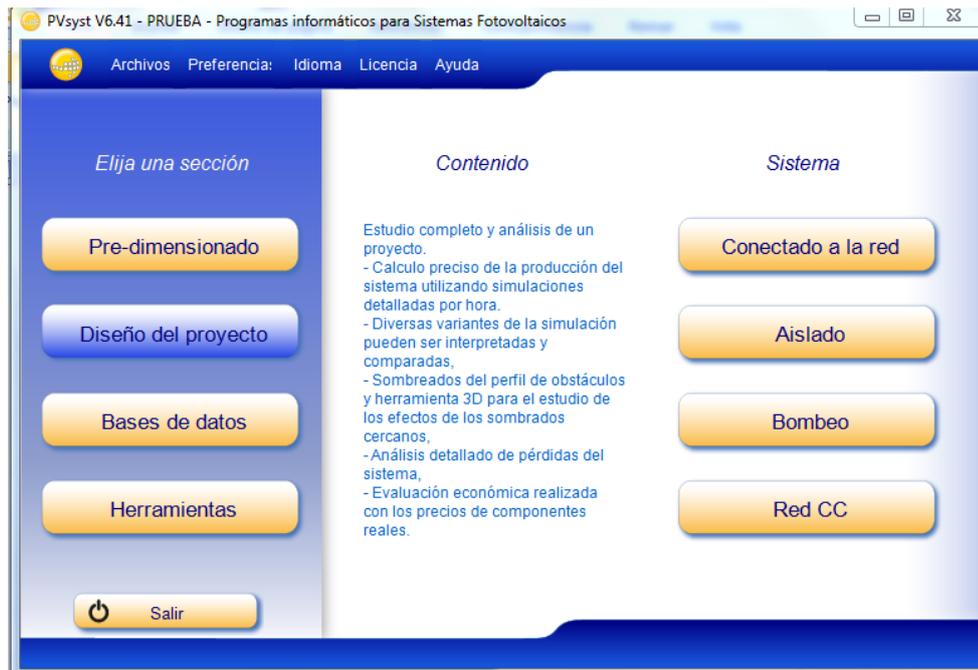


Figura 4-7 Pantalla de inicio PVsyst

Se comienza importando los datos meteorológicos del lugar donde se va a ubicar el parking solar, en nuestro caso se importan los datos del PVGIS. Esto lo hacemos desde su web.[29] Establecemos los parámetros deseados y los resultados obtenidos los pegamos en un bloc de notas, sin cerrar éste abrimos en la pantalla de inicio y hacemos clic sobre bases de datos con el fin de importar una de Marín. Entrando en la opción de importación de base clima y haciendo clic en importar se conseguirá tener dicha base de datos meteorológicos en el PVsyst, como se muestra en la Figura 4-8.

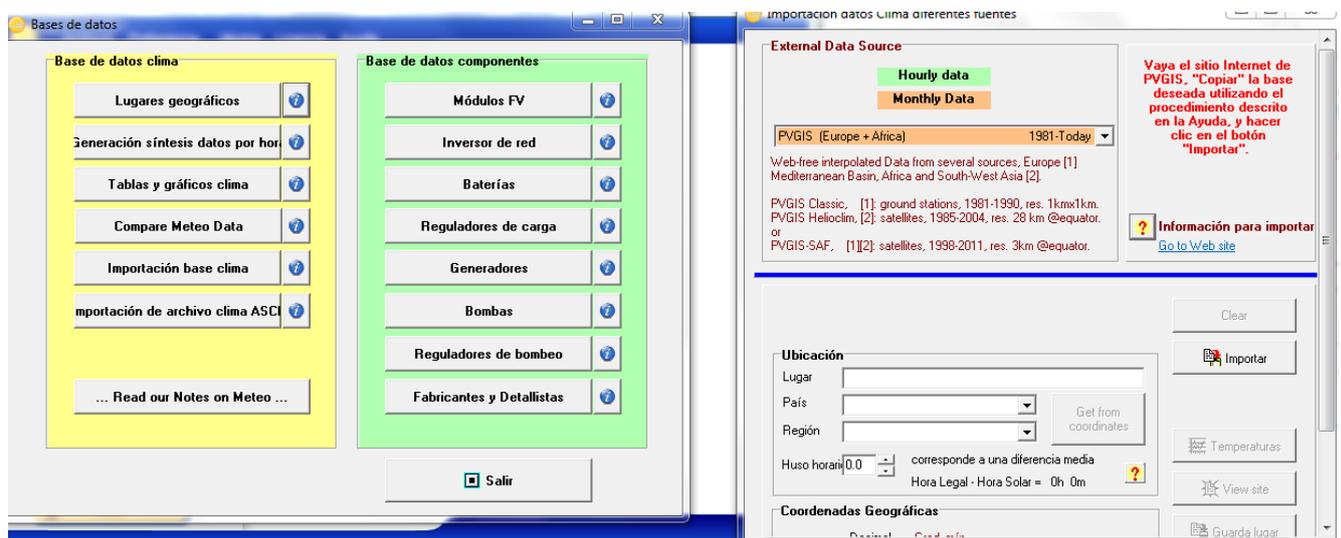


Figura 4-8 Importar base datos meteorológicos

La siguiente pantalla que muestra el programa es la principal, a partir de la cual se accede a las demás con el objetivo de diseñar el proyecto introduciendo todos los parámetros deseados, Figura 4-9.

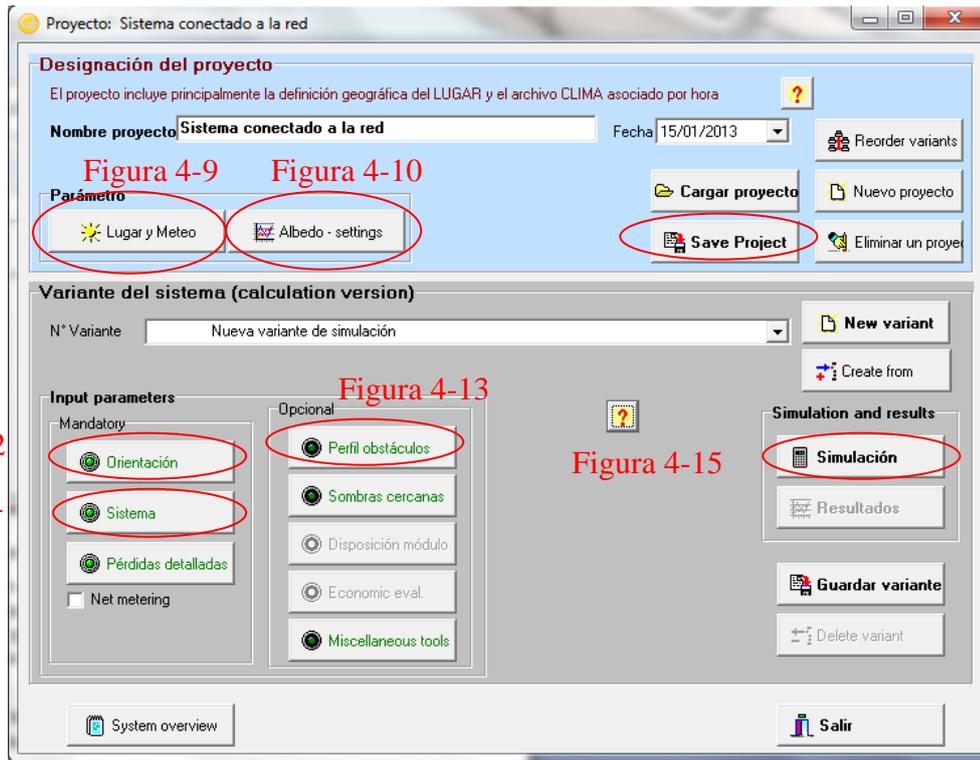


Figura 4-12
Figura 4-14

Figura 4-9 Pantalla principal PVSyst

El primer paso es elegir el lugar en el que se va a realizar el estudio, en este caso Marín (Pontevedra). Para ello previamente se insertaron sus datos meteorológicos como se muestra en la Figura 4-10.

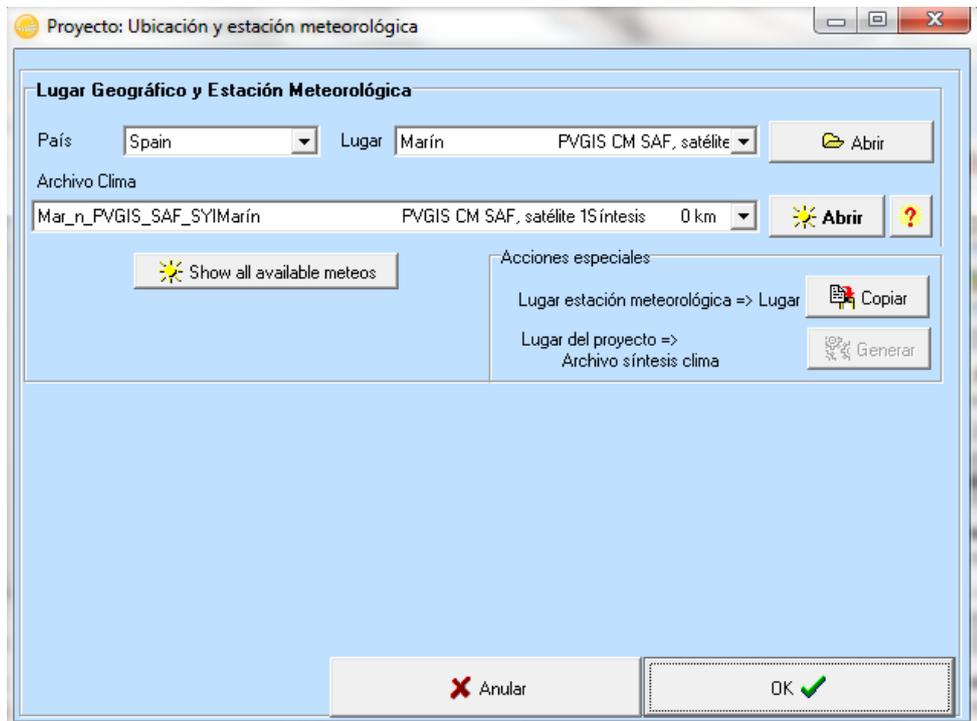


Figura 4-10 Elección datos meteorológicos PVSyst

El siguiente paso es ajustar los parámetros de diseño que se adaptan al estudio. Para ello se hace clic en Albedo-settings y aparecerá pantalla representada en la Figura 4-11.

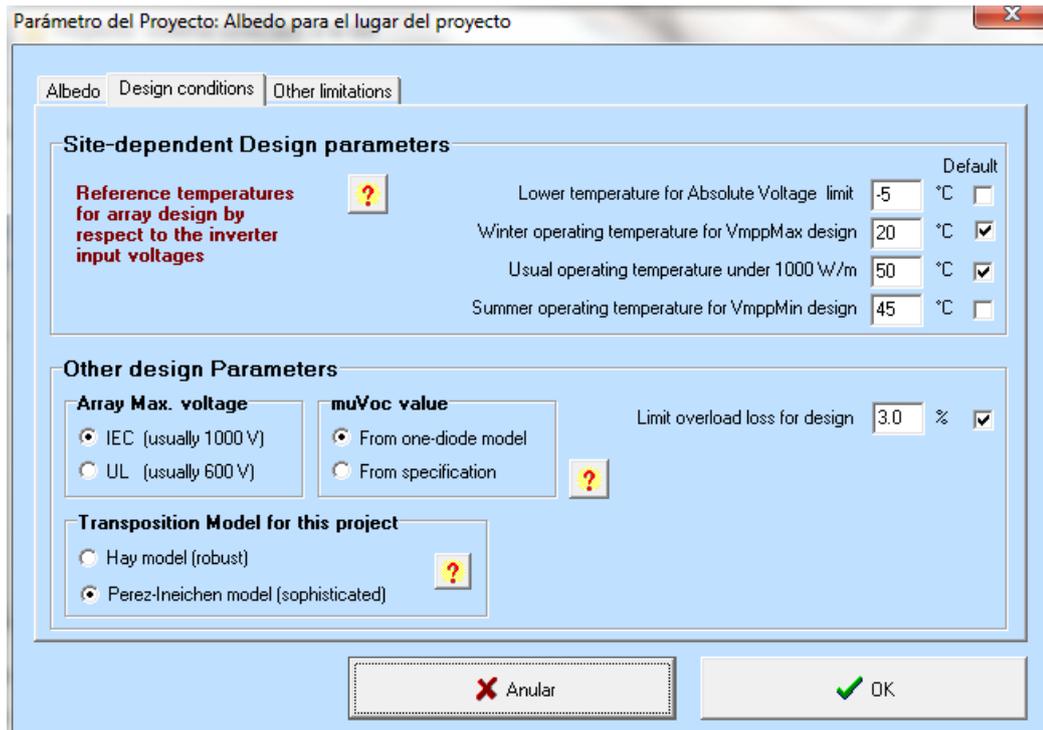


Figura 4-11 Ajustes de diseño PVSyst

Haciendo clic en la opción de orientación de la pantalla principal, se elige una orientación de 0° Sur y una inclinación de 20°, Figura 4-12. El mismo programa PVSyst haciendo clic en el botón de show optimización en esta misma pantalla, nos muestra dos gráficas de la orientación e inclinación ideal para nuestro sistema en caso de invierno, en caso de verano y en promedio anual. En este caso se elige la inclinación de 20° debido a que una inclinación superior como es la óptima: 35°, es demasiado antiestética a la vez que protege menos a los coches. En este trabajo la inclinación es la marquesina elegida (Punto 4.2.4) es de 20°.

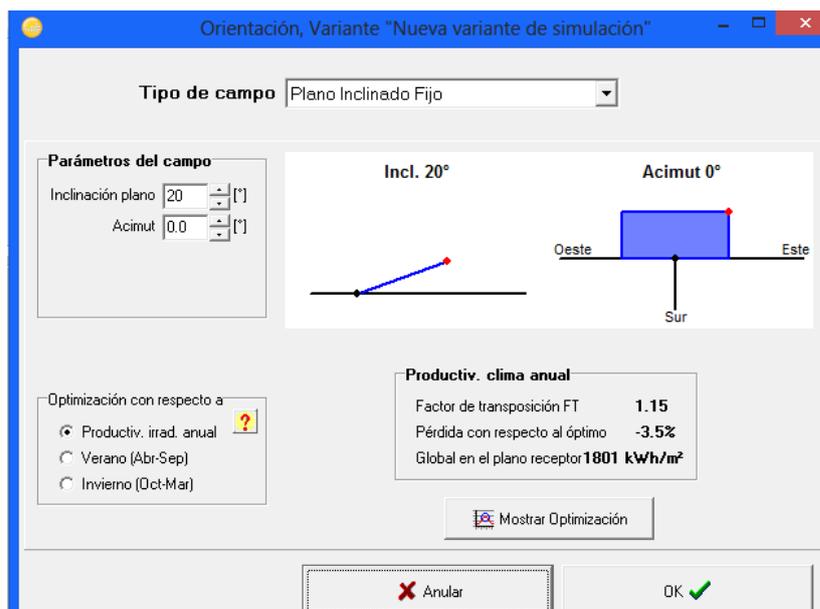


Figura 4-12 Orientación e inclinación PVSyst

A la hora de establecer el perfil de obstáculos, mostrado en la Figura 4-12, no se pondrá nada dejando el sistema sin pérdidas por sombras. Esto se debe a que la elección de la ubicación y el tipo del parking diseñado, hace que ningún módulo fotovoltaico reciba sombras de otro módulo o de algún edificio cercano.

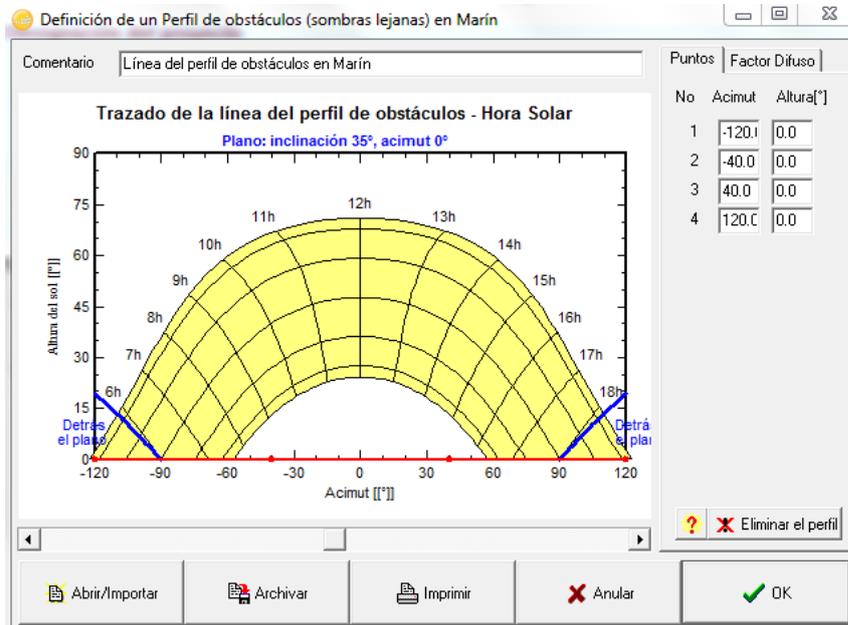


Figura 4-13 Perfil de obstáculos PVSyst

Haciendo clic en el botón de sistema de la pantalla principal, nos lleva a la pantalla donde se definirá el sistema de red, mostrado en la Figura 4-14. De manera que se elegirá el módulo fotovoltaico, el inversor, y se establecerá el número de módulos en serie y en paralelo.

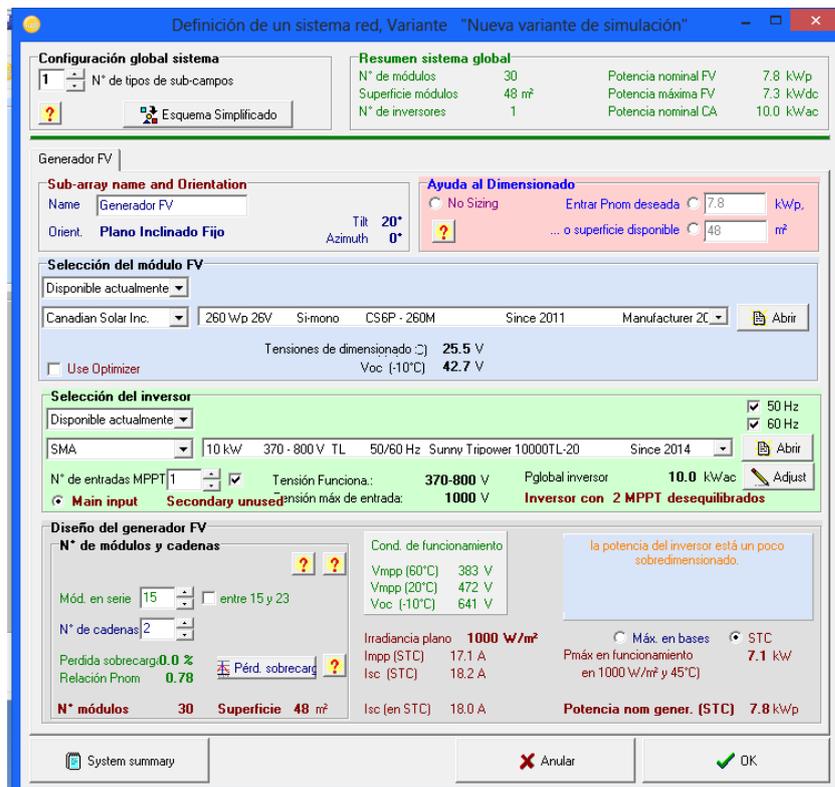


Figura 4-14 Definición del sistema PVSyst

Como se puede ver en la Figura 4-14 el módulo fotovoltaico elegido es el Canadian Solar CS6P-260M de silicio monocristalino y de 260 Wp y 26 V. El inversor es el Sunny Tripower 10000TL-20 de 10kWp y de 370-800 V, de la marca SMA. El número de módulos en serie es 15 y habrá 2 cadenas; siendo la superficie ocupada 48 m². La potencia nominal del generador es de 7,8kWp.

De esta manera se intenta maximizar la potencia en una superficie que se ha determinado que no supere los 50 m², ya que no interesa que sea una superficie mayor debido a que nuestro objetivo es crear un parking para cuatro coches, y se previamente se ha establecido una superficie máxima de 50m².

Una vez establecido el sistema deseado, el siguiente paso es realizar la simulación y estudiar los resultados obtenidos a lo largo de un año. Para ello se hace clic en el botón de simulación de la pantalla principal y nos saldrá lo mostrado en la Figura 4-15.

Simulado el sistema, se pueden obtener los distintos informes, tablas y gráficos del sistema. Incluso existe la opción de que el programa muestre tablas o gráficos cuyas variables han sido elegidas y/o modificadas por el usuario.

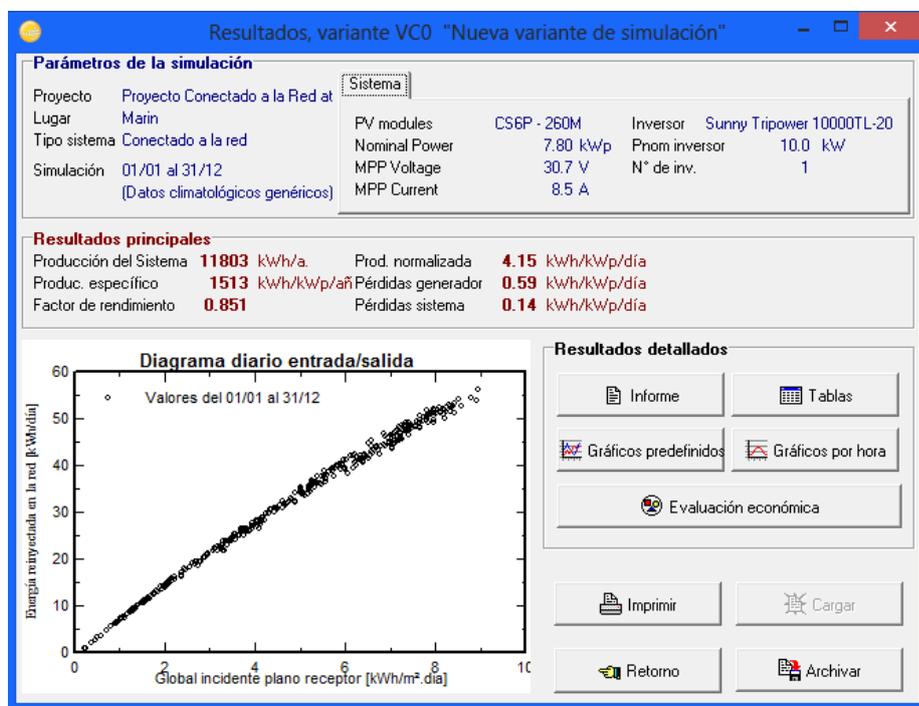


Figura 4-15 Resultados simulación PVSyst

Los valores principales son los siguientes:

- Potencia a la salida del inversor: 11803 kWh/año
- Factor de rendimiento: 0,851
- Producción normalizada: 4,15 kWh/kWp/día
- Pérdidas en el generador: 0,59 kWh/kWp/día
- Pérdidas en el sistema: 0,14 kWh/kWp/día

En la Figura 4-16 se puede el gráfico de producción mensual. Como se puede observar en los meses de verano hay mayor producción de energía que en los meses restantes, llegando a ser casi tres veces mayor en Julio que en Diciembre. A su vez hay un mayor número de pérdidas provocadas por el aumento de generación de energía en los meses de verano, pues a mayor cantidad de energía generada mayor serán las pérdidas. Estas pérdidas también son causa del aumento de energía que se produce en los módulos fotovoltaicos los meses de verano, la cual disminuye su rendimiento ligeramente. En la parte superior en morado se pueden ver las pérdidas relacionadas con el generador y en verde las pérdidas del resto del sistema. En el Anexo III se encuentra la restante información.

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 7.80 kWp

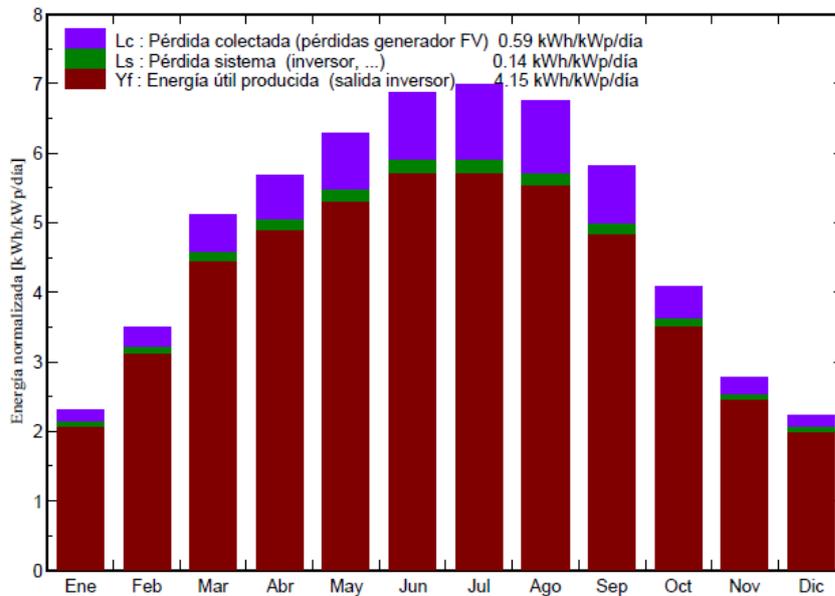


Figura 4-16 Producción y rendimiento del generador fotovoltaico según PVSyst

En la Tabla 4-1 se pueden observar los valores más importantes de manera mensual y anual. Como se ha comentado, la producción en los meses de verano es mucho mayor que en los meses de invierno, llegando a ser casi de tres veces mayor en ciertos meses. A parte del aumento de radiación solar en los meses de verano, lo cual incrementa de manera notable la cantidad de energía generada, el otro factor que interviene es la inclinación. Se adoptó al final una inclinación de 20°, la cual está cerca de la óptima en verano (25°) y lejos de la óptima en invierno (60°) como vimos en el punto 3.2.2.

Nueva variante de simulación
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Enero	50.8	9.70	71.3	68.6	0.519	0.502	15.09	14.59
Febrero	74.2	9.80	98.0	94.7	0.704	0.683	14.89	14.44
Marzo	129.9	11.90	158.5	153.7	1.111	1.077	14.53	14.09
Abril	156.0	13.30	170.3	164.8	1.182	1.146	14.39	13.94
Mayo	189.7	15.60	194.9	188.7	1.327	1.285	14.11	13.66
Junio	206.1	18.10	206.2	199.8	1.383	1.337	13.90	13.44
Julio	214.2	20.00	216.6	210.0	1.433	1.386	13.71	13.26
Agosto	195.0	20.40	209.4	203.0	1.386	1.341	13.71	13.27
Septiembre	148.2	19.60	174.6	169.4	1.172	1.136	13.90	13.48
Octubre	98.6	16.20	126.4	122.3	0.877	0.850	14.38	13.93
Noviembre	58.2	12.10	83.3	80.2	0.596	0.577	14.82	14.35
Diciembre	45.9	10.20	68.9	66.2	0.501	0.483	15.07	14.53
Año	1566.8	14.77	1778.6	1721.5	12.192	11.803	14.20	13.75

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	EffArrR	Eficiencia Esal campo/superficie bruta
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	EffSysR	Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

Tabla 4-1 Resultados de la simulación

4.4 Cableado eléctrico

El cableado a usar se rige de acuerdo a la norma UNE 21123-4, según marca el IDAE [13].

-cable de tensión asignada 0,6/1 Kv

-con conductor de cobre clase 5 (-K)

-aislamiento de polietileno reticulado (R)

-cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)

Se diferenciarán dos zonas distintas para el cálculo de la sección del cableado, ello dependerá del tipo de corriente que vaya a circular por él. La conexión entre los propios módulos se realizará mediante los cables que ellos mismos traen incorporados.

- Para el cálculo de la sección en tramos de corriente continua, desde los módulos hasta el inversor [30]:

$$S = \frac{2 * L * I_{CC}}{u * C}$$

S: sección del conductor (mm²)

L: longitud del conductor (m)

I_{CC}: corriente máxima (A) de cada módulo

u: caída de tensión (V). En nuestro caso 1.5% (punto 2.2.2)

C: conductividad del elemento. Cobre: 56m/Ω*mm²

$$S = \frac{2 * 5 * 8.99 * 2}{56 * 0.015 * 30.7 * 15}$$

El resultado es: $S = 0,46$; por lo tanto deberemos elegir la sección normalizada superior, $S = 1.5 \text{mm}^2$ según REBT. [31]

Se multiplica el voltaje de un módulo (30,7V) por el número de módulos (15) que tiene una cadena. También se multiplica la I_{CC} por dos, debido a que se compone de dos cadenas.

- Para el cálculo de la sección en tramos de corriente alterna, desde el inversor a la red [32]:

$$S = \frac{L * P}{C * u * U_L}$$

S: sección del conductor (mm^2)

L: longitud del conductor (m)

u: caída de tensión (V). En nuestro caso 1.5% (punto 2.2.2)

C: conductividad del elemento. Cobre: $56 \text{m}/\Omega * \text{mm}^2$

U_L : la tensión línea de la red (V)

P: potencia máxima que transporta el cable, potencia máxima a la salida del inversor (W)

$$S = \frac{100 * 10000}{56 * 0.015 * 400 * 400}$$

El resultado es: $S = 7,44$; por lo tanto deberemos elegir la sección normalizada superior, $S = 10 \text{mm}^2$

El precio actual del kWh por parte de Gas Natural Fenosa se estima en 0,14 cent/€ el kWh, pues es el valor medio del coste de la energía en los últimos meses. Asumiendo que nuestro sistema produce 11803kWh cada año, el beneficio anual sería de 1652,42€ cada año. Por lo tanto se necesitarían casi 12 años para amortizar el sistema. Suponiendo que la vida útil de estas placas solares es de 25 años, tendríamos un beneficio hasta que haya que realizar el cambio de placas solares de 22278,5€. Este beneficio aumentará si la evolución de los costes de la energía eléctrica sigue la línea que ha seguido hasta el momento, incrementando su precio.

Por otra parte se estima que la cantidad ahorrada de emisiones de CO₂ a la atmósfera son 649g por kWh generado con módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino en la Península Ibérica [33]. De esta manera si se producen 11803kWh, cada año se estará ahorrando la emisión de 7,65 toneladas de CO₂ a la atmósfera.

En el Anexo VIII se muestra un estudio del Valor Actual Neto, suponiendo un interés del 3%.

6 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

6.1 Conclusiones

Las conclusiones principales de este trabajo son las siguientes:

- Se ha realizado un estudio de los condicionantes de diseño del parking solar que incluyen ubicación, orientación, sombras, estética y posibles usos de la energía eléctrica generada. Se ha concluido que la mejor opción es colocarlo en la explanada, orientado al Sur con inclinación 20° y que los paneles solares formen el techo del propio parking.
- Se hace una propuesta de diseño para un parking de 4 plazas. Dispondrá de 30 módulos fotovoltaicos colocados sobre una marquesina tipo IPE, los cuales proporcionarán una potencia pico de 7,8 kW, con una energía anual de 11803 kWh/año y un rendimiento medio de 0,85.
- Se ha hecho un estudio económico y se ha determinado que la inversión para construir el parking es de 19032 €. Teniendo en cuenta la producción energética anual, se ha estimado que la recuperación de la inversión se haría en menos de 12 años. También se ha estimado que se evita la emisión de 7,65 toneladas de CO₂ al año.

La realización del parking solar estudiado en este proyecto, además de proporcionar un beneficio económico a la Escuela Naval Militar, hará mejorar su imagen y compromiso con las energías renovables y el movimiento sostenible. Siendo el primer paso de la ENM en el uso de esta energía y en poner facilidades a la utilidad de coches eléctricos.

6.2 Líneas futuras

Como posibles trabajos de continuación al presente proyecto, destacan los siguientes:

- Mejora del diseño de la marquesina desde el punto de vista estético y funcional.
- Diseño de una marquesina propia con su correspondiente estudio económico y estructural. De esta manera se podrá contrastar las ventajas de comprarla o diseñarla. A su vez podrá realizar un estudio aún más detallado del sistema eléctrico del parking solar y de su posible conexión a la red.

- Estudio de alternativas de rentabilidad en función de un inminente cambio legislativo respecto a la energía solar fotovoltaica.
- Aumento del tamaño del parking solar, con el fin de aumentar la producción e incrementar el número de plazas para aparcar. Relacionado con esto, realizar los nuevos cálculos de producción energética e instalar mayor número de Wallbox, en función de la demanda de coches eléctricos.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, «IDAE,» 2011.
- [2] A. Martí, «Fundamentos de la conversión fotovoltaica: la célula solar,» de *Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*, Madrid, EDITORIAL CIEMAT, 2007.
- [3] J. Balenzategui, «Tecnología de células solares de silicio cristalino,» de *Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*, Madrid, EDITORIAL CIEMAT, 2007.
- [4] M. T. Gutierrez, «Tecnología fotovoltaica de silicio amorfo,» de *Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*, Madrid, EDITORIAL CIEMAT, 2007.
- [5] J. H. C. Guillen, «Materiales policristalinos de lámina delgada,» de *Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*, Madrid, EDITORIAL CIEMAT, 2007.
- [6] D. Pérez, «Sistemas fotovoltaicos de concentración,» de *Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*, Madrid, EDITORIAL CIEMAT, 2007.
- [7] «Ingemecanica,» [En línea]. Available: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>. [Último acceso: 20 Febrero 2016].
- [8] M. C. Alonso, «El generador fotovoltaico,» de *Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*, Madrid, EDITORIAL CIEMAT, 2007.
- [9] BOE, «Documento Básico HE, Ahorro de energía,» 2013.
- [10] Consejería de Industria, comercio y nuevas tecnologías (Gobierno de Canarias), «Instalaciones de energías renovables. Instalaciones fotovoltaicas».
- [11] «parkingscastello,» [En línea]. Available: www.parkings.castello.com. [Último acceso: 20 Febrero 2016].
- [12] «parkingsymarquesinas,» [En línea]. Available: www.parkingsymarquesinas.com. [Último acceso: 20 Febrero 2016].

- [13] IDAE, «Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red».
- [14] Ministerio Industria, Energía y Turismo, «Instalaciones Generadoras de Baja Tensión,» 2013.
- [15] Ministerio de Industria, Energía y Turismo, «Real Decreto 1699/2011, Conexión a Red de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica de Pequeña Potencia».
- [16] «electromaps,» [En línea]. Available: <http://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/espana/pontevedra>. [Último acceso: 30 Enero 2016].
- [17] «electromaps,» [En línea]. Available: <http://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/mapa>. [Último acceso: 30 Enero 2016].
- [18] «Solardelvalle,» [En línea]. Available: <http://www.solardelvalle.es/es/proyectos/energia-solar-fotovoltaica/parking-facultad-de-ciencias-empresariales-etea?tab=tab2>. [Último acceso: 12 Febrero 2016].
- [19] «Energética21,» [En línea]. Available: <http://www.energetica21.com/noticia/16-mw-en-el-parking-del-hospital-infanta-leonor-de-madrid>. [Último acceso: 12 Febrero 2016].
- [20] «krannich-solar,» [En línea]. Available: <http://es.krannich-solar.com/es/empresa/instalaciones-fotovoltaicas/pergola-de-aparcamiento-en-arcaute-alava.html>. [Último acceso: 14 Febrero 2016].
- [21] «motorpasionfuturo,» [En línea]. Available: <http://www.motorpasionfuturo.com/medio-ambiente/6000-plazas-de-parking-fotovoltaicas>. [Último acceso: 12 Febrero 2016].
- [22] «genpower,» [En línea]. Available: <http://www.genpower.es/proyectos-fotovoltaicos-increibles-el-aparcamiento-mas-grande-del-mundo-cubierto-por-modulos-fotovoltaicos/>. [Último acceso: 20 Febrero 2016].
- [23] «endesavehiculoelectrico,» [En línea]. Available: <https://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculo-electrico/el-vehiculo/tipos>. [Último acceso: 9 Febrero 2016].
- [24] «Electromovilidad,» [En línea]. Available: <https://electromovilidad.net/tipos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>. [Último acceso: 8 Febrero 2016].
- [25] «endesavehiculoelectrico,» [En línea]. Available: <https://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculo-electrico/el-vehiculo/historia>. [Último acceso: 9 Febrero 2016].
- [26] «ibil,» [En línea]. Available: <https://www.ibil.es/index.php/es/movilidad-electrica/la-recarga/tipos-de-recarg>. [Último acceso: 12 Febrero 2016].
- [27] «www.nissan.es,» [En línea]. Available: <http://www.nissan.es/ES/es/vehicle/electric-vehicles/leaf/charging-and-battery/charging-nissan-leaf-and-battery.html>. [Último acceso: 8 Febrero 2016].
- [28] Boletín Oficial del Estado, «10927,» 2015.
- [29] «PVGis,» [En línea]. Available: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>. [Último acceso: 24 Febrero 2016].
- [30] I. P. Cilveti, «Proceso de Creación de una Planta Solar Fotovoltaica Conectada a Red,» Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2010.

- [31] Ministerio de Ciencia y Tecnología, «Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión,» 2013.
- [32] Ministerio de ciencia y tecnología, «Cálculo de las caidas de tensión,» 2003.
- [33] IDAE, «Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final,» 2014.
- [34] Ciemat , IrSolav, [En línea]. Available: <http://www.adrase.ciemat.es/mapa-zona-peninsula/index.php>. [Último acceso: 8 Febrero 2016].
- [35] «cleanenergy,» [En línea]. Available: http://blog.cleanenergy.org/files/2009/12/about-think-and-think-city_incl-techspecs.pdf. [Último acceso: 2 Febrero 2016].
- [36] «Endesaeduca,» [En línea]. Available: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/coche-electrico. [Último acceso: 8 Febrero 2016].
- [37] «revanxr,» [En línea]. Available: <http://revanxr.hpage.co.in/>. [Último acceso: 11 Febrero 2016].
- [38] T. CITY, «thinkev-usa,» [En línea]. Available: <http://www.thinkev-usa.com/customer-resources/think-city-battery-manual.pdf>. [Último acceso: 20 Febrero 2016].

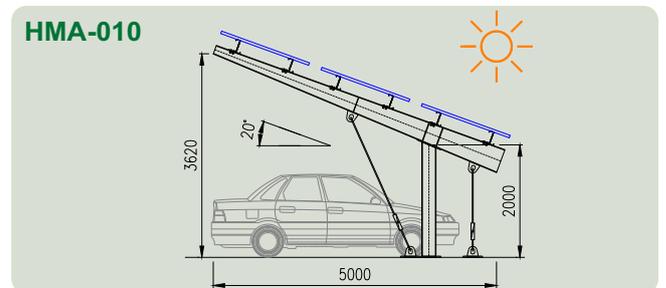
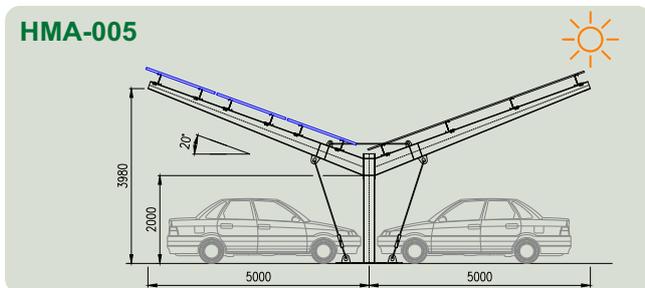
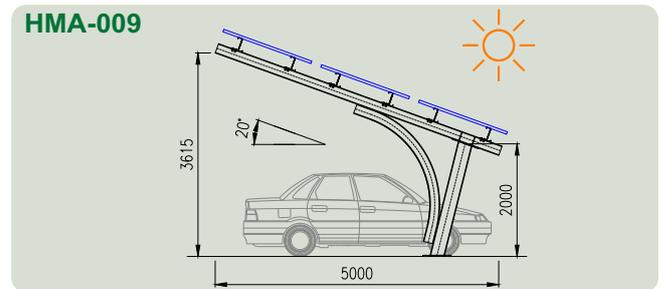
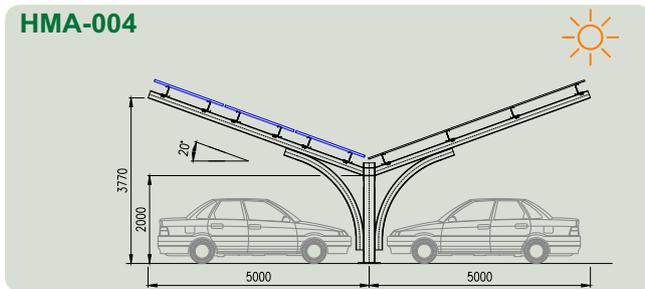
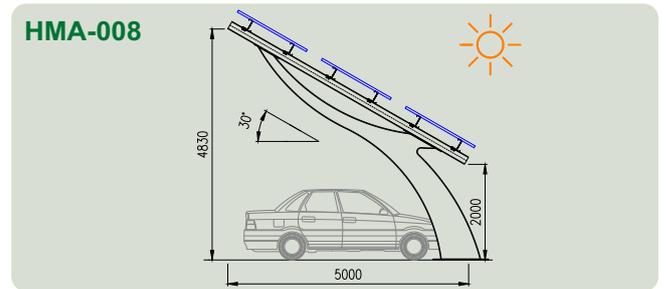
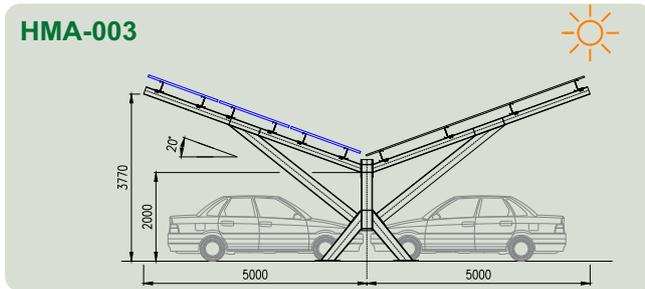
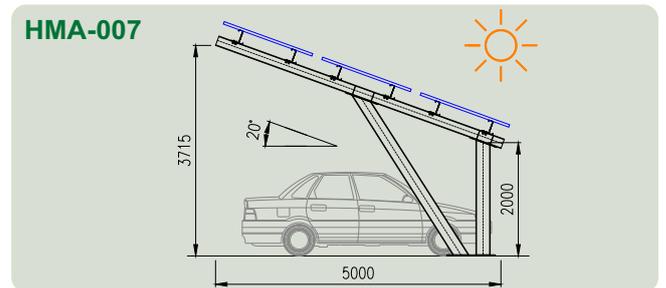
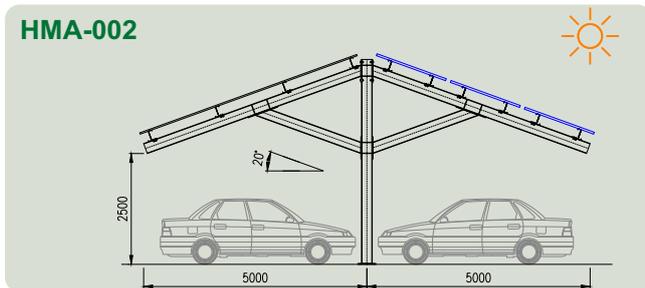
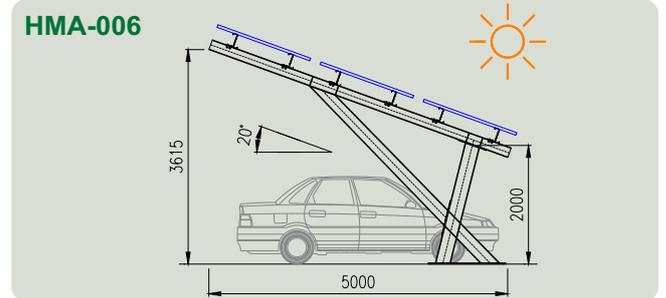
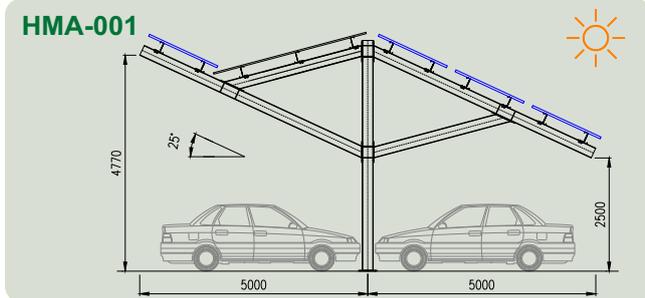
ANEXO I: TIPOS DE MARQUESINAS HIASA



Tipologías Estructurales para Instalaciones Solares Fotovoltaicas

ESTRUCTURAS PARA MARQUESINAS DE APARCAMIENTO

1.- TIPOS DE MARQUESINAS.



PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO.
CERRAMIENTO DE CUBIERTA.

DIMENSIONES EN MILÍMETROS.





Tipologías Estructurales para Instalaciones Solares Fotovoltaicas

ESTRUCTURA SOLAR DE MARQUESINAS PARA APARCAMIENTO

HMA-01

DIVISIÓN DE ESTRUCTURAS

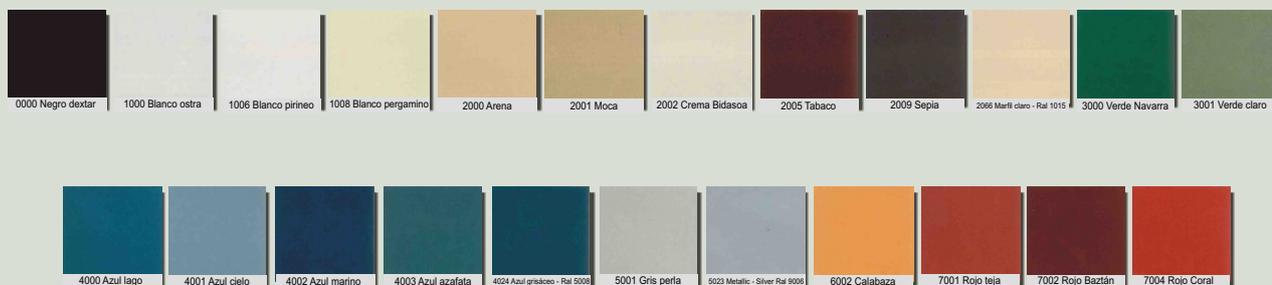
1.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS MARQUESINAS.

- Todos los elementos que conforman las marquesinas se pueden suministrar en acero de calidad S235, S275JR o S355JR.
- En estas estructuras las uniones entre todos los elementos son atornilladas, no existiendo soldaduras posteriores al proceso de acabado.
- Todos los elementos estructurales así como la tornillería son galvanizados en caliente por inmersión según UNE-EN ISO1461.
- Los elementos galvanizados presentan una durabilidad conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 14.713, en función del tipo de ambiente al que se encuentran expuestos.
- Son perfectamente adaptables a diferentes dimensiones de aparcamiento, siendo las dimensiones básicas de 5 m x 5 m (dos plazas de aparcamiento estándar).
- Son adaptables a cualquier dimensión de panel solar fotovoltaico, y se pueden instalar tanto en vertical como en horizontal.
- El cerramiento, en la zona en la que no lleva paneles por estar orientado al norte, puede ser de chapa simple en varios colores o en otros materiales según los requerimientos del cliente (policarbonato, metacrilato...).

2.- HIPÓTESIS DE CARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES.

- Carga de Peso Propio.
(Paneles + estructura).
- Carga de Nieve.
(Según norma de calculo en función de las necesidades y ubicación de la obra).
- Carga de Viento considerada.
(Según norma de calculo en función de las necesidades y ubicación de la obra).

3.- CARTA DE COLORES DEL CERRAMIENTO DE CUBIERTA. (PLACAS NERVADAS/CONFORMADAS).



HIERROS Y APLANACIONES, S. A.
 Polígono Industrial de Cancienes, s/n. 33470 - Corvera, Asturias ESPAÑA (SPAIN)
 Tel: + (34) 985 128 200. Fax: + (34) 985 505 361
 comercial_hiasa@gonvarri.com - energiasolar_hiasa@gonvarri.com
 www.hiasa.com



ANEXO II: CARACTERÍSTICAS BATERÍAS

BATERÍAS SOLARES



TAB 

Baterías solares OPzS

www.victronenergy.com



OPzS Solar batteries 910

Baterías de placa tubular inundada de larga duración

Vida útil: >20 años a 20°C, > 10 años a 30°C, >5 años a 40°C.
Cantidad de ciclos posibles: más de 1.500 ciclos al 80 % de descarga.
Fabricada según las normas DIN 40736, EN 60896 y IEC 61427.

Mantenimiento reducido

En condiciones normales de funcionamiento, se deberá añadir agua destilada cada 2 – 3 años a 20°C.

Baterías de carga en seco o de electrolitos listas para usar

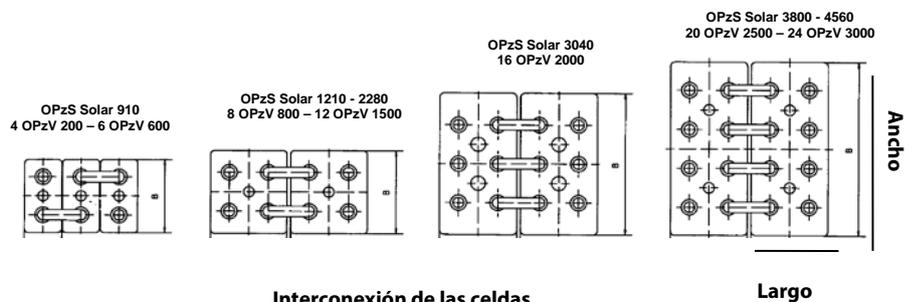
Las baterías están disponibles rellenas de electrolito o cargadas en seco (para almacenamiento prolongado, transporte en contenedor o transporte aéreo). Las baterías cargadas en seco deben rellenarse con ácido sulfúrico diluido (densidad 1,24kg/l @ 20°C).

Las de electrolito pueden ser más resistentes en climas fríos y más frágiles en climas calientes.

Aprenda más sobre baterías y cargas

Para saber más sobre baterías y carga de baterías, le rogamos consulte nuestro libro "Energy Unlimited" (disponible gratuitamente en Victron Energy y descargable desde www.victronenergy.com).

Tipo OPzS	OPzS Solar 910	OPzS Solar 1210	OPzS Solar 1520	OPzS Solar 1830	OPzS Solar 2280	OPzS Solar 3040	OPzS Solar 3800	OPzS Solar 4560
Capacidad nominal (120 hr / 20°C)	910 Ah	1210 Ah	1520 Ah	1830 Ah	2280 Ah	3040 Ah	3800 Ah	4560 Ah
Capacidad (10 hr / 20°C)	640 Ah	853 Ah	1065 Ah	1278 Ah	1613 Ah	2143 Ah	2675 Ah	3208 Ah
Capacidad 2 / 5 / 10 horas (% de capacidad de 10 hr.)	60 / 85 / 100 / 120/ 150 (@ 68°F/20°C, final de descarga 1,8 voltios por celda)							
Capacidad 20 / 24 / 48 / 72 horas (% de capacidad de 120 hr.)	77 / 80 / 89 / 95 (@ 68°F/20°C, final de descarga 1,8 voltios por celda)							
Capacity 100 / 120 / 240 hours (% de capacidad de 120 hr.)	99 / 100 / 104 (@ 68°F/20°C, final de descarga 1,8 voltios por celda)							
Autodescarga @ 70°F/20°C	3% mensual							
Tensión de absorción (V) @ 70°F/20°C	2,35 a 2,50 V/celda (28,2 a 30,0 V para una batería de 24 voltios)							
Tensión de flotación (V) @ 70°F/20°C	2,23 a 2,30 V/celda (26,8 a 27,6 V para una batería de 24 voltios)							
Tensión de almacenamiento (V) @ 70°F/20°C	2,18 a 2,22 V/celda (26,2 a 26,6 V para una batería de 24 voltios)							
Vida útil en flotación (V) @ 70°F/20°C	20 años							
Cantidad de ciclos @ 80% de descarga	1500							
Cantidad de ciclos @ 50% de descarga	2800							
Cantidad de ciclos @ 30% de descarga	5200							
Dimensiones (al x an x p en mm.)	145 x 206 x 711	210 x 191 x 711	210 x 233 x 711	210 x 275 x 711	210 x 275 x 861	212 x 397 x 837	212 x 487 x 837	212 x 576 x 837
Dimensiones (al x an x p en pulgadas.)	5,7 x 8,1 x 28	8,3 x 7,5 x 28	8,3 x 9,2 x 28	8,3 x 10,8 x 28	8,3 x 10,8 x 33,9	8,4 x 15,6 x 32,9	8,4 x 19,2 x 32,9	8,4 x 22,7 x 32,9
Peso sin ácido (kg. / libras)	35 / 77	46 / 101	57 / 126	66 / 146	88 / 194	115 / 254	145 / 320	170 / 375
Peso con ácido (kg. / libras)	50 / 110	65 / 143	80 / 177	93 / 205	119 / 262	160 / 253	200 / 441	240 / 530



- MODEL:** J185P-AC with Bayonet Cap
- VOLTAGE:** 12
- DIMENSIONS:** Inches (mm)
- BATTERY:** Flooded/wet lead-acid battery
- COLOR:** Maroon (case/cover)
- MATERIAL:** Polypropylene
- WATERING SYSTEM:** Single-Point Watering Kit



PRODUCT SPECIFICATIONS

BCI GROUP SIZE	TYPE	CAPACITY ^A Minutes		CAPACITY ^B Amp-Hours (AH)				ENERGY (kWh) 100-Hr Rate	TERMINAL Type ^E	DIMENSIONS ^C Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
		@25 Amps	@75 Amps	5-Hr Rate	10-Hr Rate	20-Hr Rate	100-Hr Rate			Length	Width	Height ^D	
12 VOLT DEEP CYCLE BATTERY - with T2 TECHNOLOGY™													
921	J185P-AC*	380	104	168	189	205	226	2.71	6	14.97 (380)	6.91 (176)	14.71 (374)	114 (52)

- A. The number of minutes a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.
 - B. The amount of amp-hours (AH) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) and 86°F (30°C) for the 5-Hour rate and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.
 - C. Dimensions are based on nominal size. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal.
 - D. Dimensions taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.
 - E. Terminal images are representative only.
- Trojan's battery testing procedures adhere to both BCI and IEC test standards.

CHARGING INSTRUCTIONS

CHARGER VOLTAGE SETTINGS (AT 77°F/25°C)

System Voltage	12V	24V	36V	48V
Absorption Charge	14.8	29.6	44.4	59.2
Float Charge	13.2	26.4	39.6	52.8
Equalize Charge	15.5	31.0	46.5	62.0

Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery.

CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

.028 VPC for every 10°F (5.55°C) above or below 77°F (25°C) (add .028 VPC for every 10°F (5.55°C) below 77°F and subtract .028 VPC for every 10°C above 77°F).

OPERATIONAL DATA

Operating Temperature	Self Discharge
-4°F to 113°F (-20°C to +45°C). At temperatures below 32°F (0°C) maintain a state of charge greater than 60%.	5 – 15% per month depending on storage temperature conditions.

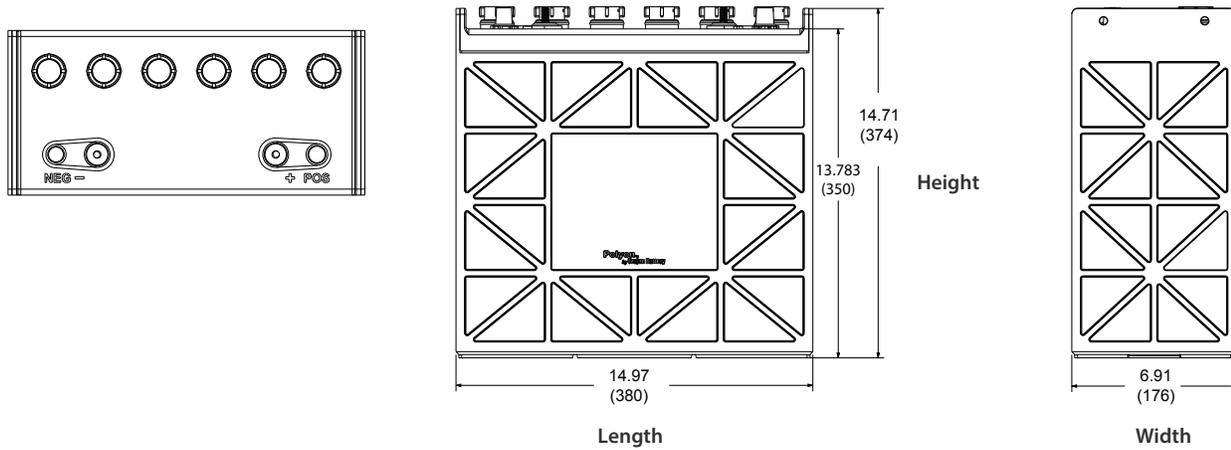
TERMINAL CONFIGURATIONS

6	DT	Automotive Post & Stud Terminal
		
<i>Terminal Height Inches (mm)</i> .79 (20)		
<i>Torque Values in-lb (Nm)</i> Stud: 95 – 105 (11 – 12) AP: 50 – 70 (6 – 8) <i>Bolt Size</i> 5/16"		

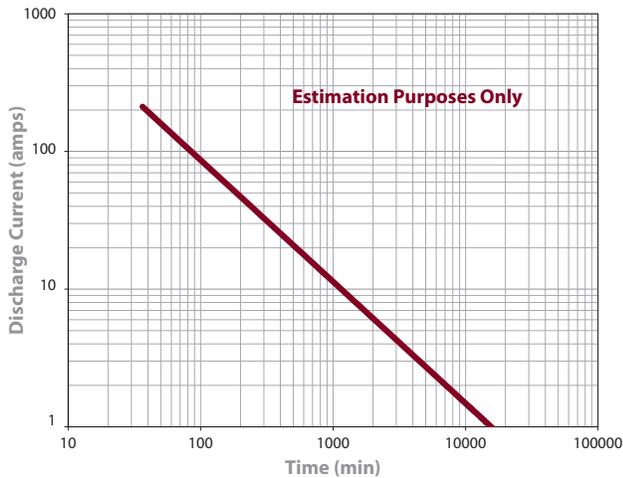
* Polyon™ Case



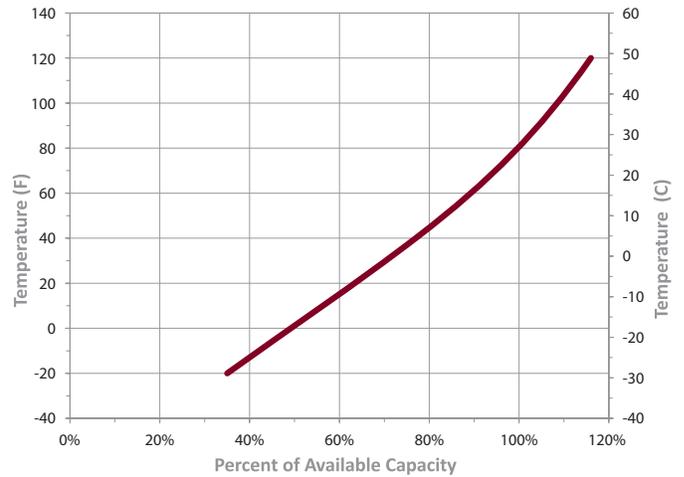
BATTERY DIMENSIONS (shown with DT)



TROJAN J185P-AC PERFORMANCE



PERCENT CAPACITY VS. TEMPERATURE



Trojan batteries are available worldwide through Trojan's Master Distributor Network. We offer outstanding technical support, provided by full-time application engineers.

For a Trojan Master Distributor near you, call 800.423.6569 or + 1.562.236.3000 or visit www.trojanbattery.com

12380 Clark Street, Santa Fe Springs, CA 90670 • USA



Pricelist

2016 Q1 EX VAT C Euro

New products are marked with ★

Article number with suffix (R): also available in retail packaging
 Article number with suffix R: available in retail packaging only



victron energy
 BLUE POWER



Energy. Anytime. Anywhere.

BATTERIES

EX VAT

		lwxh		Handle	kg	CCA @ 0°F / RES CAP @ 80°F	
AGM Deep Cycle (C20 capacity)							
	6V/240Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT406225080	320 x 176 x 247	✓	✓	31	€ 300
	12V/8Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT212070080	151 x 65 x 101	✓		2,3	€ 23
	12V/14Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT212120080	151 x 98 x 101	✓		4,4	€ 41
12V/90Ah AGM Battery	12V/22Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT212200080	181 x 77 x 167	✓		5,8	€ 54
	12V/38Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT412350080	197 x 165 x 170	✓		15	€ 128
	12V/60Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT412550080	229 x 138 x 227	✓		18	€ 147
	12V/66Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT412600080	258 x 166 x 235	✓		24	€ 202
12V/90Ah AGM Battery with threaded insert terminals	12V/90Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT412800080	350 x 167 x 183	✓	✓	27	€ 215
	12V/110Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT412101080	330 x 171 x 220	✓	✓	32	€ 273
	12V/130Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT412121080	410 x 176 x 227	✓	✓	38	€ 321
	12V/165Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT412151080	485 x 172 x 240	✓	✓	47	€ 408
	12V/220Ah AGM Deep Cycle Batt.	BAT412201080	522 x 238 x 240	✓	✓	65	€ 517
AGM deep cycle battery with threaded insert terminals							
	12V/90Ah AGM Deep Cycle Batt. (M6)	BAT412800081	350 x 167 x 183	✓	✓	27	€ 215
	12V/110Ah AGM Deep Cycle Batt. (M8)	BAT412101081	330 x 171 x 220	✓	✓	32	€ 273
	12V/130Ah AGM Deep Cycle Batt. (M8)	BAT412121081	410 x 176 x 227	✓	✓	38	€ 321
	12V/165Ah AGM Deep Cycle Batt. (M8)	BAT412151081	485 x 172 x 240	✓	✓	47	€ 408
	12V/220Ah AGM Deep Cycle Batt. (M8)	BAT412201081	522 x 238 x 240	✓	✓	65	€ 517
	AGM deep cycle telecom battery with threaded insert terminals						
	12V/115Ah AGM Telecom Batt. (M8)	BAT412105160	395 x 110 x 293	✓	✓	35	€ 300
	12V/165Ah AGM Telecom Batt. (M8)	BAT412151160	548 x 105 x 316	✓	✓	49	€ 418
	12V/200Ah AGM Telecom Batt. (M8)	BAT412181160	546 x 125 x 323	✓	✓	59	€ 477
	GEL Deep Cycle (C20 capacity)						
	12V/60Ah Gel Deep Cycle Batt.	BAT412550100	229 x 138 x 227	✓		19	€ 169
	12V/66Ah Gel Deep Cycle Batt.	BAT412600100	258 x 166 x 235	✓		24	€ 211
AGM Telecom Battery	12V/90Ah Gel Deep Cycle Batt.	BAT412800100	350 x 167 x 183	✓	✓	26	€ 220
	12V/110Ah Gel Deep Cycle Batt.	BAT412101100	330 x 171 x 220	✓	✓	33	€ 275
	12V/130Ah Gel Deep Cycle Batt.	BAT412121100	410 x 176 x 227	✓	✓	38	€ 325
	12V/165Ah Gel Deep Cycle Batt.	BAT412151100	485 x 172 x 240	✓	✓	48	€ 413
	12V/220Ah Gel Deep Cycle Batt.	BAT412201100	522 x 238 x 240	✓	✓	66	€ 538
12V/130Ah Gel Deep Cycle Batt.	CCA @ 0°F: SAE Cold Cranking Amps at 0° F / -18°C RES CAP @ 80°F: Reserve Capacity at 80°F / 27°C					Height includes poles	

TUBULAR PLATE BATTERIES

		lwxh		Handle	kg			
GEL OPzV tubular plate 2V cells (C10 capacity)*								
	4 OPzV 200	BAT702201260	103 x 206 x 398	✓		19	€ 269	
	5 OPzV 250	BAT702251260	124 x 206 x 398	✓		23	€ 313	
	6 OPzV 300	BAT702301260	145 x 206 x 398	✓		28	€ 358	
	5 OPzV 350	BAT702351260	124 x 206 x 515	✓		31	€ 379	
	6 OPzV 420	BAT702421260	145 x 206 x 515	✓		36	€ 434	
	7 OPzV 490	BAT702491260	166 x 206 x 515	✓		41	€ 487	
	6 OPzV 600	BAT702601260	145 x 206 x 688	✓		49	€ 545	
	8 OPzV 800	BAT702801260	210 x 191 x 688	✓		65	€ 750	
	10 OPzV 1000	BAT702102260	210 x 233 x 690	✓		80	€ 878	
	12 OPzV 1200	BAT702122260	210 x 275 x 690	✓		93	€ 1.012	
	12 OPzV 1500	BAT702152260	210 x 275 x 840	✓		115	€ 1.203	
	16 OPzV 2000	BAT702202260	215 x 400 x 815	✓		155	€ 1.634	
	20 OPzV 2500	BAT702252260	215 x 490 x 815	✓		200	€ 2.046	
	24 OPzV 3000	BAT702302260	215 x 580 x 815	✓		235	€ 2.367	
	*Minimum order quantity 12 cells per model					Height includes poles		
OPzS Solar batteries								
	Model	C120	C10					
	OpzS Solar 910	910Ah	640Ah	BAT802601280	145 x 206 x 711	✓	50	€ 420
	OpzS Solar 1210	1210Ah	853Ah	BAT802801280	210 x 191 x 711	✓	65	€ 566
	OpzS Solar 1520	1520Ah	1065Ah	BAT802102280	210 x 233 x 711	✓	80	€ 662
	OpzS Solar 1830	1830Ah	1278Ah	BAT802122280	210 x 275 x 711	✓	93	€ 765
	OpzS Solar 2280	2280Ah	1613Ah	BAT802152280	210 x 275 x 861	✓	119	€ 933
	OpzS Solar 3040	3040Ah	2143Ah	BAT802202280	212 x 397 x 837	✓	160	€ 1.324
	OpzS Solar 3800	3800Ah	2675Ah	BAT802252280	212 x 487 x 837	✓	200	€ 1.610
	OpzS Solar 4560	4560Ah	3208Ah	BAT802302280	212 x 576 x 837	✓	240	€ 1.811
	Standard delivery: filled with electrolyte. Optional: dry charged (5% surcharge, acid not included in the delivery)					Height includes poles		

ANEXO III: DATOS ENERGÉTICOS DEL SISTEMA

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Proyecto Conectado a la Red at Marin

Lugar geográfico Marin País España

Ubicación Latitud 42.4°N Longitud 8.7°W

Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT Altitud 13 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Marin PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Fecha de simulación 01/04/16 01h19

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 20° Acimut 0°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV

Original PVSyst database

Si-mono

Modelo

CS6P - 260M

Fabricante

Canadian Solar Inc.

Número de módulos FV

En serie

15 módulos

En paralelo

2 cadenas

Nº total de módulos FV

Nº módulos

30

Pnom unitaria

260 Wp

Potencia global generador

Nominal (STC)

7.80 kWp

En cond. funciona.

7.11 kWp (45°C)

Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp

416 V

I mpp

17 A

Superficie total

Superficie módulos

48.3 m²

Superf. célula

43.0 m²

Inversor

Original PVSyst database

Modelo

Sunny Tripower 10000TL-20

Fabricante

SMA

Características

Tensión Funciona.

370-800 V

Pnom unitaria

10.0 kWac

Banco de inversores

Nº de inversores

1 * MPPT 0.64

Potencia total

10.0 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s

Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 408 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC

Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas -0.5 %

Pérdidas Mismatch Módulos Fracción de Pérdidas 1.0 % en MPP

Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE IAM = 1 - bo (1/cos i - 1) Parám. bo 0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Proyecto Conectado a la Red at Marin

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

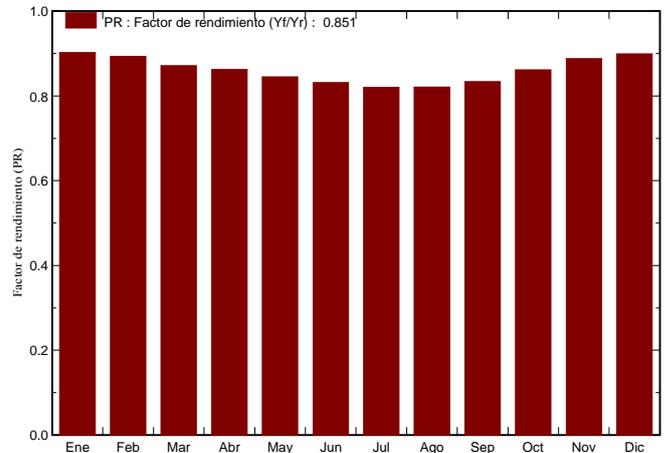
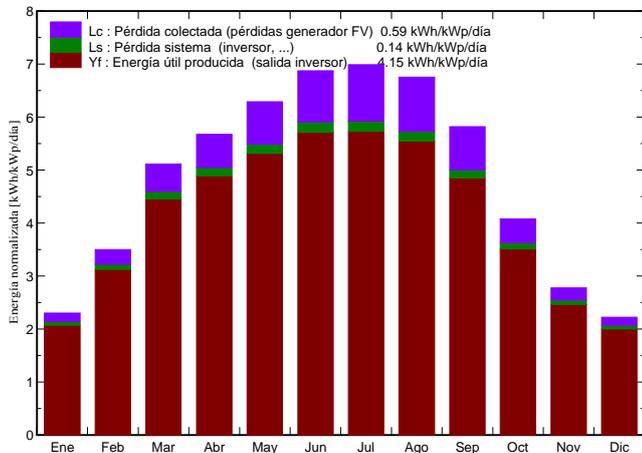
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	CS6P - 260M	Pnom	260 Wp
Generador FV	N° de módulos	30	Pnom total	7.80 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 10000TL-20		10.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	11.80 MWh/año	Produc. específico	1513 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	85.1 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 7.80 kWp

Factor de rendimiento (PR)



Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	%	%
Enero	50.8	9.70	71.3	68.6	0.519	0.502	15.09	14.59
Febrero	74.2	9.80	98.0	94.7	0.704	0.683	14.89	14.44
Marzo	129.9	11.90	158.5	153.7	1.111	1.077	14.53	14.09
Abril	156.0	13.30	170.3	164.8	1.182	1.146	14.39	13.94
Mayo	189.7	15.60	194.9	188.7	1.327	1.285	14.11	13.66
Junio	206.1	18.10	206.2	199.8	1.383	1.337	13.90	13.44
Julio	214.2	20.00	216.6	210.0	1.433	1.386	13.71	13.26
Agosto	195.0	20.40	209.4	203.0	1.386	1.341	13.71	13.27
Septiembre	148.2	19.60	174.6	169.4	1.172	1.136	13.90	13.48
Octubre	98.6	16.20	126.4	122.3	0.877	0.850	14.38	13.93
Noviembre	58.2	12.10	83.3	80.2	0.596	0.577	14.82	14.35
Diciembre	45.9	10.20	68.9	66.2	0.501	0.483	15.07	14.53
Año	1566.8	14.77	1778.6	1721.5	12.192	11.803	14.20	13.75

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	EffArrR	Eficiencia Esal campo/superficie bruta
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	EffSysR	Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

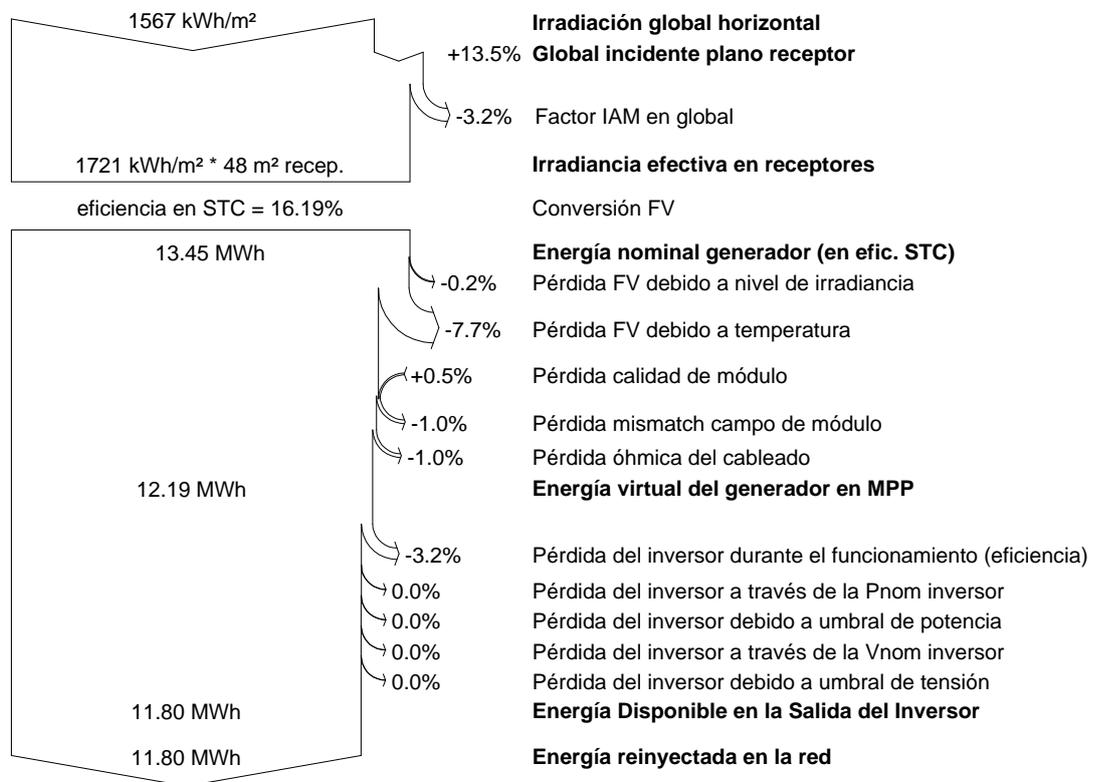
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Proyecto Conectado a la Red at Marin

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	CS6P - 260M	Pnom	260 Wp
Generador FV	N° de módulos	30	Pnom total	7.80 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 10000TL-20		10.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



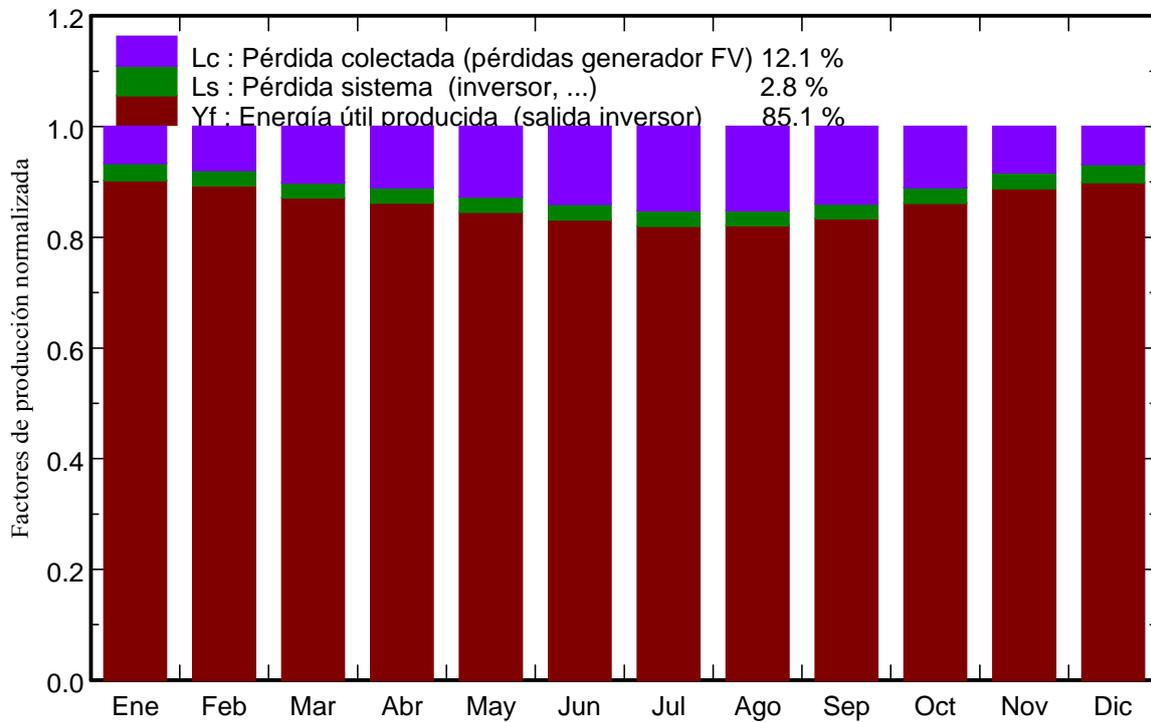
Sistema Conectado a la Red: Resultados específicos

Proyecto : Proyecto Conectado a la Red at Marin

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	CS6P - 260M	Pnom 260 Wp
Generador FV	N° de módulos	30	Pnom total 7.80 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 10000TL-20	10.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Producción normalizada y factores de pérdida: Potencia nominal 7.80 kWp



ANEXO IV: MÓDULO FOTOVOLTAICO CS6P – 260M

CS6P

240/245/250/255/260M

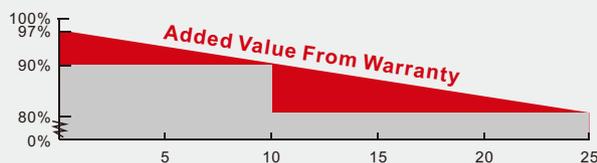


CS6P is a robust solar module with 60 solar cells. These modules can be used for on-grid solar applications. Our meticulous design and production techniques ensure a high-yield, long-term performance for every module produced. Our rigorous quality control and in-house testing facilities guarantee Canadian Solar's modules meet the highest quality standards possible.

Key Features

- High module efficiency up to 16.16%
- Positive power tolerance: 0 ~ +5W
- Robust frame to up to 5400 Pa load
- Self-cleaning surface
- Outstanding performance at low irradiance
- High energy yield at Low NOCT

- **Backed By Our New 10/25 Linear Power Warranty Plus our added 25 year insurance coverage**



- 10 year product warranty on materials and workmanship
- 25 year linear power output warranty

Best Quality

- 235 quality control points in module production
- EL screening to eliminate product defects
- Current binning to improve system performance
- Accredited Salt mist/Ammonia resistance

Best Warranty Insurance

- 25 years worldwide coverage
- 100% warranty term coverage
- Providing third party bankruptcy rights
- Non-cancellable
- Immediate coverage
- Insured by 2 world top insurance companies

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, IEC61701 ED2, UL1703, IEC62716, CEC Listed, CE and MCS
- ISO9001: 2008: Quality Management System
- ISO/TS16949:2009: The automotive quality management system
- ISO14001:2004: Standards for Environmental management system
- QC080000 HSPM: The Certification for Hazardous Substances Regulations
- OHSAS 18001:2007: International standards for occupational health and safety



CS6P-240/245/250/255/260M

Electrical Data

STC	CS6P-240M	CS6P-245M	CS6P-250M	CS6P-255M	CS6P-260M
Nominal Maximum Power (Pmax)	240W	245W	250W	255W	260W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	30.2V	30.3V	30.4V	30.5V	30.7V
Optimum Operating Current (Imp)	7.95A	8.09A	8.22A	8.35A	8.48A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.3V	37.4V	37.5V	37.7V	37.8V
Short Circuit Current (Isc)	8.46A	8.61A	8.74A	8.87A	8.99A
Module Efficiency	14.92%	15.23%	15.54%	15.85%	16.16%
Operating Temperature	-40°C~+85°C				
Maximum System Voltage	1000V (IEC)/600V (UL)				
Maximum Series Fuse Rating	15A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0 ~ +5W				

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

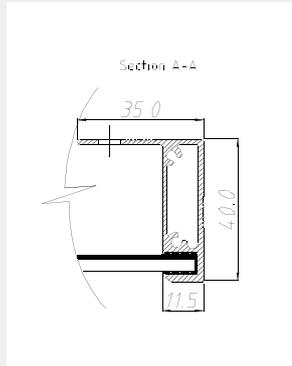
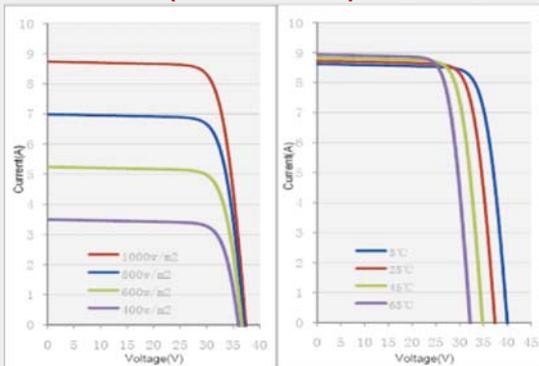
NOCT	CS6P-240M	CS6P-245M	CS6P-250M	CS6P-255M	CS6P-260M
Nominal Maximum Power (Pmax)	173W	177W	180W	184W	188W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	27.5V	27.6V	27.7V	27.8V	28.0V
Optimum Operating Current (Imp)	6.29A	6.40A	6.51A	6.62A	6.70A
Open Circuit Voltage (Voc)	34.2V	34.3V	34.4V	34.6V	34.7V
Short Circuit Current (Isc)	6.85A	6.97A	7.08A	7.18A	7.28A

Under Normal Operating Cell Temperature, Irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s

Mechanical Data

Cell Type	Mono-crystalline 156 x 156mm, 2 or 3 Busbars
Cell Arrangement	60 (6 x 10)
Dimensions	1638 x 982 x 40mm (64.5 x 38.7 x 1.57in)
Weight	19kg (41.9 lbs)
Front Cover	3.2mm Tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-BOX	IP65 or IP67, 3 diodes
Cable	4mm ² (IEC)/12AWG(UL), 1000mm
Connectors	MC4 or MC4 Comparable
Standard Packaging (Modules per Pallet)	24pcs
Module Pieces per container (40 ft. Container)	672pcs (40'HQ)

I-V Curves (CS6P-250M)



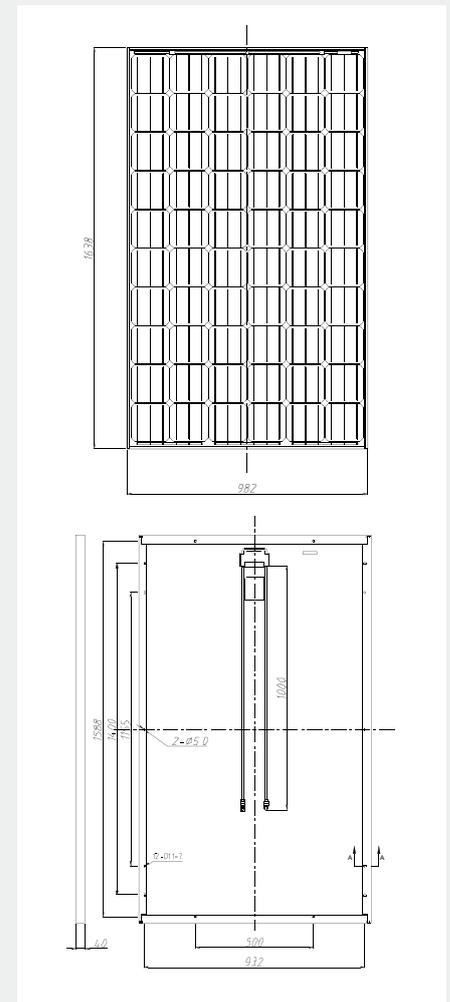
Temperature Characteristics

Temperature Coefficient	Pmax	-0.45%/°C
	Voc	-0.35%/°C
	Isc	0.060%/°C
Normal Operating Cell Temperature	45±2°C	

Performance at Low Irradiance

Industry leading performance at low irradiation environment, +95.5% module efficiency from an irradiance of 1000w/m² to 200w/m² (AM 1.5, 25 °C)

Engineering Drawings



*Specifications included in this datasheet are subject to change without prior notice.

About Canadian Solar

Canadian Solar Inc. is one of the world's largest solar companies. As a leading vertically-integrated manufacturer of ingots, wafers, cells, solar modules and solar systems, Canadian Solar delivers solar power products of uncompromising quality to worldwide customers. Canadian Solar's world class team of professionals works closely with our customers to provide them with solutions for all their solar needs.

Canadian Solar was founded in Canada in 2001 and was successfully listed on NASDAQ Exchange (symbol: CSIQ) in November 2006. Canadian Solar has cell manufacturing capacity of 1.5GW and module manufacturing capacity of 2.3GW.

Headquarters | 545 Speedvale Avenue West
Guelph | Ontario N1K 1E6 | Canada
Tel: +1 519 837 1881
Fax: +1 519 837 2550
inquire.ca@canadiansolar.com
www.canadiansolar.com

ANEXO V: INVERSOR SUNNY TRIPower 10000TL-20

SUNNY TRIPOWER

5000TL – 12000TL



STP 5000TL-20 / STP 6000TL-20 / STP 7000TL-20 / STP 8000TL-20 / STP 9000TL-20 / STP 10000TL-20 / STP 12000TL-20



NOVEDAD: Está disponible en las variantes de 10 kVA y 12 kVA

Rentable

- Rendimiento máximo del 98,3 %
- Gestión de sombras mediante OptiTrac Global Peak
- Gestión activa de la temperatura gracias al sistema de refrigeración OptiCool

Flexible

- Tensión de entrada de CC hasta 1 000 V
- Funciones integradas de gestión de red
- Inyección de potencia reactiva
- Diseño de plantas adaptada a cada módulo con Optiflex

Comunicación

- SMA Webconnect
- Comunicación con Sunny Portal
- Comunicación *Bluetooth*[®]
- Fácil configuración por países
- Relé multifunción de serie

Sencillo

- Inyección trifásica
- Conexión del cableado sin herramientas
- Sistema de conexión de CC SUNCLIX
- Seccionador de potencia de CC integrado ESS
- Sencillo montaje mural

SUNNY TRIPOWER

5000TL – 12000TL

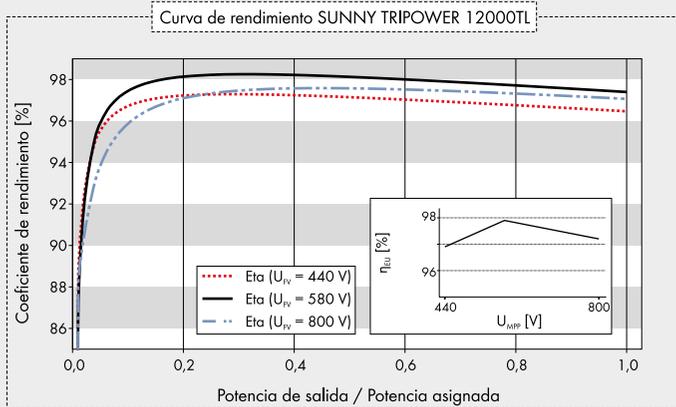
El trifásico: no solo para el hogar

Resulta ideal para diseñar desde la clásica planta en un tejado de una vivienda hasta plantas con rangos de potencia mayores. La gama de productos Sunny Tripower cubre una gran variedad de aplicaciones gracias a la ampliación de la cartera de productos con las nuevas versiones de 10 kVA y 12 kVA. Los usuarios se benefician de múltiples funciones probadas: su alta flexibilidad gracias a la acreditada tecnología Optiflex y al multistring asimétrico, combinada con un rendimiento máximo y OptiTrac Global Peak, garantiza máximas ganancias. Además de la comunicación a través de *Bluetooth*, también es posible la conexión directa a Sunny Portal mediante SMA Webconnect de serie. De manera estándar también dispone de funciones integradas para gestionar la red y de inyección de potencia reactiva, y puede utilizarse con un diferencial de 30 mA. En suma, cuando se trata del diseño de plantas en las clases de potencia de 5 a 12 kW, el Sunny Tripower es la solución ideal tanto para su aplicación en el hogar como para plantas de mayor tamaño sobre el tejado así como para la construcción de pequeños parques fotovoltaicos.

SUNNY TRIPOWER

5000TL / 6000TL / 7000TL / 8000TL / 9000TL / 10000TL / 12000TL

Datos técnicos	Sunny Tripower 5000TL	Sunny Tripower 6000TL
Entrada (CC)		
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi = 1$)	5 100 W	6 125 W
Tensión de entrada máx.	1 000 V	1 000 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	245 V - 800 V / 580 V	295 V - 800 V / 580 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A / B	11 A / 10 A	11 A / 10 A
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	11 A / 10 A	11 A / 10 A
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2
Salida (CA)		
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	5 000 W	6 000 W
Potencia máx. aparente de CA	5 000 VA	6 000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Rango de tensión nominal de CA	160 V - 280 V	160 V - 280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia / tensión asignada de red	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	7,3 A	8,7 A
Factor de potencia a potencia asignada	1	1
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo
Fases de inyección / conexión	3 / 3	3 / 3
Rendimiento		
Rendimiento máx. / europeo	98 % / 97,1 %	98 % / 97,4 %
Dispositivos de protección		
Punto de desconexión en el lado de entrada	●	●
Monitorización de toma a tierra / de red	● / ●	● / ●
Protección contra polarización inversa de CC / resistencia al cortocircuito de CA / con separación galvánica	● / ● / -	● / ● / -
Unidad de seguimiento de la corriente residual integrada	●	●
Clase de protección (según IEC 62103) / categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I / III	I / III
Datos generales		
Dimensiones (ancho / alto / fondo)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)
Peso	37 kg (81,6 lb)	37 kg (81,6 lb)
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)	-25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)
Emisión sonora, típica	40 dB(A)	40 dB(A)
Autoconsumo nocturno	1 W	1 W
Topología / principio de refrigeración	Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %	100 %
Equipamiento		
Conexión de CC / CA	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte
Pantalla	Gráfico	Gráfico
Interfaces: RS485, Bluetooth, Speedwire / Webconnect	○ / ● / ●	○ / ● / ●
Relé multifunción / Power Control Module	● / ○	● / ○
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	AS 4777, CE, CEI 0-21 ³ , C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438 ¹ , G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA ² , IEC 61727/PEA ² , IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE AR-N 4105, VFR 2013, VFR 2014	
Modelo comercial	STP 5000TL-20	STP 6000TL-20



Accesorios



Power Control Module
PWCBRD-10



Interfaz RS485
485BRD-10

¹No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438

²Solo para STP 9000TL-20

³Solo con protección de la planta y de la red externas

⁴AS 4777, SI4777 disponible desde el 01/09/2014

⁵Disponible a partir de octubre 2014

● Equipamiento de serie ○ Opcional – No disponible

Datos provisionales: estado de agosto de 2014

Datos en condiciones nominales

Sunny Tripower 10000TL	Sunny Tripower 12000TL ⁵	
10 250 W	12 275 W	
1 000 V	1 000 V	
370 V – 800 V / 580 V	440 V – 800 V / 580 V	
150 V / 188 V	150 V / 188 V	
18 A / 10 A	18 A / 10 A	
18 A / 10 A	18 A / 10 A	
2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2	
10 000 W	12 000 W	
10 000 VA	12 000 VA	
3 / N / PE; 220 / 380 V	3 / N / PE; 220 / 380 V	
3 / N / PE; 230 / 400 V	3 / N / PE; 230 / 400 V	
3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 240 / 415 V	
160 V – 280 V	160 V – 280 V	
50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz	
50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	
14,5 A	17,4 A	
1	1	
0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo	
3 / 3	3 / 3	
98 % / 97,6 %	98,3 % / 97,9 %	
● ● / ● ● / ● / – ● I / III	● ● / ● ● / ● / – ● I / III	
470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	
37 kg (81,6 lb)	38 kg (84 lb)	
-25°C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)	-25°C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)	
40 dB(A)	40 dB(A)	
1 W	1 W	
Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool	
IP65	IP65	
4K4H	4K4H	
100 %	100 %	
SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	
Gráfico ○ / ● / ● ● / ○ ● / ○ / ○ / ○ / ○	Gráfico ○ / ● / ● ● / ○ ● / ○ / ○ / ○ / ○	
AS 4777 ⁴ , CE, CEI 0-21 ³ , C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438 ¹ , G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA ² , IEC 61727/PEA ² , IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777 ⁴ , UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE AR-N 4105, VFR 2013, VFR 2014		
STP 10000TL-20	STP 12000TL-20	

ANEXO VI: INGEREV CITY GROUND

LA ESTACIÓN DE RECARGA PARA ENTORNO URBANO

La línea de producto INGEREV® CITY ha sido concebida con un atractivo diseño para formar parte del mobiliario urbano y cuenta con el grado de protección anti-vandálica y de intemperie necesario para su instalación en entornos interiores o exteriores.

Las estaciones del modelo INGEREV® CITY están provistas de una toma de corriente según normativa IEC 62196-2. Esta toma posibilita la recarga de vehículos según el modo 3 de la norma internacional IEC 61851, que garantiza la seguridad del proceso de recarga.

Adicionalmente, todos los modelos de la gama INGEREV® CITY están provistos de una toma adicional para realizar recargas en los modos 1 y 2.

INGEREV® CITY presenta dos variantes diferentes según su modo de instalación:

- CITY Ground: destinada a su uso en vía pública.
- CITY Wall: garajes, paredes de aparcamientos.

Disponibles en versión monofásica o trifásica, con una intensidad máxima por fase de hasta 32 A, hasta una potencia máxima de 22 kW. Esto permite un proceso de recarga hasta 6 veces más rápido que a través de una toma doméstica, alcanzando tiempos de recarga inferiores a 2 horas para la mayoría de los vehículos.

Las estaciones de recarga INGEREV® CITY están provistas de un robusto sistema de retención y bloqueo del cable para evitar la sustracción del mismo por usuarios no autorizados.

En casos de corte del suministro eléctrico, las estaciones de recarga INGEREV® CITY, están previstas de una autonomía mínima de una hora, garantizando durante este tiempo la retención del cable hasta una nueva identificación del usuario.

Gracias a su capacidad de comunicación con un centro de control remoto, es posible realizar un control de usuarios y una tarificación de los procesos de recarga, mediante un SW propietario de Ingeteam o la integración en centros de control de terceros.



Equipo personalizable en función del tamaño del pedido.

FUNCIONALIDAD

La funcionalidad básica de cada estación de recarga INGEREV® CITY es la siguiente:

- Recarga de vehículos según modos 1, 2 y 3 de la norma 61851.
- Identificación local mediante tarjeta sin contacto RFID.
- Medida de la potencia y de la energía transferida según contador MID.
- Restricción del acceso a la toma de energía a usuarios no autorizados.
- Autonomía de funcionamiento en casos de fallo de suministro eléctrico.
- Indicación de estado por medio de señalización luminosa.
- Display LCD multi-idioma con texto personalizable.
- Regulación de potencia de carga.
- Comunicación con otras estaciones de carga y con un Centro de Control-Telegestión y monitorización opcional de cada estación.
- Compatible con protocolo OCPP.
- Posibilidad de configuración para carga diferida.
- Pintura con acabado antigraffiti.



	INGEREV® CITY Ground	INGEREV® CITY Wall
Modos de carga IEC 61851		
Modo 1 y 2	✓	✓
Modo 3	✓	✓
Modo de instalación	Suelo	Pared

Modelo	CG132	CG332	CW332
Suministro			
Monofásico 230 V / 50 Hz (2P+T)	✓	-	-
Trifásico 400 V / 50 Hz (3P+N+T)	-	✓	✓
Corriente máxima por fase	32 A	32 A	32 A
Tomas de corriente			
Schuko CEE 7/4 Tipo E/F ⁽¹⁾	✓	✓	✓
IEC 62196-2 Tipo 2 ⁽²⁾	✓	✓	✓
IEC 62196-2 Tipo 3A ⁽²⁾	✓	✓	✓
IEC 62196-2 Tipo 3C ⁽²⁾	✓	✓	✓
Potencia máxima de salida	7,4 kW	22 kW	22 kW
Tipo de conexión IEC 61851	Caso Conexión B		
Temperatura de operación	-25 °C a +40 °C		
Humedad relativa	<95%		

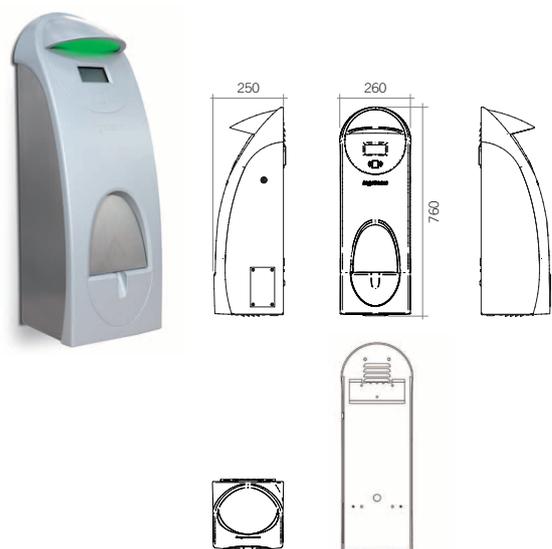
Datos Generales	
Protección contra sobre-intensidades	Interruptor Magnetotérmico con rearme automático (opcional) ⁽¹⁾
Protección contra corriente diferencial	30 mA Clase A con rearme automático (opcional) ⁽¹⁾
Protección contra sobre-tensiones	Clase 2 (opcional) ⁽¹⁾
Medida de Energía	Clase A activa / Clase B reactiva
Lector RFID	ISO 14443A / Mifare - 13,56 MHz
Comunicaciones	RS-485, Ethernet, 3G
Grado de protección ambiental	IP55
Grado de protección anti-vandálica	IK10
Directivas	Baja Tensión: 2006/95/CE EMC: 2004/108/CE Certificación ZE Ready y EV Ready de Renault-Nissan
Autonomía de operación (sin alimentación AC)	1 hora modo batería
Carcasa	Acero inoxidable Poliuretano: RAL 9006
Dimensiones (alto x ancho x fondo)	1.255 ⁽²⁾ x 257 x 254 mm
Peso	30 kg

Notas: ⁽¹⁾ Consultar disponibilidad según modelo ⁽²⁾ Posibilidad de aumentar la altura hasta 1.455 mm.

CITY Ground Model



CITY Wall Model



ANEXO VII: MARQUESINA HIASA

Tipologías Estructurales para Instalaciones Solares Fotovoltaicas

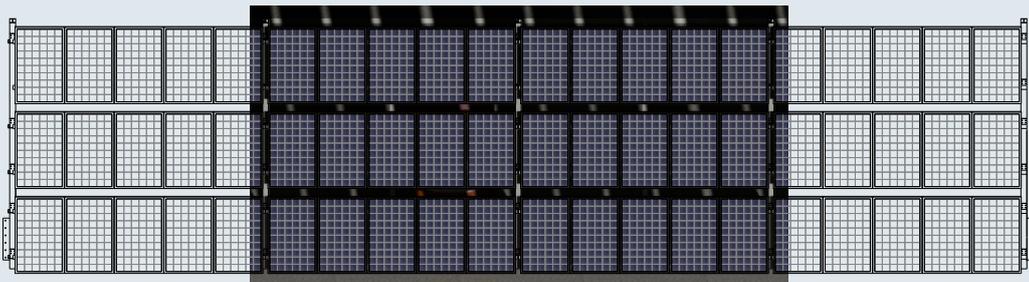
ESTRUCTURA SOLAR DE MARQUESINAS PARA APARCAMIENTO HMA-07

DIVISIÓN DE ESTRUCTURAS

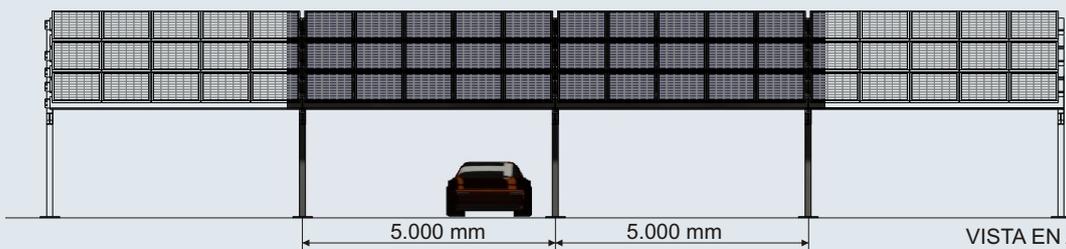
ESTRUCTURA SOLAR PARA MARQUESINAS PARA APARCAMIENTO.



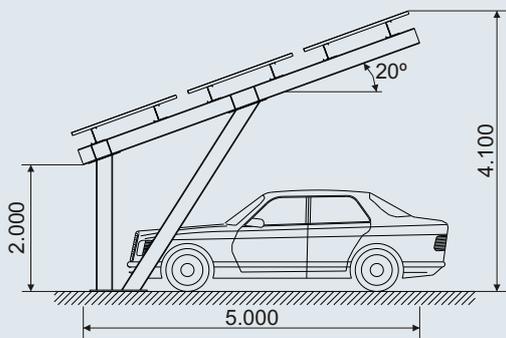
VISTA EN PERSPECTIVA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.



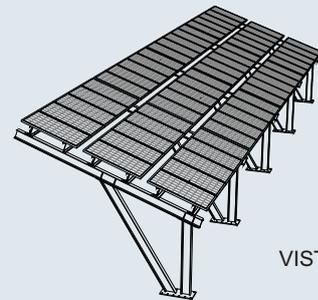
VISTA EN PLANTA.



VISTA EN ALZADO.



VISTA LATERAL.



VISTA 3D.



Gestamp
Solar Steel

Tipologías Estructurales para Instalaciones Solares Fotovoltaicas

ESTRUCTURA SOLAR DE MARQUESINAS PARA APARCAMIENTO HMA-07

1.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS MARQUESINAS.

- Todos los elementos que conforman las marquesinas se pueden suministrar en acero de calidad S235, S275JR o S355JR.
- En estas estructuras las uniones entre todos los elementos son atornilladas, no existiendo soldaduras posteriores al proceso de acabado.
- Todos los elementos estructurales así como la tornillería son galvanizados en caliente por inmersión según UNE-EN ISO1461.
- Los elementos galvanizados presentan una durabilidad conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 14.713, en función del tipo de ambiente al que se encuentran expuestos.
- Son perfectamente adaptables a diferentes dimensiones de aparcamiento, siendo las dimensiones básicas de 5 m x 5 m (dos plazas de aparcamiento estándar).
- Son adaptables a cualquier dimensión de panel solar fotovoltaico, y se pueden instalar tanto en vertical como en horizontal.

2.- HIPÓTESIS DE CARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES.

- Carga de Peso Propio.
(Paneles + estructura).
- Carga de Nieve.
(Según norma de calculo en función de las necesidades y ubicación de la obra).
- Carga de Viento considerada.
(Según norma de calculo en función de las necesidades y ubicación de la obra).

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



Nº 7001678

Estructura Fabricada por:

HIERROS Y APLANACIONES, S. A.

Polígono Industrial de Cancienes, s/n. 33470 - Corvera, Asturias ESPAÑA (SPAIN)

Tel: + (34) 985 128 200. Fax: + (34) 985 505 361

comercial_hiasa@gonvarri.com - energiasolar_hiasa@gonvarri.com

www.hiasa.com

ISO 14001
BUREAU VERITAS
Certification



Nº 6003180

ANEXO VIII: ESTUDIO DEL VAN

VAN TENIENDO EN CUENTA COSTE DE CAPITAL SIN DIFERENCIAL ELECTRICIDAD-INFLACIÓN, INTERÉS: K=3%

	Fi Flujos de Caja	(1+k)ⁿ	Fi Actualizados con $1/(1+k)^n$
Año 0	-19.032	1,00	-19.032
Año 1	1.652	1,03	1.604
Año 2	1.652	1,06	1.557
Año 3	1.652	1,09	1.512
Año 4	1.652	1,13	1.468
Año 5	1.652	1,16	1.425
Año 6	1.652	1,19	1.384
Año 7	1.652	1,23	1.343
Año 8	1.652	1,27	1.304
Año 9	1.652	1,30	1.266
Año 10	1.652	1,34	1.229
Año 11	1.652	1,38	1.193
Año 12	1.652	1,43	1.159
Año 13	1.652	1,47	1.125
Año 14	1.652	1,51	1.092
Año 15	1.652	1,56	1.060
Año 16	1.652	1,60	1.029
Año 17	1.652	1,65	999
Año 18	1.652	1,70	970
Año 19	1.652	1,75	942
Año 20	1.652	1,81	915
Año 21	1.652	1,86	888
Año 22	1.652	1,92	862
Año 23	1.652	1,97	837
Año 24	1.652	2,03	813
Año 25	1.652	2,09	789
VAN fórmula Excel =	9.734,52 €	VAN=ΣFi actualizados = 9.734,52 €	