



GUÍA DE LA IALA

G1039

DISEÑO DE SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN POR ENERGÍA SOLAR PARA AYUDAS A LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA (HERRAMIENTA DE DIMENSIONAMIENTO SOLAR)

Edición 2.0

Diciembre de 2017



Puertos del Estado



HISTORIAL DEL DOCUMENTO

Las revisiones realizadas a este documento de la IALA se anotarán en el siguiente cuadro antes de la puesta en circulación de un documento revisado.

Fecha	Detalles	Aprobación
Diciembre de 2004	1ª edición	Consejo 35
Diciembre de 2017	Documento entero: Revisión según la actualización de la hoja de cálculo (herramienta) en el Taller de la IALA celebrado en Coblenza en 2017 Apartado 1: Añadida información general sobre la tecnología solar y las baterías	Consejo 65

La revisión de la traducción de este documento ha sido realizada por el grupo de trabajo de Puertos del Estado en el que han participado:

*Luis Martínez (Autoridad Portuaria de Vigo);
Enrique Abati (Autoridad Portuaria de Marín);
Juan Manuel Vidal (Autoridad Portuaria de Gijón);
Carlos Calvo (Autoridad Portuaria de Santander);
Cristina García-Capelo (Autoridad Portuaria de Bilbao);
José Luis Núñez (Autoridad Portuaria de Pasajes);
Juan Antonio Torres (Autoridad Portuaria de Huelva);*

*Septimio Andrés (Autoridad Portuaria de Sevilla);
Germán Gamarro (Autoridad Portuaria de Algeciras);
Santiago Tortosa (Autoridad Portuaria de Ceuta);
Jaime Arenas (Autoridad Portuaria de Baleares);
Antonio Cebrián y Guillermo Segador (Autoridad Portuaria de Barcelona);
José Carlos Díez (Puertos del Estado).*

Coordinación de la edición en español y edición final:

José Carlos Díez (Puertos del Estado)

NOTA: Puertos del Estado no se responsabiliza de los errores de interpretación que puedan producirse por terceros en el uso del contenido de este documento, que corresponde a una traducción del documento original de la Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros (IALA) denominado según aparece en la carátula.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	5
1.1	Información general sobre la tecnología solar	5
1.1.1	Tipos de células solares	5
1.1.2	Vida útil.....	6
1.1.3	Curva de corriente y tensión	7
1.1.4	Influencia de la temperatura	8
1.1.5	Características térmicas.....	8
1.1.6	Orientación del panel solar.....	8
1.2	Información general sobre las baterías	9
1.2.1	Capacidad mínima y máxima	9
1.2.2	Tiempo de autonomía	10
2	DATOS DE ENTRADA	10
2.1	Irradiación solar y duración de la noche.....	11
2.2	Latitud y longitud	11
2.3	Orientación	11
2.4	Voltaje.....	11
2.5	Consumos eléctricos	12
2.6	Umbral de conmutación	12
2.7	Paneles solares	12
2.8	Baterías	12
3	DATOS DE SALIDA E ITERACIÓN	13
4	CONTRATO DE LICENCIA PARA EL USUARIO FINAL (CLUF) DEL SOFTWARE DEL PROGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO SOLAR DE LA IALA	14
4.1	Licencia de producto de software	14
4.2	OTRAS CUESTIONES	14
4.3	Garantía limitada	14
5	ACRÓNIMOS	15
ANEXO A PÁGINA DE EJEMPLO DEL PROGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO SOLAR. ¡Error! Marcador no definido.		



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de Figuras

Figura 1	Tipos de células solares	6
Figura 2	Curva de corriente y tensión	7
Figura 3	Influencia de la temperatura en la eficiencia de células solares	8
Figura 4	Reducción de potencia de aproximadamente el 90% debido a sombras	9
Figura 5	Reducción de potencia de aproximadamente el 75% debido a sombras	9
Figura 6	Captura de pantalla de la hoja de cálculo de Excel	16

Lista de ecuaciones

Ecuación 1	Factor de cuadratura de células solares (factor de relleno FF)	¡Error! Marcador no definido.
------------	--	--------------------------------------



1 INTRODUCCIÓN

Esta guía facilita información sobre el diseño de sistemas de energía solar fotovoltaica (FV) y describe cómo utilizar una herramienta basada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel de apoyo en el diseño de un sistema FV. El programa Excel proporciona un método iterativo para el diseño de sistemas de energía solar para instalaciones de ayuda a la navegación, tanto fijas como flotantes. Para mantener la hoja de cálculo de Excel lo más sencilla posible, ésta tiene algunas limitaciones y algunos factores que no se han tenido en cuenta, tales como:

- Los datos técnicos concretos de los productos;
- La temperatura de cualquier ubicación; o
- Las temperaturas de las baterías o de los paneles;
- Los coeficientes de los reflejos de tierra y mar;
- La tasa de autodescarga de la batería;
- Las cargas estacionales u ocasionales.

Para obtener la hoja de cálculo de MS Excel, así como la contraseña, por favor, póngase en contacto con la Secretaría de la IALA a través correo electrónico (contact@iala-aism.org). Alternativamente, también se puede descargar la hoja de cálculo de MS Excel de la página web de la IALA. Además, existe un manual que incluye información paso a paso sobre cómo obtener datos meteorológicos.

Los apartados 1.1 y 1.2 se ocupan de la información técnica, tanto de los paneles solares como de las baterías, para ayudar en la utilización de la herramienta de dimensionamiento solar.

Los apartados 2, 3 y 4 aportan información específica relacionada con la utilización de la herramienta de dimensionamiento solar.

En el ANEXO A puede verse una página de ejemplo del programa de dimensionamiento solar.

1.1 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA TECNOLOGÍA SOLAR

1.1.1 TIPOS DE CÉLULAS SOLARES

En función del proceso de fabricación, hay tres tipos principales de células solares para sistemas fotovoltaicos:

- Monocristalinas;
- Policristalinas;
- De lámina delgada o de silicio amorfo.

Principalmente, los materiales utilizados para la fabricación de células solares son:

- Varios tipos de silicio;
- Arseniuro de galio;
- Diseleniuro de cobre e indio;
- Telururo de cadmio.

La elección de material depende de la aplicación prevista del panel.

1.1.1.1 La célula monocristalina

Se fabrica a partir del mineral "silicio", que se encuentra en abundancia en la arena, partiendo de un solo cristal "cultivado" que se forma gradualmente en un bloque. A continuación, se cortan las células en láminas finas de

250 a 350 μm . El límite de eficiencia de la célula monocristalina está alrededor del 35%. Actualmente, este tipo de célula alcanza eficiencias del 21%.

1.1.1.2 La célula policristalina

Se fabrica de vidrio de silicio fundido, que se forma en el molde. Es más barata que la célula monocristalina, pero su límite de eficiencia es del 32%. Actualmente, este tipo de célula alcanza eficiencias del 19%. Es reconocible porque su color es irregular y más claro que el de la monocristalina, además de tener una forma rectangular, sin cortes en las esquinas.

Las células policristalinas son algo menos eficientes que las monocristalinas, pero son más eficientes cuando el sol llega a la célula solar en ángulos bajos de incidencia.

1.1.1.3 La célula de lámina delgada o de silicio amorfo

Utiliza una nueva tecnología que consiste en una lámina delgada de vidrio de silicio puro sobre un sustrato de vidrio o cerámica. Esta capa no supera 20 μm y el grosor de la célula entera es de 300 a 800 μm . El sustrato también puede ser de plástico, lo que permite la fabricación de módulos flexibles.

Actualmente, la eficiencia de estas células es de en torno al 13%, aunque se han alcanzado niveles de eficiencia del 15% en laboratorio. Las ventajas de esta tecnología es que es mucho más barata que las células cristalinas, permite la formación de módulos flexibles y no se utilizan elementos contaminantes en el proceso de fabricación. Tienen un rendimiento inferior a la mitad del de las células de tipo cristalino.

Normalmente, en los sistemas de 12V, se conectan 36 células a un módulo FV.

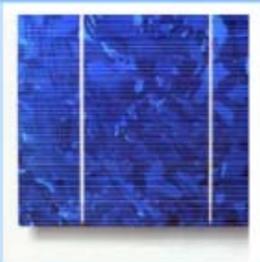
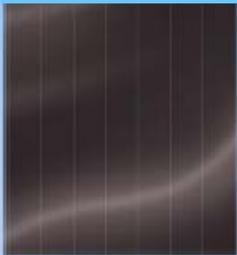
	Monocristalina	Policristalina	Lámina delgada
			
Tipo de célula	Eficiencia máx. laboratorio	Eficiencia máx. comercial	
Si monocristalino	35%	21% (23% back cont)	
Si policristalino	32%	19%	
MATERIALS DE LÁMINA DELGADA	-----	-----	
Si amorfo	15%	13%	

Figura 1 Tipos de células solares

1.1.2 VIDA ÚTIL

En general, los módulos fotovoltaicos son el componente más duradero del sistema y la vida útil depende de su diseño, el ambiente y las condiciones operacionales.

Están diseñados para resistir todas las condiciones meteorológicas, incluidos el frío del ártico, el calor del desierto, la humedad tropical, vientos que superan 125 millas por hora (200 km/h) y el granizo de 25 mm a velocidad terminal.

En algunos módulos FV, como los de lámina delgada, se prevé que sufran una caída de rendimiento durante los primeros meses de funcionamiento, que después disminuye hasta que cesa totalmente. A partir de entonces, el

rendimiento de los módulos es relativamente estable. En los módulos policristalinos, este tipo de deterioro es mucho menor.

A más largo plazo se puede prever un deterioro del 0,5% anual. Es probable que la vida útil total de los módulos FV se vea limitada por otros factores que no sean el deterioro del silicio. Normalmente, puede esperarse una vida útil de 20 años o más.

1.1.3 CURVA DE CORRIENTE Y TENSION

Se puede representar el funcionamiento de una célula solar mediante una curva de corriente y tensión (I-V), como la que se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. Cuando la célula no está conectada, se obtiene una tensión en circuito abierto V_{oc} , y, cuando se provoca un corto circuito en la célula, se obtiene la corriente I_{sc} (bajo condiciones normales de ensayo: 1.000 W/m² de irradiancia solar, 25°C de temperatura de la célula y un coeficiente de masa del aire de 1,5).

Para un aumento de la tensión de 0 a V_{oc} , la corriente permanece casi estable, hasta llegar a la tensión V_{MPP} y, a partir de ahí, desciende rápidamente. Visto que $P = V \times I$ puede calcularse la potencia P , en cualquier punto. Lo que importa es obtener la máxima potencia, esto ocurre, cuando la superficie del rectángulo $V \times I$ está en su valor máximo. El punto P_{max} se conoce también como el punto de máxima potencia (MPP, del inglés, *Maximum Power Point*). La potencia máxima en vatios del panel solar se obtiene multiplicando I_{MPP} por V_{MPP} .

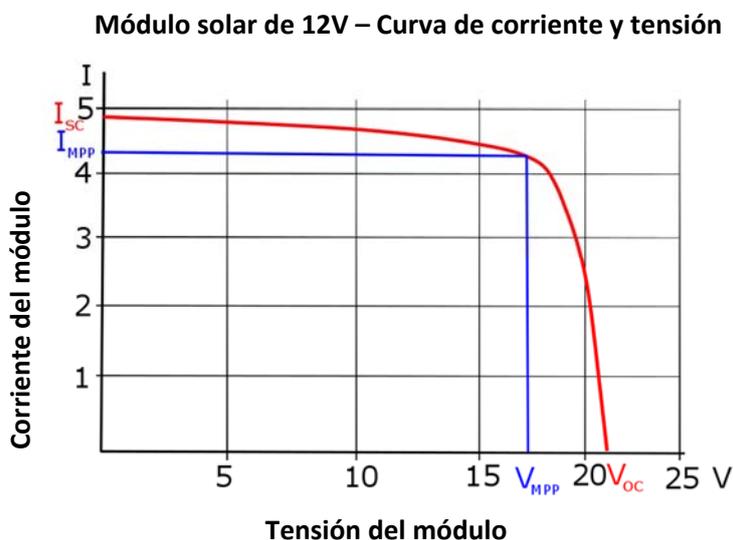


Figura 2 Curva de corriente y tensión

Se puede observar que la tensión máxima (V_{oc}) corresponde a la medición sin consumo, es decir en circuito abierto.

Al contrario, la corriente máxima (I_{sc}) se obtiene cortocircuitando los terminales positivo y negativo del panel solar.

La calidad de una célula solar se determina por la relación entre la superficie del rectángulo $V_{oc} \times I_{sc}$ y la superficie del rectángulo $V_{MPP} \times I_{MPP}$, es lo que se conoce como factor de forma (FF, del inglés, *fill factor*).

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

Ecuación 1 Factor de forma de células solares (fill factorFF)

1.1.4 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

Cuando su temperatura aumenta, las células solares pierden eficiencia en cuanto a la tensión generada. No es extraño que un panel solar alcance temperaturas superiores a los 50°C en verano, provocando una reducción del 15% de la tensión generada.

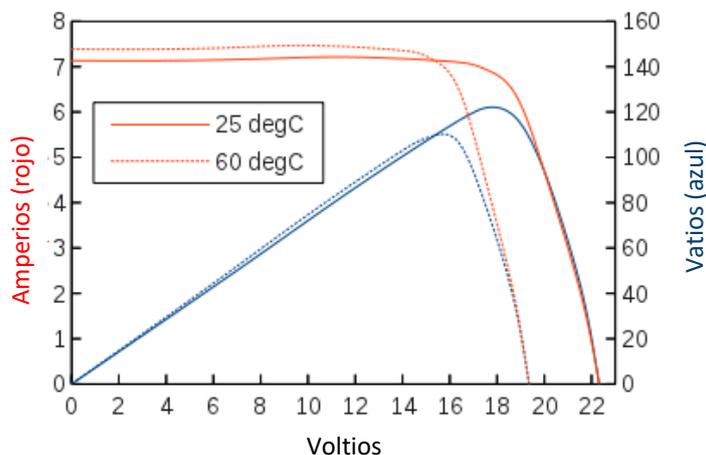


Figura 3 Influencia de la temperatura en la eficiencia de células solares

La potencia de los módulos solares se obtiene bajo condiciones normalizadas de medición, que son 1.000 W/m² de irradiancia solar, 25°C de temperatura de la célula y una masa de aire de 1,5. Normalmente, la potencia de salida típica de un módulo es inferior a la salida bajo condiciones normalizadas.

1.1.5 CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Las características térmicas son los parámetros más importantes para predecir el comportamiento futuro de la tensión en un módulo solar. Con respecto a la corriente de salida, los cambios térmicos, tienen poca influencia. Existen dos parámetros importantes:

- **Temperatura de operación nominal de la célula (TONC o NOCT, del inglés, *Nominal Operating Cell Temperature*):**

Se trata de la temperatura alcanzada por las células del módulo bajo condiciones normales de funcionamiento, principalmente, a 20°C de temperatura ambiente y una irradiación de 800 vatios / m². La TONC está directamente relacionada con la temperatura alcanzada por las células a una temperatura ambiente dada, cuanto menor sea la temperatura del módulo, mejor funcionará y más potencia suministrará. Por lo tanto, cuanto menor sea la TONC, mejor.

- **Coeficiente de potencia y temperatura:**

Indica la pérdida porcentual de la potencia de salida del módulo solar por cada grado por encima de 25°C en que aumenta la temperatura del módulo. Cuanto menor sea, mejor.

1.1.6 ORIENTACIÓN DEL PANEL SOLAR

Normalmente, los paneles solares fotovoltaicos deben orientarse hacia el ecuador para maximizar la salida de potencia. Se debe elegir el ángulo de inclinación en función de la insolación, la ubicación geográfica, las capacidades de autolimpieza, el espacio disponible, etc.

En el caso de las ayudas flotantes a la navegación marítima, no es posible garantizar la orientación de los módulos y, por lo tanto, debe aplicarse un factor de reducción.

También debe tenerse en cuenta que los módulos solares son sensibles a la presencia de pequeñas sombras, incluso una sombra delgada puede disminuir de forma significativa la potencia de salida. Por ejemplo, pueden causar problemas las sombras originadas por la vegetación, los edificios, las marcas diurnas y las barandillas, y deben evitarse.

En algunos lugares, las incrustaciones en la superficie pueden llegar a ser un problema. En dichos lugares, se recomienda evitar la colocación horizontal e instalar los paneles solares a una inclinación que favorezca la autolimpieza.

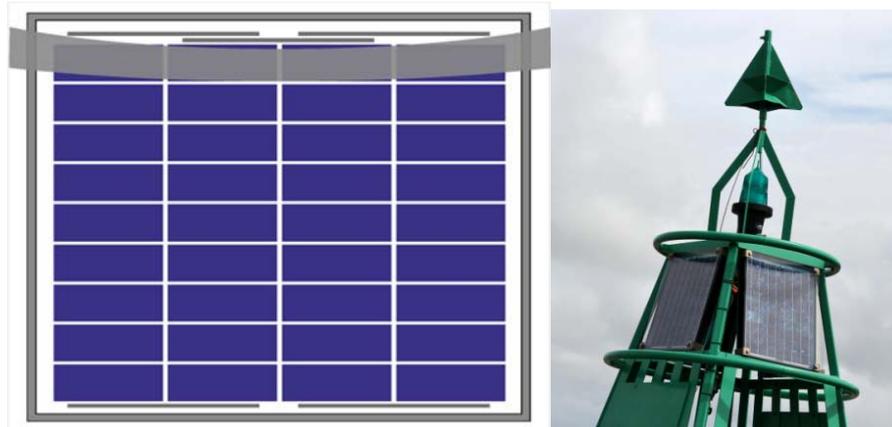


Figura 4 *Reducción de potencia de aproximadamente el 90% debido a sombras*

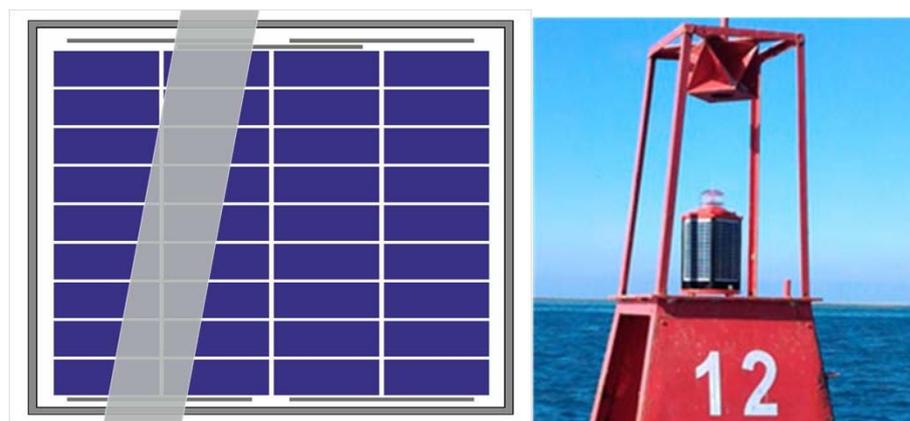


Figura 5 *Reducción de potencia de aproximadamente el 75% debido a sombras*

1.2 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LAS BATERÍAS

1.2.1 CAPACIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA

La capacidad mínima de las baterías dependerá de la elección hecha o impuesta por las siguientes limitaciones de diseño:



- La máxima profundidad de descarga diaria;
- El nivel de carga más bajo aceptable durante los meses de invierno;
- La autonomía necesaria por los días sin sol (a partir de los datos meteorológicos o de insolación). Según la investigación, al menos 20 días, como regla general, en las latitudes medianas (menos en las latitudes más bajas y más en las más altas);
- La facilidad de acceso a la ayuda a la navegación;
- La capacidad de la batería de recibir la salida máxima del generador sin sobrecargarse, principalmente para baterías selladas (una situación que podría no surgir con un sistema autorregulado).

Debe señalarse que:

- 1 La capacidad máxima de las baterías dependerá, normalmente, de consideraciones sobre el coste, el espacio disponible, el peso y la capacidad de manipulación. Como regla general, el número de baterías en paralelo deberá mantenerse al mínimo. (Cinco es una cifra típica para baterías de buena calidad que procedan del mismo lote de fabricación, instaladas al mismo tiempo y funcionando bajo el mismo régimen de carga y descarga, pero podría variar según la calidad de la batería). Algunos fabricantes ofrecen células individuales, o bloques de 2 o 3 células, de alta capacidad, y suele ser mejor utilizar éstas en serie que baterías más pequeñas en paralelo.
- 2 Si se usan baterías de plomo y ácido, para evitar una descarga profunda durante los meses de invierno, es posible que se requiera un aumento de su capacidad, pero en esta situación debe tenerse en cuenta el efecto de las bajas temperaturas sobre la batería. Por estas razones, deben considerarse el uso de baterías de níquel cadmio, de níquel-metal hidruro y de litio-ion para los peores casos (latitudes muy altas en los hemisferios norte y sur, y temperaturas muy bajas).
- 3 Cuando el diseño requiera un periodo prolongado de autonomía, cobran importancia las baterías con una autodescarga baja.

1.2.2 TIEMPO DE AUTONOMÍA

La batería se diseña para suministrar energía en determinadas condiciones durante periodos de tiempo, sin o con un mínimo de insolación solar. Cuando se calcula la capacidad de batería necesaria, deben considerarse las siguientes cuestiones:

- El ciclo diario / estacional requerido (puede haber restricciones a la profundidad máxima de descarga);
- El tiempo necesario para acceder al emplazamiento;
- El envejecimiento;
- El impacto de la temperatura;
- La ampliación futura de la carga;
- Las condiciones meteorológicas locales.

2 DATOS DE ENTRADA

En el proceso de diseño de un sistema de energía solar, también es importante ser consciente de algunos factores generales de seguridad. Los siguientes ejemplos resaltan cuestiones que deben considerarse a medida que se introduzcan los datos en el programa de dimensionamiento solar.

Para utilizar el programa, es necesario introducir información sobre la irradiación solar local, los detalles técnicos de las cargas de la AtoN y los detalles particulares del tipo de módulo solar y baterías que se prevén utilizar, que se describen a continuación.



Las zonas de la hoja de cálculo con fondo amarillo exigen datos de entrada. Las referencias entre corchetes ("[]") se refieren a las celdas de la hoja de cálculo en las que se deben introducir los datos.

Cuando se coloca el cursor en cualquiera de los cuadros con bordes rojos, se abren ventanas de información.

2.1 IRRADIACIÓN SOLAR Y DURACIÓN DE LA NOCHE

La información sobre la irradiación solar y la duración de la noche puede obtenerse de un atlas solar, de la oficina meteorológica local o de varios sitios de Internet. La IALA ofrece más información sobre cómo obtener estos datos de fuentes públicas en Internet en <http://www.iala-aism.org/products-projects/technical-area/calculation-working-tools/solar-sizing-tool>.

Se introducen los datos de la hoja "Radiación y duración de la noche", donde pueden almacenarse muchas localizaciones. Los datos ahí almacenados pueden utilizarse con facilidad en la hoja "Simulación", empleando el botón de desplazamiento [H4], que trasladará

- El nombre
- La latitud
- La longitud
- Los datos de radiación
- Las horas de noche (si están disponibles)

a la hoja "Simulación". La **RADIACIÓN DIARIA [D#.O#]** se introduce en kWh/m² para cada mes del año, según el ángulo de montaje elegido. Al elegir los datos mínimos de radiación, se está eligiendo el peor escenario. En los atlas solares suele presentarse la información para los ángulos de 0°, 30°, 60° y 90°.

En los lugares donde la irradiación solar es baja, es posible que no sean suficientes los sistemas de energía solar y que sean necesarias fuentes de energía adicionales.

2.2 LATITUD Y LONGITUD

Se introduce la **LATITUD [B#]** de la estación en la hoja ("Radiación y duración de la noche" en grados Norte o Sur. Si no se introduce la duración de la noche en [P#.AA#], se calculará según la latitud introducida. Téngase en cuenta, que este cálculo es sólo una aproximación que funciona en latitudes más bajas, pero es menos preciso en las más altas.

Se utiliza la **LONGITUD [C#]** por motivos de descripción, pero también puede resultar útil para obtener datos de Internet.

2.3 ORIENTACIÓN

Debe introducirse el valor de la orientación de los paneles en la hoja "Simulación" en **ORIENTACIÓN [B9]**, teniendo en cuenta:

- Si los paneles se orientan al sur en el hemisferio norte (al norte en el hemisferio sur), este valor será 1;
- Si los paneles no tienen una orientación definida, como sería el caso de una AtoN flotante, este valor sería 0,7.

2.4 VOLTAJE

Se debe introducir en **VOLTAJE [B6]** en la hoja "Simulación". Esta es la tensión nominal de diseño del sistema de energía y normalmente será, de 12 voltios, pero en algunos casos podría ser de 6 o 24 voltios.

2.5 CONSUMOS ELÉCTRICOS

Las cargas eléctricas que el sistema soportará deben introducirse como: la carga diurna y nocturna de la linterna, así como la carga continua.

- Consumo de la linterna;

El **CONSUMO DIURNO DE LA LINTERNA [B10]** y el **CONSUMO NOCTURNO DE LA LINTERNA [F10]** son los consumos, en vatios, que presenta la linterna (u otro elemento de la AtoN que funcione con un carácter rítmico) cuando esté encendida. El consumo diurno sólo es aplicable si la linterna funciona las 24 horas al día, p.ej. una luz de entrada a puerto que se enciende a una intensidad mayor durante el día.

La proporción de tiempo durante el cual, la carga está encendida se describe como el **CICLO DE TRABAJO [B11]**, que se introduce como un porcentaje (p. ej. 2 segundos encendido y 8 segundos apagado, sería un ciclo de trabajo del 20%). Nota: Debe utilizarse el tiempo de cierre del conmutador y no el tiempo de incandescencia.

- Carga continua.

La **CONSUMO CONTINUO [B13]** es el consumo fijo, o continuo, en vatios, del destellador, el regulador de carga y cualquier otra ayuda fija a la navegación (Racon, RTE, comunicaciones, etc.).

2.6 UMBRAL DE CONMUTACIÓN

El **UMBRAL DE CONMUTACIÓN [B12]**, es la **histéresis del sensor de encendido/apagado, se introduce** como el tiempo (en horas decimales) en que se enciende la luz antes de la puesta del sol y se apaga después de la salida del sol (p. ej. 30 minutos se introduciría como 0,5 hora). Téngase en cuenta que para una luz que funciona las 24 horas al día podría ser conectada la carga a una fecha y hora, con un número negativo de umbral de conmutación.

2.7 PANELES SOLARES

Se deben introducir los parámetros de los paneles solares que prevé utilizar.

- Voltaje

Se trata del voltaje en el punto de máxima potencia, que se introduce en **U_{MPP} [B7]**, en voltios. Puede obtenerse este valor de los datos del fabricante.

- Edad

- La **EDAD [B5]** mide de la reducción de la eficiencia del módulo durante su vida útil (p. ej. si el módulo se deteriora un 1% cada año de su vida útil y se utilizará durante 15 años, se introducirá una cifra de $15 \times 1 = 15\%$). El fabricante podrá ofrecer alguna orientación al respecto. Este valor se obtiene de la información suministrada por el fabricante

- Potencia

La potencia pico del número total de paneles solares que utilizará la instalación (array) se introducirá como la **POTENCIA [B8]**, en vatios. Será un múltiplo de la potencia de pico de los paneles individuales elegidos. El fabricante también proporciona esta información.

En la práctica, el tamaño y el número de paneles dependerá del espacio disponible en el emplazamiento de la ayuda a la navegación y, posiblemente, de las restricciones de transporte. Se tendrá que hacer una estimación inicial del número y, por lo tanto, de la potencia máxima de los paneles solares, que se irá refinando por el uso iterativo del programa.

2.8 BATERÍAS

Debe introducirse la información sobre las baterías. Se debe elegir un tipo de batería que sea adecuado para el entorno de la ayuda a la navegación (p. ej. baterías a prueba de derrames para boyas, se puede optar por baterías



de níquel cadmio para temperaturas muy bajas, las dimensiones de las baterías serán reducidas en boyas, el peso puede verse limitado por las capacidades locales de izado, sistemas de transporte, etc.).

- Capacidad máxima utilizable

A partir de la información del fabricante y las especificaciones de diseño, se elegirá un valor para la **CAPACIDAD MÁXIMA UTILIZABLE [B15]** o profundidad máxima de descarga que es el porcentaje de la capacidad de la batería que pueda descargarse de forma segura sin reducir su vida útil (p.ej. el 80%).

Se puede ajustar la capacidad máxima utilizable en función de la ubicación del sistema y la importancia de la ayuda a la navegación. Cuanto mayor sea la importancia de la ayuda a la navegación, es posible que sean necesarios unos niveles de seguridad mayores y una capacidad utilizable menor.

Para obtener la vida útil prevista, deben tenerse en cuenta tanto el tipo de batería como las especificaciones del fabricante. El almacenamiento y las condiciones de carga son fundamentales para la durabilidad de la batería.

- Eficiencia

La **EFICIENCIA DE LA BATERÍA [B16]** es la eficiencia de su recarga, expresado como una ratio de la energía de carga (entrada) y la energía suministrada a la carga (salida), que se calcula como la entrada entre salida. Este dato se puede obtener de los fabricantes.

La variación de temperatura y la humedad del entorno afectarán a la vida útil de la batería. Para mantener su seguridad y eficiencia, es necesaria una buena ventilación del alojamiento de la batería.

- Capacidad

La **CAPACIDAD DE BATERÍAS [B14]**, se introduce en Ah (amperios-hora), cuando todo el banco de baterías se descarga a lo largo de un periodo o tasa de descarga de 100 horas, que será equivalente a un múltiplo de la capacidad de las baterías individuales. Si se introduce una estimación de la capacidad total de las baterías, el programa calculará el número de días que el sistema podrá funcionar, sin ningún aporte solar, en la época del año con menos luz solar. También presentará una representación gráfica del balance energético del sistema solar a lo largo del año.

Note, por favor:

Se han ocultado las columnas **[S..U]** en la hoja "Simulacion", que sólo incluyen algunos cálculos auxiliares.

3 DATOS DE SALIDA E ITERACIÓN

DÍAS DE AUTONOMÍA [B17] ofrece una medida de la capacidad de reserva del sistema, que podría denominarse la "Días de reserva sin sol". Se pueden elegir tanto el número de días para recargar el sistema durante el período invernal, en función de las condiciones meteorológicas locales, como la distancia para viajar al emplazamiento a efectos de realizar reparaciones en el caso de que se produzca un fallo. Es necesario adaptar un mantenimiento preventivo.

Después, el sistema se puede refinar, modificando el número de paneles solares (**POTENCIA [B8]**) o de baterías (**CAPACIDAD DE BATERÍAS [B14]**) para conseguir una solución práctica que aporte el número requerido de **DÍAS DE AUTONOMÍA [B17]**.

Si el diseño inicial es incorrecto y la batería prevista se descargará por completo, y un mensaje de "Error" aparecerá en las columnas **DÍAS DE AUTONOMÍA [B17]** y **Ah [E21..F32]**.



4 CONTRATO DE LICENCIA PARA EL USUARIO FINAL (CLUF) DEL SOFTWARE DEL PROGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO SOLAR DE LA IALA

IMPORTANTE – LEA ATENTAMENTE: El presente Contrato de Licencia para el Usuario Final (en adelante, "CLUF") es un contrato jurídico formalizado entre usted (un individuo o una organización) e IALA con respecto al producto de software de la IALA identificado anteriormente, que incluye el software y que podría incluir los medios, materiales impresos y documentación electrónica o en línea asociados. Al instalar, copiar o utilizar de cualquier otro modo el PROGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN POR ENERGÍA SOLAR DE LA IALA, acepta las obligaciones y condiciones del presente CLUF. Si no está de acuerdo con los términos del presente CLUF, no instale ni utilice el Programa.

4.1 LICENCIA DE PRODUCTO DE SOFTWARE

4 El programa de Dimensionamiento Solar de IALA se distribuye bajo régimen de licencia de uso y no está a la venta. **CONCESIÓN DE LICENCIA.**

El presente CLUF le otorga el derecho de instalar y utilizar un número ilimitado de copias del Programa de Dimensionamiento Solar de la IALA.

5 **REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN.**

Podrá instalar y distribuir un número ilimitado de copias del Programa de Dimensionamiento Solar de la IALA, siempre y cuando cada copia sea una copia fiel y completa, incluyendo todas las notificaciones de derechos de autor y de marcas registradas, que serán acompañadas por una copia del presente CLUF. Las copias del Programa de Dimensionamiento Solar de la IALA se podrán distribuir como un producto independiente o como parte de su propio producto.

6 **DERECHOS DE AUTOR.**

Son propiedad de la IALA o de sus proveedores todos los títulos y derechos de autor (copyright) del Programa de Dimensionamiento Solar de la IALA (incluyendo con carácter enunciativo y no limitativo las imágenes, fotografías, animaciones, vídeos, audios, música, textos y aplicaciones incorporados a dicho programa), así como los materiales que lo acompañan y las copias del mismo. El Programa de Dimensionamiento Solar de la IALA está protegido por las leyes de derechos de autor y por las disposiciones de los tratados internacionales.

4.2 OTRAS CUESTIONES

Aunque la IALA sea una organización no gubernamental e internacional, las leyes nacionales pueden ser de aplicación al presente CLUF.

Si tiene alguna pregunta sobre este CLUF, o si desea ponerse en contacto con la IALA por cualquier motivo, póngase en contacto con la Secretaría de IALA en 10 rue des Gaudines, Saint Germain en Laye, 78100, Francia.

4.3 GARANTÍA LIMITADA

1 **SIN GARANTÍAS.**

La IALA expresamente deniega cualquier garantía para el Programa de Dimensionamiento Solar de la IALA. El Programa de Dimensionamiento Solar de la IALA y cualquier documentación relacionada al mismo se proporciona "tal cual" y sin garantía alguna, ya sea expresa o implícita, incluyendo, sin limitación alguna, las implícitas o de comerciabilidad, de idoneidad para un propósito en particular, o de no infracción. El usuario del producto asume todo el riesgo derivado del uso o el funcionamiento del Programa de Dimensionamiento Solar de la IALA.

2 **NINGUNA RESPONSABILIDAD POR DAÑOS Y PERJUICIOS.**



Bajo ningún concepto serán la IALA o sus proveedores responsables de cualesquiera daños y perjuicios (incluyendo, sin limitación alguna, el lucro cesante, la interrupción de actividad, la pérdida de información comercial o cualquier otra pérdida pecuniaria) que se produzcan a raíz de la utilización o la incapacidad de utilizar este producto de la IALA, incluso cuando la IALA haya sido avisada de antemano de la posibilidad de dichos daños.

5 ACRÓNIMOS

Ah	Amperios-hora
AtoN	(<i>Marine aid(s) to navigation</i>) Ayuda/s a la navegación marítima
C₁₀₀	Capacidad a la tasa de descarga de 100 horas, Anexo A
CLUF	Contrato de Licencia para el Usuario Final
I_{sc}	Corriente en corto circuito
I_{MPP}	Corriente en el punto de máxima potencia
kWh/m²	kilovatio horas por metro cuadrado
NiCd	Níquel Cadmio (batería)
P_{max}	Potencia máxima
RTE	(<i>Radar Target Enhancer</i>) Dispositivo de blancos de radar mejorado
V_{OC}	Tensión en circuito abierto
V_{MPP}, U_{MPP}	Tensión en punto de máxima potencia, Anexo A
W	Vatio
kWh/m²	Kilovatio horas por metro cuadrado
W_{peak}	Vatios pico



ANEXO A PÁGINA DE EJEMPLO DEL PROGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO SOLAR

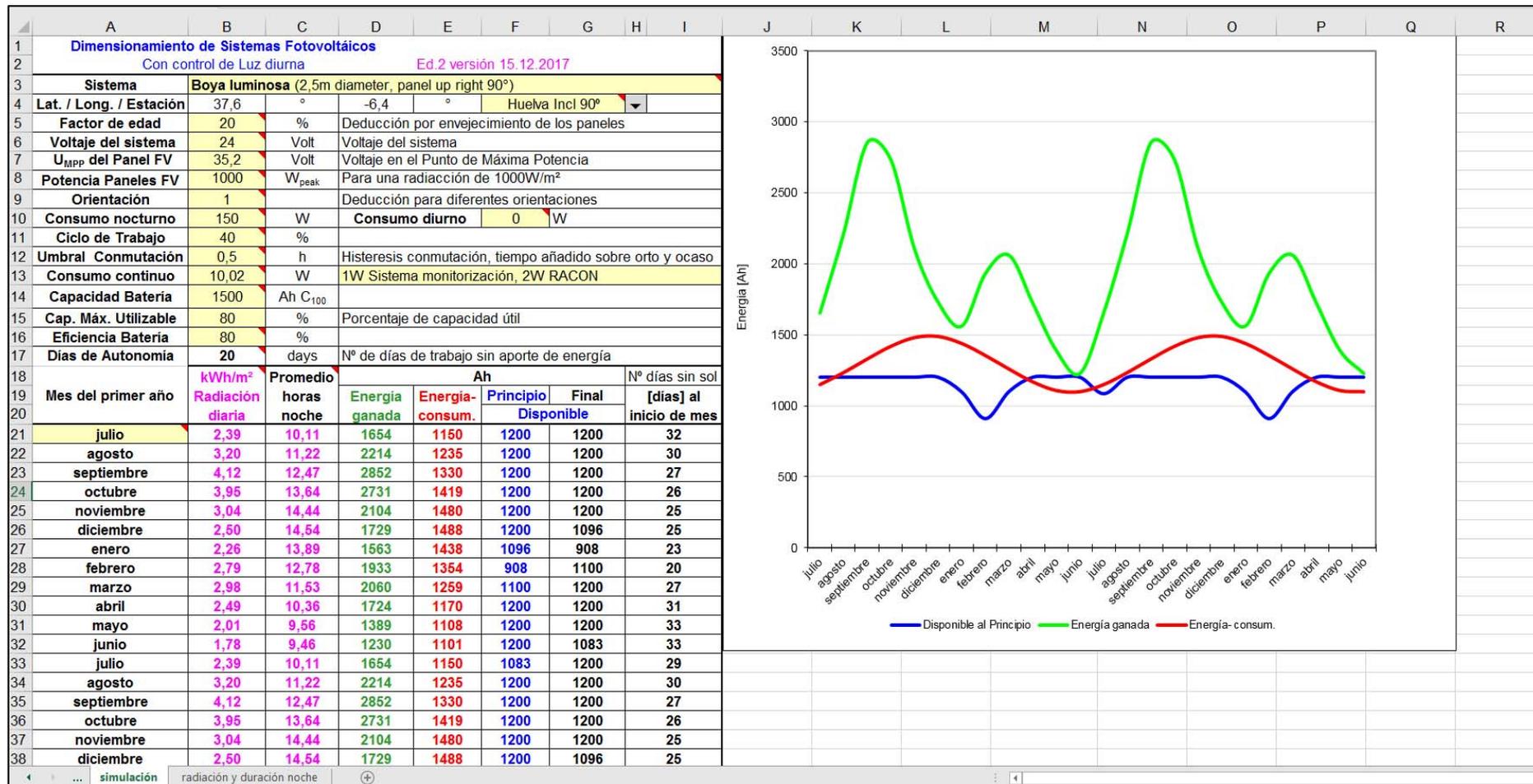


Figura 6 Captura de pantalla de la hoja de cálculo de Excel