

HORA SOLAR PICO (HSP)

Los paneles solares fotovoltaicos, no son capaces de producir su potencia máxima en cualquier condición. Los factores que pueden alterar dicha potencia son de carácter climatológico, de inclinación, de orientación y dependerá las horas de **radiación solar** de la que dispongan según el lugar dónde estén instalados.

La radiación solar es un conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. Como es lógico, en un sistema de captación solar fotovoltaico no necesitamos todo el espectro de esta radiación, que va desde el ultravioleta hasta el infrarrojo.

La magnitud que mide la radiación solar que llega a la tierra es la **irradiancia**, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la tierra. Su unidad es el W/m^2 .

La hora solar pico (**HSP**), podríamos definirla como una unidad encargada de medir la **irradiación solar** y definirla como el tiempo (en horas) de una hipotética irradiancia solar constante de $1.000 W/m^2$.

En todos las fichas técnicas de los paneles fotovoltaicos, debe (o debería) aparecer las características eléctricas del panel (P_{max} , U_{oc} , U_{mpp} , I_{sc} y I_{mpp}) en unas condiciones de medida estandarizadas conocidas como STC (del inglés *Standard Test Conditions*) o condiciones de prueba estándar.

Precisamente en estas condiciones, aparte de otros parámetros, se indica que la irradiancia es de $1.000 W/m^2$, o lo que es lo mismo una hora solar pico.

Llegados a este punto, ya podríamos intuir que la irradiancia no es igual en el tiempo, o dicho en lenguaje más llano, durante el día ni el año.

CÁLCULO DE HSP

Es importante conocer cómo calcular HSP pues de ello depende el éxito del proyecto de la instalación, pues como veréis la irradiancia no será la misma en ningún mes del año, y para instalaciones dónde su uso sea anual es imposible obtener un resultado satisfactorio calculando en los meses de más alta irradiancia pues de este modo, en los meses de más baja irradiancia, la instalación no cubriría las necesidades reales.

Por regla general en el emisferio norte (en el que se encuentra la península) los meses más desfavorables son los de invierno, concretamente diciembre y enero.

Para ello tomaremos como ejemplo, Baleares, de la tabla siguiente:

Energía en megajulios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio
de cada mes. Valor del factor H (tabla H)

[MJ/m ²]	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1 ALAVA	18,1	17,3	14,3	9,5	5,5	4,1
2 ALBACETE	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4
3 ALICANTE	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6
4 ALMERIA	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8
5 ASTURIAS	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6
6 AVILA	26,3	25,3	18,8	11,2	6,9	5,2
7 BADAJOZ	25,9	23,8	17,9	12,3	8,2	6,2
8 BALEARES	24,2	20,6	16,4	12,2	8,5	6,5
9 BARCELONA	21,6	18,1	14,6	10,8	7,2	5,8

Como se puede ver, el mes más perjudicial en cuanto a irradiancia es diciembre:

[MJ/m ²]	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
8 BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
24,2	20,6	16,4	12,2	8,5	6,5

Utilizaremos ahora otro factor que denominaremos valor de corrección atmosférico. Si en la zona dónde se ubicará nuestro cálculo, la atmósfera está limpia, como por ejemplo en la montaña o alejado de urbes, multiplicaremos el dato anterior por 1.05:

MJ/m² mes de diciembre 6,5 x 1,05 = 6,825 MJ/m²

Si esta instalación estuviera en un lugar dónde abunde la calima, la contaminación etc, entonces multiplucaríamos por 0,95:

MJ/m² mes de diciembre 6,5 x 0,95 = 6,175 MJ/m²

En caso de duda, dejadlo en 1, al fin y al cabo es añadir o quitar un 5% al valor.

En el caso que nos ocupa, tomaremos el primer dato, **6,825 MJ/m²**.

Ahora, de la tabla del factor K (hoja K), buscamos la latitud del lugar que nos interesa, en este caso 39º que corresponde a Baleares, la fila con la inclinación con la que vamos a ejecutar el montaje (40º) y la columna con el mes más desfavorable (diciembre). Obtenemos:

LATITUD =39º														
Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	LATITUD	a=
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	LAT=39º	0
5	1,07	1,06	1,04	1,03	1,02	1,01	1,02	1,03	1,05	1,07	1,09	1,08	LAT=39º	5
10	1,14	1,11	1,08	1,05	1,03	1,02	1,03	1,06	1,1	1,14	1,17	1,16	LAT=39º	10
15	1,19	1,16	1,11	1,07	1,03	1,02	1,03	1,07	1,13	1,2	1,24	1,23	LAT=39º	15
20	1,25	1,2	1,14	1,07	1,03	1,01	1,03	1,08	1,16	1,25	1,31	1,29	LAT=39º	20
25	1,29	1,23	1,15	1,07	1,02	1	1,02	1,08	1,18	1,29	1,36	1,35	LAT=39º	25
30	1,33	1,25	1,16	1,07	1	0,97	1	1,08	1,19	1,33	1,41	1,4	LAT=39º	30
35	1,35	1,27	1,16	1,05	0,97	0,94	0,98	1,06	1,2	1,35	1,45	1,43	LAT=39º	35
40	1,37	1,27	1,15	1,03	0,94	0,91	0,94	1,04	1,19	1,37	1,48	1,46	LAT=39º	40
45	1,38	1,27	1,14	1	0,9	0,87	0,9	1,01	1,18	1,37	1,5	1,48	LAT=39º	45
50	1,39	1,26	1,12	0,97	0,86	0,82	0,86	0,98	1,16	1,37	1,51	1,5	LAT=39º	50

El valor del factor "k" sería en este caso **1,46**.

Ahora ya tenemos los datos suficientes como para calcular HSP:

$$HSP = 6,825 \text{ MJ/m}^2 \times 1,46$$

$$HSP = 9,9645$$

La irradiación solar viene dada por la cantidad de **horas** en las que obtendremos una hipotética irradiancia de **1.000 W/m²**, y en nuestro caso el resultado es en **MJ/m²**, por lo que

$$HSP = 9,9645 \times 0,2778 = 2,77$$

La cantidad de **horas de sol pico**, para una latitud de 39º (Palma De Mallorca) en el mes más desfavorable (diciembre) sería de **2,77h**. Dato muy necesario para

PORQUÉ TRABAJAMOS CON HSP

Mejor verlo con un ejemplo:

Supongamos que debemos realizar un cálculo, para una instalación de una vivienda de uso continuo durante todo el año, ubicada en Palma de Mallorca y que, después de reunir los datos para la tabla de criterios de partida, obtenemos que tiene un consumo diario de 3,5 kW. Para no complicar el ejemplo, supondremos que todos los consumos los realizaremos en C₁₀₀.

Utilizaremos también un método de cálculo muy simplificado, pues sólo se trata de un ejemplo.

En las necesidades diarias de uso, ya incluimos los factores de pérdidas o rendimiento y de seguridad.

Obtenemos, pues, que el consumo diario de esta instalación será de **C_{max} 3.500 W/día**.

Vamos a utilizar paneles REC de 240w. cuyas características eléctricas son:

Potencia nominal P _{Mpp} (W)	240
Tensión nominal V _{Mpp} (v)	29,7
Corriente nominal I _{Mpp} (A)	8,17
Tensión circuito abierto V _{oc} (v)	36,8
Corriente cortocircuito I _{sc} (A)	8,75
Eficiencia del módulo (%)	97

Calculamos la energía del panel: **E_p**

$$E_p = P_p \cdot HSP \cdot \eta_p$$

Dónde:

E_p = energía del panel.

P_p = Potencia nominal del panel

η_p = Rendimiento del panel

$$E_p = 240 \cdot 2,77 \cdot 0,97$$

$$E_p = 644,85 \text{ Wh/día}$$

el número de paneles necesarios para esta instalación será:

$$N^{\circ} \text{ Paneles} \geq C_{\max} / E_p = 3.500 / 644,85 \geq 5,42 \rightarrow \mathbf{6 \text{ paneles.}}$$

Este cálculo lo obtenemos al utilizar el valor HSP de 2,77 (obtenido anteriormente con el mes más desfavorable de irradiación solar), con lo cual estaremos seguros de tener la energía producida suficiente como para consumir de 3.500 Wh/día tanto en verano como en invierno.

Imaginemos por un momento que, tomamos la irradiación del mes de julio, lo que suponen 24,4 MJ/m²:

$$\text{HSP} = 24,2 \cdot 1,05 \cdot 0,94 = \mathbf{23,88 \text{ MJ/m}^2 \rightarrow 6,64}$$

En este caso, la energía suministrada por el panel, sería:

$$E_p = P_p \cdot \text{HSP} \cdot \eta_p$$

$$E_p = 240 \cdot 6,64 \cdot 0,97$$

el número de paneles necesario:

$$N^{\circ} \text{ Paneles} \geq C_{\max} / E_p = 3.500 / 1.545,79 \geq 2,26 \rightarrow \mathbf{2 \text{ paneles.}}$$

Pues bien, podemos observar que para el mes de julio (y seguramente en junio y agosto) podríamos soportar la instalación con tan sólo dos paneles, pero.....¿ qué pasaría en los meses siguientes.....

OTROS FACTORES QUE TIENEN RELACIÓN CON HSP

No conviene extenderse demasiado en este tema, y tan sólo hablaremos de dos de ellos, aunque pueden ser de distinto índole:

- | | | |
|-------------|-----------------|-----------------------|
| *Climáticos | *De orientación | *De temperatura |
| *Eléctricos | *De inclinación | *De calidad |
| *Limpieza | *Ambientales | *De fabricación, etc. |

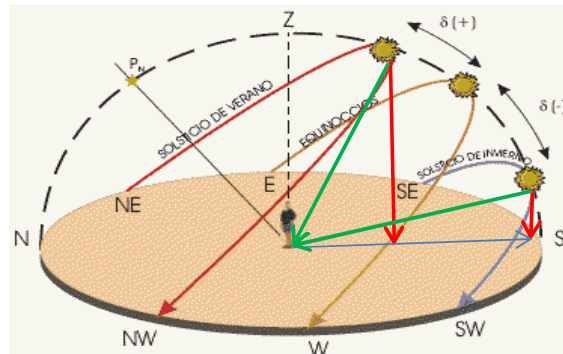
De los dos de los que nos ocuparemos serán de los factores de orientación

Inclinación de los módulos

No hay criterios homogéneos a la hora de decidir o formular sobre la inclinación que deben tener los módulos respecto a la horizontal, se ven versiones como si la inclinación óptima es igual a la latitud, que si es la latitud más diez grados..... a mi manera de entender y por la experiencia os comentaría que la más idónea quizás sea la de sumar 5 grados a la latitud del lugar, obteniendo así una media que nos será rentable tanto para los meses invernales como para los estivales.

En realidad lo que obliga a la inclinación del panel es aquello que se conoce

Técnicamente la **altura** de un astro se define como el arco vertical contado desde el horizonte hasta el astro. ↓



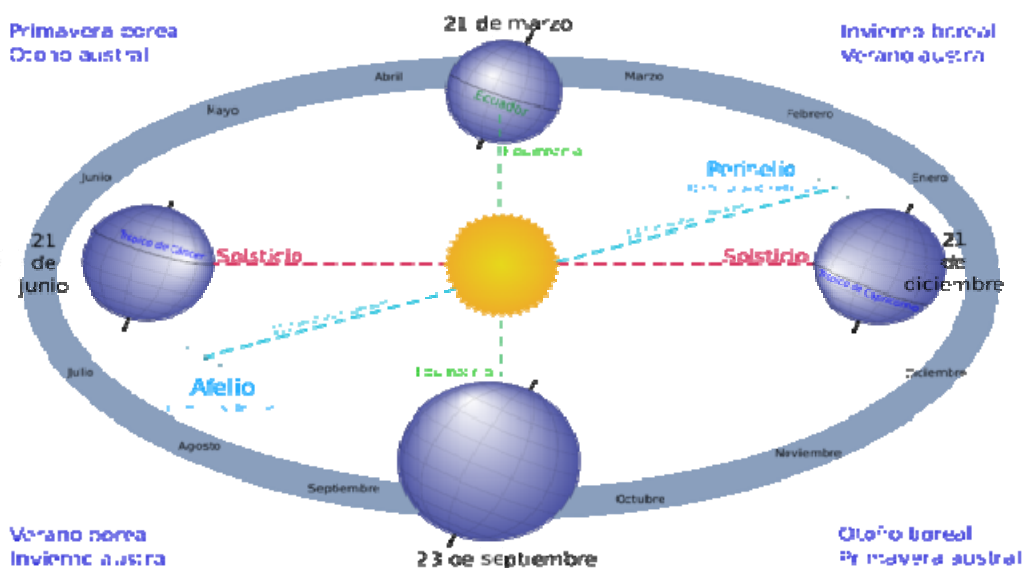
El punto dónde el sol alcanza su máxima elevación se conoce como el solsticio de verano, corresponde a día 21 de junio.

Al contrario, dónde alcanza su punto más bajo es en el solsticio de invierno, 21 de diciembre.

Los puntos dónde el sol se encuentra en una elevación media entre los dos solsticios, son conocidos como equinoccios, dándose lugar en primavera, 21 de marzo y otoño, 23 de septiembre, en estos casos el Ecuador corta con la línea de órbita terrestre.

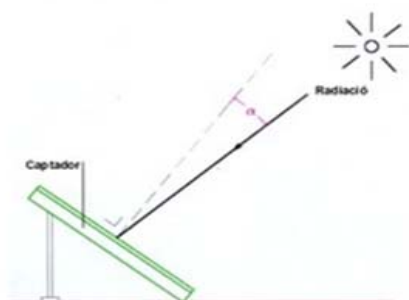
Este fenómeno nos da a entender que prácticamente ningún día de año, el sol se encuentra a la misma altura.

Otros dos puntos de interés, aunque no vamos a profundizar en ellos son el perielio o punto dónde la órbita terrestre más se acerca al sol -147 mill. de km. - (curiosamente es en invierno) y el afelio, dónde más alejada es la órbita respecto a la del sol -152 mill. de km.- que es en verano.



Entonces, ¿qué importancia tiene la altura solar y la posición del sol, en el rendimiento de los paneles fotovoltaicos?

Angulo de incidencia (α)



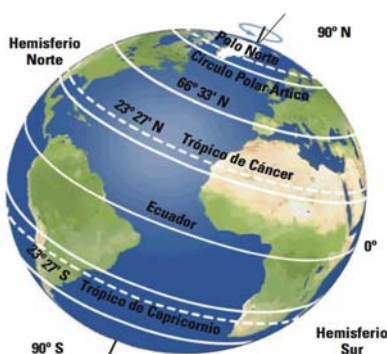
Para que un panel rinda un máximo, necesitamos que los rayos del sol incidan de la manera más perpendicular posible sobre su superficie.

Dicho de otra forma, el ángulo de incidencia (del rayo solar sobre el panel) que se conoce como ángulo α , debe ser lo menor posible.

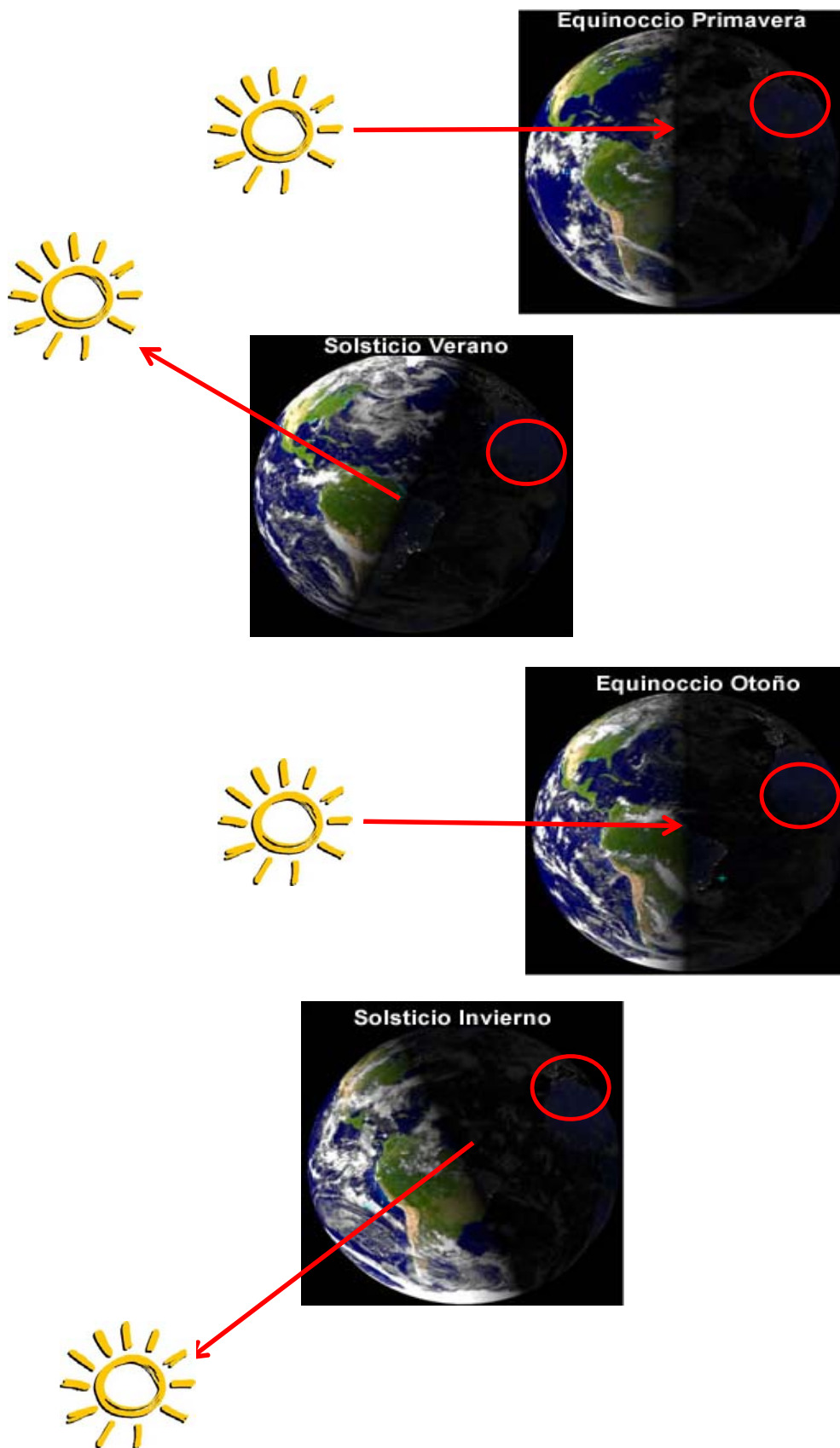
Vemos pues que, darle la inclinación adecuada al panel, es muy importante como para procurar las mínimas pérdidas, pues durante el año el sol estará a diferentes alturas. Normalmente inclinamos las estructuras a una media de la altura solar de verano e invierno, lo que representa unos 45° en nuestra latitud, (Balears), aproximadamente.

Orientación de los módulos

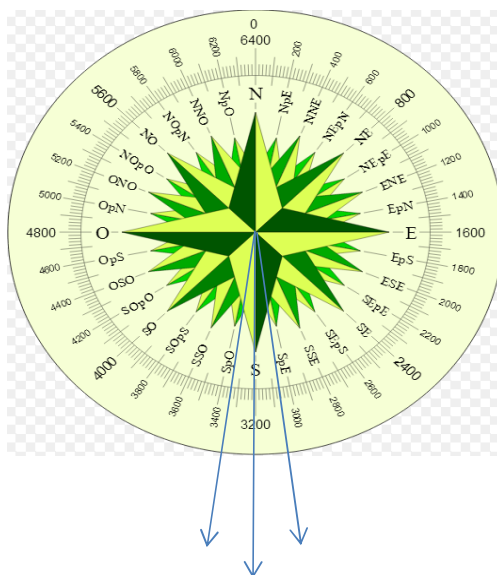
Concluyente, también, en el éxito de nuestra instalación es la orientación que debemos darle a los paneles, en nuestro caso, siempre orientados al **sur**, pues todas nuestras latitudes están en el hemisferio norte, por encima del Ecuador y del trópico de Cáncer:



Esta posición por encima del trópico no cambia durante todo el



La desviación máxima permitida de esta orientación (180º) es de -7º este, +7º oeste.



CONCLUSIÓN



En conclusión, la **irradiancia** no es la misma en las diferentes horas del día, puesto que el sol va incrementando su altura desde el amanecer hasta el mediodía y decreciéndola desde el mediodía hasta el ocaso. De la misma forma que tampoco es la misma en el transcurso de las estaciones, pues de igual modo

Este movimiento que crece y decrece durante el año, y durante el día va a determinar la cantidad útil de horas de las que dispondremos, que ya conocemos como Hora Solar Pico.

