

(Texto cedido por el ITC para su divulgación, 2005 )

## ¿Cómo se puede aprovechar la Energía Solar Fotovoltaica?

### ¿Cómo se genera electricidad con Energía Solar Fotovoltaica?

La Energía Solar se transforma directamente en electricidad mediante células fotovoltaicas. Este proceso se basa en la aplicación del efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre unos materiales denominados *semiconductores*. Se genera un flujo de electrones en el interior del material que puede ser aprovechado para obtener energía eléctrica.

Un panel fotovoltaico, también denominado módulo fotovoltaico, está constituido por varias células fotovoltaicas conectadas entre sí y alojadas en un mismo marco. Las células fotovoltaicas, por lo general de color negro o azul oscuro, se conectan en serie, paralelo o serie-paralelo, en función de los valores de tensión e intensidad deseados, formando los módulos fotovoltaicos.

El mercado engloba una **gran cantidad y variedad de módulos fotovoltaicos**: grandes o pequeños; rígidos o flexibles (incluso enrollables); en forma de placa, de teja o de ventana; con marco incorporado o no; con soporte orientable mecánicamente o no (a través de sensores se pueden orientar para captar la mayor radiación solar); de distintas tonalidades (negro, azul, pardo, amarillento, etc.)... Precisamente debido a esta gran variedad de paneles el rango de precios es muy amplio.

Las instalaciones fotovoltaicas se caracterizan por:

- Su simplicidad y fácil instalación.
- Ser modulares.
- Tener una larga duración (la vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a 30 años).
- No requerir apenas mantenimiento.
- Tener una elevada fiabilidad.
- No producir ningún tipo de contaminación ambiental.
- Tener un funcionamiento totalmente silencioso.

Para su caracterización, los módulos se miden en unas condiciones determinadas denominadas condiciones estándar:  $1.000 \text{ W/m}^2$  ( $1 \text{ kW/m}^2$ ) de radiación solar y  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  de temperatura de las células fotovoltaicas. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en  $W_p$  (vatios pico); a esta potencia se la denomina potencia nominal del módulo.

La energía producida por los sistemas fotovoltaicos es el resultado de multiplicar su potencia nominal por el número de horas pico, dado que no todas las horas de Sol son de la intensidad considerada como pico, es decir  $1.000 \text{ W/m}^2$ . El número de horas pico de un día concreto se obtendrá dividiendo toda la energía producida en ese día (en  $\text{Wh/m}^2$ ) entre  $1.000 \text{ W/m}^2$ . Aproximadamente la suma total de la energía que produce el Sol durante un día equivale en la Península Ibérica a unas 5 horas solares pico durante el verano y entre 2 y 4 durante el invierno, según la zona. En **Canarias**, en zonas de buena radiación solar, la media anual puede rondar las 6 horas pico al día.

### *¿SABÍAS QUÉ?*

El efecto fotovoltaico fue descubierto por Becquerel en 1839. En 1885 se fabricó el primer módulo fotoeléctrico (que era de selenio); pero no fue hasta mediados de los años 50 cuando se construyó el primer panel fotovoltaico de silicio, del mismo tipo de los que se utilizan hoy en día.

La electricidad producida por un panel fotovoltaico es en corriente continua y sus parámetros característicos (intensidad y tensión) varían con la radiación solar que incide sobre las células y con la temperatura ambiente. La electricidad generada con energía solar fotovoltaica se puede transformar en corriente alterna, con las mismas características que la electricidad de la red convencional, utilizando inversores.

### *¿SABÍAS QUÉ?*

Las células fotovoltaicas tuvieron su primer gran campo de aplicación en el espacio. No fue hasta mediados de los 70 (a raíz de la primera crisis del petróleo) cuando se comenzaron a utilizar de forma comercial en aplicaciones terrestres (para señalización de boyas luminosas, señalización ferroviaria, antenas de comunicación, etc.). Para estas aplicaciones se tuvo que reducir el precio de los módulos a la mitad, por lo que se empezó a utilizar silicio de rechazo de la industria de semiconductores.

### **¿Con qué material se fabrican los paneles solares fotovoltaicos?**

El material utilizado en la fabricación de células fotovoltaicas es el silicio, uno de los materiales más abundantes del planeta. Tradicionalmente han coexistido tres tipos de células de silicio.

**Silicio Monocristalino:** utiliza lingotes puros de silicio (los mismos que utiliza la industria de chips electrónicos). Son los más eficientes, con rendimientos superiores al 12%.

**Silicio Policristalino:** se fabrica a partir de restos de silicio monocristalino. Su rendimiento es algo inferior pero su menor coste ha contribuido enormemente a aumentar su uso, cada vez más extendido.

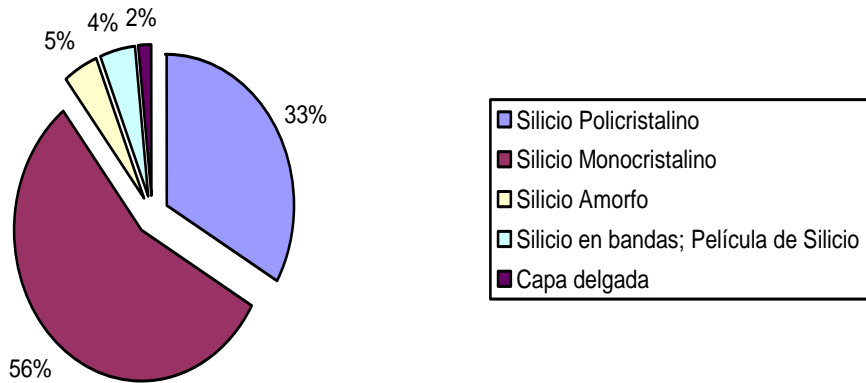
**Silicio Amorfo:** se obtiene por deposición de capas delgadas sobre vidrio. El rendimiento es bastante menor que los anteriores, por lo que su uso se limita a aplicaciones de pequeña potencia como calculadoras, relojes, etc.

Recientemente también se han desarrollado dos nuevas tecnologías a base de silicio.

- Silicio en bandas
- Película de silicio

Estos tipos tienen la particularidad de ser flexibles por lo que sus aplicaciones son mucho más versátiles. Su cuota de mercado a finales de 2003 era del 4,3%.

Entre las últimas investigaciones están también las nuevas tecnologías de capa delgada, en las que el semiconductor se aplica pulverizado y no precisa ser cortado (como en las demás tecnologías); lo que evita la pérdida de material que se produce en las operaciones de corte de la oblea (célula) abaratando mucho los costes de producción. Esta nueva tecnología no utiliza el silicio como materia prima. Su cuota de mercado a finales de 2003 era pequeña pero va aumentando rápidamente.



### Cuota de mercado de materiales de paneles fotovoltaicos a finales de 2003

#### ¿SABÍAS QUÉ?

La materia prima para la fabricación de las células fotovoltaicas más utilizada actualmente es el silicio. El silicio es el material más abundante en la Tierra después del oxígeno; la combinación de ambos forma el 60% de la corteza terrestre.

#### ¿SABÍAS QUÉ?

El principal productor de células fotovoltaicas a finales de 2003 era Japón (48% del mercado), seguido de Europa (26,5%) y de EE.UU. (14%). En Europa el principal productor es Alemania (con más del 57% de la producción europea) seguido de España (con algo más del 25% de producción).

### ¿Cuáles son las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica?

Las instalaciones solares fotovoltaicas se dividen en dos grandes grupos: sistemas aislados (sistemas autónomos sin conexión a la red eléctrica) y sistemas conectados a la red eléctrica.

#### Sistemas aislados:

Se emplean en lugares con acceso complicado a la red eléctrica y donde resulta más fácil y económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea de enganche a la red eléctrica general. Estos sistemas los podemos encontrar, por ejemplo, en:

- zonas rurales aisladas
- áreas de países en vías de desarrollo sin conexión a red
- iluminación de áreas aisladas y carreteras
- sistemas de comunicación (repetidores de señal, boyas, balizas de señalización, SOS en carreteras y autopistas...)
- sistemas de bombeo de agua
- suministro eléctrico en yates

- pequeños sistemas autónomos: calculadoras, cámaras, ordenadores, teléfonos portátiles, etc.

Estos sistemas constan de:

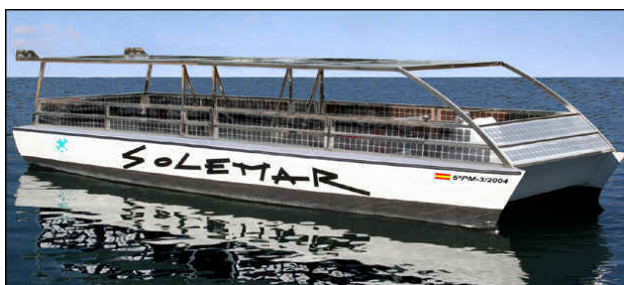
- Paneles fotovoltaicos: generan electricidad a partir de la energía del sol.
- Baterías: almacenan la electricidad generada por los paneles para poder así utilizarla en horas en donde la energía consumida es superior a la generada por los módulos como, por ejemplo, de noche. En estos casos la energía se consume directamente de las baterías y no de los paneles.
- Regulador de carga: control del proceso de carga y descarga de las baterías, evitando sobrecargas o descargas profundas alargando así la vida útil de las baterías.
- Inversores: transforman la corriente continua (CC) en alterna (CA), que es la que se utiliza de forma habitual en nuestros hogares. Si los consumos fuesen en CC se podría prescindir del uso del inversor. En algunos países en vías de desarrollo las instalaciones en CC tienen una gran importancia llegando a miles de sistemas instalados.

El número de paneles a instalar debe calcularse teniendo en cuenta:

- la demanda energética en el mes más desfavorable
- La radiación máxima disponible en el mes más desfavorable. Ésta dependerá de la zona en cuestión, la orientación y la inclinación de los módulos fotovoltaicos elegida.

Los sistemas aislados cobran especial importancia en aquellos países en los que la red eléctrica no está muy extendida (caso de muchos países en desarrollo); convirtiéndose, para muchos, en la única posibilidad de acceder a la electricidad. Si tenemos en cuenta que hoy en día 2.000 millones de personas no tienen acceso a la red eléctrica, se constata el importante rol que la energía solar fotovoltaica tiene para estos países en desarrollo. En estos países, hay más de **medio millón** de casas que disponen de electricidad gracias a los sistemas fotovoltaicos.

### ¿SABÍAS QUÉ?



El Solemar es un catamarán de fabricación española de 10 metros de eslora y 3,5 metros de manga, con dos cascos insumergibles y con capacidad para 28 pasajeros sentados bajo la sombra de los paneles solares instalados en el techo.

A 4 nudos de velocidad, durante el día, sus dos motores eléctricos consumen la misma cantidad de energía que la generada por los paneles solares, es decir, no necesitan ninguna otra fuente de apoyo. El barco dispone de dos bancos de baterías de gel de 490 Ah que le permiten, sin sol, una autonomía de 10 horas a 4 nudos de velocidad, y de 30 horas a 2 nudos.

### ¿SABÍAS QUÉ?

Un automóvil de Honda es capaz de superar los 140 km/h sin usar otra energía que la solar fotovoltaica.



### ¿SABÍAS QUÉ?

Una de las posibles aplicaciones de la energía solar fotovoltaica es el avión solar. Existe un prototipo a gran escala de avión no tripulado propulsado con energía solar diseñado por la NASA (Agencia Aeroespacial Norteamericana), que ascendió casi 23 km de altura. El avión solar se llama **HELIOS**. Sus alas, de algo más de 74 metros de envergadura y sólo 2,4 metros de distancia entre la nariz y la cola, son controladas desde la Tierra por dos pilotos a través de computadoras. Sus 14 propulsores son impulsados por pequeños motores eléctricos abastecidos por sus 65.000 células fotovoltaicas incorporadas en las alas.

### Sistemas conectados a la red:

Se instalan en zonas urbanas que disponen de red eléctrica y su función es producir electricidad para venderla a la compañía suministradora. Estos sistemas constan de:

- Paneles fotovoltaicos
- Inversores
- Cuadro de protecciones y contadores

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red pueden ser de muy diversos tamaños y pueden ir desde pequeños sistemas instalados, por ejemplo en tejados o azoteas, hasta centrales fotovoltaicas instaladas en terrenos de grandes dimensiones (se pueden utilizar zonas rurales no aprovechadas para otros usos) pasando por instalaciones intermedias como pueden ser las que utilizan grandes cubiertas de áreas urbanas, aparcamientos, centros comerciales, áreas deportivas, etc.

Las instalaciones en tejados o en grandes cubiertas representan un exponente claro de algunas de las grandes ventajas de la energía fotovoltaica, como es que los sistemas pueden ser de pequeño tamaño sin perder efectividad, la generación eléctrica puede darse en el mismo lugar donde se realiza el consumo (lo que evita costes y pérdidas de transporte y distribución de la electricidad) y además su instalación no requiere de ocupación de espacio adicional, aprovechando un espacio ya construido.

En regiones como la Macaronesia, y **en Canarias** en particular, donde la densidad de población es muy alta y el porcentaje de territorio sometido a algún tipo de protección es grande (más del 40% del territorio **canario** posee algún grado de protección) cobra especial importancia el hecho de que la generación eléctrica se pueda llevar a cabo aprovechando los tejados, azoteas o fachadas de edificios, sin que haya que buscar superficies adicionales para la producción de energía.

En los últimos años la energía solar fotovoltaica conectada a red se ha desarrollado enormemente, gracias al marco económico favorable. A finales de 2003 las instalaciones conectadas a red representaban más del 85% de la energía solar fotovoltaica instalada en Europa y se prevé que en los próximos años este porcentaje siga aumentando significativamente.

### ¿SABÍAS QUÉ?

Una instalación de unos 3 kW<sub>p</sub>, que ocupa unos 30 m<sup>2</sup>, vertería a la red eléctrica tanta electricidad como la consumida por una vivienda a lo largo de un año.

### ¿SABÍAS QUÉ?

En el 2005 se inauguró en Alemania una central fotovoltaica que ocupa 250.000 m<sup>2</sup> (casi como

56 campos de fútbol) y tiene una potencia instalada de 10 MW<sub>p</sub>.

### ¿SABÍAS QUÉ?

El primer edificio que aplicó el concepto de fotovoltaica integrada en edificios fue la biblioteca de Mataró (en Barcelona); donde toda la fachada frontal consta de doble acristalamiento con células fotovoltaicas integradas en el cristal exterior y también consta de 4 lucernarios fotovoltaicos (en total tiene 53 kW<sub>p</sub> instalados).

### ¿SABÍAS QUÉ?

A finales de 2003 la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Europa era de 562 MW<sub>p</sub>; de los cuales el 85% estaban conectados a la red eléctrica. Y la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en el mundo era de 762 MW<sub>p</sub>.

## ¿Dónde y cómo deberían situarse los módulos fotovoltaicos?

Los módulos fotovoltaicos se pueden instalar en terrazas, tejados, azoteas y patios, pero también en marquesinas, pérgolas, balcones, cornisas, cubiertas de aparcamientos, etc. Un aspecto fundamental en la localización de los módulos es asegurar que no existen obstáculos que les puedan dar sombra, al menos durante las horas centrales del día (vegetación, otros edificios, elementos constructivos, otros módulos, etc.).

Si se observan las posiciones del Sol al amanecer, mediodía y atardecer en cualquier lugar del hemisferio norte, se verá como el sol sale por el este, se desplaza en dirección sur y se pone por el oeste.

Es por eso por lo que para aprovechar a lo largo del año más tiempo la luz solar, la orientación de los paneles se hace hacia el sur en el hemisferio norte y hacia el norte en el hemisferio sur. En definitiva, los paneles se instalarán siempre mirando hacia el Ecuador.

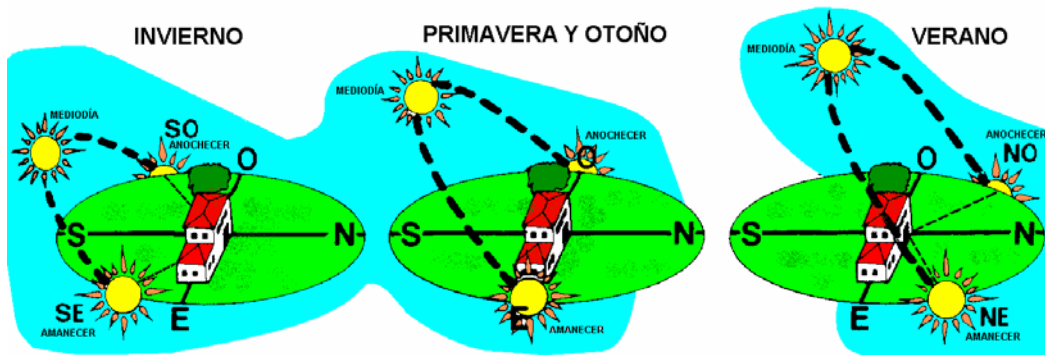


Ilustración 1: Recorrido del Sol en el hemisferio norte

La inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos depende de:

1. la latitud del lugar donde se van a instalar
2. la tipología, según sea una instalación conectada o aislada de la red eléctrica.

En una instalación conectada a la red eléctrica lo que se persigue es la máxima producción anual (la mayor cantidad posible de kWh a lo largo del año); para conseguir este fin los paneles fotovoltaicos se inclinan entre 5° y 10° menos que la latitud, aunque lo que se deja de generar por estar inclinados por encima o por debajo de este óptimo representa sólo un 0,08% por cada grado de desviación respecto a la inclinación óptima. En Canarias la

inclinación óptima estaría en torno a 15 ó 20°, aunque en verano los paneles se pueden incluso colocar sin inclinación (0°), siendo las pérdidas inferiores al 3%.

En instalaciones aisladas se ha de garantizar el suministro de electricidad durante todo el año. Los meses más críticos son los de invierno (menos radiación solar), por lo que se persigue la máxima captación en invierno. Para asegurar la máxima captación solar en esos meses los módulos se inclinan unos 10° más que la latitud. En **Canarias** la inclinación óptima estaría en torno a 35° / 40°.

#### *¿SABÍAS QUÉ?*

Si quisiéramos generar toda la electricidad que consumió la humanidad en el año 2001 (16 billones de kWh) sólo con energía solar fotovoltaica, se necesitaría una superficie de 160.000 km<sup>2</sup> (que representa sólo un 0,12% de la superficie terrestre).

#### *¿SABÍAS QUÉ?*

Lo que deja de generar un módulo fotovoltaico por estar orientados hacia el sureste o suroeste representa sólo un 0,2% por cada grado de desviación respecto al sur (en un entorno de ±25° respecto al sur).

#### *¿SABÍAS QUÉ?*

A finales de 2003 el sector fotovoltaico daba trabajo a unas 35.000 personas en el mundo. En los últimos 3 años la industria fotovoltaica ha creado en España más de 1.000 puestos de trabajo directos. En Europa se prevé que para el año 2010 se generarán 100.000 empleos directos (que van desde la fabricación de células fotovoltaicas hasta el mantenimiento de los sistemas).

### **¿Cómo se conecta un sistema fotovoltaico a la red eléctrica? ¿Qué aparatos se necesitan?**

En primer lugar, para generar electricidad solar fotovoltaica se necesitan un conjunto de módulos conectados entre sí.

En segundo lugar, para transformar la electricidad producida por un panel solar fotovoltaico (corriente continua) en electricidad con las mismas características que la red convencional (corriente alterna a 230 voltios y frecuencia de 50 Hz), se necesita un inversor. Existen diferentes tipos de inversores, es recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación. La potencia del inversor suele ser entre un 10% y un 20% menor que la suma de las potencias de todos los módulos fotovoltaicos que constituyen la instalación. La potencia del inversor es la que se toma como potencia nominal de la instalación. El inversor se instala entre el generador fotovoltaico y el punto de conexión a la red.

Una vez la electricidad solar ha sido transformada por el inversor, **toda la energía producida se inyecta a la red, con las ventajas económicas y medioambientales que esto supone.**

El generador fotovoltaico necesita dos contadores ubicados entre el inversor y la red; uno para cuantificar la energía que se genera e inyecta en la red, para su posterior remuneración, y otro para cuantificar el pequeño consumo del inversor fotovoltaico en ausencia de radiación solar así como garantía para la compañía eléctrica de posibles consumos que el titular de la instalación pudiera hacer. El suministro de electricidad al

edificio se realizaría desde la red eléctrica, con su propio contador, siendo una instalación totalmente independiente y en paralelo con la instalación fotovoltaica.

### **¿Puedo ser autosuficiente con energía solar fotovoltaica?**

La electricidad generada por el sistema fotovoltaico depende, principalmente, del tipo y cantidad de módulos instalados, de su orientación e inclinación y de la radiación solar que les llegue. La generación de electricidad solar se produce durante el día, coincidiendo con las horas punta de consumo en muchos edificios, y se obtiene en el propio lugar de consumo, disminuyendo las pérdidas en concepto de transporte y distribución de energía.

Con sistemas conectados a la red toda la energía producida se vierte a la red eléctrica, independientemente del consumo que se tenga, ya que este consumo se realiza a través de la conexión convencional que se tenía antes de la instalación de los paneles. En estos casos el usuario no percibe ningún cambio en el servicio eléctrico que recibe, manteniendo las mismas ventajas (seguridad de suministro) e inconvenientes (riesgo de eventuales cortes de luz), pero sabiendo que cada kW que produzca con los módulos fotovoltaicos es uno menos que se genera en las centrales convencionales (térmicas o nucleares).

Un caso distinto son los sistemas aislados, donde la autosuficiencia es una necesidad. Se considera que para producir el equivalente al consumo de energía doméstico de una familia se suele requerir una potencia fotovoltaica instalada de entre 1 kW<sub>p</sub> y 4 kW<sub>p</sub>, en función del uso de la energía que se haga (hábitos de consumo más o menos ahorradores) y de la eficiencia energética de los aparatos eléctricos utilizados: iluminación, electrodomésticos, etc.

Cabría preguntarse si uno puede ser autónomo e independizarse de la red eléctrica en zonas que tienen conexión. Esta es, en realidad, la primera pregunta que realizan muchas personas cuando piensan en la energía solar. La autosuficiencia de los sistemas fotovoltaicos aislados da autonomía y libertad respecto a las compañías eléctricas y evita los cortes de corriente de la red.

Los sistemas aislados representan una opción ecológica y económica en los lugares alejados de las redes eléctricas. Sin embargo, en lugares donde llega la red eléctrica, la opción más sencilla, barata y ecológica es conectar los paneles solares fotovoltaicos a la red eléctrica. La instalación sólo requiere instalar los módulos, el cableado, el inversor y los contadores; aparte de todo el proceso administrativo asociado (no se necesitan baterías). La instalación es modular, independiente de la electricidad que se prevé consumir y no hay riesgo de quedarse sin corriente eléctrica por agotamiento o avería de las baterías.

Exista o no la instalación solar, la electricidad necesaria para el consumo se toma de la red. Simultáneamente, los módulos generan electricidad que se vende a la misma red. ***Nuestra casa funcionaría como una mini-central de energía limpia conectada a la red eléctrica y nosotros nos convertiríamos en un productor de electricidad.***

No existe la limitación del consumo, pero existen claros incentivos para su reducción, al tomar más conciencia de la diferencia entre lo que consumimos y lo que producimos.

### **¿Los paneles fotovoltaicos pueden instalarse en cualquier tipo de edificio? ¿Y en comunidades de vecinos?**



En general, se habla de tejados fotovoltaicos aunque a menudo la instalación fotovoltaica también se puede encontrar en un patio, en una terraza, en una marquesina, en un toldo o en una fachada.

Si en el edificio existe una comunidad de propietarios, la instalación la puede realizar la propia comunidad (para uso común o de los propietarios individuales) o realizarla alguno de los propietarios para su propio uso, contando con el acuerdo de la comunidad.

La superficie que ocupa este tipo de instalación depende de la potencia que se quiera instalar y del tipo de módulos que se utilice, pero en general se considera que se debe contar con que cada  $kW_p$  de módulos ocupa una superficie de unos **10 m<sup>2</sup>**. Por tanto, es fácil encontrar superficie disponible en la mayoría de los edificios.

### **¿Funciona una instalación fotovoltaica todo el año?**

Los módulos fotovoltaicos generan electricidad durante todo el año, siempre y cuando les llegue radiación solar. Normalmente en verano se genera más electricidad debido al mayor número de horas de sol, aunque la inclinación de los módulos también es importante. En los días nublados también se genera electricidad, aunque la producción se reduce proporcionalmente a la disminución de la intensidad de la radiación solar. Incluso existen células fotovoltaicas diseñadas para funcionar en el interior de edificios como las que incorporan algunas calculadoras y distintos aparatos.

Los sistemas fotovoltaicos generan electricidad a partir de la radiación solar, no del calor. Por lo tanto, el frío no representa ningún problema para el aprovechamiento fotovoltaico. De hecho, como la mayoría de los dispositivos electrónicos, los módulos fotovoltaicos funcionan más eficientemente cuando hace más frío (dentro de unos límites).

En toda la geografía española y portuguesa se dan condiciones suficientes para la generación de electricidad fotovoltaica, aunque las zonas más soleadas son las más favorables. Paradójicamente en algunos países con casi la mitad de radiación solar, como Alemania, Austria, Holanda, Suiza, etc., el número de instalaciones fotovoltaicas es mucho mayor que en España o Portugal.

#### *¿SABÍAS QUÉ?*

Alemania ha promovido diversos programas de tejados fotovoltaicos (destacando el programa de 1.000 tejados fotovoltaicos; 1991 – 1994); convirtiéndose en el país líder europeo de la conexión a red, contando a finales de 2003 con el 78,5% de la fotovoltaica conectada a red de Europa.

#### *¿SABÍAS QUÉ?*

A finales de 2003 en **España** el ratio instalado de energía fotovoltaica por habitante era sólo de 0,69  $W_p$ .

### **¿Cuál es el mantenimiento de una instalación fotovoltaica?**

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red es mínimo y de carácter preventivo; no tiene partes móviles sometidas a desgaste, ni requiere cambio de piezas ni lubricación. En todo caso, se considera recomendable realizar revisiones periódicas de las instalaciones, para asegurar que todos los componentes funcionan correctamente. Dos

aspectos a tener en cuenta son, por un lado, asegurar que ningún obstáculo haga sombra sobre los módulos y, por el otro, mantener limpios los módulos fotovoltaicos.

En el caso de las instalaciones aisladas de la red, el elemento que requiere mayor atención es la batería; se ha de controlar que el nivel del electrolito esté dentro de los límites recomendados (al igual que hacemos en la batería de un vehículo). En la actualidad también existen baterías que no necesitan mantenimiento.

Hay que tener en cuenta que las baterías son componentes que pueden producir impactos en el medioambiente si no se reciclan y es uno de los elementos más delicados y caros de los sistemas.

### *¿SABÍAS QUÉ?*

Las "pérdidas" (lo que se deja de generar) producidas por la suciedad en los módulos fotovoltaicos pueden llegar a ser de un 5% y se pueden evitar con una limpieza con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos) después de muchos días sin llover, después de un periodo de calima, etc. (es recomendable limpiar los paneles, sobre todo en verano, fuera de las horas centrales del día, para evitar cambios bruscos de temperatura entre el agua y el panel).

### **¿Cuál es la vida de una instalación fotovoltaica?**

El módulo fotovoltaico se estima que tiene una vida útil superior a 30 años, siendo la parte más fiable de la instalación. La experiencia indica que los paneles nunca dejan de producir electricidad, aunque su rendimiento pueda disminuir ligeramente con el tiempo. Las instalaciones más antiguas, de los años 60-70, aún están operativas. De hecho, a menudo se encuentran en el mercado módulos con garantías de 10, 15 y 20 años. En general se trata de equipos fabricados para resistir todas las inclemencias del tiempo, además las células están hechas de silicio, que es duro como una piedra.

### **¿Cuánto cuesta un sistema fotovoltaico? ¿Son rentables?**

El análisis de los costes de este tipo de instalaciones depende de multitud de factores, desde técnicos (tipo de instalación, coste de inversión, mantenimiento y conservación), hasta de política energética (precio de la energía y ayudas públicas), pasando por factores de política económica (tipos de interés e inflación), medioambientales (costes ecológicos) y sociales (gustos y preferencias, modas, etc.).

En todo caso el precio de la instalación varía considerablemente si la instalación es aislada o conectada a la red.

#### Instalaciones aisladas

Los sistemas fotovoltaicos son soluciones ideales para instalaciones aisladas. Esta alternativa evita el tendido de la línea eléctrica que une el punto de consumo con el de la red de distribución. Con ello se evita el impacto ambiental de dicha línea y su coste de inversión, que se puede estimar en 6.000 €/km. La instalación incluye los paneles fotovoltaicos, las baterías, que almacenan la electricidad excedente en horas diurnas para disponer de ella en horas nocturnas, y el inversor si los consumos son en corriente alterna. A mayor demanda en los periodos sin sol se precisa mayor capacidad de almacenamiento.

En instalaciones aisladas la inversión puede estar en torno a **12 €/W<sub>p</sub>**; por lo que una instalación tipo de 1 kW<sub>p</sub> para una vivienda aislada costaría unos 12.000 €. La vida útil de una instalación de este tipo se estima **en 40 años**. Para lo que se ha de tener en cuenta que la batería deberá cambiarse cada cierto número de años; no así los paneles fotovoltaicos ni otros elementos de la instalación, los cuales en condiciones normales, con un mantenimiento sencillo, funcionarán durante ese periodo de tiempo. Para un sistema fotovoltaico bien dimensionado cuyo diseño incluye el uso de baterías, si se realiza un buen mantenimiento, se debe considerar un cambio de baterías cada 10 años.

### Instalaciones conectadas a la red eléctrica

Normalmente, estas instalaciones aprovechan las estructuras de las viviendas y edificios, colocando sobre ellos los paneles fotovoltaicos, que vierten a la red toda la electricidad producida. El cálculo de la superficie de paneles a instalar puede seguir dos criterios distintos:

- Instalaciones a medida, ocupando la máxima superficie disponible, siempre que se reúnan las adecuadas condiciones técnicas y de orientación.
- Instalaciones estándar, propuestas por los instaladores, a fin de minimizar el precio específico de la instalación.

En instalaciones conectadas a la red eléctrica la inversión puede estar entre **5,5 a 6,5 €/W<sub>p</sub>**. Para una instalación tipo de 3 kW<sub>p</sub> la inversión inicial sería de unos 19.000 €.

Para poder realizar los cálculos sobre la rentabilidad económica de cualquier instalación es imprescindible conocer el número de horas pico de sol al año. En España y Portugal se puede estimar un valor de 1.200 a 1.500 horas de sol pico al año, según se considere una zona poco o muy soleada.

En **Canarias** las estimaciones son de **1.350 h<sub>p</sub>/año para las zonas de medianías y de 1.650 h<sub>p</sub>/año para zonas soleadas**.

Si se considera una instalación de 3 kW<sub>p</sub>, la producción, en una zona de costa soleada, sería de:

- Producción = 3 kW<sub>p</sub> \* 1.650 h<sub>p</sub>/a = 4.950 kWh/año

La facturación anual de esta instalación sería de:

- Facturación = 4.950 kWh/a \* 0,4144 €/kWh = 2.051,28 €/año

Para poder hallar la rentabilidad de la instalación hay que tener en cuenta, al menos, dos gastos adicionales a la inversión inicial; que son:

- gastos derivados de la operación y mantenimiento: aproximadamente el 1% de la inversión inicial al año
- pago anual del seguro: en torno al 0,3% de la inversión inicial al año

Teniendo en cuenta estos datos se puede calcular el “periodo de recuperación” (PR) con un tasa interna de rentabilidad (TIR). El periodo de recuperación se puede interpretar como el tiempo que se tarda en recuperar la inversión que se ha realizado (en la compra de la instalación fotovoltaica). Ese periodo de recuperación se ha de referenciar al TIR, que representa el interés que se percibe por la inversión realizada; en otras palabras, sería el

interés que se podría percibir de un banco si, en lugar de invertir ese dinero en una instalación fotovoltaica, lo pusiéramos a plazo fijo.

En el caso de la instalación que nos ocupa, y una vez realizados los cálculos, el periodo de recuperación sería de **10 años con un TIR de 7,6%**; lo que significa que se recupera lo que se ha invertido en 10 años y además, durante esos diez años, se recibe un 7,6% de interés anual (respecto a la inversión realizada). El dinero que genera la instalación a partir del 10º año, sería todo beneficio, ya que la instalación ya estaría amortizada.

### *¿SABÍAS QUÉ?*

En los últimos años el crecimiento mundial de la producción de células fotovoltaicas ha sido de más del 30% anual. Los costes de los sistemas solares están bajando a un ritmo del 5% anual. En el 2010 se estima que el coste pueda bajar en un 30% en instalaciones aisladas y un 40% en instalaciones conectadas a la red.

### **¿Existen ayudas para la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red?**

En **España** el marco legislativo actual favorece, en el aspecto económico, la conexión de energías renovables a la red eléctrica, en especial la de energía solar fotovoltaica. Esta ley establece que se ha de pagar 41,44 céntimos de € el kWh de electricidad producida por fotovoltaica y “vendido” a la red eléctrica, en instalaciones de hasta 100 kW (lo que supone unas 5 veces más de lo que se paga por el kWh consumido en nuestros hogares).

Estas primas no las pagan ninguna Administración Pública sino que proceden del canon de diversificación que viene en la factura eléctrica que pagamos a las compañías distribuidoras todos los usuarios de electricidad. Ese canon es del 4,358%.

Por esta misma razón, esta prima no la pagan las compañías eléctricas, sino que la distribuidora eléctrica administra este importe, cobrándolo del usuario final y pagándoselo a la persona que tiene instalado un sistema fotovoltaico, que se convierte así en productor eléctrico. La única pérdida que sufren las compañías eléctricas por los kWh limpios de la energía solar fotovoltaica procedente de nuestra instalación es dejar de vender sus kWh.

**Canarias**, por su clima y por los altos niveles de radiación solar recibida, es una zona excepcionalmente apropiada para el aprovechamiento de la energía solar. A corto plazo se prevé un aumento de las instalaciones conectadas a la red eléctrica en **Canarias** debido a que la prima hace rentable las instalaciones en unos 8 ó 10 años; si se tiene en cuenta que la vida útil de una instalación fotovoltaica se cifra en unos 30 años, resulta un beneficio económico notable.

## **SUBVENCIONES Y AYUDAS**

### **Ayudas nacionales**

Existen ayudas por parte de IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético) que consisten en ayudas directas a la inversión y créditos blandos, estos últimos en colaboración con el ICO (Instituto de Crédito Oficial). También hay ventajas fiscales, como deducciones.

Estas ayudas son diferentes en función de la potencia de la instalación:

- Para instalaciones de hasta 10 kW<sub>p</sub>: crédito del 70% de la inversión financiable (7 años de amortización), con una bonificación de 3 puntos (Euribor +1) + ayuda directa del 15%.
- Para instalaciones mayores de 10 kW<sub>p</sub>: crédito del 80% de la inversión financiable (10 años de amortización), con una bonificación de 3 puntos (Euribor +1) .

El IDAE también puede conceder otro tipo de ayudas según su presupuesto anual y el número de solicitudes.

Hay un tope general, que es el 40% de la inversión elegible, al que, como hemos visto, no llegan las ayudas del IDAE por sí solas, pero sí que se pueden alcanzar si sumamos otras, como puede ser una ayuda autonómica.

En cualquier caso, las condiciones pueden variar de año a año, dependiendo de la dotación presupuestaria con la que se cuente para tales fines, por lo que se recomienda que se confirme o amplíe esta información en la página web del IDAE: <http://www.idae.es>

### **Ayudas del Gobierno de Canarias**

En Canarias se puede optar a subvenciones a fondo perdido de la Consejería de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías del Gobierno de Canarias para instalaciones menores de 25 kW<sub>p</sub>, esta subvención podrá ser como máximo del 40% de la inversión elegible. Estas subvenciones para la promoción de energías renovables y ahorro energético se publican una vez al año.

En todo caso, hay que tener en cuenta que las ayudas estatales (del IDAE) y las autonómicas son compatibles, es decir, se pueden sumar, pero tienen un límite máximo del 40%.

En cualquier caso, las condiciones pueden variar de año a año, dependiendo de la dotación presupuestaria con la que se cuente para tales fines, por lo que se recomienda que se confirme o amplíe esta información en la página web de la Dirección General de Industria y Energía:

<http://www.gobiernodecanarias.org/industria/>

## **¿QUÉ PASOS SE HAN DE DAR PARA CONECTAR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO A LA RED ELÉCTRICA EN CANARIAS?**

Para poder conectarse a la red y vender la electricidad producida a la compañía eléctrica han de seguirse los pasos siguientes:

Una vez finalizada la instalación, el Titular solicitará a Endesa Distribución Eléctrica (Unelco-Endesa); Departamento de ATR y Régimen Especial, la conexión y verificación de la instalación, adjuntando la siguiente documentación:

- Carta de solicitud de conexión a red y Primera verificación.
- Contrato de venta de energía en régimen especial firmado por ambas partes.
- Carta de concesión del Punto de Conexión de la Instalación Fotovoltaica.
- Autorización de Puesta en Servicio de la instalación sellada por la Consejería competente en materia de Industria y Energía.
- Esquema unifilar de la instalación ejecutada desde el entronque con la red de distribución hasta la instalación del Titular (croquis de ubicación de la instalación fotovoltaica y redes).
- Certificado de Instalación en Baja Tensión sellado por la Consejería competente en materia de Industria y Energía.
- Inscripción previa en el Registro General de Instalaciones de Producción en Régimen Especial.
- Póliza de responsabilidad civil vigente para el período de pruebas y para el período de funcionamiento posterior.
- Protocolo de pruebas y ensayos de cada uno de los inversores emitidos por el fabricante, con su identificación correspondiente (marca, modelo, nº de serie).
- Certificado del fabricante de cada uno de los inversores con los valores de regulación de las protecciones (frecuencia, tensión), así como de la disponibilidad de separación galvánica de cada uno de ellos con la correspondiente identificación (marca, modelo, nº de serie).
- Máxima potencia a entregar con el mínimo consumo propio de la instalación.
- Evaluación cuantificada de la energía eléctrica que va a ser transferida anualmente a la red (balance energético).
- Proyecto de las Instalaciones Fotovoltaicas con potencia superior a 10 kW (Reglamento de BT, R.D. 842/2002).
- Proyecto de la acometida de conexión a la red de distribución (caso de nueva acometida o modificación de la actual).

En conjunto, los trámites que se deben realizar para conectar la instalación a la red pueden prolongarse hasta unos 6 meses.

Por último comentar que se tiene el derecho de convertirse en productor de energía limpia y que el procedimiento está definido en la legislación.

**¿QUÉ DEBO HACER PARA CONVERTIRME EN UN PRODUCTOR DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA? ¿QUÉ OBLIGACIONES Y DERECHOS FISCALES TENGO?**

- No es necesario darse de alta como autónomo.
- Hay que darse de alta en el Impuesto de Actividades Económicas (IAE); este impuesto no se paga si el titular de la instalación es una persona física; pero si el titular es una empresa estará exenta del pago de este impuesto los 2 primeros años, empezando a pagar a partir de ese momento siempre que su facturación supere el millón de euros.
- Hay que darse de alta en el Impuesto Especial sobre la Electricidad, aunque este impuesto no supone ningún gasto adicional, pero hay que presentar en Aduana el cuaderno con la producción.
- Hay que emitir una factura a la compañía eléctrica correspondiente, el periodo de facturación ha de ser mensual, pero se puede entregar mensual, trimestral o anualmente.
- Las pequeñas producciones están exentas del IGIC.
- Si es necesario declarar el IGIC (que será del 2%) se hará una declaración trimestral de IGIC ante Hacienda con un balance de este impuesto realizando los pagos cuando sea necesario. Después del primer año se puede solicitar la devolución del IGIC que aún no se ha compensado. Es decir, si con la instalación se ha pagado cierta cantidad de dinero de IGIC (por ejemplo 1000 €) y durante el primer año hemos cobrado menos dinero del recaudado por este concepto a la compañía eléctrica (por ejemplo 200 €), tendremos un saldo a favor (800 €). Se puede solicitar a Hacienda la devolución de esta cantidad, de forma que en ese momento se habrá compensado todo el IGIC y se tendrá que pagar de forma trimestral lo que vayamos facturando a la compañía.
- El IGIC procedente de todas las facturas asociadas a la instalación también pueden computarse, como por ejemplo, las de mantenimiento, reparaciones, etc.
- En la declaración del IRPF se puede desgravar la subvención en el mismo marco temporal de la amortización de la inversión y el 10% de la inversión va a desgravar sobre la cuota (no sobre la amortización).