



**HISPANO ENERGIAS VERDES**  
Avda Lamo de Espinosa, 21. Pta. 5  
46340 Requena - Valencia  
Telf: 962 304 333  
<http://www.energiasverdes.com>  
[info@energiasverdes.com](mailto:info@energiasverdes.com)

## FAQs de Energía solar

En la primera parte de este artículo encontrará respuesta a las preguntas más habituales sobre la producción de energía solar, su rentabilidad, aplicaciones, etc. En la segunda parte se resuelven las dudas más frecuentes sobre las baterías de paneles solares (instalación, capacidad, composición, etc.) para centrarse, en la última parte, en aspectos más técnicos relacionados con la fabricación de los paneles solares, la función de los diodos o los tipos de inversores, entre otras.

### ¿Cuál es el consumo mundial de energía? ¿Qué cantidad de energía solar incide sobre la tierra?

El Sol produce aproximadamente  $1,1 \times 10^{20}$  kilovatios hora cada segundo (1 kilovatio hora es la energía necesaria para iluminar una bombilla de 100 vatios durante 10 horas). La atmósfera intercepta aproximadamente la mitad de una billonésima parte de la energía generada por el sol, aproximadamente 1.5 trillones de kilovatios hora al año. Sin embargo, debido a la reflexión, dispersión y absorción por los gases de la atmósfera, sólo un 47%, unos 0,7 trillones de kilovatios hora alcanzan la superficie de la tierra.

La cantidad de energía que se consume en el mundo es aproximadamente 85 billones de kilovatios hora al año, significaría sólo 1/7.000 de la energía solar que incide sobre la superficie de la tierra cada año.

### ¿Cómo se produce energía eléctrica a partir del sol?

La producción está basada en el fenómeno físico denominado "efecto fotovoltaico", que consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas. Estas células están elaboradas a base de silicio con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar una corriente de 2 a 4 amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 voltios, utilizando como fuente la radiación luminosa.

Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado. Parte de la radiación incidente se pierde por reflexión y por transmisión. El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra creando una corriente proporcional a la radiación incidente. La capa antirreflejo aumenta la eficacia de la célula.

### ¿Es rentable la energía solar fotovoltaica?

En países en vías de desarrollo la energía solar fotovoltaica resulta ser la fuente más rentable para obtener electricidad, y a veces, la única. En los países desarrollados al hablar en términos puramente económicos, los sistemas fotovoltaicos sólo resultan rentables en lugares alejados de la red convencional. No obstante, la cuestión cambia bastante al tener en cuenta el coste ambiental de cada fuente de energía.

### ¿Qué impacto ambiental tiene la energía solar fotovoltaica?

- La generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren grandes cantidades por lo que no se producen alteraciones del terreno.

- No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación.
- La repercusión sobre la vegetación es nula.
- Los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, minimizando su impacto visual
- El sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso.
- Es la mejor solución para aquellos lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica preservando las condiciones del entorno, como es el caso de los Espacios Naturales Protegidos.

#### ¿Qué aplicaciones tiene la energía solar fotovoltaica?

Prácticamente cualquier aplicación que necesite electricidad: electrificación de viviendas, sistemas de bombeo y riego, iluminación de carreteras, repetidores de radio y televisión, depuradoras de aguas residuales, etc.

#### ¿Se puede utilizar la energía solar fotovoltaica para la calefacción o para calentar agua de piscina o de uso doméstico?



Aunque técnicamente sería posible, desde un punto de vista económico no tiene sentido. Para producir agua caliente lo mejor es emplear un sistema solar térmico, que utiliza colectores que se llenan de agua y absorben calor. En cuanto a la calefacción, la única posibilidad para aplicar la energía solar, es utilizar un sistema solar térmico con suelo radiante.

#### ¿De qué elementos consta un sistema fotovoltaico?

- Generador solar: conjunto de paneles fotovoltaicos que captan la radiación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V).
- Acumulador: almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz.
- Regulador de carga: evita sobrecargas o descargas excesivas al acumulador que le produciría daños irreversibles; y asegura que el sistema trabaje con la máxima eficiencia.
- Inversor (opcional): transforma la corriente continua de 12 ó 24 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 230 V.

#### ¿Cuál es la vida útil de un panel solar fotovoltaico?

Se consigue una vida útil del orden de 30 años o más, y si una de las células falla no afecta al funcionamiento de las demás. La intensidad y voltaje producidos pueden ser fácilmente ajustados añadiendo o suprimiendo células.

#### ¿Pueden funcionar los paneles fotovoltaicos en días nublados?

Los paneles fotovoltaicos generan electricidad incluso en días nublados, aunque su rendimiento disminuye. La producción de electricidad varía linealmente a la luz que incide sobre el panel; un día totalmente nublado equivale aproximadamente a un 10% de la intensidad total del sol, y el rendimiento del panel disminuye proporcionalmente a este valor.

#### ¿De qué factores depende el rendimiento de un panel fotovoltaico?



Fundamentalmente de la intensidad de la radiación luminosa y de la temperatura de las células solares. La intensidad de corriente que genera el panel aumenta con la radiación, permaneciendo el voltaje aproximadamente constante. Tiene mucha importancia la colocación de los paneles ya que los valores de la radiación varían a lo largo del día en función de la inclinación del sol.

El aumento de temperatura en las células supone un incremento en la corriente, pero al mismo tiempo una disminución mucho mayor en proporción, de la tensión. El efecto global es que la potencia del panel disminuye al aumentar la temperatura de trabajo del mismo. Una radiación de  $1.000 \text{ W/m}^2$  es capaz de calentar un panel unos 30 grados por encima de la temperatura del aire circundante, lo que reduce la tensión en  $2 \text{ mV}/(\text{célula} \cdot \text{grado}) * 36 \text{ células} * 30 \text{ grados} = 2,16 \text{ voltios}$  y, por tanto, la potencia en un 15%. Por ello, es importante colocar los paneles en un lugar en el que estén bien aireados.

#### ¿Qué se entiende por potencia pico de un panel?

Es la potencia de salida en vatios que produce un panel fotovoltaico en condiciones de máxima iluminación solar, con una radiación de aproximadamente  $1 \text{ kW/m}^2$  (la que se produce en un día soleado al mediodía solar).

#### ¿Qué diferencia existe entre los paneles policristalinos y los monocristalinos?

Los paneles están compuestos por células fotovoltaicas de silicio monocristalino o policristalino. La diferencia radica en el modo de fabricación. Las células de silicio monocristalino se obtienen a partir de silicio muy puro, que se funde en un crisol junto con una pequeña proporción de boro. Una vez que el material se encuentra en estado líquido se le introduce una varilla con un "cristal germen" de silicio que se va haciendo recrecer con nuevos átomos procedentes del líquido, que quedan ordenados siguiendo la estructura del cristal. De esta forma se obtiene una monocristal dopado.

En las células policristalinas, en lugar de partir de un monocristal, se deja solidificar lentamente sobre un molde la pasta de silicio, con lo cual se obtiene un sólido formado por muchos pequeños cristales de silicio, que pueden cortarse luego en finas obleas policristalinas.

#### ¿Qué mantenimiento requiere un sistema fotovoltaico?

Las instalaciones fotovoltaicas requieren un mantenimiento mínimo y sencillo, que se reduce a las siguientes operaciones:

- Paneles: es conveniente hacer una inspección general 1 ó 2 veces al año.
- Regulador: observación visual del estado y funcionamiento del regulador, comprobación del conexionado y cableado del equipo, observación de los valores instantáneos del voltímetro y amperímetro.
- Acumulador: es el elemento de la instalación que requiere una mayor atención. Comprobación del nivel del electrolito (cada 6 meses aproximadamente. Al realizar la operación anterior debe comprobarse también el estado de los terminales de la batería.
- Medida de la densidad del electrolito (si se dispone de un densímetro): con el acumulador totalmente cargado, debe ser de  $1,240 \pm 0,01$  a 20 grados Celsius. Las densidades deben ser similares en todos los vasos. Diferencias importantes en un elemento es señal de posible avería.



#### ¿Qué características definen el comportamiento de una batería?

Son fundamentalmente dos: la capacidad en amperios hora y la profundidad de la descarga.

- Capacidad en amperios hora: número de amperios que proporciona multiplicado por el número de horas durante las que circula esa corriente. Sirve para determinar cuánto tiempo puede funcionar el sistema sin radiación luminosa que recargue las baterías.
- Profundidad de descarga: es el porcentaje de la capacidad total de la batería que es utilizada durante un ciclo de carga/descarga. Las baterías de "ciclo poco profundo" se diseñan para descargas del 10 al 25% de su capacidad total en cada ciclo. La profundidad de la descarga afecta incluso a las baterías de ciclo profundo. Cuanto mayor es la descarga, menor es el número de ciclos de carga que la batería puede tener.

### **¿Dónde deben instalarse las baterías?**

En un lugar donde la temperatura sea templada, evitando los sitios fríos o expuestos a bajas temperaturas. Es preciso evitar temperaturas inferiores a 0 grados ya que, en este caso, la resistencia interna de las baterías aumenta mucho.

### **¿Cómo se puede averiguar el estado de carga de una batería?**

La forma más sencilla es a través de la medida de la densidad. La densidad expresa cuánto pesa el electrolito en comparación con la misma cantidad de agua, se mide con un densímetro o hidrómetro. El densímetro más común es el utilizado para automoción, que indica la carga en porcentaje.

Presenta el inconveniente de que está calibrado para el electrolito utilizado en acumuladores de arranque y no estacionarios, por lo que marcará siempre menos de lo real (50% para un acumulador estacionario completamente cargado). Cuanto mayor es la gravedad específica del electrolito, mayor es el estado de carga. La medida de la densidad durante el proceso de descarga da una buena indicación del estado de carga.

### **¿Qué factores pueden hacer variar la capacidad de una batería?**

- Ratios de carga y descarga. Si la batería se carga o descarga a un ritmo diferente al especificado, la capacidad disponible puede variar. Si la batería se descarga a un ritmo más lento, su capacidad aumenta ligeramente. Si el ritmo es más rápido, la capacidad se reduce.
- Temperatura de la batería y de su ambiente. El comportamiento de una batería se cataloga a una temperatura de 27 grados. Temperaturas más bajas reducen su capacidad. Temperaturas más altas producen un ligero aumento de su capacidad, lo que puede incrementar la pérdida de agua y disminuir el número de ciclos de vida de la batería.

### **¿Cuál es el efecto de descargar rápidamente una batería?**

En primer lugar, no se obtiene toda la energía que es capaz de proporcionar la batería. Además las descargas rápidas producen deformaciones y la prematura desintegración de las placas de los elementos que se depositan en el fondo de los recipientes en forma pulverulenta hasta llegar a cortocircuitar ambas placas, inutilizando la batería.

### **¿Cuál es el peligro de dejar descargada una batería durante mucho tiempo?**

El sulfato de plomo que cubre las placas se endurece cuando la batería se encuentra descargada; los poros obstruidos no dejan penetrar el electrolito y, por lo tanto, no pueden actuar en los elementos activos de las placas, reduciéndose la capacidad efectiva. Esto hace que sea muy difícil recargar una batería que se ha dejado sulfatar.

### **¿Qué efectos produce el calor en las baterías?**

La elevación de temperatura es sumamente perjudicial para las baterías. Si la temperatura de los recipientes es superior a unos 40 grados, es necesario disminuir el régimen de carga.

### **¿Cuál es la composición de una batería solar de plomo-ácido?**

Estas baterías se componen de varias placas de plomo en una solución de ácido sulfúrico. La placa consiste en una rejilla de aleación de plomo con una pasta de óxido de plomo incrustada sobre la rejilla. La solución de ácido sulfúrico y agua se denomina electrolito. El material de la rejilla es una aleación de plomo con un 2-6% de antimonio. Una mayor proporción de antimonio permite descargas más profundas sin dañarse las placas, lo que implica una mayor duración de las baterías. Estas baterías de plomo-antimonio son del tipo de "ciclo profundo".

Las placas positiva y negativa están inmersas en una solución de ácido sulfúrico. Una batería está constituida por varias celdas o elementos conectados en serie para incrementar el voltaje a unos valores normales a las aplicaciones eléctricas. Por ello, una batería de 6 V se compone de tres celdas, y una de 12 V de 6. Las placas positivas por un lado, y las negativas por otro, se interconectan mediante terminales externos en la parte superior de la batería.

### **¿En qué consiste la sulfatación de una batería de plomo-ácido?**

Si una batería de plomo-ácido se deja en un estado de descarga profunda durante un período prolongado de tiempo, se producirá su sulfatación. Parte del sulfuro del ácido se combinará con plomo procedente de las placas para formar sulfato de plomo. Si la batería no se rellena con agua periódicamente, parte de las placas quedarán expuestas al aire, y el proceso se verá acelerado.

El sulfato de plomo recubre las placas de forma que el electrolito no puede penetrar en ellas. Esto supone una pérdida irreversible de capacidad en la batería que, incluso con la adición de agua, no se puede recuperar.

### **¿Cuáles son las causas más habituales de que se sulfata una batería?**

Las causas más habituales de sulfatación de una batería son:

- Dejarla descargada durante mucho tiempo.
- Añadir ácido puro al electrolito.
- Sobrecargas demasiado frecuentes.
- No haber añadido agua destilada en el momento oportuno.
- El trasvase de electrolito de unos vasos a otros.

### **¿Cuáles son los síntomas de que un elemento de batería se ha sulfatado?**

Los síntomas más evidentes son:

- El densímetro registra siempre una densidad baja del electrolito, a pesar de que el elemento siempre se somete a la misma carga que los otros elementos.
- La tensión es inferior a la de los demás elementos durante la descarga y superior durante la carga.
- Es imposible cargar la batería a toda su capacidad.
- Las dos placas, positiva y negativa, tienen un color claro.
- En casos extremos, uno de los terminales sobresale más de lo normal debido a la deformación de las placas.

### **¿Qué diferencias hay entre las baterías de plomo-ácido y las de níquel-cadmio?**

Las baterías de níquel-cadmio tienen una estructura física similar a las de plomo-ácido. En lugar de plomo, se utiliza hidróxido de níquel para las placas positivas y óxido de cadmio para las negativas. El voltaje nominal de un elemento de batería de níquel-cadmio es de 1,2 V en lugar de los 2 V de los elementos de batería de plomo-ácido.

Las baterías de níquel-cadmio aguantan procesos de congelación y descongelación sin ningún efecto sobre su comportamiento. Las altas temperaturas tienen menos incidencia que en las de plomo-ácido. Los valores de autodescarga oscilan entre 3 y 6% al mes. Pueden descargarse totalmente sin sufrir daños. El coste de una batería de níquel-cadmio es mucho más elevado, tiene un mantenimiento más bajo y una vida más larga. Esto las hace aconsejables para lugares aislados o de acceso peligroso.

### **¿Qué efectos tienen sobre la capacidad y el voltaje la conexión en serie o en paralelo de varias baterías?**

Las baterías pueden conectarse en serie para incrementar el voltaje, o en paralelo para incrementar la capacidad en amperios hora del sistema de acumulación. Al conectar en serie/paralelo se incrementa tanto el voltaje como la capacidad.

### **¿Qué clase de agua se debe añadir a las baterías?**

Únicamente agua destilada o agua de lluvia. Debe guardarse en recipientes de vidrio bien limpios. El agua de lluvia es la mejor, debe recogerse sin que se ponga en contacto con metales porque adquiere impurezas. La recogida, por ejemplo, por un techo de tejas cerámicas o una lona impermeable, reúne buenas condiciones.

### ¿Cómo se fabrica un panel fotovoltaico?

Un panel fotovoltaico está formado por un conjunto de células solares conectadas eléctricamente entre sí, en serie y paralelo, hasta conseguir el voltaje adecuado para su utilización. Este conjunto de células está envuelto por unos elementos que le confieren protección frente a los agentes externos y rigidez para acoplarse a las estructuras que los soportan. Los elementos son los siguientes:



- Encapsulante, constituido por un material que debe presentar una buena transmisión a la radiación y una degradabilidad baja a la acción de los rayos solares.
- Cubierta exterior de vidrio templado que debe resistir las condiciones climatológicas más adversas y soportar cambios bruscos de temperatura.
- Cubierta posterior, constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre los intersticios de las células, haciendo que vuelvan a incidir otra vez sobre éstas.
- Marco de metal, que asegura rigidez y estanqueidad al conjunto.
- Caja de terminales, incorpora los bornes para la conexión del módulo.
- Diodo de protección, impide daños por sombras parciales en la superficie del panel.

### ¿Cuál es la función de los diodos en una instalación fotovoltaica?

Los diodos son componentes electrónicos que permiten el flujo de corriente en una única dirección. En los sistemas fotovoltaicos generalmente se utilizan de dos formas: como diodos de bloqueo y como diodos de bypass.

- Los diodos de bloqueo impiden que la batería se descargue a través de los paneles fotovoltaicos en ausencia de luz solar. Evitan que el flujo de corriente se invierta entre bloques de paneles conectados en paralelo, cuando en uno o más de ellos se produce una sombra.
- Los diodos de bypass protegen individualmente a cada panel de posibles daños ocasionados por sombras parciales. Deben ser utilizados en disposiciones en las que los módulos están conectados en serie. Generalmente no son necesarios en sistemas que funcionan a 24 V o menos.

### ¿Es imprescindible el empleo de un regulador de carga en una instalación fotovoltaica?

La función primaria de un regulador de carga en un sistema fotovoltaico es proteger a la batería de sobrecargas o descargas excesivas. Cualquier instalación que utilice cargas impredecibles, intervención del usuario, sistema de acumulación optimizado o infradimensionado (para minimizar inversión inicial), o cualquier otra característica que pueda sobrecargar o descargar excesivamente la batería, requiere un regulador de carga. La falta del mismo puede ocasionar una reducción de la vida útil de la batería y una reducción de la disponibilidad de carga.

### ¿En qué casos se puede prescindir del regulador?

Los sistemas con cargas pequeñas, predecibles y continuas pueden diseñarse para funcionar sin necesidad de regulador. Si el sistema lleva un acumulador sobredimensionado y el régimen de descarga nunca va a superar la profundidad de descarga crítica de la batería, se puede prescindir del regulador.

### La incorporación de un sistema con seguimiento solar ¿mejora el rendimiento de captación fotovoltaica?



Depende del clima y del tipo de aplicación. En condiciones ideales el rendimiento del sistema puede mejorar hasta un 40%, pero el mayor coste que supone no compensa el aumento que se consigue.

Su aplicación se limita a aquellos casos en que el mayor rendimiento coincide con la mayor demanda.

### ¿Cómo se dimensiona un inversor?

Los inversores deben dimensionarse de dos formas:

- La primera es considerando los vatios de potencia eléctrica que el inversor puede suministrar durante su funcionamiento normal de forma continua. Los inversores son menos eficientes cuando se utilizan a un porcentaje bajo de su capacidad. Por esta razón no es conveniente sobredimensionarlos, deben ser elegidos con una potencia lo más cercana posible a la de la carga de consumo.
- La segunda forma de dimensionar el inversor es mediante la potencia de arranque. Algunos inversores pueden suministrar más de su capacidad nominal durante períodos cortos de tiempo. Esta capacidad es importante cuando se utilizan motores u otras cargas que requieren de 2 a 7 veces más potencia para arrancar que para permanecer en marcha una vez que han arrancado (motores de inducción, lámparas de gran potencia).

### ¿Qué diferencia existe entre los distintos tipos de inversores?

Los inversores transforman la corriente continua en corriente alterna. La corriente continua produce un flujo de corriente en una sola dirección, mientras que la corriente alterna cambia rápidamente la dirección del flujo de corriente de una parte a otra. La frecuencia de la corriente alterna en España es de 50 ciclos, normalmente. Cada ciclo incluye el movimiento de la corriente primero en una dirección y luego en otra. Esto significa que la dirección de la corriente cambia 100 veces por segundo.

### ¿Cuál es el que hay que utilizar en cada caso?

La conversión de corriente continua en alterna puede realizarse de diversas formas. La mejor manera depende de cuánto ha de parecerse a la onda senoidal ideal para realizar un funcionamiento adecuado de la carga de corriente alterna:

- **Inversores de onda cuadrada:** la mayoría de los inversores funcionan haciendo pasar la corriente continua a través de un transformador, primero en una dirección y luego en otra. A medida que la corriente pasa a través de la cara primaria del transformador, la polaridad cambia 100 veces cada segundo. Como consecuencia, la corriente que sale del secundario del transformador va alternándose en una frecuencia de 50 ciclos completos por segundo. La dirección del flujo de corriente a través de la cara primaria del transformador se cambia muy bruscamente, de manera que la forma de onda del secundario es "cuadrada". Los inversores de onda cuadrada son más baratos, pero también son los menos eficientes. Producen demasiados armónicos que generan interferencias. No son aptos para motores de inducción.
- **Inversores de onda senoidal modificada:** son más sofisticados y caros, y utilizan técnicas de modulación de ancho de impulso. El ancho de la onda es modificado para acercarla lo más posible a una onda senoidal. La salida no es todavía una auténtica onda senoidal, pero está bastante próxima. El contenido de armónicos es menor que en la onda cuadrada. Son los que mejor relación calidad/precio ofrecen para la conexión de iluminación o variadores de frecuencia.
- **Inversores de onda senoidal:** con una electrónica más elaborada se puede conseguir una onda senoidal pura. Últimamente se han desarrollado nuevos inversores senoidales con una eficiencia del 90% o más, dependiendo de la potencia. La incorporación de microprocesadores de última generación permite aumentar las prestaciones de los inversores con servicios de valor añadido. Sin embargo, su coste es mayor, normalmente es preferible utilizar inversores menos caros y más eficientes.

### ¿Qué diferencia hay entre cargas resistivas y cargas inductivas?

Una carga es cualquier dispositivo que absorbe energía en un sistema eléctrico. Los electrodomésticos, y aparatos eléctricos en general, se dividen en dos grandes grupos de cargas: resistivas e inductivas.



- Las cargas resistivas son simplemente aquellas en las que la electricidad produce calor y no movimiento. Típicas cargas de este tipo son las lámparas incandescentes o los radiadores eléctricos.
- Las cargas inductivas generalmente son aquellas en las que la electricidad circula a través de bobinas. Normalmente son motores, tales como ventiladores o frigoríficos; o transformadores, que se encuentran en la mayoría de los aparatos electrónicos, tales como televisores, ordenadores o lámparas fluorescentes.

#### **¿Qué tipos de elementos de iluminación son los más adecuados para instalar con los sistemas solares fotovoltaicos?**

Dadas las características de los sistemas fotovoltaicos los equipos de iluminación han de ser de elevado rendimiento y bajo consumo para aprovechar al máximo la energía. Las más idóneas son las lámparas electrónicas, que dan las mismas prestaciones luminosas que las bombillas convencionales pero ahorran aproximadamente un 80% de energía y tienen una duración 8 veces superior.

Esto se debe a que el 95% de la energía que consumen las lámparas incandescentes se transforma en calor y no en luz, mientras que las electrónicas irradian mucho menos calor y transforman un 30% de la energía que consumen en luz. También pueden utilizarse lámparas fluorescentes convencionales pero siempre con reactancia electrónica.

#### **¿Cuáles son las diferencias entre un bombeo solar directo y un bombeo convencional?**

Un bombeo solar convencional se compone de paneles, regulador, baterías, inversor y la bomba. En un bombeo solar directo se eliminan el regulador y las baterías, sustituyéndose el inversor por otro más barato. Esto reduce el precio de la instalación y su mantenimiento. A cambio, sólo se puede bombear durante el día, por lo que en algunas instalaciones es necesario almacenar el agua en un depósito que haría la función de la batería. Si además el sistema de bombeo directo utiliza una bomba de desplazamiento positivo, el rendimiento energético es casi el doble que el de un bombeo convencional, reduciéndose los paneles necesarios y el precio de la instalación, a pesar de que la bomba es más cara.

#### **Más información:**

HISPANO ENERGÍAS VERDES

<http://www.energiasverdes.com>