



Proyecto

RES & RUE Dissemination

Energía Solar

I. INTRODUCCIÓN

II. EL SOL: UN AMIGO CÁLIDO Y GENEROSO

- A. Los combustibles fósiles contaminan
- B. El Sol como fuente de energía renovable
- C. Desarrollar la energía solar

III. LOS PANELES SOLARES

- A. El panel recoge la energía del Sol
- B. Agua caliente incluso sin Sol

IV. TIPOLOGÍAS DE COLECTORES SOLARES TÉRMICOS

- A. Colectores solares planos con cubierta
- B. Colectores solares de vacío
- C. Paneles solares con depósito integrado
- D. Paneles solares sin cubierta

V. LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES

- A. El dimensionamiento de los paneles solares
- B. Una solución para cada situación
- C. En los edificios en construcción
- D. En las casas con tejado de teja
- E. En las casas con tejado tipo azotea
- F. En el jardín

VI. SISTEMAS DE CIRCULACIÓN NATURAL

VII. SISTEMAS DE CIRCULACIÓN FORZADA

VIII. SISTEMAS DE CIRCULACIÓN FORZADA DE VACÍO

IX. AGUA CALIENTE PARA LAS COMUNIDADES DE VECINOS

X. CALENTAR LAS CASAS CON EL SOL

- A. La calefacción de suelo
- B. Los paneles solares de aire caliente

XI. LOS PANELES SOLARES PARA USUARIOS ESTACIONALES

- A. Calentamiento de las piscinas descubiertas
- B. Duchas calientes en camping y balnearios

XII. EL MANTENIMIENTO DE LOS PANELES SOLARES**XIII. INSTALAR PANELES SOLARES ES CONVENIENTE****XIV. LA ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA**

- A. La célula fotovoltaica: cómo funciona
- B. Cómo está hecha la célula fotovoltaica
- C. El módulo fotovoltaico
- D. El generador fotovoltaico
- E. Cuánta energía produce un sistema fotovoltaico

XV. LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

- A. Sistemas conectados a la red (grid connected)
- B. Sistemas aislados (stand alone)

XVI. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED

- A. Las centrales eléctricas fotovoltaicas
- B. Los sistemas fotovoltaicos integrados en los edificios

XVII. VENTAJAS DE LA INTEGRACIÓN EN LOS EDIFICIOS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

- A. Utilización de la energía eléctrica en el mismo lugar en el que es producida
- B. Ahorro en materiales de revestimiento en el edificio
- C. Recuperación de la energía térmica
- D. Paneles solares como toldos / persianas

XVIII. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS

- A. Nuevos espacios para la tecnología fotovoltaica
- B. Casas aisladas
- C. Farolas y señalización en carretera
- D. Remolques y autocaravanas
- E. Radio enlaces, repetidores de televisión, sistemas de señalización y recogida de datos
- F. Las aplicaciones en los países en vías de desarrollo

XIX. COSTES Y PERSPECTIVAS DEL FOTOVOLTAICO

ARRIBA

I. INTRODUCCIÓN

Esta Guía ha sido realizada en el contexto del proyecto **RES & RUE Dissemination**, aprobado por la Comisión Europea –Dirección General de Energía y Transportes, DGTren–, Programa ALTENER, para promocionar entre los ciudadanos la utilización de las fuentes energéticas renovables y el uso racional de la energía.

La Conferencia de Kyoto obliga todos los Países a reducir el consumo de combustibles fósiles para reducir las emisiones contaminantes en la atmósfera, que provocan el peligroso efecto invernadero, desarrollando el uso de las fuentes energéticas renovables. Además, el coste cada vez mayor de la energía propone con más firmeza un uso inteligente y racional de este importante recurso, evitando el derroche e incentivando las actitudes dirigidas al ahorro energético.

Sobre estos aspectos es importante informar los consumidores de forma correcta y completa, ya que la salvaguardia del medio ambiente y el uso racional de la energía se pueden alcanzar sólo con la participación completa de todos los ciudadanos.

ARRIBA

II. EL SOL: UN AMIGO CÁLIDO Y GENEROSO

A. Los combustibles fósiles contaminan

Para vivir necesitamos energía: a lo largo de milenios el hombre sólo ha podido utilizar la energía producida por su propia fuerza y por el trabajo de los animales, y la del fuego para calentarse.

Con el transcurso de los siglos aprendió a quemar los combustibles fósiles para proporcionarse energía: primero el carbón, luego el petróleo, el metano... Y los residuos de la combustión han empezado a invadir la atmósfera y a contaminarla.

Pero ha sido sobretodo en el último siglo, con el desarrollo económico de los países occidentales, cuando la contaminación atmosférica ha alcanzado niveles mucho mayores e incluso peligrosos para toda la humanidad.

La energía eléctrica, en su mayoría producida con combustibles fósiles, la utilización de coches y aviones como medios de transporte, la calefacción de los edificios, la producción industrial: todas estas actividades emiten en la atmósfera una enorme cantidad de sustancias contaminantes que crean una inmensa capa que vuelve irrespirable el aire de las ciudades, contamina los bosques y las producciones agrícolas, y produce el efecto invernadero que tiende a modificar el clima del planeta.

Los pueblos que viven en África, en Asia y en Latinoamérica, en condiciones de miseria y de subdesarrollo, para mejorar sus condiciones de vida necesitaran consumir cantidades cada vez más grandes de energía, que a su vez provocaran niveles de contaminación cada vez más elevados.

ARRIBA

B. El sol como fuente de energía renovable

La energía solar, asociada al enorme flujo de radiaciones emitido por el sol y capturado por nuestro planeta, es el origen de la vida y permite su perpetuarse, marca además el tiempo de los ciclos biológicos y de las estaciones.

Desde siempre el hombre ha puesto en el sol sus esperanzas, sus necesidades de seguridad y prosperidad y ha utilizado su energía como fuente de calor y de luz.

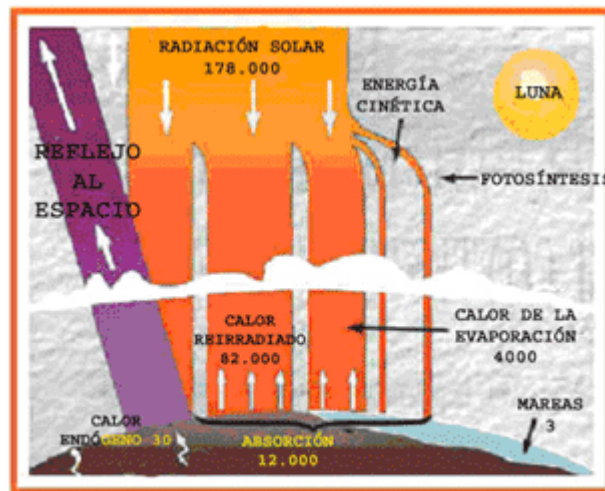


DIAGRAMA CUALITATIVO DEL FLUJO DE ENERGÍA EN LA TIERRA, EN TERAWATIOS/AÑO. LA CIENCIA, NOVIEMBRE 1990

La energía solar es la fuente de energía más abundante de la Tierra: renovable, disponible, gratuita y en cantidad muy superior a las necesidades energéticas de la población mundial.

Sin embargo, su aprovechamiento presenta problemas técnicos y económicos que hacen difícil utilizarla en la práctica. Hoy en día utilizamos solo una pequeña parte de la enorme cantidad de energía que nos llega del sol, por lo que el camino a recorrer es todavía largo para poder aprovechar la energía solar a gran escala.

Las perspectivas son que la energía del sol tenga un papel significativo, lo que producirá un cambio de tendencia que es indispensable para la ecología del planeta.

ARRIBA

C. Desarrollar la energía solar

Para controlar la peligrosa contaminación del planeta hace falta reducir las emisiones contaminantes y desplazar los consumos energéticos hacia un modelo de desarrollo sostenible, que favorezca las fuentes energéticas renovables y sobretudo el aprovechamiento de la energía solar.

En España, la mayor parte de la energía consumida se produce con combustibles fósiles:

- el 54 %, de combustibles procedentes del petróleo (gasolina, gasoil, fuel-oil, etc.);
- el 15,5 %, del carbón;
- el 13,5 %, de las centrales nucleares;
- el 10 %, del gas;
- el 6,3 %, de energías renovables.

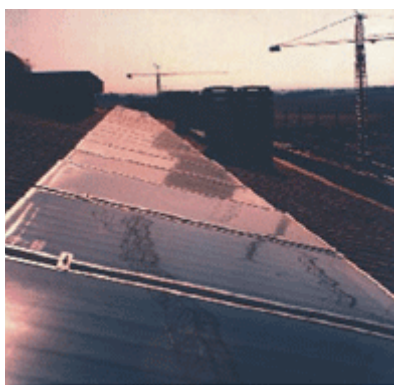
La energía solar no puede sustituir la energía producida con los combustibles fósiles pero, como demuestra la experiencia europea, puede completar eficazmente la necesidad energética de las familias.

Con esta **Guía del consumidor** se quiere dar a conocer los más importantes aspectos técnicos y económicos de las máquinas que utilizan la energía solar: **los paneles solares y los módulos fotovoltaicos**.

La guía se propone el objetivo de informar a las familias sobre las ventajas de los sistemas solares, para que puedan evaluar la posibilidad de su aprovechamiento. Se dirige, entre otras personas, a responsables de la Administración pública, para invitarles a utilizar los incentivos existentes y a instalar los sistemas solares en las escuelas y en otros edificios públicos.

La guía, finalmente, quiere ser un instrumento al servicio de la docencia, para invitar los profesores a que difundan entre los jóvenes estudiantes la cultura del ahorro energético y del consumo ecológico y compatible.

En los capítulos siguientes se tratarán los aspectos técnicos y económicos relacionados con la instalación de los paneles solares para obtener agua caliente para usos sanitarios y de los módulos fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica.



BATERÍA DE PANELES SOLARES

ARRIBA

III. LOS PANELES SOLARES

A. El panel recoge la energía del Sol

El panel solar (*colector*) sirve para capturar la energía que desde el sol llega a la Tierra, convirtiéndola en calor (*conversión foto térmica*). Esta energía es enviada a un **fluido portador del calor** que circula dentro del colector mismo o tubo térmico.

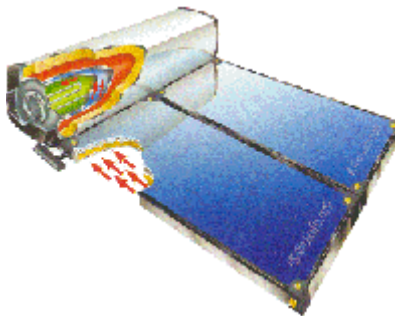
La característica principal que identifica la calidad de un colector solar es la eficiencia

entendida como capacidad de conversión de la energía solar incidente en energía térmica

Cerca del colector solar se coloca el depósito de acumulación del agua caliente, donde se realiza el intercambio de calor entre el fluido portador del calor y el agua contenida en el depósito. Cediendo el calor recibido del sol al intercambiador de calor, el fluido calienta el agua contenida en el depósito a una temperatura que puede alcanzar incluso los 60–70 °C (el agua que utilizamos para ducharnos no supera los 40–45 °C).

Es necesario que el depósito tenga una capacidad de aproximadamente 50–80 litros por cada metro cuadrado de superficie solar instalada.

El agua caliente producida será utilizada para usos sanitarios de la casa, así como para las necesidades de hoteles, escuelas, camping, para calentar piscinas o instalaciones de agua de baño, etc.

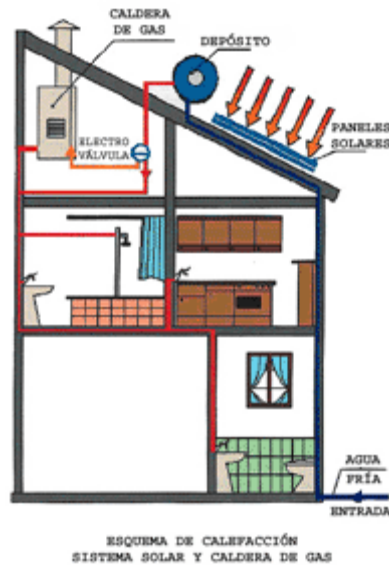


ARRIBA

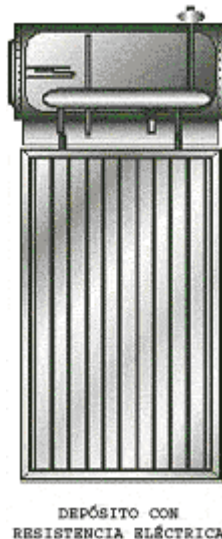
B. Agua caliente incluso sin sol

El panel solar produce agua caliente durante el día, en los días de sol y, en menor cantidad, también en los de cielo nublado. Por lo tanto, para poder tener siempre agua caliente es indispensable utilizar soluciones complementarias a la radiación solar. Para un usuario doméstico, esto se puede realizar de dos formas.

1. Si en la casa ya existe una caldera instantánea de gas con control electrónico para la producción del agua caliente sanitaria, es posible conectar el sistema solar a la instalación térmica existente. El agua calentada en el panel pasará a través de una electroválvula que, basándose en su temperatura, la enviará directamente al usuario doméstico. En el caso que esta temperatura sea inferior a los 40–50 °C, el agua precalentada se enviará a la caldera, que así habrá facilitado el calentamiento. Esta solución permite ahorrar en el recibo del gas, alargar la vida de la caldera y disponer de agua caliente utilizando al máximo las potencialidades del panel solar.



2. Si no es posible conectarse a la caldera de gas, hace falta insertar en el depósito una resistencia eléctrica de por lo menos 1 kW con termostato graduado en aproximadamente 40° C, que interviene cuando la temperatura del agua baja a menos de esta temperatura.



ARRIBA

IV. TIPOLOGÍAS DE COLECTORES SOLARES TÉRMICOS

Una breve descripción de las diferentes tipologías constructivas de paneles solares ayudará a los consumidores a realizar elecciones conscientes y razonadas sobre la base de las exigencias específicas de cada tipo de panel. De hecho, las diferencias (de tecnologías constructivas, de materiales utilizados, de coste, etc.), incluso sustanciales, entre los

diferentes paneles, sirven para proporcionar soluciones adecuadas a las diferentes exigencias de los usuarios y a las diferentes condiciones de instalación y utilización.

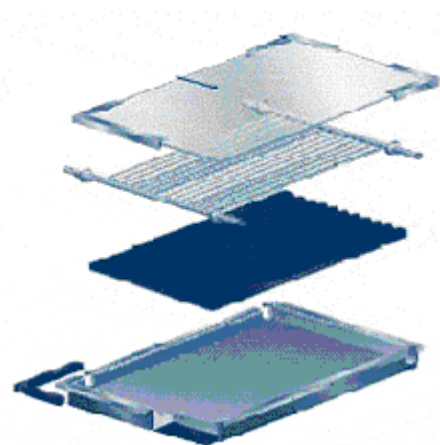
A continuación se describen las características de algunas de las tipologías principales.

ARRIBA

A. Colectores solares planos con cubierta

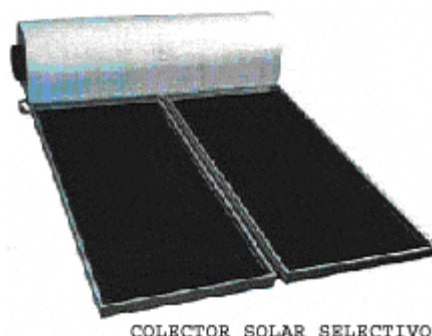
El panel solar clásico (*colector plano con cubierta*) absorbe la energía del sol a través de:

- Un **absorbedor**, formado por una lamina parecida a un radiador, en su interior hay un **haz de tubos** en los que pasa el fluido portador del calor del circuito primario destinado a ser calentado por el sol. Este fluido está formado normalmente por agua con anticongelante propilénico no tóxico, para que aguante el frío del invierno sin congelarse.
- Una **placa de cristal**, colocada sobre el absorbedor, que protege el aparato y que deja pasar los rayos del sol. El absorbedor, calentándose, irradia energía en forma de radiación infrarroja, que se mantiene dentro por el cristal y provoca una especie de efecto invernadero.
- Un **aislante térmico** (de fibra de vidrio o de espuma de poliuretano) colocado en la parte debajo del panel, para reducir las dispersiones de calor.
- Una **caja** de chapa laminada, colocada detrás al colector que ensambla las partes y confiere al panel solidez y estabilidad.



Los colectores solares de placa selectiva han sido tratados electro-químicamente de la forma que tienen una superficie de color negro, con alto coeficiente de absorción y bajo coeficiente de reflexión, que permite obtener un buen rendimiento incluso durante los meses de invierno.

La instalación de paneles con superficie selectiva, por su alto rendimiento, se aconseja cuando se prevé utilizarlos todo el año.



COLECTOR SOLAR SELECTIVO

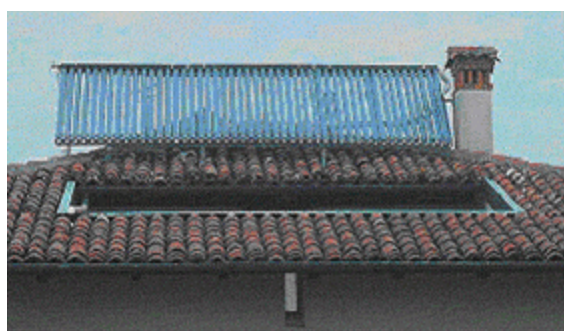
ARRIBA

B. Colectores solares de vacío

Están proyectados a fin de reducir las dispersiones de calor hacia el exterior. De hecho, el calor captado por cada elemento (**tubo de vacío**) es transferido a la **placa** generalmente de cobre, que está dentro del tubo. De esta manera el líquido portador del calor se calienta y, gracias al vacío, se reduce al mínimo la dispersión de calor hacia el exterior.

Son como tubos de vidrio, que en su interior contienen un elemento absorbedor del calor, donde la presión del aire es mínima, así que se impide que pierdan calor. A tal fin, en la fase de montaje se aspira el aire existente entre el absorbedor y el vidrio de la cubierta. El revestimiento ha de asegurar una hermeticidad perfecta, que se mantenga con el paso del tiempo.

Los paneles solares de vacío tienen un rendimiento óptimo durante todos los meses del año y son especialmente adecuados para ser instalados en zonas de insolación medio-baja, incluso con condiciones climáticas rípidas.



COLECTOR SOLAR DE VACÍO INSTALADO EN UN TEJADO

ARRIBA

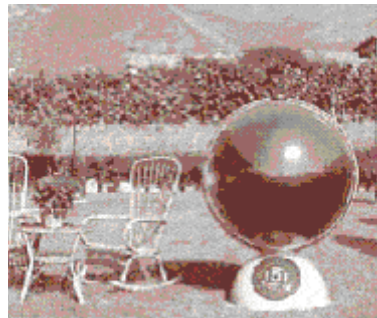
C. Paneles solares con depósito integrado

En los paneles con depósito integrado el absorbedor de calor y el depósito de acumulación forman una misma pieza, y la energía solar llega directamente a calentar el agua acumulada.

Por efecto del principio según el cual el agua caliente tiende a subir y la fría a bajar, se crea dentro del depósito un movimiento llamado conveectivo que distribuye el calor captado a toda la masa de agua.

Estos colectores solares compactos, formados por un único bloque, son fáciles de transportar y de fácil instalación, y su coste es relativamente bajo.

Algunos de estos no son idóneos para lugares en los que el invierno es largo y rígido porque su rendimiento en ese periodo es escaso y porque el agua contenida en el depósito podría congelarse y estropear el panel. De todos modos en el mercado se encuentran también sistemas compactos adecuados para cada condición climática.



PANEL SOLAR CON DEPÓSITO INTEGRADO

ARRIBA

D. Paneles solares sin cubierta

Los paneles solares sin cubierta no tienen cubierta de vidrio y el agua pasa directamente dentro de los tubos del panel, donde los rayos del sol la calientan directamente dejándola lista para su utilización. Son adecuados en verano para calentar piscinas descubiertas, para proporcionar agua caliente a las duchas de las instalaciones balnearias, en los camping, etc. Al no estar cohibentados, funcionan con una temperatura del ambiente de por lo menos 20 °C y producen agua caliente a aproximadamente 40 °C.

Su coste es bastante bajo y la instalación es tan sencilla que la puede realizar el propio usuario.

ARRIBA

V. LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES

A. El dimensionamiento de los paneles solares

Para calcular el tamaño de los paneles solares que hay que instalar debe tenerse en cuenta el consumo previsible de agua caliente de la familia, así como el de los elementos domésticos que puedan hacer uso de él. Por ejemplo, se calcula que en una familia, de media, el consumo de agua caliente es de aproximadamente 30–50 litros/día por persona.

El agua caliente producida por un panel solar varía en función de diferentes elementos: la posición, la zona geográfica, la radiación solar diaria, etc. De media, puede considerarse una producción de agua de 80–100 litros/día, a la temperatura de 40 °C, por cada metro cuadrado de panel instalado.

Para calentar el agua del depósito hace falta aproximadamente media jornada de sol en verano y un día en invierno. La temperatura del agua que se puede alcanzar en los días de sol

es de aproximadamente 40° C en invierno y de aproximadamente 60–80° C en verano.

Teniendo en cuenta las variables referidas, en la tabla siguiente se propone un esquema de dimensionamiento del depósito y de los paneles solares:

VIVIENDAS		
USO ANUAL ORIENTACIÓN SUR		
Nº personas	Capacidad boiler	Metros cuadrados paneles
1÷3	130÷150	1,8÷2,6
3÷5	200÷300	3,6÷5,2
6÷8	300÷450	5,4÷7,8

ARRIBA

B. Una solución para cada situación

Todos los edificios que tienen un espacio soleado (tejado inclinado, tejado tipo azotea, jardín, etc.) pueden tener una instalación solar para la producción de agua caliente sanitaria.

El coste de instalación es tanto más bajo cuanto más fácil es acceder a estos lugares. Es preferible un tejado tipo azotea o un jardín bien soleado, pero vale también una cubierta de tejas.

Debe prestarse especial atención a la mejor ubicación del panel solar. Hay que elegir la posición que ofrezca la mejor irradiación solar, pero también las zonas más accesibles y menos críticas para los anclajes, pues así se ahorra en los costes de instalación.



BATERÍA DE PANELES SOLARES SOBRE EL TACHO DE UN EDIFICIO

Es mejor si los paneles solares están orientados hacia el sur, con una tolerancia de desviación hacia el este o el oeste de 30°, y una inclinación de aproximadamente 35–40° respecto al plano horizontal.

Cada instalación de paneles solares presenta problemas específicos, todos solucionables, pero hay que enfrentarse a ellos pidiendo distintos presupuestos a empresas e instaladores cualificados.

ANTES DE COMPRAR UN SISTEMA SOLAR

- **Consultar una empresa solvente.**
- **Pedir una declaración por escrito sobre cuanta agua caliente puede producir el**

- panel.
- **Pedir siempre que el presupuesto incluya los costes de instalación.**

ARRIBA

C. En los edificios en construcción

Lo mejor es proyectar las viviendas nuevas pensando en todas las conexiones y las necesidades para la instalación de un sistema solar. Una ubicación correcta del panel solar en el edificio permite obtener el máximo rendimiento con un gasto mínimo de instalación.

Todas las viviendas nuevas, e incluso las que se fueran a reformar, deberían estar preparadas para la instalación de paneles solares. Esta predisposición tiene un coste irrelevante y la instalación de un sistema solar permitiría ahorrar mucho dinero durante la utilización de la vivienda.

Los paneles solares pueden instalarse en todos los edificios: desde los chalet individuales a las comunidades de propietarios.

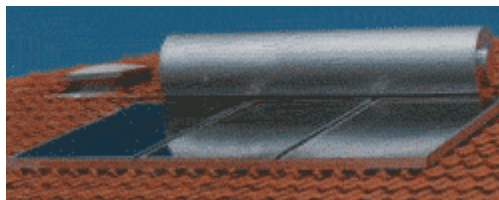


ARRIBA

D. En las casas con tejado de tejas

En primer lugar debe averiguarse la orientación del tejado. La posición más ventajosa es la orientación sur. En todo caso se podrá instalar en el tejado incluso si está orientado hacia el sureste o el suroeste.

Es importante que el tejado tenga una inclinación de por lo menos 35° respecto al plano horizontal. Hay que tener cuidado para que en ningún mes del año haya sombras que cubran el panel de los rayos del sol.



ARRIBA

E. En las casas con tejado tipo azotea

La instalación de los paneles solares en un tejado tipo azotea es la solución más fácil porque ofrece la seguridad de poder orientar el colector solar hacia el sur (excepto eventuales sombras), con la inclinación óptima, reduce al mínimo los costes de instalación y permite un fácil mantenimiento.



ARRIBA

F. En el jardín

Entre las diferentes zonas en las que se puede instalar un sistema solar está el jardín, siempre que la casa tenga una zona verde no cubierta por la sombra en los diferentes meses del año.

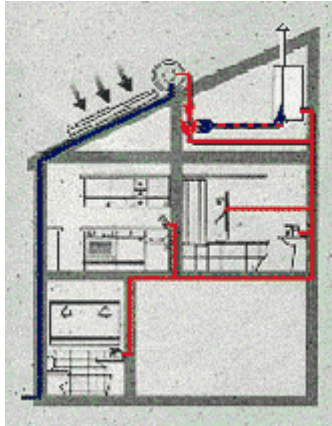
Cuando sea posible, la instalación del sistema solar en el jardín es la mejor solución ya que es fácil de realizar y poco costosa.



ARRIBA

VI. SISTEMAS DE CIRCULACIÓN NATURAL

Los sistemas de circulación natural son muy sencillos, requieren poco mantenimiento y se pueden construir utilizando cualquier modelo de panel solar.



Todos los sistemas de circulación natural se basan en el principio por el que el fluido del circuito primario, calentado por el sol, disminuye su densidad, se vuelve más ligero y asciende, provocando un movimiento natural del fluido mismo.

En los sistemas de circulación natural el depósito de acumulación del agua tiene que estar **siempre** colocado más arriba del panel y a poca distancia del mismo.

La mejor solución técnica y estética es la colocación del depósito de acumulación debajo del tejado a una altura superior respecto a la del panel solar. Esto permite reducir al mínimo las dispersiones térmicas y tener un fácil acceso al depósito para eventuales operaciones e mantenimiento o completar el líquido del circuito primario.

La aplicación típica de los sistemas de circulación natural es la producción de agua caliente para uso sanitario.



ARRIBA

VII. SISTEMAS DE CIRCULACIÓN FORZADA

Sistema de circulación forzada

El principio de funcionamiento de un sistema de circulación forzada se distingue del de circulación natural porque el fluido, contenido en el colector solar, fluye en el circuito cerrado por efecto del empuje de una bomba controlada por una centralita (o termostato) activada, a su vez, por sondas colocadas en el colector y en el depósito.

Las aplicaciones típicas de la circulación forzada son, además de la producción de agua caliente para uso sanitario en los casos en los que la circulación natural no se puede utilizar,

la calefacción y la conservación de la temperatura del agua de la piscina, el agua caliente en las comunidades y en la industria.

Los sistemas de circulación forzada son más complejos que los de circulación natural, y han de ser instalados por personal especializado. Son un poco más caros, pero en cambio ofrecen una mayor eficiencia porque hacen más rápida la circulación del fluido, con la consiguiente mayor absorción de la radiación solar. Además, el depósito se coloca dentro del edificio donde se registra una menor dispersión térmica y una mejor accesibilidad para su mantenimiento.

Hay que instalar los sistemas de circulación forzada:

- o *cuando el depósito no se puede colocar más alto que el panel solar;*
- o *en las instalaciones de gran tamaño;*
- o *cuando la intervención ha de ser especialmente precisa.*

ARRIBA

VIII. SISTEMAS DE CIRCULACIÓN FORZADA DE VACÍO

Los sistemas de circulación forzada de vacío permiten solucionar el problema del sobrecalentamiento del fluido portador del calor, que puede darse cuando el calor producido por el sistema solar no se utiliza por mucho tiempo y el fluido puede alcanzar temperaturas extremadamente altas.

En el caso de alcanzar temperaturas entre los 160–170° C el fluido anticongelante se transforma químicamente y deja de tener una función anticongelante, arriesgando el correcto funcionamiento del sistema en el periodo invernal.

En los sistemas forzados de vacío esto no pasa ya que, con el sistema parado, el fluido portador del calor fluye de los colectores hasta el interior de un depósito de drenaje: allí las bombas de circulación se paran para permitir al fluido en el circuito volver al depósito de drenaje.

ARRIBA

IX. AGUA CALIENTE PARA LAS COMUNIDADES DE VECINOS

Debe prestarse una especial atención a la hora de proyectar los sistemas para la producción de agua caliente para las comunidades de vecinos, sobretodo para las que superan las tres plantas.

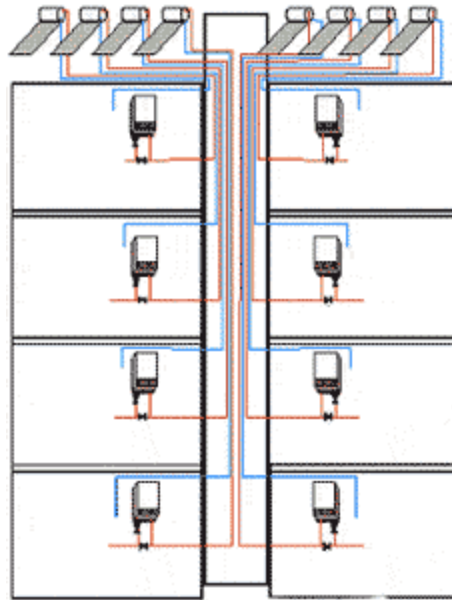


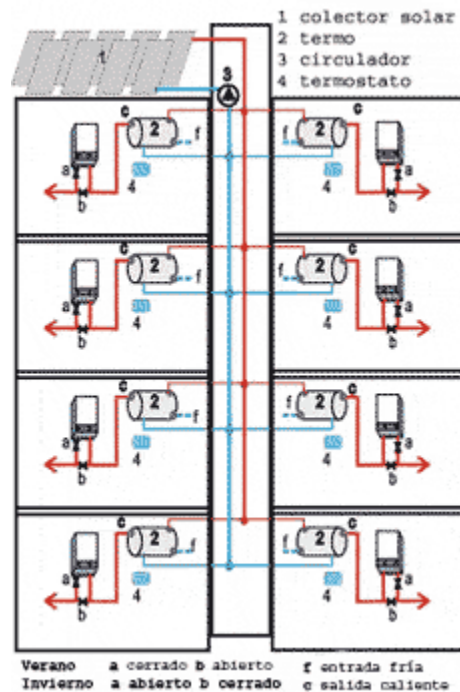
Figura A

A partir del esquema de la figura A, en el que se han utilizado sistemas de circulación natural, se intuye que los usuarios tendrán que esperar mucho antes de recibir el agua caliente del boiler solar colocado en la azotea, con un consiguiente inútil derroche de agua. Además, el coste de la instalación del sistema resulta elevado por el gran número de tuberías (aisladas térmicamente) necesarias para conectar los boiler de cada vivienda.

Además, cada panel solar proporciona agua caliente solo a una vivienda: por lo tanto si ésta está vacía o el número de usuarios es inferior al que se ha calculado en la fase de proyecto, su exceso de energía no se utiliza.

Para solucionar estos problemas se pueden utilizar otras dos tipologías de instalaciones solares.

Figura B



En la primera tipología, en la figura B, cada familia tiene en su piso un boiler de 120-150 l., que eroga inmediatamente el agua caliente. Todos los boiler de los diferentes pisos están conectados a sólo dos tubos, uno de ida y uno de vuelta, a su vez conectados a los paneles solares colocados en la azotea.

El número de paneles tiene que ser suficiente para que la superficie de captación no sea inferior a 2 m² por cada familia (se calcula sobre un modelo de familia formado por cuatro personas).

Cada boiler tiene una centralita electrónica que mide continuamente la temperatura del mismo y la de los paneles solares: en cuanto en el boiler haya una diferencia de temperatura preestablecida, la centralita abre su electroválvula y activa un sistema de circulación que transfiere el agua caliente producida por los paneles del parque solar en su boiler.

El sistema descrito en la figura C está formado por un único boiler para todo el edificio y por un número de paneles solares dimensionados en función del número de usuarios. El boiler se puede colocar tanto en la azotea como en la central térmica.

La radiación solar calienta el líquido contenido en los paneles solares, el aumento de temperatura es detectado por la centralita electrónica, que la compara con la que viene del boiler y activa el sistema de circulación y el intercambio térmico que calienta el agua del boiler.

Este sistema está dimensionado para proporcionar agua caliente de forma autosuficiente en los meses de primavera, verano y otoño, mientras que en el periodo invernal precalienta el agua que luego utiliza la caldera de gas, que incrementa su temperatura solo del valor residual que falta para alcanzar la temperatura deseada.

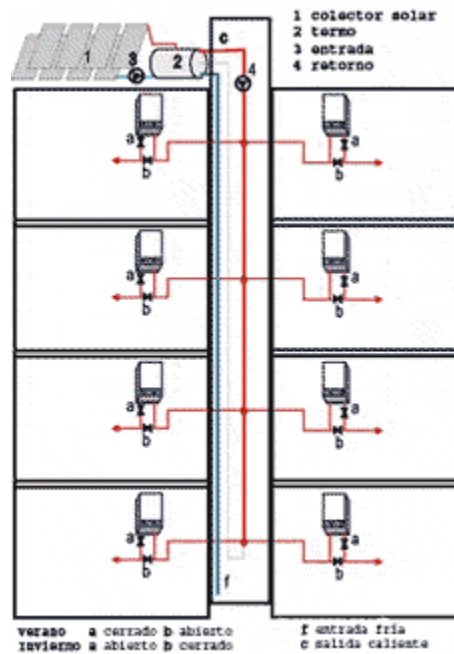


Figura C

Las ventajas de esta tecnología son:

- la presencia de un único anillo para la distribución del agua caliente permite a todos los usuarios, incluso los de los bajos, utilizarla inmediatamente;
- el boiler de acumulación de gran tamaño tiene una menor superficie de contacto con los agentes atmosféricos y por lo tanto una menor dispersión térmica;
- menores costes de instalación por la presencia de un único tubo de alimentación del agua fría y uno de distribución del agua caliente;
- la no simultaneidad de la utilización del agua caliente por parte de los usuarios, alarga el periodo de autosuficiencia;
- la presencia de uno dos boiler de capacidad adecuada, en vez de un boiler por cada piso, hace más económico el sistema.

El uso de contadores especiales por sustracción, colocados en cada piso, permiten medir y contabilizar la cantidad de agua caliente consumida por cada familia.

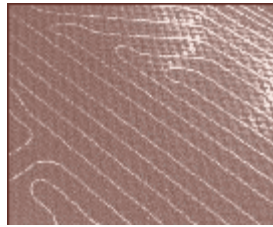
Los sistemas se completan con una caldera de gas que interviene en los días de lluvia o cuando hay muchas nubes, para asegurar al edificio el agua caliente en cada momento.

ARRIBA

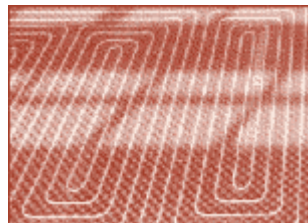
X. CALENTAR LAS CASAS CON EL SOL

A. La calefacción de suelo

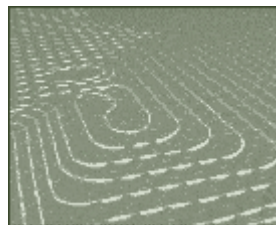
La calefacción solar de las habitaciones representa una gran potencialidad de desarrollo de la energía solar térmica. Actualmente, las posibilidades prácticas están limitadas a la calefacción con sistemas de baja temperatura: sistemas de suelo o de pared.



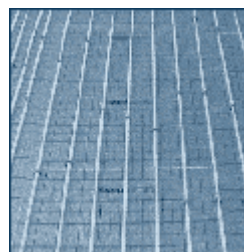
De hecho, en los sistemas de calefacción que utilizan los radiadores de fundición o aluminio, la temperatura del agua que se pide es muy alta y no puede ser proporcionada por paneles solares. Los sistemas de calefacción de suelo o pared, en cambio, para calentar las habitaciones a 20° C, utilizan agua caliente a una temperatura de alrededor de 40° C. Esta temperatura coincide con la que se puede alcanzar con los sistemas térmicos solares, incluso en temporada de invierno.



En las calefacciones de baja temperatura los elementos que irradian el calor, formados por tubos de polipropileno, se colocan debajo del suelo o en la pared, de manera que cubran toda la superficie. Esta tecnología, además de representar un gran ahorro energético, hace la casa menos seca y más salubre.



Los colectores solares tienen que ir siempre acompañados por un sistema térmico tradicional, por ejemplo una caldera de gas o a gasoil, para asegurar en cada circunstancia el calor necesario.



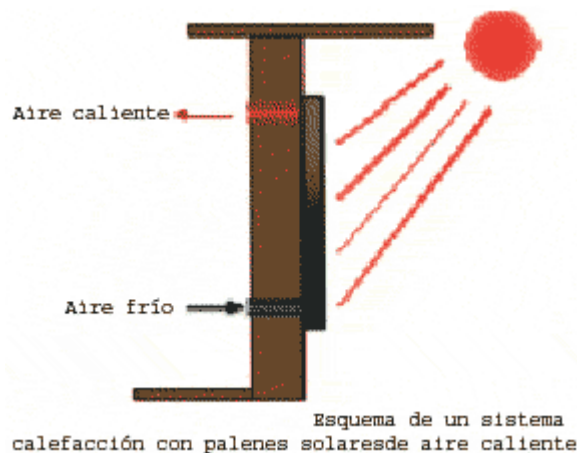
ARRIBA

B. Los paneles solares de aire caliente

Los paneles solares de aire caliente se pueden utilizar para integrar el sistema de calefacción doméstica de una forma eficaz. Estos paneles tienen características parecidas a las de los normales paneles solares, excepto por el hecho de que en ellos circula aire, en vez de agua.

El aire se hace circular dentro del colector a través de recorridos sinuosos que disminuyen la velocidad de su flujo y le permiten absorber de la mejor manera el calor de la radiación solar, para que luego se canalice a las habitaciones que hay que calentar.

Esta tecnología, integrada con un generador térmico tradicional que entra en función cuando la irradiación solar no es suficiente, es apta no solo para calentar las viviendas, sino también para la desecación de productos alimenticios.

ARRIBA

XI. LOS PANELES SOLARES PARA USUARIOS ESTACIONALES

A. Calentamiento de las piscinas descubiertas

Una piscina descubierta no calentada tiene un ciclo anual de temperatura que varía según el clima y la ubicación geográfica: sin embargo, en la mayor parte de los casos, la actividad de las piscinas descubiertas se limita solamente a los tres meses de verano. Calentando el agua con una instalación solar, se puede alargar la utilización hasta cinco o seis meses.

Esta necesidad de calentamiento se manifiesta sobre todo en piscinas que se encuentran en zonas de montaña, donde el enfriamiento nocturno del agua es mayor.

Una piscina requiere generalmente que se mantenga la temperatura del agua alrededor de los 25 - 28° C. Para mantener esta temperatura, el agua de la piscina se hace circular por un intercambiador de calor donde entra en contacto térmico con el fluido transportador del calor calentado por el sistema solar. En estas instalaciones se utilizan sistemas de circulación forzada (mejor de vacío) con colectores de superficie selectiva, para reducir la superficie de

paneles solares necesaria.



Instalaciones solares parecidas se pueden instalar también para calentar las piscinas cubiertas. Obviamente, ya que las piscinas cubiertas se utilizan todo el año, es necesario que el sistema solar vaya siempre acompañado por un sistema de calentamiento tradicional.

Ya que el agua de una piscina cubierta necesita ser calentada también en los meses de verano, no pudiendo aprovechar el calor directo del sol, la integración del sistema de calentamiento tradicional con un adecuado sistema térmico solar, es seguramente siempre conveniente.



ARRIBA

B. Duchas calientes en camping y balnearios

El suministro de agua caliente para las duchas en los camping y en los balnearios es un servicio cada vez más solicitado, y que viene formando parte de la oferta de estas instalaciones.

En estas situaciones es posible adoptar paneles solares muy especiales, realizados de material plástico (polipropileno). Están formados por tubitos con sección circular, donde circula el agua que es calentada por la acción del sol.

La instalación solar es bastante simple: está formada por un sistema de circulación forzada y por un depósito de acumulación. El agua fría es enviada por una bomba al interior de los paneles, calentada y acumulada en el depósito, lista para ser utilizada.

ARRIBA

XII. EL MANTENIMIENTO DE LOS PANELES SOLARES

En las instalaciones solares de circulación forzada es necesario realizar periódicamente tareas de mantenimiento, que deben ser desarrolladas por empresas especializadas.

La bomba y la centralita electrónica que regula el flujo del líquido en el circuito primario tienen

que estar siempre en perfectas condiciones. El bloqueo de la circulación puede provocar la ebullición del líquido primario con daños, incluso graves, para el panel solar.

En caso de avería en la centralita o de bloqueo de la bomba hidráulica, deben cubrirse las superficies de los colectores solares y llamar al técnico. También se aconseja cubrir los paneles en caso de largas ausencias.



Es menos probable que las instalaciones solares de circulación natural sufran averías. Sólo hay que realizar controles periódicos, que pueden ser llevados a cabo directamente por el dueño mismo de la instalación, para comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

El circuito primario de un sistema solar, aunque esté oculto, está sujeto a filtraciones accidentales (defectos de carga, escapes por exceso de presión, aflojamiento de las juntas por el hielo o el sobrecalentamiento, etc.). En este caso es necesario rellenar el líquido con una mezcla anticongelante.

Hace falta controlar también que la circulación natural no encuentre obstáculos en el circuito. Si, por ejemplo, el líquido del circuito primario disminuyera por evaporación tras un largo periodo de no utilización del agua caliente (vacaciones de verano), se puede formar una burbuja de aire que obstruye el circuito. En este caso es necesario intervenir, directamente o llamando un técnico, para eliminar el obstáculo.

CONSEJOS PRÁCTICOS DE MANTENIMIENTO

- Controlar a menudo el nivel del líquido del circuito primario y, si hubiera filtraciones accidentales, rellenar con una mezcla de anticongelante diluido con agua (la dosis está indicada en los recipientes).
- En caso de largas temporadas de ausencia, es oportuno cubrir los paneles para protegerlos de los rayos solares.
- Inspeccionar los paneles solares tras largas temporadas en las que no se han utilizado y controlar su funcionamiento.
- Cambiar totalmente el líquido anticongelante por lo menos cada 5 años.
- Una vez al año quitar el polvo de las superficies de los colectores solares.

- Evitar que se forme vapor condensado dentro de los paneles con cubierta, practicando eventualmente pequeños agujeros en la parte superior e inferior del panel.
- Verificar cada 3 años el ánodo de magnesio del depósito.
- En caso de rotura accidental de la cubierta del panel, en tanto se produce la sustitución, es preciso proteger en seguida el panel con una manta transparente, ya que la lluvia provoca un rápido y grave daño al panel.
- Las instalaciones solares de circulación forzada tienen que ser controladas por lo menos una vez al año por un técnico especializado, para que realice las operaciones de mantenimiento necesarias.

ARRIBA

XIII. INSTALAR PANELES SOLARES ES CONVENIENTE

La justificación racional de una instalación solar procede de consideraciones económicas y ecológicas.

La menor contaminación del medioambiente y el ahorro energético que se obtiene utilizando la energía solar representan ventajas para todos, pero esta valoración queda a la sensibilidad individual de cada uno.

Por lo que a la conveniencia económica se refiere, es necesario tener en cuenta que el rendimiento de un sistema solar térmico depende de varios factores: condiciones climáticas locales, área geográfica, tipo de colector solar, etc.

Para calcular el ahorro que se puede obtener instalando un sistema solar es necesario calcular la cantidad de combustible necesaria para obtener la misma producción térmica que se obtendría con el sistema solar. Los cálculos de este tipo son bastante complejos y tienen que tener en cuenta todas las variables involucradas.

Indicativamente, para dar una idea de los ahorros que se pueden obtener de un sistema solar térmico, se proporcionan los siguientes datos:

*Producción de energía de un sistema solar: **850 kWh/mq***

Los ahorros que se pueden obtener son equivalentes a:

- *91 litros de fuel-oil*
- *101 mc de gas natural*
- *940 kWh de electricidad*

- 306 Kg. de reducción de emisiones de CO₂

Siempre indicativamente, tomamos como ejemplo el caso en el que los paneles solares sustituyen la producción de agua caliente de un boiler eléctrico. Imaginamos una familia de 4 personas, cuyo consumo medio de agua caliente se calcula entorno a los 150/200 litros al día.

Para mantener constantemente el agua a una temperatura de 40°C, se consumen aproximadamente 2.000/2.500 kWh al año. Ya que una familia de 4 personas se coloca por su consumo máximo de electricidad en el último tramo de las tarifas, el coste de cada kWh es de aproximadamente • 0,18. El gasto anual en energía eléctrica será por lo tanto de aproximadamente 350-400 euros.

El sistema solar cubre medianamente el 70% de la necesidad de agua caliente y por lo tanto el ahorro, en términos de energía eléctrica no consumida, será de 250-280 euros al año. Si la necesidad de agua caliente se cubre con una caldera de gas, ya que el gas metano cuesta menos que la energía eléctrica, el ahorro será un poco menor.

Considerando siete años para recuperar el coste de la inversión, en ese periodo se podrán amortizar aproximadamente 1.750 – 2.000 euros, que generalmente son suficientes para instalar un sistema solar térmico adecuado para una familia de 4 personas. Luego el agua caliente será casi gratuita.

Las aplicaciones térmicas de la energía solar requieren una inversión inicial más alta respecto a un sistema térmico tradicional, sin embargo, una vez que el sistema solar haya sido instalado, los gastos de funcionamiento son mínimos (costes moderados del mantenimiento periódico y del control del sistema). Los combustibles fósiles, en cambio, se rarifican proporcionalmente respecto al consumo.

ARRIBA

XIV. LA ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA

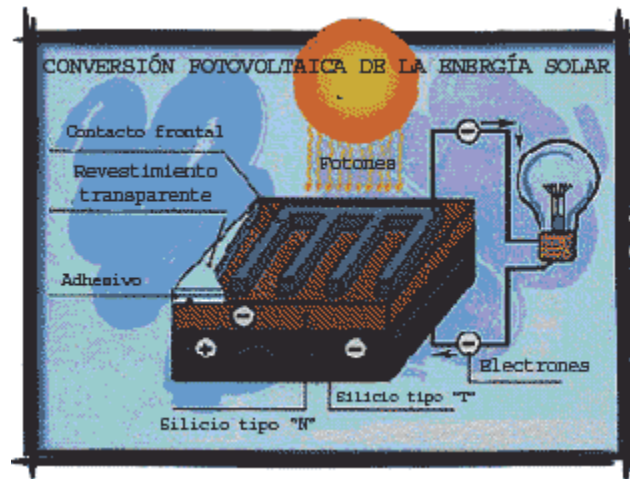
A. La célula fotovoltaica: cómo funciona

La palabra fotovoltaico procede de **photo = luz** y **voltaico = electricidad** y significa electricidad producida a través de la luz. El efecto fotovoltaico se basa sobre la capacidad de algunos semiconductores, como el silicio, de generar directamente energía eléctrica cuando se exponen a la radiación solar.

La conversión de la radiación solar en energía eléctrica tiene lugar en la célula fotovoltaica, que es el elemento base del proceso de transformación de la radiación solar en energía eléctrica.

La luz está formada por partículas, los fotones, que transportan energía. Cuando un fotón con suficiente energía golpea la célula, es absorbido por los materiales semiconductores y libera un *electrón*. El electrón, una vez libre, deja detrás de sí una carga positiva llamada *hueco*.

Por lo tanto, cuanto mayor será la cantidad de fotones que golpean la célula, tanto más numerosas serán las parejas electrón-hueco producidas por efecto fotovoltaico y por lo tanto más elevada la cantidad de corriente producida.



ARRIBA

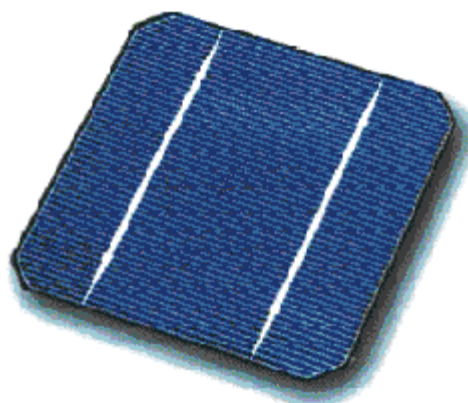
B. Cómo está hecha la célula fotovoltaica

La célula fotovoltaica es un dispositivo formado por una delgada lámina de un material semiconductor, muy a menudo de silicio. Se trata del mismo silicio utilizado en la industria electrónica, cuyo coste es todavía más alto.

Actualmente el material más utilizado es el **silicio mono-cristalino**, que presenta prestaciones y duración en el tiempo superiores a cualquier otro tipo de silicio:

- **Silicio Mono-cristalino:** Rendimiento energético hasta 15 – 17 %.
- **Silicio Poli-cristalino:** Rendimiento energético hasta 12 – 14 %.
- **Silicio Amorfo:** Rendimiento energético menos del 10 %.

La célula fotovoltaica está hecha por una placa de silicio, normalmente de forma cuadrada, con aproximadamente 10 cm de lado y con un grosor que varía entre los 0,25 y los 0,35mm, con una superficie de más o menos 100 cm².



CÉLULA FOTOVOLTAICA

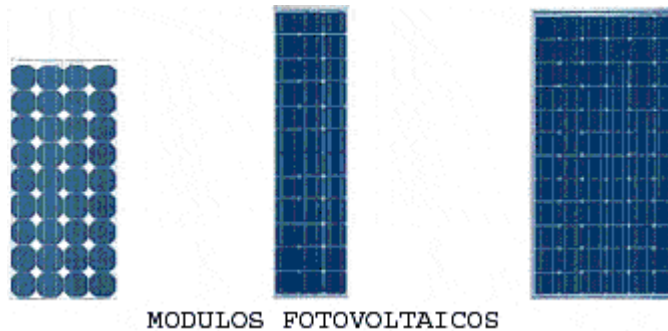
ARRIBA

C. El módulo fotovoltaico

Las células solares constituyen un producto intermedio: proporcionan valores de tensión y corriente limitados en comparación a los requeridos normalmente por los aparatos usuarios, son extremadamente frágiles, eléctricamente no aisladas y sin un soporte mecánico. Se ensamblan de la manera adecuada para formar una única estructura: **el módulo fotovoltaico**, que es una estructura sólida y manejable.

Los módulos pueden tener diferentes tamaños: los más utilizados están formados por 36 células conectadas eléctricamente en serie, con una superficie que oscila entre los 0,5 m² a los 1,3 m². Las células están ensambladas entre un estrato superior de cristal y un estrato inferior de material plástico (Tedlar). El producto preparado de esta manera se coloca en un horno de alta temperatura, con vacío de alto grado. El resultado es un bloque único laminado en el que las células están “ahogadas” en el material plástico fundido.

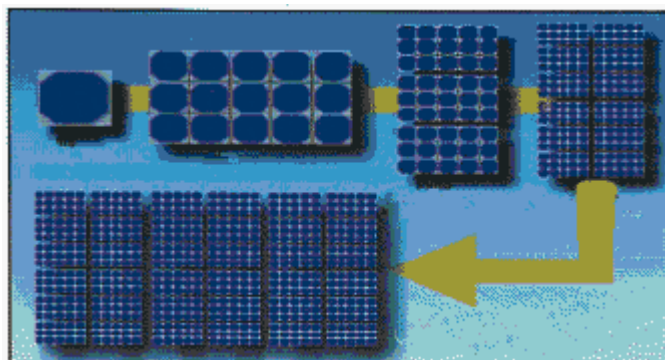
Luego se añaden los marcos, normalmente de aluminio; de esta manera se confiere una resistencia mecánica adecuada y se garantizan muchos años de funcionamiento. En la parte trasera del módulo se añade una caja de unión en la que se ponen los diodos de by-pass y los contactos eléctricos.



ARRIBA

D. El generador fotovoltaico

Más módulos fotovoltaicos ensamblados mecánicamente entre ellos forman el panel, mientras que un conjunto de módulos o paneles conectados eléctricamente en serie, forman la rama. Más ramas conectadas en paralelo, para obtener la potencia deseada, constituyen el **generador fotovoltaico**. Así el sistema eléctrico puede proporcionar las características de tensión y de potencia necesarias para las diferentes aplicaciones.



Los módulos fotovoltaicos que forman el generador, están montados sobre una estructura mecánica capaz de sujetarlos y orientada para optimizar la radiación solar. La cantidad de energía producida por un generador fotovoltaico varía en función de la insolación y de la latitud del lugar.

La producción de energía eléctrica fotovoltaica, al depender de la luz del sol, no es constante, sino que está condicionada por la alternancia del día y de la noche, por los ciclos de las estaciones y por la variación de las condiciones meteorológicas. Además, el generador fotovoltaico proporciona corriente eléctrica continua.

A menudo estas características no se adaptan a las necesidades de los usuarios que, normalmente, necesitan corriente eléctrica alterna, con valores constantes de tensión. Por lo tanto, el envío de la energía del sistema fotovoltaico al usuario se realiza a través de otros dispositivos necesarios para transformar y adaptar la corriente continua producida por los módulos a las exigencias de utilización: el más significativo es un dispositivo estático (**Inverter**), que transforma la corriente continua en corriente alterna.



Algunos tipos de inversores

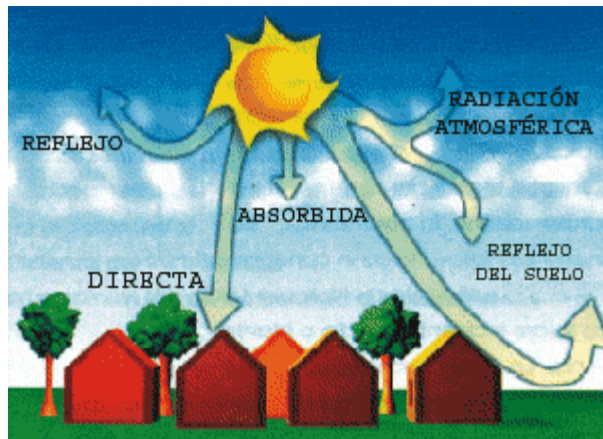
ARRIBA

E. Cuánta energía produce un sistema fotovoltaico

La cantidad de energía eléctrica producida da un sistema fotovoltaico depende básicamente de la eficiencia de los módulos y de la irradiación solar, o de la radiación solar incidente.

La radiación solar incidente en la tierra tiene un valor variable en función de la distancia entre la Tierra y el Sol, o de la latitud de la localidad donde están instalados los módulos fotovoltaicos. También es importante la inclinación de los módulos: una correcta inclinación influye mucho en la cantidad de energía solar captada y por lo tanto en la cantidad de energía eléctrica producida.

La presencia de la atmósfera, finalmente, implica una serie de fenómenos sobre la radiación incidente, entre los cuales el efecto de filtro que reduce considerablemente la intensidad de la radiación en el suelo y la fragmentación de la luz.



Se calcula aproximadamente que un metro cuadrado de módulos fotovoltaicos de buena calidad, puede producir de media 180 KWh al año (0,35 KWh al día en periodo invernal, y 0,65 KWh. al día en periodo estiva. :

ARRIBA

XV. LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

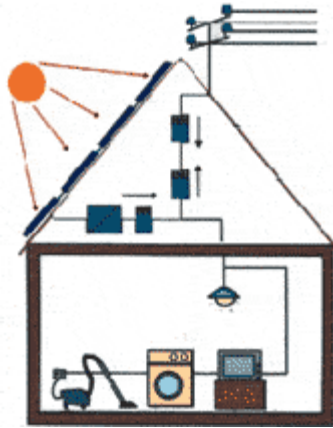
Se define el **sistema fotovoltaico** como un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren a captar y transformar la energía solar disponible, transformándola en utilizable como energía eléctrica.

Estos sistemas, independientemente de su utilización y del tamaño de potencia, se pueden dividir en dos categorías:

- *sistemas conectados a la red (grid connected)*
- *sistemas aislados (stand alone)*

A. Sistemas conectados a la red (grid connected)

Los sistemas conectados a la red están permanentemente conectados a la red eléctrica nacional. En las horas de irradiación solar escasa o nula, cuando el generador fotovoltaico no produce energía suficiente para cubrir la demanda de electricidad, es la red que proporciona la energía necesaria. Viceversa, si durante las horas de irradiación solar el sistema fotovoltaico produce más energía eléctrica de la que se gasta, el exceso se transfiere a la red.

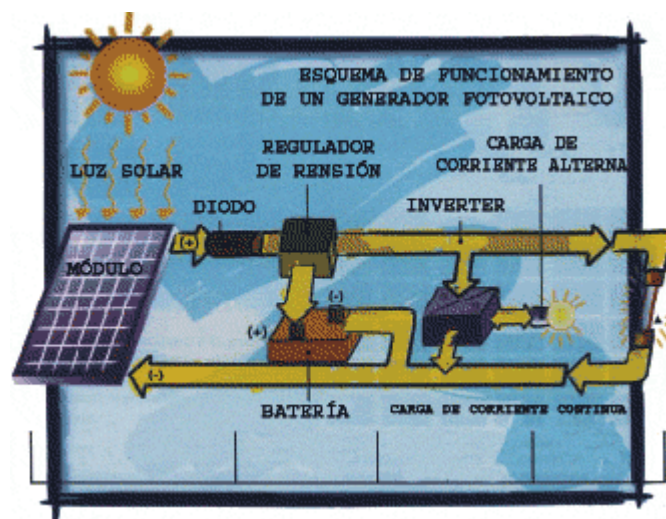


Por decisión administrativa se permite a los operadores que gestionan sistemas fotovoltaicos conectarse a la red eléctrica nacional. Gracias a las mediciones realizadas por un contador y a los precios establecidos por la Autoridad misma, se puede vender a la red eléctrica la energía producida en exceso y coger energía de la red cuando la cantidad de energía auto producida es insuficiente.

ARRIBA

B. Sistemas aislados (stand alone)

Los sistemas aislados se utilizan normalmente para proporcionar electricidad a los usuarios con consumos de energía muy bajos para los cuales no compensa pagar el coste de la conexión a la red, y para los que sería muy difícil conectarlos debido a su posición poco accesibles: ya a partir de distancia de más de 3 Km de la red eléctrica, podría resultar conveniente instalar un sistema fotovoltaico para alimentar una vivienda.



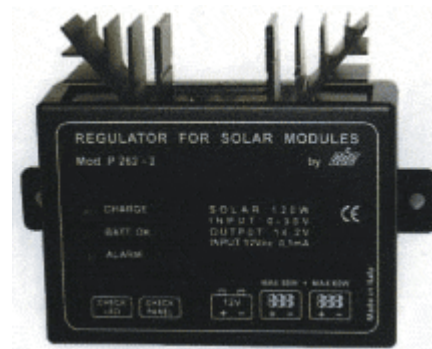
En los sistemas fotovoltaicos aislados es necesario almacenar la energía eléctrica para garantizar la continuidad de la erogación incluso en los momentos en los que no es producida por el generador fotovoltaico.

La energía se acumula en una serie de acumuladores recargables (**baterías**), dimensionados

de la manera que garanticen una suficiente autonomía para los periodos en los que el sistema fotovoltaico no produce electricidad. La tecnología actual permite usar baterías de plomo ácido de larga duración (más de 6 años), con exigencias de mantenimiento casi nulas.

En los sistemas aislados hace falta instalar también un **regulador de carga**, que fundamentalmente sirve para preservar las baterías de un exceso de carga del generador fotovoltaico y de un exceso de descarga debido a la utilización. Ambas condiciones son nocivas para la correcta funcionalidad y la duración de los acumuladores.

En los sistemas aislados es necesario que el generador fotovoltaico esté dimensionado de la manera que permita, durante las horas de irradiación solar, tanto la alimentación de la cantidad de energía necesaria, como la recarga de las baterías de acumulación.



Regulador de carga

ARRIBA

XVI. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED

A. Las centrales eléctricas fotovoltaicas

Las centrales fotovoltaicas son muy costosas y por lo tanto todas las instalaciones realizadas hasta ahora son experimentales, construidas por entidades públicas con incentivos estatales.

Además del coste hay que tener en cuenta también el gran espacio necesario para realizar una central eléctrica de potencia mediana.

Para obtener una central de un megavatio, que pueda proporcionar energía a un millar de usuarios, hace falta un área grande como cuatro campos de fútbol. El empleo de tanta superficie se debe tanto a las áreas efectivamente ocupadas por los módulos fotovoltaicos como para evitar que unas filas den sombra a otras.



ARRIBA

B. Los sistemas fotovoltaicos integrados en los edificios

La posibilidad de conectar los sistemas fotovoltaicos a la red abre nuevas perspectivas para la inserción de los módulos fotovoltaicos en los edificios.

En los últimos tiempos, arquitectos e ingenieros han realizado proyectos que integran, con óptimo impacto visual, los sistemas fotovoltaicos en las estructuras externas de los edificios (azoteas, tejados, fachadas, etc.), demostrando que el fotovoltaico es una tecnología perfectamente integrable en cada topología edilicia.

En el futuro estos tipos de sistemas podrían integrar de forma significativa la energía eléctrica producida por las grandes centrales, desarrollando así una modalidad de generación eléctrica distribuida en el territorio, renovable, ecológica y no contaminante.

Para dar una idea de las superficies necesarias para los sistemas fotovoltaicos, hace falta tener presente que para disponer de 1.000 vatios de potencia de pico, suficientes para hacer funcionar los principales aparatos eléctricos de una pequeña vivienda, hacen falta 20 - 24 módulos, correspondientes a 10 – 12 m² de superficie.



ARRIBA

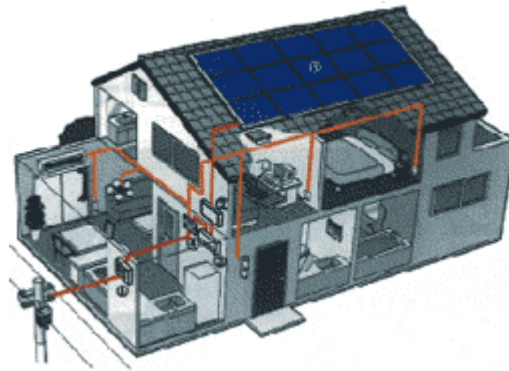
XVII. VENTAJAS DE LA INTEGRACIÓN EN LOS EDIFICIOS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS OFRECE OTRAS VENTAJAS

A. Utilización de la energía eléctrica en el mismo lugar en el que es producida.

El aumento de aparatos de aire acondicionado para refrescar el aire en verano está provocando muchos problemas por el gran aumento de los picos de demanda de energía eléctrica durante este periodo.

La difusión en las áreas urbanas de los sistemas fotovoltaicos integrados en los edificios sería una solución válida para reducir la demanda de pico y evitar la construcción de nuevas centrales termoeléctricas y los impactos medioambientales que estas conllevan.

Además, producir energía eléctrica en el mismo lugar en el que se consume reduciría las pérdidas debidas a la distribución.



ARRIBA

B. Ahorro en materiales de revestimiento del edificio

Los módulos fotovoltaicos instalados en las fachadas del edificio orientadas hacia el sur, además de producir energía, sustituyen los materiales de revestimiento del edificio. A las ventajas de esta solución debe añadirse el ahorro del coste económico y medioambiental procedente del no utilizar materiales de revestimiento.



Módulos fotovoltaicos como revestimiento de un edificio

ARRIBA

C. Recuperación de la energía térmica

Un módulo fotovoltaico expuesto al sol se calienta y, en determinadas condiciones, puede

alcanzar temperaturas cercanas incluso a los 80°C. En invierno el calor puede captarse del aire que se hace circular forzosamente en una ranura obtenida debajo del modulo, y canalizada en un ambiente para calentarlo. En verano el aria caliente se expulsa hacia el exterior



ARRIBA

D. Paneles solares como toldos/parasoles

Los paneles fotovoltaicos pueden instalarse incluso como toldo o persiana para hacer sombra a las superficies de cristal de los edificios orientados hacia el sur. Así se reduce el calor del verano y por lo tanto la carga eléctrica necesaria para los sistemas de aire acondicionado. Al mismo tiempo se produce energía eléctrica que puede ser utilizada para alimentar el sistema de aire acondicionado mismo.



Módulos fotovoltaicos como toldos/parasoles

ARRIBA

XVIII. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS

A. Nuevos espacios para la tecnología fotovoltaica

A nuestro alrededor está creciendo un amplio mercado de la tecnología fotovoltaica. Son las pequeñas células que sirven para alimentar calculadoras de bolsillo, relojes, radios portátiles, juguetes, etc., que han sustituido por completo las viejas baterías, contaminantes y percederas.

La tecnología fotovoltaica está conquistando espacios cada vez más amplios incluso en esas situaciones en las que el sistema fotovoltaico es la alternativa más conveniente, aunque no es la única, para proporcionar corriente eléctrica a usuarios particulares.

Los módulos fotovoltaicos tienen difusión comercial en todos los casos en los que resulta necesario proporcionar corriente eléctrica a los hogares, lámparas, motores, repetidores de televisión, etc., colocados en lugares aislados, para los cuales la conexión a la red eléctrica conllevaría costes demasiado elevados, respecto a la pequeña cantidad de energía solicitada.

En estos casos el fotovoltaico sustituye los grupos electrógenos, elimina el problema del abastecimiento de combustible y ofrece ventajas económicas y medioambientales incuestionables.

ARRIBA

B. Casas aisladas

Las viviendas rurales, las casas de vacaciones aisladas o los refugios de montaña son los que más utilizan el fotovoltaico para aplicaciones residenciales.



ARRIBA

C. Farolas y señalización en carretera

Farolas para la iluminación, señalización en carretera, activación de bombas para el riego, son otras aplicaciones que permiten un empleo económico del fotovoltaico.



ARRIBA

D. Remolques y autocaravanas

El fotovoltaico se puede utilizar convenientemente para recargar las baterías de servicio de

remolques, autocaravanas y barcos de recreo. El empleo de dos módulos de 90Wp instalados en el tejado de una autocaravana o en un barco, permite alimentar todos los elementos eléctricos, incluida la nevera.



ARRIBA

E. Radio enlaces, repetidores de televisión, sistemas de señalización y de recogida de datos

Por las características de fiabilidad y la capacidad de funcionamiento completamente automático, las aplicaciones de mayor éxito del fotovoltaico en el sector industrial son:

- la alimentación de radio enlaces fijos para la telefonía, de los repetidores de televisión y de los sistemas de telefonía por satélite portátiles;
- los sistemas de señalización de la navegación marítima (como las boyas luminosas) y aérea, colocados en lugares aislados;
- las estaciones para la recogida de datos sísmicos, climáticos y medio ambientales o para detectar incendios o niebla;
- el funcionamiento de pasajes a nivel aislados.



ARRIBA

F. Las aplicaciones en los países en vías de desarrollo

En los países en vías de desarrollo se multiplica el número de casos en los que un sistema fotovoltaico puede responder a la demanda de energía eléctrica presente en el territorio.

Sistemas fotovoltaicos con potencia de una decena de kilovatios pueden alimentar un pequeño pueblo aislado.

En las zonas áridas de África se utiliza sobretodo para la conservación de vacunas y medicamentos en lugares refrigerados y en las estaciones de bombeo del agua.



ARRIBA

XIX. COSTES Y PERSPECTIVAS DEL FOTOVOLTAICO

Un sistema fotovoltaico requiere un fuerte desembolso de capital inicial, pero luego los gastos de gestión y de mantenimiento son muy reducidos.

El análisis de todos los aspectos económicos relativos a un sistema fotovoltaico es muy complejo. En especial, cada aplicación tiene que ser evaluada en su específico contexto, teniendo en cuenta sobre todo la energía eléctrica producida, la duración del sistema (se calcula alrededor de 25 años), las dificultades de conexión a la red eléctrica, los incentivos disponibles, etc.

Indicaciones generales de los costes de un sistema fotovoltaico

(por kWp instalado)

- Sistemas integrados en los edificios (o conectados a la red) » • 8.000 / kWp (IVA excluido)
- Sistemas para usuarios aislados » • 10.000 /kWp (IVA excluido)

En algunos casos la inversión inicial se amortiza al principio, ya que el coste de la conexión a la red eléctrica sería superior al de la instalación de un sistema solar fotovoltaico.

Pero en la mayoría de los casos un sistema fotovoltaico tiene un coste por Kwh. producido mucho mayor del coste del Kwh. comprado de la red eléctrica. Por lo tanto lo que puede hacer compensar la instalación de un sistema fotovoltaico son los incentivos públicos.

Para poder obtener un coste por Kwh. producido de un sistema fotovoltaico, comparado con el coste del Kwh. comprado de la red, es

necesario intervenir con contribuciones financieras superiores al 70–80 % de la inversión.

En cualquier caso, el desarrollo del fotovoltaico va unido a una drástica reducción de los costes actuales.

EL MANTENIMIENTO

- *El fotovoltaico es un sistema estático, esto es, sin partes mecánicas en movimiento.*
- *El generador fotovoltaico generalmente no requiere mantenimiento, excepto una limpieza periódica con un paño mojado de la superficie anterior de los módulos. Esta limpieza sirve para devolver la transparencia originaria al cristal que puede haberse reducido por culpa de unas capas de polvo.*
- *El regulador de carga no requiere ningún mantenimiento.*
- *Si la batería de acumulación es del tipo de Pb-ácido no sellada, debe controlarse el nivel del líquido una vez al año. Hace falta también mantener una buena limpieza de los contactos entre los bornes y los terminales de los cables de conexión, aplicando periódicamente una capa de vaselina. Hay que instalar la batería en lugares suficientemente sombreados y ventilados.*
- *Debe controlarse periódicamente que los cables de conexión entre el generador fotovoltaico, la batería y el regulador estén en perfecto estado, así como que posibles causas accidentales no provoquen incisiones en el aislante externo.*

[ARRIBA](#)
[Índice guía](#)