

# Energía solar térmica

[http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_solar\\_t%C3%A9rmica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar_t%C3%A9rmica)

La **energía solar térmica** o **energía termosolar** consiste en el aprovechamiento de la [energía del Sol](#) para producir [calor](#) que puede aprovecharse para [cocinar alimentos](#) o para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico, ya sea [agua caliente sanitaria](#), [calefacción](#), o para producción de [energía mecánica](#) y, a partir de ella, de [energía eléctrica](#). Adicionalmente puede emplearse para alimentar una [máquina de refrigeración](#) por absorción, que emplea calor en lugar de electricidad para producir frío con el que se puede acondicionar el aire de los locales.

## Agua caliente sanitaria (ACS)

En cuanto a la generación de agua caliente para usos sanitarios (también llamada "agua de manos"), hay dos tipos de instalaciones de los comunmente llamados [calentadores](#) o [calefones solares](#): las de circuito abierto y las de circuito cerrado. En las primeras, el agua de consumo pasa directamente por los [colectores solares](#). Este sistema reduce costos y es más eficiente (energéticamente hablando), pero presenta problemas en zonas con [temperaturas](#) por debajo del [punto de congelación](#) del agua, así como en zonas con alta concentración de sales que acaban obstruyendo los paneles. Además los paneles solares térmicos no contaminan.

## Calefacción y frío solar

La energía solar térmica puede utilizarse para dar apoyo al sistema convencional de calefacción (caldera de gas o eléctrica), apoyo que consiste entre el 20% y el 50% de la demanda energética de la calefacción. Para ello, la instalación o caldera ha de contar con [intercambiador](#) de placas (funciona de forma similar al [baño María](#), ya que el circuito de la caldera es cerrado) y un [regulador](#) (que dé prioridad en el uso del agua caliente para ser empleada en agua de manos).

## Componentes de la instalación

Una instalación Solar Térmica está formada por captadores solares, un circuito primario y secundario, intercambiador de calor, acumulador, bombas, vaso de expansión, tuberías y un panel de control principal.

### Captadores solares

Los captadores solares son los elementos que capturan la [radiación solar](#) y la convierten en energía térmica, en calor. Como captadores solares se conocen los de placa plana, los de tubos de vacío y los captadores absorbedores sin protección ni aislamiento. Los sistemas de captación planes (o de placa plana) con cubierta de vidrio son los comunes mayoritariamente en la producción de agua caliente sanitaria ACS. El vidrio deja pasar los rayos del Sol, estos calientan unos tubos metálicos que transmiten el calor al líquido de dentro. Los tubos son de color oscuro, ya que las superficies oscuras calientan más.

El vidrio que cubre el captador no sólo protege la instalación sino que también permite conservar el calor produciendo un [efecto invernadero](#) que mejora el rendimiento del captador.

Están formados de una carcasa de aluminio cerrada y resistente a ambientes marinos, un marco de aluminio eloxat, una junta perimetral libre de siliconas, aislante térmico respetuoso con el medio ambiente de lana de roca, cubierta de vidrio solar de alta transparencia, y finalmente por tubos soldados ultrasónicos.

Los colectores solares se componen de los siguientes elementos:

- **Cubierta:** Es transparente, puede estar presente o no. Generalmente es de vidrio aunque también se utilizan de plástico ya que es menos caro y manejable, pero debe ser un plástico especial. Su función es minimizar las pérdidas por [convección](#) y [radiación](#) y por eso debe tener una [transmitancia](#) solar lo más alta posible.
- **Canal de aire:** Es un espacio (vacío o no) que separa la cubierta de la placa absorbente. Su espesor se calculará teniendo en cuenta para equilibrar las pérdidas por [convección](#) y las altas temperaturas que se pueden producir si es demasiado estrecho.
- **Placa absorbente:** La placa absorbente es el elemento que absorbe la energía solar y la transmite al líquido que circula por las tuberías. La principal característica de la placa es que tiene que tener una gran absorción solar y una emisión térmica reducida. Como los materiales comunes no cumplen con este requisito, se utilizan materiales combinados para obtener la mejor relación absorción / emisión.
- **Tubos o conductos:** Los tubos están tocando (a veces soldadas) la placa absorbente para que el intercambio de energía sea lo más grande posible. Por los tubos circula el líquido que se calentará e irá hacia el tanque de acumulación.
- **Capa aislante:** La finalidad de la capa aislante es recubrir el sistema para evitar y minimizar pérdidas. Para que el aislamiento sea el mejor posible, el material aislante deberá tener una baja conductividad térmica.

### *Captadores solares de placa plana*

El [alma](#) del sistema es una verja vertical de tubos metálicos, para simplificar, que conducen el agua fría en paralelo, conectados por abajo por un tubo horizontal en la toma de agua fría y por arriba por otro similar al retorno.

La parrilla viene encajada en una cubierta, como la descrita más arriba, normalmente con doble vidrio para arriba y aislante por detrás.

En algunos modelos, los tubos verticales están soldados a una placa metálica para aprovechar la insolación entre tubo y tubo.

### *Captadores solares de tubos de vacío "todo vidrio"*

En este sistema los tubos metálicos del sistema precedente se sustituyen por tubos de vidrio, encapsulados, de uno en uno, en otro tubo de vidrio entre los que se hace el

vacío como aislamiento. Las grandes ventajas que presentan estos tipos de captadores son su alto rendimiento y que, en caso de que uno de los tubos se estropeará, no hay que cambiar todo el panel por uno nuevo, sino que sólo hay que cambiar el tubo afectado. Por el contrario, como inconveniente tenemos que, en relación con los de placa plana, estos resultan más caros.

### **Captadores solares de tubos de vacío con "tubos de calor" por cambio de fase**

Este sistema aprovecha el cambio de fase de vapor a líquido dentro de cada tubo, para entregar energía a un segundo circuito de líquido de transporte.

Los elementos son tubos cerrados, normalmente de cobre, que contienen el líquido que, al calentarse por el sol, [hierve](#) y se convierte en vapor que sube a la parte superior donde hay un cabezal más ancho (zona de [condensación](#)), que en la parte exterior está en contacto con líquido transportador, que siendo más frío que el vapor del tubo en capta el calor y provoca que el vapor se condense y caiga en la parte baja del tubo para volver a empezar el ciclo.

El líquido del tubo puede ser agua que, habiendo reducido la presión haciendo un vacío parcial, tendrá un punto de ebullición bajo para trabajar incluso con la insolación de los [rayos infrarrojos](#) en caso de nube.

El *tubo de calor* se puede envolver con una chaqueta de materiales especiales para minimizar las pérdidas por irradiación.

El *tubo de calor* se cierra dentro de otro tubo de vidrio entre los que se hace el vacío para aislar. Se suelen emplear tubos de vidrio resistente, para reducir los daños en caso de pequeñas [granizadas](#).

Hasta un 163% más de eficiencia que las placas planas con serpentín.

### **Circuito primario**

El circuito primario, es circuito cerrado, transporta el calor desde el captador hasta el acumulador (sistema que almacena calor). El líquido calentado (agua o una mezcla de sustancias que puedan transportar el calor) lleva el calor hasta el acumulador. Una vez enfriado, vuelve al colector para volver a calentar, y así sucesivamente.

### **Intercambiador de calor**

El intercambiador de calor calienta el agua de consumo a través del calor captado de la radiación solar. Se sitúa en el circuito primario, en su extremo. Tiene forma de serpentín, ya que así se consigue aumentar la superficie de contacto y por lo tanto, la eficiencia.

El agua que entra en el acumulador, siempre que esté más fría que el serpentín, se calentará. Esta agua, calentada en horas de sol, nos quedará disponible para el consumo posterior.

## Acumulador

El acumulador es un depósito donde se acumula el agua calentada útil para el consumo. Tiene una entrada para el agua fría y una salida para la caliente. La fría entra por debajo del acumulador donde se encuentra con el intercambiador, a medida que se calienta se desplaza hacia arriba, que es desde donde saldrá el agua caliente para el consumo.

Internamente dispone de un sistema para evitar el efecto corrosivo del agua caliente almacenada sobre los materiales. Por fuera tiene una capa de material aislante que evita pérdidas de calor y está cubierto por un material que protege el aislamiento de posibles humedades y golpes.

## Circuito secundario

El circuito secundario o de consumo, (circuito abierto), entra agua fría de suministro y por el otro extremo del agua calentada se consume (ducha, lavabo, ...). El agua fría pasa por el acumulador primeramente, donde calienta el agua caliente hasta llegar a una cierta temperatura. Las tuberías de agua caliente del exterior, deben estar cubiertas por aislantes.

## Bombas

Las bombas, en caso de que la instalación sea de circulación forzada, son de tipo recirculación (suele haber dos por circuito), trabajando una la mitad del día, y la pareja, la mitad del tiempo restante. La instalación consta de los relojes que llevan el funcionamiento del sistema, hacen el intercambio de las bombas, para que una trabaje las 12 horas primeras y la otra las 12 horas restantes. Si hay dos bombas en funcionamiento, hay la ventaja que en caso de que una deje de funcionar, está la sustituta, de modo que así no se puede parar el proceso ante el fallo de una de estas. El otro motivo a considerar, es que gracias a este intercambio la bomba no sufre tanto, sino que se la deja descansar, enfriar, y cuando vuelve a estar en buen estado (después de las 12 horas) se vuelve a poner en marcha. Esto ocasiona que las bombas puedan alargar durante más el tiempo de funcionamiento sin tener que hacer ningún tipo de mantenimiento previo.

En total y tal como se define anteriormente, suele haber 4 bombas, dos en cada circuito. Dos en el circuito primario que bombean el agua de los colectores y las otras dos en el circuito secundario que bombean el agua de los acumuladores, en el caso de una instalación de tipo circulación forzada.

## Vaso de expansión

El vaso de expansión absorbe variaciones de volumen del fluido caloportador, el cual circula por los conductos del captador, manteniendo la presión adecuada y evitando pérdidas de la masa del fluido. Es un recipiente con una cámara de gas separada de la de líquidos y con una presión inicial en función de la altura de la instalación.

Lo que más se utiliza es con vaso de expansión cerrado con membrana, sin transferencia de masa en el exterior del circuito.

## Tuberías

Las tuberías de la instalación se encuentran recubiertas de un aislante térmico para evitar pérdidas de calor con el entorno.

## Panel de control

Se dispone también de un panel principal de control en la instalación, donde se muestran las temperaturas en cada instante (un regulador térmico), de manera que pueda controlarse el funcionamiento del sistema en cualquier momento. Aparecen también los relojes encargados del intercambio de bombas.

El sistema emisor de calor ([radiadores](#), [suelo radiante](#), [zócalo radiante](#), [muro radiante](#), [fan-coil](#)...) que es más conveniente utilizar es el de baja temperatura ( $\leq 50$  °C), de esta manera el sistema solar de calefacción tiene mayor rendimiento.<sup>[1]</sup>

Durante el verano, se pueden cubrir las placas, a fin de evitar que se estropeen por las altas temperaturas o bien se pueden utilizar para producir [frío solar](#) (aire acondicionado frío).

No obstante, se pueden instalar sistemas que no son de baja temperatura, para así emplear radiadores convencionales.

## Equipos

*Artículo principal:* [Energía solar](#)

Especialmente populares son los equipos domésticos compactos, compuestos típicamente por un depósito de unos 150 litros de capacidad y un colector de unos 2 m<sup>2</sup>. Estos equipos, disponibles tanto con circuito abierto como cerrado, pueden suministrar el 90% de las necesidades de agua caliente anual para una familia de 4 personas, dependiendo de la radiación y el uso. Estos sistemas evitan la emisión de hasta 4,5 toneladas de gases nocivos para la atmósfera. El [tiempo aproximado de retorno energético](#) (tiempo necesario para ahorrar la energía empleada en fabricar el aparato) es de un año y medio aproximadamente. La vida útil de algunos equipos puede superar los 25 años con un mantenimiento mínimo, dependiendo de factores como la calidad del agua.



Calefón solar termosifónico compacto de Agua Caliente Sanitaria.

Estos equipos pueden distinguirse entre:

Equipos de [Circulación forzada](#): Compuesto básicamente de captadores, un acumulador solar, un grupo hidráulico, una regulación y un vaso de expansión.

Equipos por [Termosifón](#): Cuya mayor característica es que el acumulador se sitúa en la cubierta, encima del captador.

Equipos con [Sistema Drain-Back](#): Un sistema compacto y seguro, muy apropiado para viviendas unifamiliares.

Es habitual encontrarse con instalaciones en las que el acumulador contiene una resistencia eléctrica de apoyo, que actúa en caso de que el sistema no sea capaz de alcanzar la temperatura de uso (normalmente 40 °C); en España esta opción ha quedado prohibida tras la aprobación del CTE (Código Técnico de la Edificación) ya que el calor de la resistencia puede, si el panel está más frío que el acumulador integrado, calentar el panel y perder calor, y por lo tanto energía, a través de él. En algunos países se comercializan equipos que utilizan el gas como apoyo.

Las características constructivas de los colectores responden a la minimización de las pérdidas de energía una vez calentado el fluido que transcurre por los tubos, por lo que se encuentran aislamientos a la [conducción](#) (vacío u otros) y a la [rerradiación](#) de baja temperatura.

Además de su uso como agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración (mediante máquina de [absorción](#)), el uso de placas solares térmicas (generalmente de materiales baratos como el [polipropileno](#)) ha proliferado para el calentamiento de piscinas exteriores residenciales, en países donde la legislación impide el uso de energías de otro tipo para este fin.

## Amortización

En muchos países hay subvenciones para el uso doméstico de energía solar, en cuyos casos una instalación doméstica puede amortizarse en unos 5 o 6 años. El 29 de septiembre de 2006 entró en vigor en España el [Código Técnico de la Edificación](#), que establece la obligatoriedad de implantar sistemas de agua caliente sanitaria (ACS) con [energía solar](#) en todas las nuevas edificaciones, con el objetivo de cumplir con el [protocolo de Kioto](#), pero que olvida la calefacción, que se recoge en las [ordenanzas solares](#) de los Ayuntamientos.

## Tipología

### Colectores de baja temperatura

El colector solar plano es el aparato más representativo de la tecnología solar fototérmica. Su principal aplicación es en el calentamiento de agua para baño y albercas, aunque también se utiliza para secar productos agropecuarios mediante el calentamiento de aire y para destilar agua en comunidades rurales principalmente.

Esta constituido básicamente por:

- Marco de aluminio anodizado.
- Cubierta de vidrio templado, bajo contenido en hierro.
- Placa absorbedora. Enrejado con aletas de cobre.
- Cabezales de alimentación y descarga de agua.
- Aislante, usualmente poliestireno, o unicel.
- Caja del colector, galvanizada.

Para la mayoría de los colectores solares se tienen dimensiones características. En términos generales la unidad básica consiste de un colector plano de 1,8 a 2,1 m<sup>2</sup> de superficie, conectado a un termotanque de almacenamiento de 150 a 200 litros de capacidad; a este sistema frecuentemente se le añaden algunos dispositivos termostáticos de control a fin de evitar congelamientos y pérdidas de calor durante la noche. Las unidades domésticas funcionan mediante el mecanismo de termosifón, es decir, mediante la circulación que se establece en el sistema debido a la diferencia de temperatura de las capas de líquido estratificadas en el tanque de almacenamiento. Para instalaciones industriales se emplean varios módulos conectados en arreglos serie-paralelo, según el caso, y se emplean bombas para establecer la circulación forzada.

### Colectores de media y alta temperatura

Los sistemas tipo canal parabólico usan reflectores parabólicos en una configuración de canal para enfocar la radiación solar directa sobre un tubo largo que corre a lo largo de su foco y que conduce al fluido de trabajo, el cual puede alcanzar temperaturas hasta de 500 °C.

La generación fototérmica de electricidad es actualmente una de las aplicaciones más extensas de la energía solar en el mundo. Existen más de 2,5 millones de m<sup>2</sup> de concentradores solares instalados en 9 plantas Solar Energy Generation System (SEGS) de la Compañía Luz de Israel, que representan 354 MW y más del 85% de la electricidad producida con energía solar. La compañía Luz salió del mercado en 1991 a causa de la reducción que se dió paralelamente en los costos de los energéticos convencionales y en los subsidios a los energéticos renovables en los Estados Unidos. Sus plantas usan aceite sintético como medio de transferencia de calor en el campo de concentradores; como circuito primario, el calor recogido por el aceite se intercambia posteriormente con agua donde se lleva a cabo la generación de vapor, el cual a su vez se expande para completar un ciclo Rankine. Durante los periodos de baja insolación, o bien para nivelar la oferta, se asisten con gas natural. [\[cita requerida\]](#)

Actualmente se ha introducido el ciclo combinado para mejorar la eficiencia termodinámica de estos sistemas y se estudia la posibilidad de generar directamente el vapor en el campo de concentradores. Con esto se espera lograr llevar los precios de generación a niveles competitivos con las plantas termoeléctricas convencionales.

Existen otros sistemas, no comerciales aún, como los de torre central que usan helióstatos (espejos altamente reflejantes) para enfocar la luz solar, con la ayuda de una computadora y un servomecanismo, en un receptor central. Los sistemas parabólicos de plato usan estos reflectores para concentrar la luz del sol en un receptor montado arriba del plato, en su punto focal.

## Hornos solares

Artículo principal: [Horno solar](#)

Los hornos solares son reflectores parabólicos o lentes construidas con precisión para enfocar la radiación solar en superficies pequeñas y de este modo poder calentar "blancos" a niveles altos de temperatura. El límite de temperatura que puede obtenerse con un horno solar esta determinado por el segundo principio de la termodinámica como la temperatura de la superficie del sol, esto es 6000 °C, y la consideración de las propiedades ópticas de un sistema de horno limita la temperatura máxima disponible. Se han usado hornos solares para estudios experimentales hasta 3500 °C y se han publicado temperaturas superiores a 4000 °C. Las muestras pueden calentarse en atmósferas controladas y en ausencia de campos eléctricos o de otro tipo si así se desea.

El reflector parabólico tiene la propiedad de concentrar en un punto focal los rayos que entran en el reflector paralelamente al eje. Como el sol comprende un ángulo de 32', aproximadamente, los haces de rayos no son paralelos y la imagen en el foco del receptor tiene una magnitud finita. Como regla empírica, el diámetro de la imagen es aproximadamente la razón de longitud focal/111. La longitud focal determina el tamaño de la imagen y la abertura del reflector la cantidad de energía que pasa por el área focal para una velocidad dada en incidencia de radiación directa. El cociente entre la abertura y la longitud focal es, pues, una medida de flujo de energía disponible en el área focal y con arreglo a este flujo se puede calcular una temperatura de cuerpo negro.

La utilidad de los hornos solares aumenta con el uso de heliostatos, o espejo plano móvil, para llevar la radiación solar al reflector parabólico. esto permite el montaje estacionario de una parábola de ordinario en posición vertical, con lo cual se pueden colocar aparatos para atmósfera controlada y movimiento de muestras, soportes de blancos, y otros, sin necesidad de mover todo el equipo. El poder de reflexión del heliostato varia de 85 a 95% según su construcción, por lo que resulta para el horno una pérdida de flujo del 5 al 15%, y la disminución correspondiente a las temperaturas que se alcanzan. La tabla III muestra algunas propiedades de cuatro hornos solares.

Se construyen hornos solares de hasta 3 metros de diámetro con espejos de una sola pieza de aluminio, cobre o de otros elementos y se han construido hornos más grandes de múltiples reflectores curvos.

El reflector o blanco usado en los hornos solares puede ser de varias formas. Las sustancias pueden fundirse en sí mismas en cavidades de cuerpo negro, encerrarse en envoltura de vidrio o de otra materia transparente para atmósferas controladas, o introducirse en un recipiente rotatorio "centrífugo". La medición de las temperaturas del blanco en los hornos solares se hace por fusión de sustancias de punto de fusión conocidos y por medios pirométricos ópticos o de radiación.

Se usan hornos solares en gran variedad de estudios experimentales, entre ellos, la fusión de materiales refractarios, la realización de reacciones químicas e investigación de las relaciones de fase en sistemas de alto punto de fusión como sílice alúmina.

La estabilización del óxido de circonio refractario por adición de pequeñas cantidades de CaO en recipientes centrífugos es uno de los muchos trabajos publicados por

Trombe, quien también ha eliminado flúor de mezcla de fosfatos por calentamiento en un horno en presencia de sílice y vapor de agua, según la reacción:



Se ha preparado, con buen rendimiento, óxido de circonio calentando silicato de circonio a 1400 °C con carbonato de sodio, Según la ecuación:



Entre otros usos propuestos para los hornos solares figuran los experimentos de pirólisis instantánea en investigación química inorgánica y orgánica y estudios geoquímicas de rocas y minerales.