
Aplicaciones de la EST

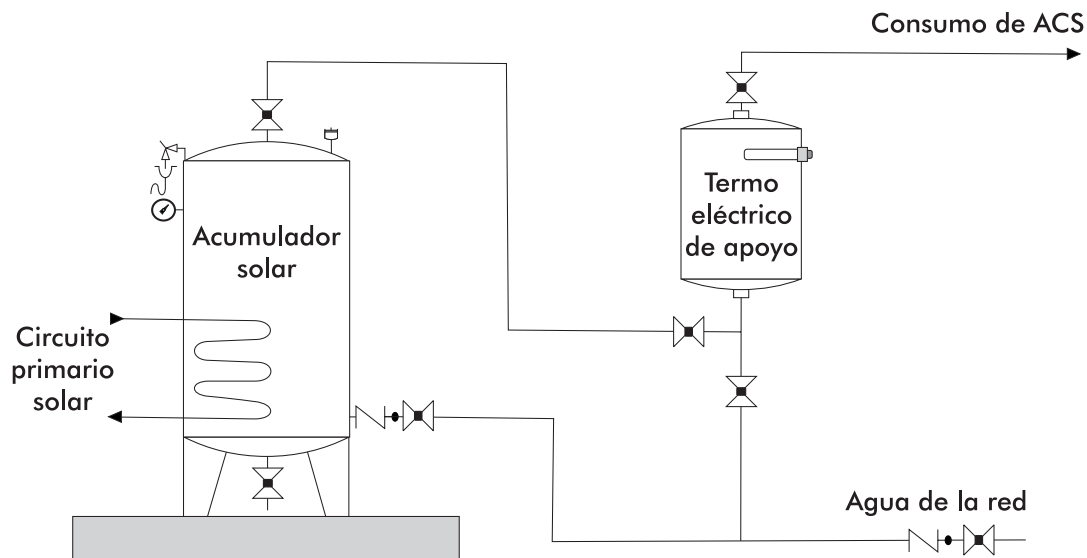
**unidad
didáctica 6**

1. Producción de agua caliente sanitaria (ACS)

El **agua caliente sanitaria** es la aplicación más idónea para los sistemas de aprovechamiento térmico solar. Se trata de calentar el agua que utilizamos para el uso doméstico: ducharnos o bañarnos, grifos de fregaderos, etc. Se consiguen aportes de entre un 70% y el 100% de la energía necesaria. En todas las edificaciones de nueva construcción y en la rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista demanda de ACS, es obligatorio instalar energía solar térmica según el Código Técnico de la Edificación (CTE), en los criterios que en él se establecen.

1.1. Viviendas unifamiliares

En las instalaciones de ACS en viviendas unifamiliares, el equipo de aporte suplementario empleado (caldera mixta, calentador de gas, termo eléctrico, etc.) condiciona el tipo de configuración que hay que emplear. De estos sistemas el más empleado en el ámbito doméstico es la caldera mixta. En este sistema, la salida del acumulador solar se conecta en serie a la entrada de la caldera. Cuando hay demanda de agua caliente, la caldera se pone en marcha para asegurar el servicio, regulando automáticamente la potencia del calentador y suministrando agua a la temperatura requerida por el usuario, en función de la temperatura del agua precalentada en el acumulador solar. El ahorro de combustible en la caldera es proporcional a la temperatura del agua suministrada por el sistema solar, dejando de funcionar si el agua en el acumulador alcanza los 50-55 °C. Los otros sistemas auxiliares siguen el mismo principio de funcionamiento.



Cuando no es posible disponer de un suministro de gas o de un depósito de gasoil para hacer funcionar la caldera, puede recurrirse a un termo eléctrico como sistema de aporte complementario, también conectado en serie con el acumulador solar. Así se consigue que el agua de salida del termo sea más estable que si se recibiera directamente desde la red de suministro. Hay que tener en cuenta que el termostato que manda la resistencia eléctrica tiene que estar regulado a 50-55 °C para obtener un buen rendimiento.

1.2. ACS para comunidades

1.2.1. ACS con acumulación distribuida

En este tipo de instalaciones, el campo de captadores solares está situado en la cubierta del edificio y es comunitario; en cambio, la acumulación solar está distribuida para cada vivienda, que además dispone de su propio sistema de aporte auxiliar.



El sistema funciona según el principio de circulación forzada, donde el control solar debe regular el funcionamiento de los diversos acumuladores distribuidos en las viviendas que incorporan una sonda de temperatura y una electroválvula de corte conectadas a dicho control. Cuando la temperatura en los captadores alcanza un valor suficiente, el control solar da la orden de apertura a la electroválvula correspondiente y pone en marcha la bomba, de manera que se inicia el ciclo de calentamiento. De hecho, cada acumulador puede conectarse o desconectarse del sistema solar en función de la radiación solar disponible o de si ha alcanzado o no la temperatura óptima de acumulación.

En momentos de baja radiación solar en los que los acumuladores no alcanzan temperaturas óptimas para uso sanitario, el sistema auxiliar propio de cada vivienda se encarga de proporcionar la energía complementaria.

Los equipos auxiliares que mejor se adaptan a este sistema son los calentadores de gas, la caldera mixta, la resistencia eléctrica incorporada en la parte alta del acumulador, etc. De hecho, cada vivienda puede utilizar un sistema diferente sin que ello influya en el funcionamiento del conjunto. Si el edificio lo permite, el sistema de apoyo más eficaz es el calentador de gas.

El empleo de acumulación distribuida permite que cada usuario pueda disponer y administrar su porción de aporte solar, de modo que si alguno consume más de la

capacidad de su acumulador, lo cubrirá siempre con excedentes o con su sistema auxiliar. Por tanto, este sistema permite un reparto más equitativo de la producción solar.

Todos los elementos que componen el circuito primario (bombas, vaso de expansión, control solar, etc.) se ubican generalmente en una sala de máquinas construida al efecto en la cubierta del edificio.

La existencia de acumuladores distribuidos, obliga a realizar un cálculo adecuado de las cargas que circulan por el circuito primario para asegurar el suministro a todos los usuarios. Generalmente este equilibrio se logra mediante una distribución en retorno invertido desde los tramos de tubería entre los captadores y los intercambiadores de los acumuladores, aunque existen dispositivos como reguladores de caudal y válvulas de equilibrado, que permiten equilibrar las redes sin recurrir al retorno invertido, ya que éste puede suponer grandes gastos en tuberías de distribución de gran longitud y también pérdidas de calor.

En esta distribución, el elemento encargado del control puede ser un autómata programable que realiza la gestión completa del sistema, o un sistema más sencillo como un termostato diferencial multipunto que gestiona cada dispositivo por separado con las señales que le llegan de la sonda del sistema de captadores y de la bomba del circuito primario.

Esta configuración no requiere un contador de energía que permita facturar ésta a cada usuario, ya que únicamente se distribuye calor solar, y tanto el suministro de calor auxiliar como el suministro de agua a cada vivienda son individualizados, y por tanto, se realiza de la misma forma que si se tratara de un edificio sin aporte de energía solar. Si se quisiera conocer la energía que produce el sistema, habría que montar un equipo de adquisición de datos constituido por un contador de calorías en el primario del circuito solar.

1.2.2. ACS con acumulación centralizada

En este tipo de instalación, el sistema de captación y el sistema de acumulación están situados en la cubierta del edificio. El conjunto de la instalación permite el suministro de ACS y calefacción a las viviendas, aunque el sistema solar solo se

emplea para el suministro de ACS. El sistema está formado por una instalación de captadores solares térmicos con acumulador solar centralizado, caldera de gas que permita el servicio para ACS y calefacción, bombas de circulación y sistema de control. A excepción de los captadores solares, todos los elementos están ubicados en la sala de máquinas (acumulador, bomba, sistema de control,...). Aunque este tipo de instalación admite que el sistema auxiliar sea común para todos los usuarios, la mayoría de las realizaciones se hacen con sistema distribuido, en el que cada usuario dispone de su propio sistema de apoyo.

Generalmente la conexión de los dos sistemas, producción y auxiliar, se hace en serie, es decir, el acumulador solar se conecta en serie con los elementos auxiliares individuales. Cuando alguna vivienda necesita suministro, el agua precalentada del acumulador solar pasa al auxiliar, donde termina de calentarse hasta 55-60 °C. El suministro al consumidor se realiza mediante una red de recirculación.

En el circuito primario la circulación es de tipo forzado y el control es de tipo diferencial, funcionando independiente del control del sistema auxiliar. Los captadores se conectan en paralelo y el equilibrio hidráulico entre las baterías se consigue mediante válvulas de equilibrado; normalmente no se emplea el retorno invertido. Según el volumen del acumulador solar, éste puede llevar el intercambiador incorporado o utilizar un intercambiador externo de placas, opción ésta más utilizada debido a los grandes volúmenes que circulan.

Al actuar el control solar independientemente del control del sistema auxiliar, no existe ninguna forma de que se interfieran los funcionamientos de ambos circuitos. El mando de las bombas del circuito primario, al ser éstas de elevada potencia, se realiza mediante contactos externos según la señal que se envía desde el termostato diferencial.

El sistema auxiliar puede estar compuesto por calderas independientes o por termos eléctricos; según sean las características del edificio se utilizará una u otra solución. Son sistemas de ACS con acumulación, que se alimentan del agua precalentada por el sistema solar. Las calderas aportan la energía necesaria para conseguir la temperatura final en el acumulador.

La distribución de ACS hasta el punto de consumo se realiza mediante una red de tuberías con circuito de recirculación para que el usuario disponga del mayor

confort posible con el mínimo aporte de agua. Esta red de distribución ha de estar convenientemente aislada para evitar al máximo las pérdidas de calor en el recorrido por el circuito de distribución, ya que han de ser compensadas por sistema solar y sistema auxiliar.

Para realizar el cómputo de la energía consumida, debe procederse según sea el sistema empleado:

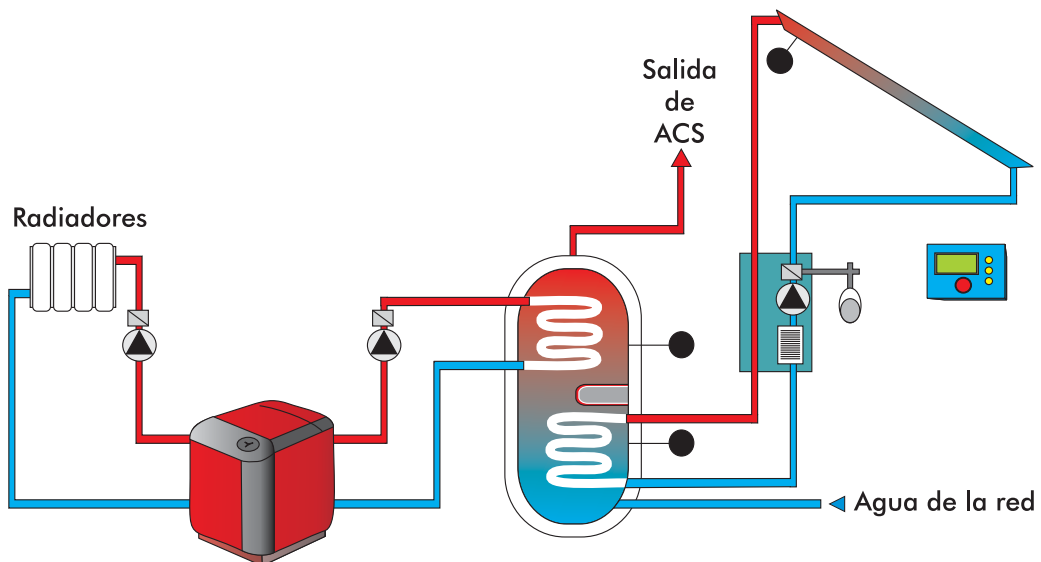
- Si el sistema auxiliar es común a todos los usuarios, debe emplearse un sistema que permita facturar a cada uno por separado, ya que para calentar el agua se ha empleado tanto energía solar como convencional; además hay que facturar también el propio volumen de agua.
- Si cada usuario dispone de su propio sistema auxiliar, solo habrá que facturar a cada uno el agua que consume, ya que la energía solar aportada es gratis.

Colocando un contador a la entrada de cada vivienda, se puede controlar el consumo de ACS precalentada realizado, y así facturar de manera proporcional los gastos generados, que pueden incluir solo el consumo de agua, o también una tasa para al mantenimiento del sistema.

2. Sistemas de calefacción

Se puede utilizar el agua calentada para que circule por el **sistema de calefacción** durante el invierno (*calefacción por convección*). Éste es el sistema de calefacción más seguro que existe, y de hecho es el único recomendado por la OMS. Aunque las horas de sol son menos en invierno, la energía solar supone entre un 30% y un 50% de la energía requerida por el sistema de calefacción. Otra aplicación es el suelo radiante (*calefacción por radiación*).

Cuando se aprovecha el agua caliente para alimentar radiadores, como se ha hecho tradicionalmente, lo normal es utilizar la energía solar térmica junto con un sistema de apoyo tradicional (caldera mural, calentador de gas, etc.). La utilización de ambos sistemas juntos, condiciona la configuración del sistema.



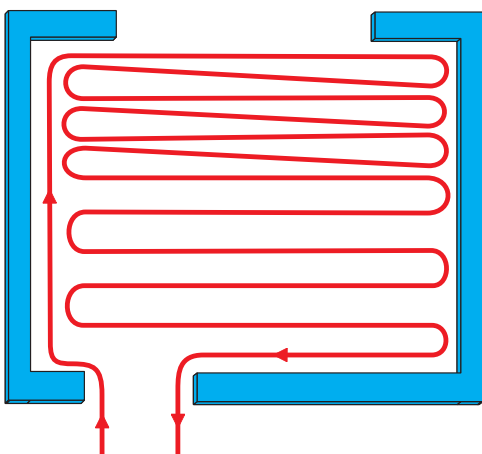
El suelo radiante, es el sistema que presenta mayor compatibilidad con los sistemas solares.

El **suelo radiante** está constituido por una serie de tubos plásticos de polietileno reticulado o polibutileno uniformemente repartidos enterrados en el suelo a unos 3 ó 5 cm, por los que circula agua a una temperatura de 35 a 40 °C (frente a los más de 70 °C a los que circula por los radiadores). El agua cede calor al suelo y éste a su vez lo transmite al ambiente del edificio.

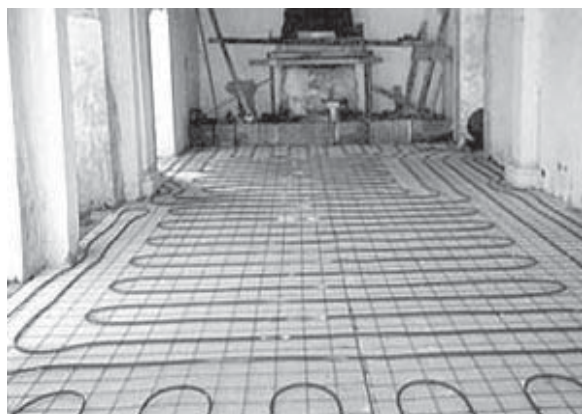
Según cómo se distribuyan los tubos, así serán las características del calor generado por un suelo radiante.

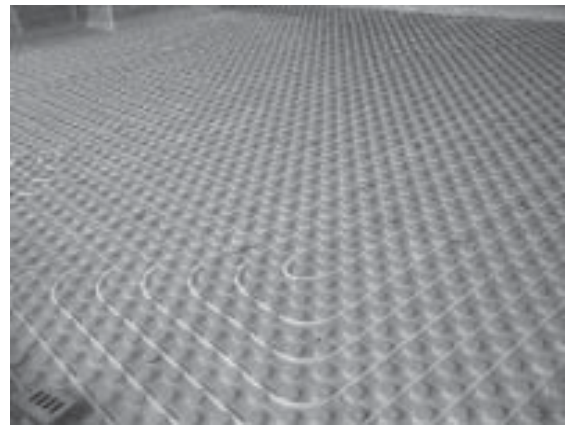
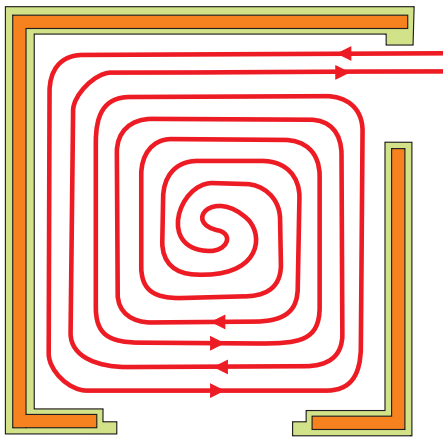
En un suelo radiante, existen dos formas de distribuir los tubos:

- Distribución en serpentín: la distribución del tubo empieza por un extremo del local y termina en el extremo opuesto, avanzando en líneas paralelas unas de otras. Este sistema compensa mejor las paredes frías y las grandes superficies acristaladas.
- Distribución en espiral: como su nombre indica, se realiza en forma de espiral, de forma cuadrada o rectangular, empezando por un extremo y avanzando de fuera a dentro, dejando huecos para volver al punto de partida al llegar al centro del local. Este sistema iguala perfectamente la temperatura del suelo ya que se alterna un tubo de ida con un tubo de retorno.



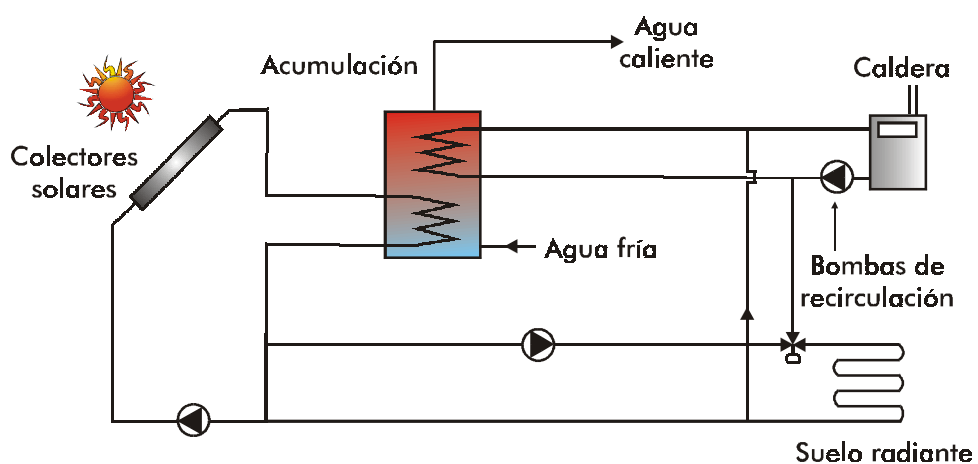
Distribución en serpentín





Distribución en espiral

El calor se difunde desde abajo, por lo que es más confortable, ya que calienta los pies y no la cabeza, no reseca el ambiente, ni levanta polvo ni alérgenos. Con este sistema se produce un ahorro de ente el 10% y el 30% respecto al sistema de calefacción tradicional por radiadores. El precio de las instalaciones de calefacción en suelos radiantes es muy superior a otro tipo de instalaciones de calefacción, como la de radiadores, sean tradicionales, acumuladores, de aceite, etc. Además, si se instala un suelo radiante está totalmente desaconsejado que el recubrimiento del mismo se realice con cualquier tipo de madera, parquet, corcho, etc.



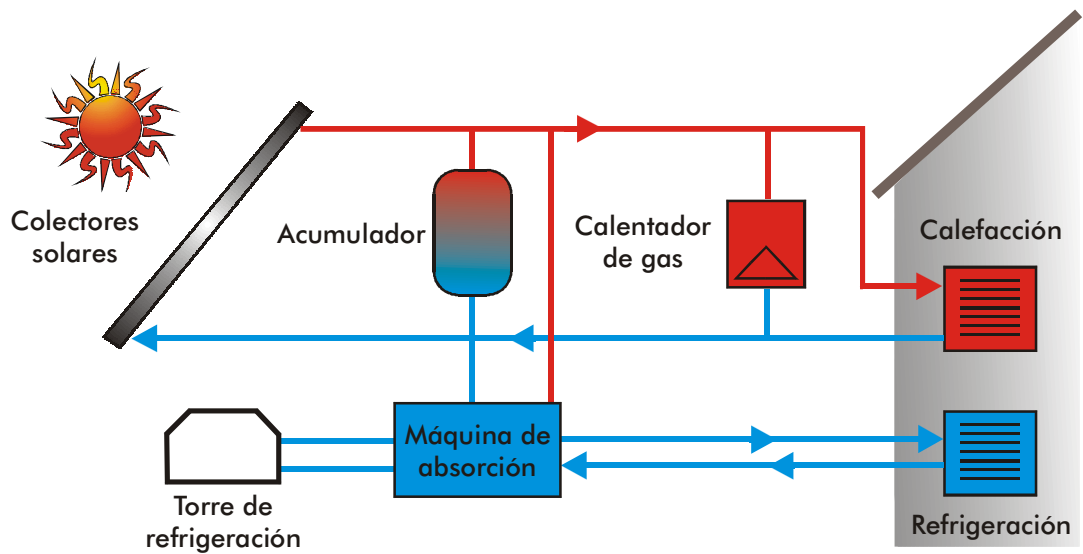
3. Refrigeración solar

La **refrigeración por absorción** no es algo nuevo, pero sí es ahora cuando su instalación está aumentando, impulsada por las iniciativas que promueven el uso de energías renovables. Básicamente es una instalación de refrigeración en la que se sustituye el compresor mecánico por un sistema térmico de evaporación y absorción, quedando igual el circuito refrigerante.

El refrigerante (el agua) no es comprimido mecánicamente, sino absorbido por un solvente (bromuro de litio o amoníaco) en un proceso exotérmico. Para comprimir el líquido se emplea una simple bomba. La energía que consume una bomba para líquido es despreciable en comparación con necesaria para comprimir un gas en un compresor. A una presión superior, el refrigerante es evaporado del solvente en un proceso endotérmico, o sea mediante la absorción de calor. A partir de este punto, el proceso de refrigeración es igual al de un sistema de refrigeración por compresión.

La mezcla de refrigerante y solvente en aplicaciones de aire acondicionado y para temperaturas mayores a 0 °C es agua y bromuro de litio (LiBr). En aplicaciones para temperaturas hasta -60 °C es amoníaco (NH₃) y agua.

La instalación de un sistema de refrigeración por absorción es cara. Al coste de la máquina en sí hay que sumarle el del montaje de la instalación, los componentes (hay que usar colectores solares de tubos de vacío, que son más caros que los planos) y el consumo del calentador de apoyo. Además la instalación precisa una torre de refrigeración, que debe ser sometida a constantes operaciones de mantenimiento para evitar la aparición de la **legionela**. Todo esto hace que éste no sea el mejor método de refrigeración usando energías renovables, ya que la inversión inicial es elevada, es poco económica y requiere constante mantenimiento.



Nota

Normativa relacionada con la prevención de la legionela

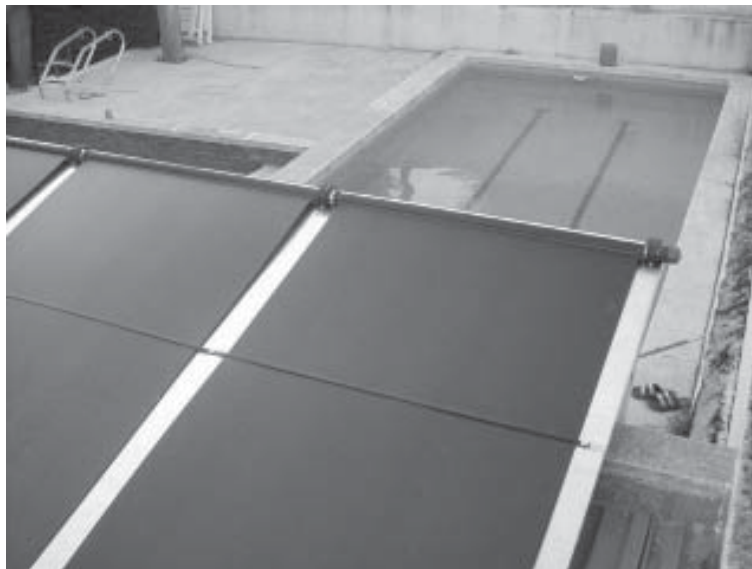
La legionela es una bacteria que puede contaminar la instalación de agua potable ya que se multiplica con relativa facilidad en el intervalo 30-45 °C, alcanzando el máximo alrededor de 37 °C, y que muere a temperaturas superiores a 70 °C.

Las instalaciones deben diseñarse y mantenerse correctamente para evitar un brote de legionela según UNE 100030 y RD 865/2003 (aplicable a hospitales, clínicas, hoteles, residencias, viviendas, vestuarios o cualquier otro edificio de uso similar). Especialmente importante es: mantener temperaturas como mínimo de 55 °C, siendo muy recomendable 60 °C en los depósitos de consumo, y no ser inferior a 50 °C en cualquier punto de consumo, poder realizar desinfección de los acumuladores e instalación, disponer de purgas en acumuladores y puntos bajos de la red de distribución, etc.

4. Climatización de piscinas

La utilización de la energía solar térmica para la climatización de piscinas permite poder disfrutar de ellas durante un periodo de tiempo más amplio del que podría hacerse sin emplear este sistema, ya que la ley prohíbe emplear sistemas de calefacción tradicionales para calentarlas, cosa que además resultaría muy caro.

Una piscina requiere calentamiento que mantenga el agua a una temperatura de entre 22 y 27 °C. Existen dos formas de conseguirlo, una directa, donde el circuito es abierto (sistema que se emplea para climatizar piscinas descubiertas), y la indirecta, en la que se utiliza un intercambiador (sistema que se emplea para climatizar piscinas cubiertas). En ambos casos, la circulación es forzada, ya que los colectores se encuentran más elevados que la piscina, por lo que es necesario el uso de bombas.



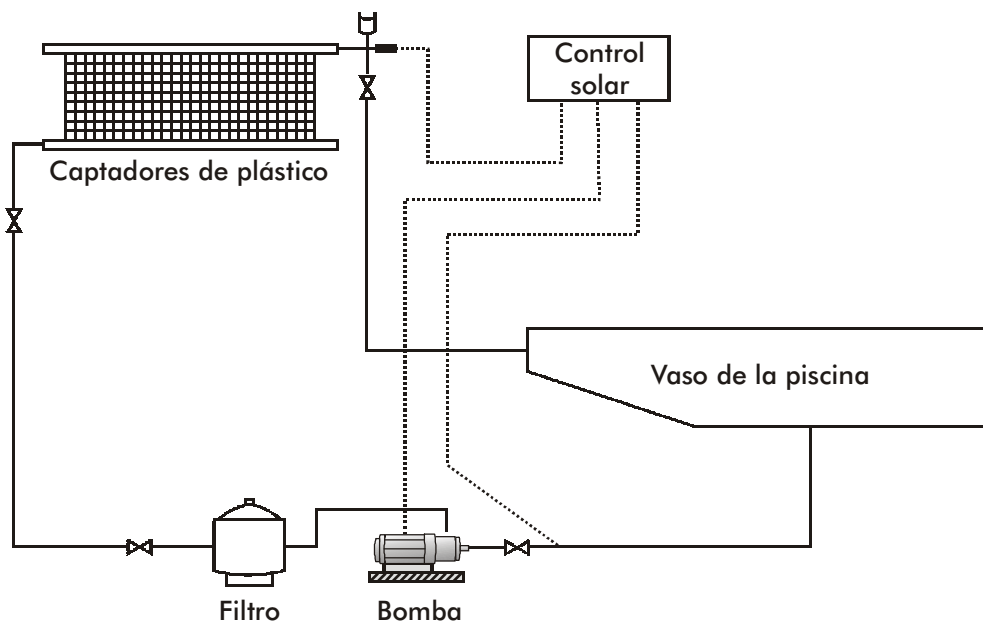
Los colectores solares utilizados para calefacción de piscinas están hechos de materiales plásticos resistentes a los rayos UV del sol y se instalan sin recubrimiento normalmente encima del techo. Los materiales más usados son el polipropileno y polietileno, que dan buen rendimiento a bajas temperaturas de trabajo, y que tienen un coste muy reducido. Se suelen utilizar en placas de polipropileno flexible, que son muy ligeras, resistentes y duraderas extendiéndose en zonas expuestas al sol. Por dentro de ellas circula la misma agua de la piscina. Además no reaccionan con el cloro de las piscinas y resisten bien la corrosión. Estos colectores se utilizan principalmente en piscinas al aire libre.

Para la climatización de una piscina durante todo el año, se suelen utilizar colectores solares planos con efecto invernadero para conseguir mejores rendimientos a temperaturas de ambiente frías. Dentro de ellos circula un fluido caloportador anticongelante, pues los colectores de polipropileno, al no disponer de cubierta de cristal sufren grandes pérdidas cuando baja la temperatura ambiente.

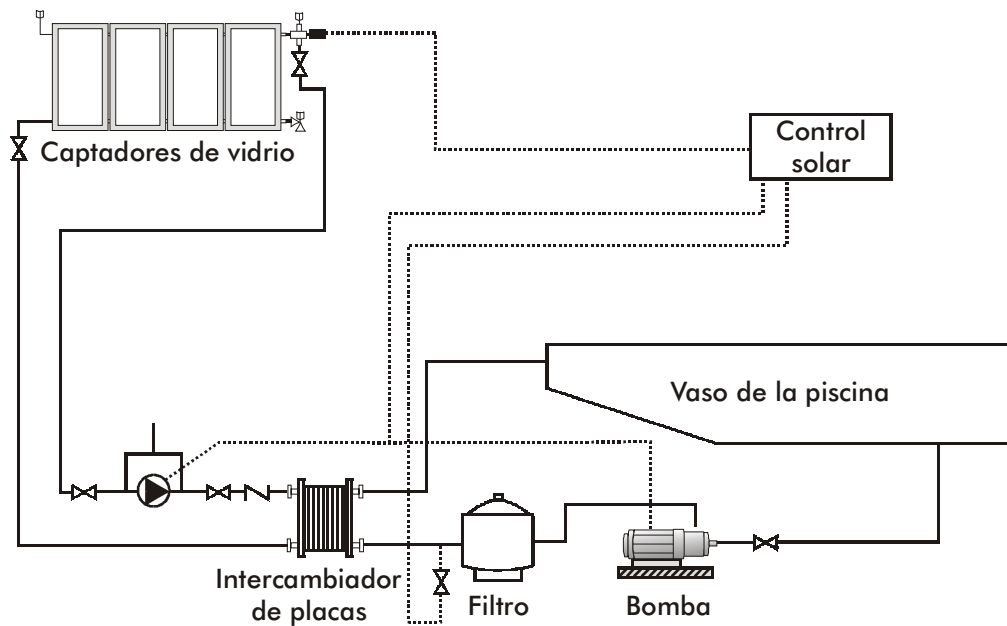
Principales diferencias entre colectores	
Colector de Piscina	Colector de ACS
Polipropileno	Cobre
Abierto	Cerrado con vidrio
Temperatura de 32°	Temperatura de 70°
Tuberías de PVC	Tuberías de cobre
Grandes volúmenes de agua	Pequeños volúmenes de agua
Alta presión y desagüe	Baja presión y desagüe
Inclinación de 0 a 40°	Inclinación de 30°
Directo en el tejado	Estructura metálica
5 kg/m ²	20 kg/m ²

En el sistema de climatización directo, es la misma agua de la piscina la que circula por lo colectores del sistema de captación, impulsada por la bomba del sistema de filtración. Allí el agua, una vez filtrada, se calienta y vuelve a la piscina, que desempeña la función de acumulador, ahorrando ese elemento a la instalación; también

actúa de vaso de expansión, por lo que no habrá sobrepresiones por efecto de la dilatación del agua. Este sistema tiene el inconveniente de no poderse añadir anticongelante al fluido de circulación, lo que en algunas zonas sería imprescindible en invierno. Son instalaciones simples, en las que no se emplea un equipo de control diferencial de temperaturas sino un reloj temporizador para poner en marcha la depuradora, y por tanto el circuito solar, a las horas de más radiación. El inconveniente es que, al hacer funcionar la depuradora a las horas de baño, se han de emplear productos de depuración que no resulten peligrosos.

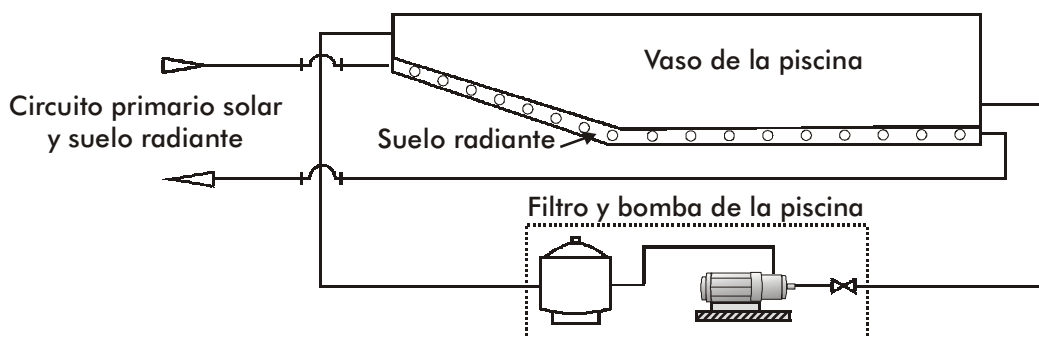


En el sistema indirecto, se produce la transferencia de calor desde el sistema captador a un sistema separado de acumulación del agua potable, utilizando dos circuitos independientes: el primario sería el circuito del captador y el secundario el circuito de la piscina. Esto permite usar líquidos diferentes en ambos sistemas, con lo que es posible utilizar en el primario anticongelantes y otros aditivos que protejan contra la corrosión y alarguen la vida de la instalación.



En esta aplicación, el agua de la piscina es impulsada por la bomba del sistema de filtrado desde las tomas de fondo. Una vez filtrada, el agua de la piscina pasa por el intercambiador de calor para absorber el calor generado en los captadores.

Una variante de este sistema consiste en utilizar en el primario un intercambiador integrado en forma de suelo radiante, que ofrece mejor rendimiento térmico, ya que aprovecha la estratificación del agua por temperatura y calienta siempre la parte más fría.



El sistema integrado tiene la ventaja de funcionar independientemente de los horarios de depuración, pero supone una inversión más grande. El intercambiador independiente es más fácil de mantener, además de ser una opción más barata.

Energía solar térmica

Aplicaciones de la EST

En esta aplicación el agua de la piscina es impulsada por la bomba del equipo de filtración; una vez filtrada, el agua de la piscina pasa por el intercambiador de calor para absorber el calor generado en el sistema de captación. Cada sistema tiene su propia bomba. Si el intercambiador es independiente la regulación será como en el caso directo, con la diferencia que el mando de la bomba impulsora del circuito de depuración, también debe accionar la bomba del circuito primario. La opción más difundida en los circuitos con intercambiador integrado es la del uso de un termostato diferencial que acciona la bomba del primario en función de la diferencia entre la temperatura de la piscina y la de los captadores. Como se ha descrito, hará falta un termostato de seguridad para cerrar el sistema de caldeo cuando la temperatura del vaso supere en 10 °C la temperatura de uso.

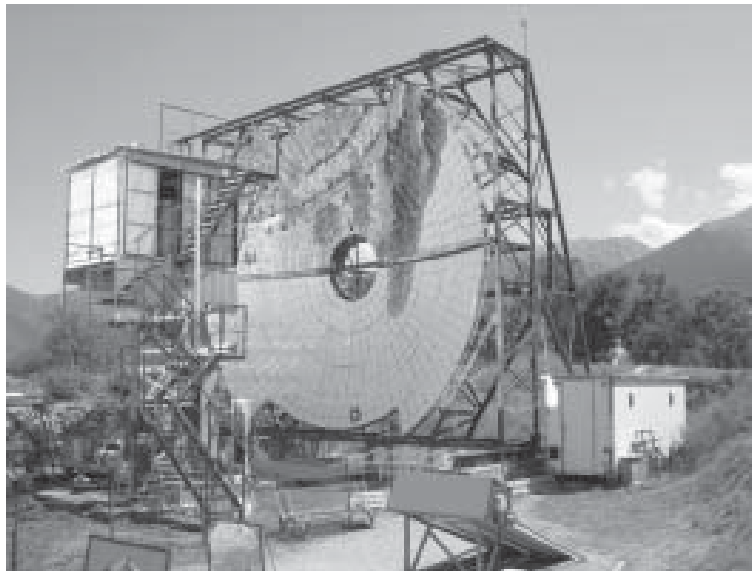
El sistema de climatización indirecto es apropiado para piscinas ubicadas en zonas con fuerte contraste de temperaturas, en las que puede helar por las noches durante el periodo de utilización de la piscina, como pueden ser las áreas de montaña, o en piscinas que van a ser usadas todo el año. Cuando la piscina se encuentre en zonas con noches frías es necesario utilizar mantas térmicas con las que cubrir el acumulador para mantener la temperatura conseguida por el sistema solar. La manta térmica flota sobre el agua de la piscina y permite incrementar algunos grados la temperatura del agua ya que evita que los grados ganados durante el día se pierdan por la noche. Si disponemos de algún sistema de calefacción nos permitirá reducir el tiempo de funcionamiento al 50% ya que actúa como reflectante.



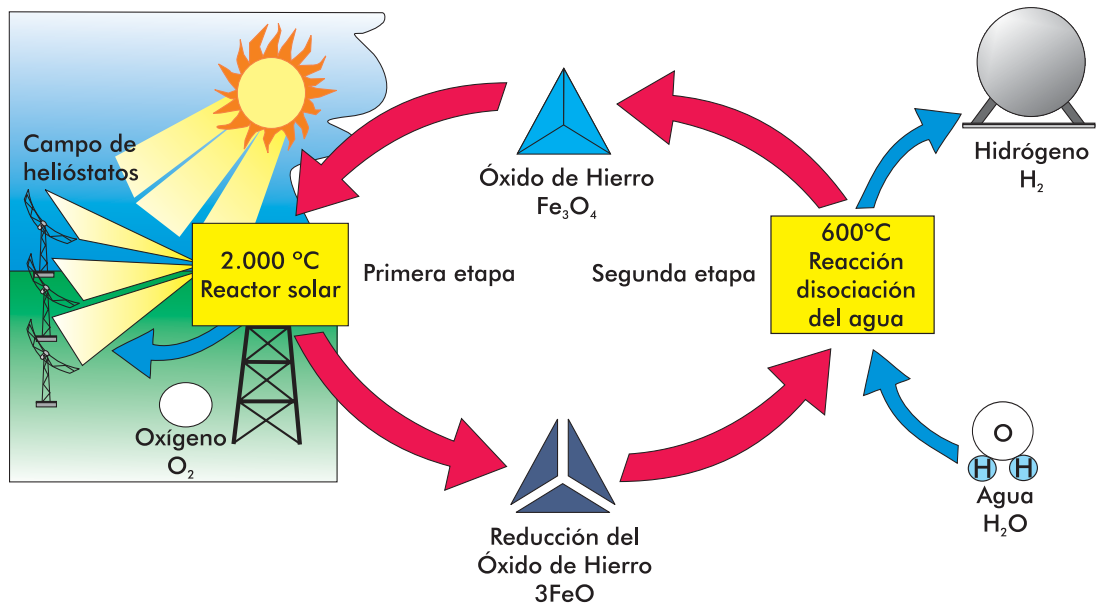
Otro equipo que debe disponerse en un sistema de climatización de una piscina interior es el de deshumidificación, para reducir la humedad ambiente, asegurando de este modo el confort de los usuarios y la buena conservación de edificio y mobiliario.

5. Procesos industriales

Una de las aplicaciones industriales más espectacular de la energía solar térmica son los **hornos solares**. Se trata de un conjunto de helióstatos que se mueven con el sol y reflejan las radiaciones en un foco. En este último se pueden alcanzar temperaturas del orden de los 3.000 °C. Esto tiene su utilidad en campos tan variados como en la medición de la resistencia de materiales, sobre todo metálicos y cerámicas, en la obtención de fibras de alta dureza, en la prueba de reacciones químicas, en la simulación de los efectos de una explosión nuclear, en aerospacial... por citar algunos ejemplos. Este tipo de energía solar ha permitido un gran avance en el campo de la termomecánica.

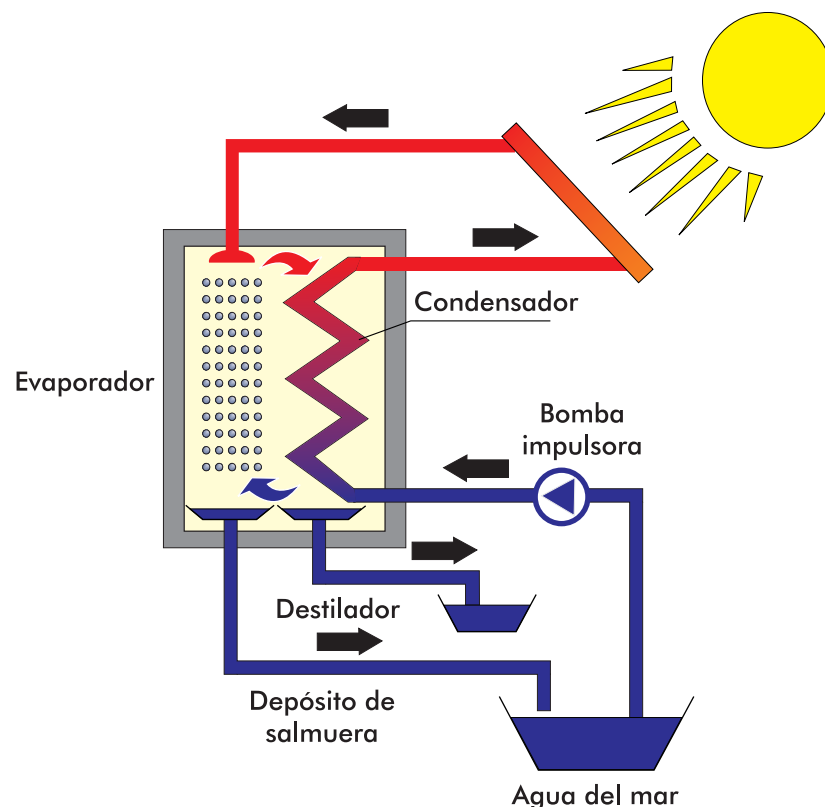


También la llamada **química solar** tiene un interés muy importante a nivel industrial. Muchas reacciones químicas se desarrollan a altas temperaturas (en general, suelen ser superiores a los 800 °C): obtención de hidrógeno, neutralización de residuos orgánicos tóxicos...



Obtención de hidrógeno usando energía solar térmica

Otra aplicación industrial interesante de la energía solar es la desalinización del agua de mar para la obtención de agua potable. Normalmente, este tipo de plantas utilizan la energía solar para calentar el fluido necesario para desalinizar: hasta ahora se utilizaban para esta operación combustibles fósiles.



Energía solar térmica

Aplicaciones de la EST

La aplicación de energía solar para esta aplicación es factible en instalaciones a pequeña escala. A gran escala se han planteado diversas iniciativas sin que esté claramente demostrada la viabilidad de los proyectos. También se ha empleado la energía solar térmica en distintos procesos de desalinización en tecnologías de evaporación.

Otras aplicaciones industriales en las que se emplea la energía solar térmica, tienen lugar a temperaturas similares a las del agua caliente sanitaria. Éstas pueden ser el lavado de botellas, descortezados, separación de fibras, tratamiento de alimentos, etc. Los elementos y diseño para esta utilización pueden ser los mismos que para agua caliente sanitaria y en consecuencia se trata de una serie de aplicaciones comerciales.

La aplicación de la energía solar térmica en secaderos solares se basa en principio en los secaderos tradicionales, pero optimizados a partir de la concentración de calor mediante medios de captación más o menos específicos (usando colectores de aire caliente), que se introduce forzado como aire caliente dentro del secadero. Las aplicaciones principales se encuentran en el secado de productos agrícolas, aunque también puede aplicarse en otros sectores.

