



ÁREA TECNOLÓGICA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA



Mapa Tecnológico: Calor y Frío Renovables

Observatorio Tecnológico de la Energía

miércoles, 01 de febrero de 2012

Contenido

1.	Descripción Técnica.....	4
1.1.	Tipos de captadores solares.....	4
1.1.1.	Captadores solares planos.....	4
1.1.2.	Captadores sin cubierta.....	5
1.1.3.	Captadores solares de aire.....	6
1.1.4.	Captadores solares de tubo de vacío.....	6
1.1.5.	Captadores de vacío.....	7
1.1.6.	Captador parabólico compuesto (CPC).....	7
1.1.7.	Sistemas solares con seguimiento para aplicaciones térmicas.....	8
1.2.	Sistemas de refrigeración.....	9
1.2.1.	Máquinas de absorción.....	10
1.2.2.	Máquinas de adsorción.....	13
1.2.3.	Sistemas de refrigeración desecantes y enfriamiento evaporativo.....	15
1.2.4.	Otros sistemas de refrigeración.....	16
1.3.	Sistemas de almacenamiento de calor.....	17
1.3.1.	Sistemas de almacenamiento de calor diario.....	17
1.3.2.	Sistemas de almacenamiento de calor estacionario.....	19
1.3.3.	Sistemas de almacenamiento de frío.....	21
1.4.	Equipos auxiliares.....	22
1.5.	Estrategias de control.....	23
1.6.	Mantenimiento de instalaciones.....	24
1.7.	Calefacción y refrigeración urbana o “District heating & cooling”.....	26
1.8.	Análisis de costes.....	28
2.	Entidades e iniciativas relevantes.....	29
2.1.	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).....	29
2.2.	Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT).....	30
2.3.	Comisión europea – 7PM & EIE.....	30
2.4.	La Agencia Internacional de la Energía (IEA).....	33
2.5.	Plataforma Tecnológica Europea para el Calor y Frío Renovables (RHC-ETP).....	35
2.6.	Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES).....	36
2.7.	Federación Europea de la Industria Solar Térmica (ESTIF).....	36
3.	Potencial.....	37

3.1.	Mercado Europeo.....	37
3.2.	Mercado Español.....	40
4.	Barreras	42
5.	Otras aplicaciones. Desalinización solar.....	43
6.	Proyectos.....	44
6.1.	PSE – ARFRISOL.....	44
6.2.	Planta de frio solar - SRB Energy	45
6.3.	Proyecto Medicool	46
6.4.	Planta de frio solar - Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla.	47
6.5.	Proyecto Frio Solar - Teican.....	48
6.6.	Proyecto INVISIO	48
6.7.	Proyecto Pavener	50
6.8.	Programa HOSPISOL.....	50
6.9.	Edificio Fundacional de Inditex Arteixo.....	51
7.	Referencias.....	53

1. Descripción Técnica

Antes de realizar una instalación solar, hay una serie de parámetros que se deben conocer, entre estos factores se encuentran:

- La demanda de energía térmica del usuario: Agua caliente sanitaria, calefacción, refrigeración, calentamiento de piscinas, procesos industriales, etc.
- Disponibilidad de espacios para la instalación solar en cuanto a superficie disponible, orientación e inclinación, etc., ya que podría limitar la potencia térmica instalada.
- Datos climáticos de diseño, temperatura ambiente, temperatura de agua de red y niveles de radiación disponibles a lo largo del año, (en caso de usar captadores con sistemas de seguimiento, sería necesario contar con los datos de radiación solar directa).

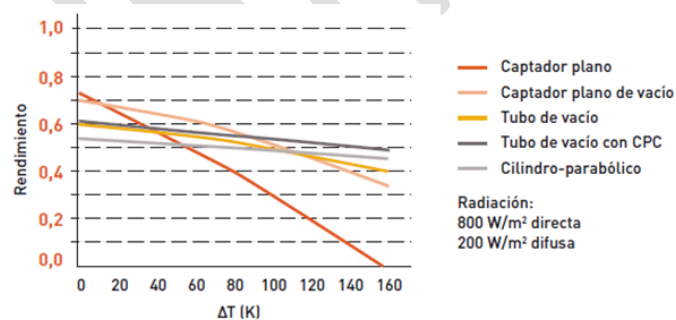
Una vez conocidas estas variables, se diseña la instalación y se eligen los equipos.

1.1. Tipos de captadores solares

En este apartado se realizará una breve descripción de las principales características técnicas de las diferentes tecnologías de captación solar disponibles.

La correcta elección del tipo de captador depende principalmente de la temperatura de trabajo deseada y de las condiciones climáticas. El rendimiento de los captadores solares disminuye a medida que la temperatura del fluido aumenta y la temperatura ambiente o la radiación disponible disminuyen.

Rendimiento instantáneo de diferentes tipos de colectores



Fuente: Evaluación del potencial de climatización con energía solar térmica en edificios. Per 2011 – 2020

1.1.1. Captadores solares planos

Los captadores solares térmicos vidriados planos de baja temperatura son los equipos más empleados actualmente en las instalaciones comerciales para producción de ACS, calentamiento de piscinas y calefacción solar.

El fluido que circula por el interior del absorbedor es generalmente agua (a menudo con aditivos anticongelantes), aunque es posible utilizar otros fluidos.

Para incrementar la energía absorbida y reducir las pérdidas térmicas, estos captadores suelen contar con una serie de elementos:

- Placa absorbedora: Es el elemento donde la energía recibida en forma de radiación solar se convierte en energía térmica y se transfiere al fluido caloportador. La superficie absorbedora suele disponer de un tratamiento selectivo, es decir, recubrimientos diseñados para tener la absorptividad más alta posible del espectro visible e infrarrojo cercano y la emisividad más baja posible del espectro infrarrojo correspondiente a las temperaturas de operación del captador.
- Cubierta transparente: Esta puede ser simple o doble, tiene por objeto permitir el paso de la radiación solar de una forma óptima y provocar el efecto invernadero además de reducir las pérdidas.
- Barreras de convección: película situada en la parte posterior de la cubierta de cristal (habitualmente teflón) que presenta una elevada transmitancia y gran resistencia al calor para reducir las pérdidas por convección.
- Caja o carcasa: Alberga los elementos que componen el captador solar y alberga el material aislante que impide las pérdidas térmicas por la superficie no transparente del captador solar.

1.1.2. Captadores sin cubierta

Este modelo de captador es el más sencillo que se utiliza para transformar la energía solar en calor. Los captadores sin cubierta son aquellos que no presentan caja y cubierta transparente que aisle al captador, en estos el incremento de temperatura es, bajo y normalmente no trabajan a temperaturas superiores a los 30 °C y son recomendados, sobre todo, para el calentamiento de piscinas.

Dentro de esta tipología existen los captadores planos de pizarra, con esta tecnología se evita el típico sobrecalentamiento de las instalaciones solares, principalmente por las propiedades de absorción y difusión de calor de la propia pizarra, sin llegarse a superar la temperatura de 90°C. Además se favorece la integración de los captadores en la estética del edificio.

Captador de pizarra - Thermoslate



Fuente: <http://blog.is-arquitectura.es/>

1.1.3. Captadores solares de aire

El funcionamiento de los captadores solares de aire es similar al funcionamiento de los captadores solares planos, con las únicas diferencias de que el fluido caloportador utilizado es el aire y en lugar de bombas se utilizan ventiladores para forzar la circulación.

Sus principales ventajas respecto a los captadores planos son:

- No presentan problemas de congelación (en invierno) ni de estancamiento (verano).
- Los componentes del sistema son más simples que los de un sistema hidráulico.
- No hay riesgos de fugas.

Sus principales desventajas son:

- No existen sistemas de acumulación estándar en el mercado.
- El consumo eléctrico de los ventiladores, a causa de las pérdidas de carga, es mayor que el de las bombas de un sistema solar convencional equivalente.
- El rendimiento de estos captadores es menor que el de los captadores planos.

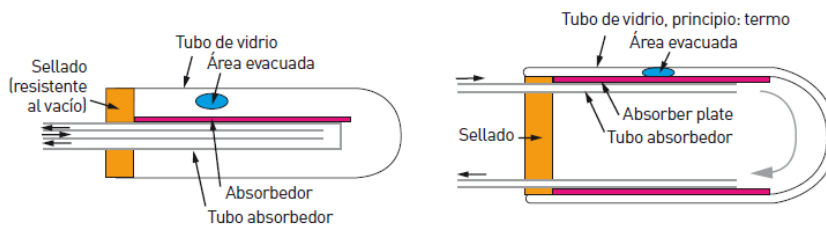
1.1.4. Captadores solares de tubo de vacío

Como su nombre indica, los colectores de tubo de vacío están formados por hileras de tubos de cristal conectados en paralelo a una tubería de cabecera. En cada uno de estos tubos se ha realizado el vacío a fin de reducir al máximo las pérdidas de calor

Su geometría tubular es necesaria para soportar la diferencia de presión entre la atmósfera y el vacío del interior. Los captadores de tubos de vacío se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- *Tubos de flujo directo*: este sistema fue el primero en desarrollarse, y su funcionamiento es idéntico al de los captadores solares planos, en donde el fluido caloportador circula por el tubo expuesto al sol, calentándose a lo largo del recorrido.
- *Tubos tipo heat pipe o flujo indirecto*: es una evolución del tubo de flujo directo que trata de eliminar el problema del sobrecalentamiento, presente en los climas más calurosos. En este sistema, se utiliza un fluido que se evapora al calentarse, ascendiendo hasta un intercambiador ubicado en el extremo superior del tubo. Una vez allí, se enfría y vuelve a condensarse, transfiriendo el calor al fluido principal. Este sistema presenta una ventaja en los veranos de los climas cálidos, pues una vez evaporado todo el fluido del tubo, éste absorbe mucho menos calor, por lo que es más difícil que los tubos se deterioren o estallen

Ejemplos de captadores de tubo de vacío de flujo directo



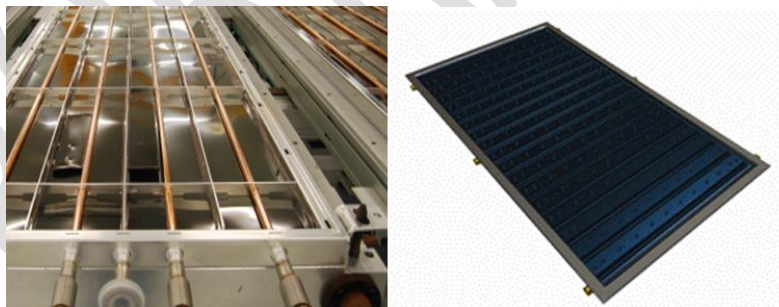
Fuente: <http://www.ise.fraunhofer.de/>

1.1.5. Captadores de vacío

Su funcionamiento es similar a los captadores solares de tubos de vacío, pero en este caso el vacío se produce en el espacio entre absorbedor y cubierta. Por otro lado, es necesario incorporar elementos que den rigidez a su estructura, para evitar el “pandeo” de la cubierta acristalada

Existen varios tipos de modelos, desde los modelos más “sencillos” similares a un captador plano convencional, pero con vacío entre la cubierta y el absorbedor, hasta los modelos más “complejos” de ultra-alto vacío (UHV), con presiones de hasta 10^{-9} Torr, con lo que se logran reducir considerablemente las pérdidas por conducción y convección. Este tipo de captador está dotado de una bomba Getter, que asegura que se mantenga el vacío a lo largo de su vida útil, aproximadamente 25 años. Con estos últimos equipos se alcanzan valores de absorptancia y emitancia del 90% y 7%, respectivamente.

Modelos de captadores de vacío (SRB Energy y Solever)



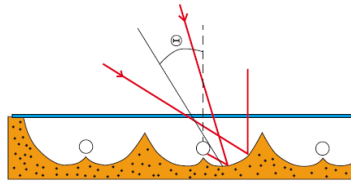
Fuentes: www.srbenergy.com; www.solever.es

1.1.6. Captador parabólico compuesto (CPC)

Estos sistemas buscan reducir las pérdidas del captador solar disminuyendo el área del absorbedor con respecto del área de captación. Esto es posible gracias a que las pérdidas de calor son proporcionales al área del absorbedor, pero no a la de captación (apertura).

La mayor concentración de radiación se obtiene mediante el uso de reflectores que, después de una o más reflexiones, fuerzan la radiación incidente dentro de un cierto ángulo (llamado ángulo de aceptación) en la dirección del absorbedor.

Diseño de un colector CPC con absorbedor tubular sorber



Fuente: Evaluación del potencial de climatización con energía solar térmica en edificios. Per 2011 – 2020

El gran ángulo de aceptación de estos dispositivos les permite aprovechar tanto la radiación directa como la difusa de la misma forma que un captador solar plano. Ésta es una característica muy interesante de este tipo de concentradores en comparación con los que requieren de un sistema de seguimiento.

1.1.7. Sistemas solares con seguimiento para aplicaciones térmicas

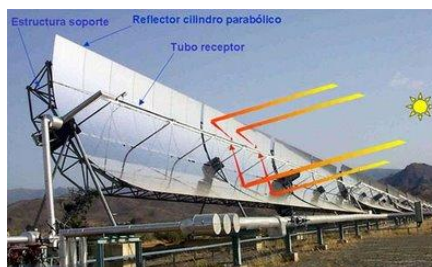
Se incorporan mecanismos de seguimiento en sistemas solares que deben alcanzar temperaturas elevadas en el fluido caloportador ($> 150^{\circ}\text{C}$), este tipo de instalaciones se suelen emplear para obtener energía eléctrica en aplicaciones termoeléctricas, aunque también pueden generar, únicamente, energía calorífica de alta calidad.

Captadores cilindro-parabólicos (CCP)

El captador lineal cilindro-parabólico es actualmente la tecnología de generación de calor a temperaturas superiores a 400°C más madura, y se utiliza principalmente en plantas termoeléctricas o en procesos industriales que requieran calor a alta temperatura. Los reflectores, que tienen una forma parabólica, concentran la radiación solar directa en el receptor situado a lo largo del foco. El receptor consiste en un tubo absorbente con un área, que es normalmente de 25 a 35 veces más pequeña que la abertura. El fluido a calentar circula por el interior del tubo absorbente. Los fluidos de trabajo más habituales son aceites térmicos.

El tubo absorbente o receptor es uno de los elementos fundamentales de todo CCP, ya que de él depende en gran medida el rendimiento global del captador. El receptor suele estar formado por dos tubos concéntricos. El tubo metálico interno lleva un recubrimiento selectivo que posee una elevada absorptividad ($>90\%$) y una baja emisividad en el espectro infrarrojo, lo que le proporciona un elevado rendimiento térmico.

Captador cilindro parabólico



Fuente: <http://www.adrformacion.com/>

Estos equipos cuentan con un sistema de seguimiento de un solo eje, la orientación de las líneas de captadores (norte-sur o este-oeste) dependerá del uso final de la energía producida.

Concentrador lineal tipo fresnel

La tecnología fresnel utiliza reflectores planos, simulando un espejo curvo por variación del ángulo ajustable de cada fila individual de espejos, en relación con el absorbedor. Los espejos paralelos enfocan la energía irradiada por el sol en un tubo, colocado por encima de los espejos. Se utiliza agua como fluido caloportador en estado vapor. Los niveles de concentración solar son inferiores respecto a los captadores cilindro-parabólicos y, por tanto, las temperaturas de trabajo son mas bajas.

Esta tecnología destaca por su sencillez y bajo coste. Los reflectores se construyen con espejos de vidrio normales, por lo tanto su materia prima es muy barata, por otro lado, la forma curvada de los espejos cilindro parabólicos, y su mayor calidad, hace que sean un 15% más eficiente que los espejos Fresnel.

Captador fresnel



Fuente: Fuente <http://www.novatec-biosol.com>

Existen concentradores térmicos puntuales (no lineales), como plantas solares de torre y discos Stirling, que utilizan mecanismo de seguimiento de dos ejes y no suelen encontrarse en sistemas generadores con aplicaciones térmicas exclusivamente.

1.2. Sistemas de refrigeración

Se entiende por refrigeración la producción de frío, a través de un proceso, o conjunto de procesos, que puede producir bajas temperaturas de manera controlada.

La refrigeración es importante debido a su implicación en diversas actividades como: la conservación de productos alimenticios, el mantenimiento de fármacos, el desarrollo adecuado de procesos industriales, el acondicionamiento de hogares, etc.

Existen diversos mecanismos capaces de reducir la temperatura de un fluido o sólido, estos procesos pueden ser naturales:

- enfriamiento radiativo
- enfriamiento evaporativo
- conducción

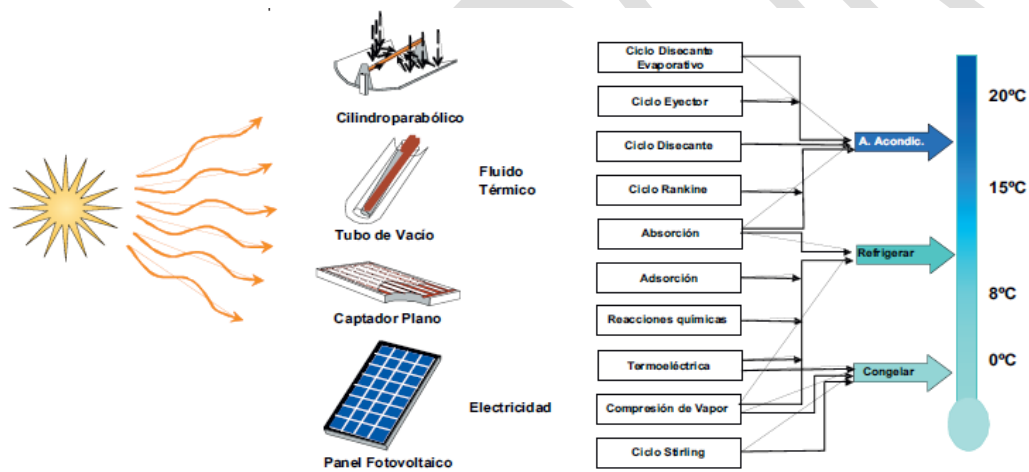
O artificiales:

- Procesos químicos con disolución de solutos
- Procesos químicos con transición de cambio de fase
- Procesos mecánicos con fases de expansión y compresión

Este estudio se centrará en los sistemas de generación de frío artificiales, alimentados con energía procedente de fuentes renovables, como la energía solar térmica.

La mayor parte de los modelos de “enfriamiento térmico” existentes alimentados con energía solar, se basan en sistemas de absorción y, en segundo lugar, adsorción.

Energía solar y temperaturas de refrigeración



Fuente: Guía del Frío Solar. Ahorro y eficiencia energética con refrigeración solar. Fenercom.

1.2.1. Máquinas de absorción.

El proceso físico básico consiste en dos componentes químicos como mínimo, uno de ellos sirviendo como refrigerante y el otro como absorbente/adsorbente.

Las máquinas de absorción pueden clasificarse según los pares de sustancias que actúan como refrigerante/absorbente. Siguiendo el orden de esta función, se presentan los siguientes pares:

- Agua (H₂O) / bromuro de litio (LiBr), combinación más empleada.
- Agua (H₂O) / cloruro de litio (LiCl).
- Amoníaco (NH₃) / agua (H₂O).

Estas máquinas, según las etapas del proceso, también se pueden clasificar en:

- Simple efecto.
- Doble efecto

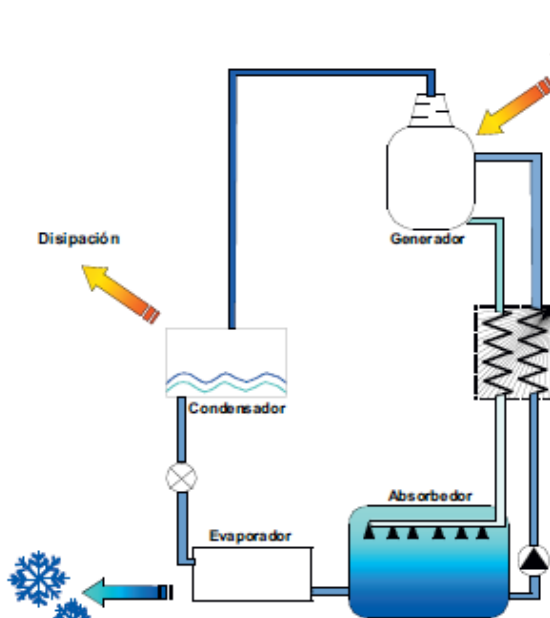
Máquinas de absorción de simple efecto.

Los componentes principales de sistema de refrigeración por absorción son:

- Generador
- Absorbedor
- Condensador
- Evaporador

Comparada con una máquina de refrigeración por compresión convencional, la unidad de compresión mecánica se reemplaza con una unidad de “compresión térmica” con un absorbedor y un generador. El efecto enfriador se basa en la evaporación del refrigerante (por ejemplo, agua) en el evaporador a baja presión.

Esquema – Máquina de absorción de simple efecto



Fuente: Guía del Frio Solar. Ahorro y eficiencia energética con refrigeración solar. Fenercom.

A continuación se describe el funcionamiento de la máquina de absorción de simple efecto:

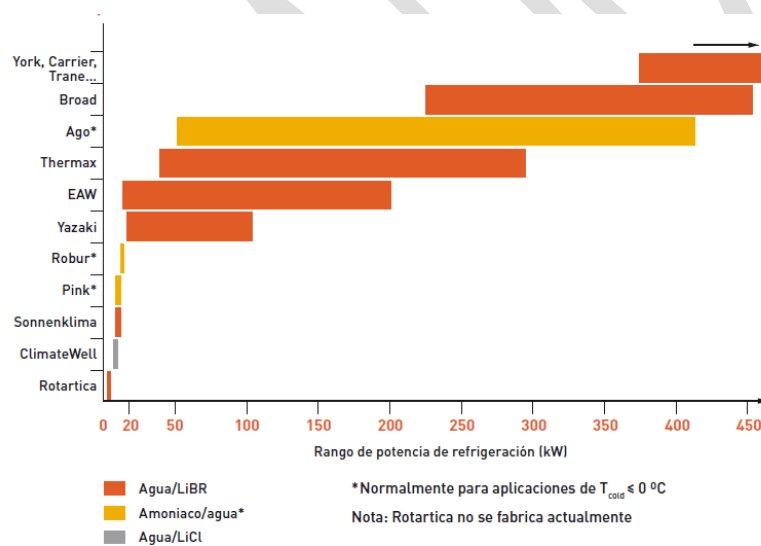
1. El refrigerante (agua en las máquinas de LiBr y LiCl) se evapora en el evaporador a muy baja presión y temperatura, extrayendo de esta forma el calor del fluido que se quiere enfriar.
2. El vapor de refrigerante fluye hacia el absorbedor, que está conectado directamente con el evaporador, donde es absorbido por la solución concentrada. Durante este proceso es necesario evacuar el calor latente de la condensación.
3. La solución diluida, producida en el absorbedor, es bombeada hacia el generador, donde es calentada por encima del punto de ebullición mediante un foco caliente (por ejemplo, agua caliente producida en un campo solar). En este punto, y a una elevada

- presión, el refrigerante es nuevamente separado de la solución, que es devuelta al absorbedor, ahora concentrada.
- El vapor de refrigerante a alta presión fluye hacia el condensador, que se encuentra directamente conectado con el generador. En este paso, se debe disipar el calor del vapor, para obtener la fase líquida.
 - La presión del líquido refrigerante es reducida mediante una válvula de expansión. Finalmente, el refrigerante fluye hasta el evaporador.

Una parte importante de las máquinas de absorción comerciales requieren de una bomba para el transporte de la solución diluida desde el absorbedor hasta el generador. El consumo eléctrico de esta bomba es aproximadamente de un 1-5% de la potencia de refrigeración total.

La mayoría de las máquinas de absorción utilizan agua como refrigerante y bromuro de litio como absorbente. Sus potencias están comprendidas entre unos cientos de kW y algunos MW. Actualmente existen maquinas con capacidad enfriadora a partir de 10 kW. La temperatura requerida de la fuente de calor suele encontrarse entre los 85°C y los 120°C, los valores típicos de COP están entre 0,6 y 0,8.

Orden de magnitud de capacidad de enfriadoras de absorción



Fuente: Evaluación del potencial de climatización con energía solar térmica en edificios. Per 2011 - 2020

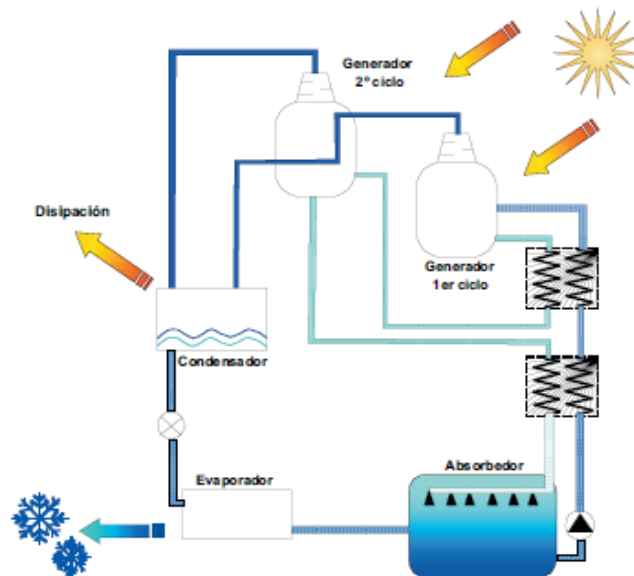
Existen otros fluidos de trabajo como el $\text{H}_2\text{O}/\text{LiCl}$ y el $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$. La aplicación del último fluido con amoníaco como refrigerante es relativamente nueva para la refrigeración de edificios, puesto que este tipo de tecnología se usaba sobre todo para la refrigeración industrial para aplicaciones a temperaturas negativas. Este último tipo de sistemas se emplean en aplicaciones en las que se necesita un gran salto térmico entre la temperatura exterior y la temperatura fría.

En general, se deben evitar los procesos de cristalización que podrían producirse en el caso de que la temperatura de retorno del condensador sea demasiado baja.

Máquinas de absorción de doble efecto.

Las máquinas de doble efecto están compuestas fundamentalmente de dos generadores y dos condensadores que trabajan para una única combinación de absorbedor-evaporador.

Esquema – Máquina de absorción de doble efecto



Fuente: Guía del Frio Solar. Ahorro y eficiencia energética con refrigeración solar. Fenercom.

El funcionamiento del sistema es similar al caso anterior. La solución pobre que abandona el absorbedor, es conducida a los dos generadores, conectados en serie, y es regenerada en dos fases por ambos generadores. El calor procedente del campo de captadores es aplicado al generador de alta temperatura. Mientras tanto el generador de baja temperatura recibe el calor expulsado por el condensador de alta temperatura. Los condensados procedentes de ambos condensadores se expanden en el evaporador.

En las máquinas doble efecto el enfriamiento por unidad de calor puede llegar a ser el doble frente a un ciclo de simple efecto. El inconveniente es que estos sistemas requieren temperaturas por encima de los 140 °C, pero su COP alcanza valores de 1,0-1,2.

Aunque estos sistemas no son los más adecuados para su utilización con captadores solares comunes debido a las altas temperaturas de trabajo, puede llegar a ser una opción interesante combinándolos con captadores cilindro-parabólicos o sistemas fresnel, cabe destacar la necesidad de mantener la temperatura de trabajo elevada, para evitar una disminución brusca del COP.

1.2.2. Máquinas de adsorción.

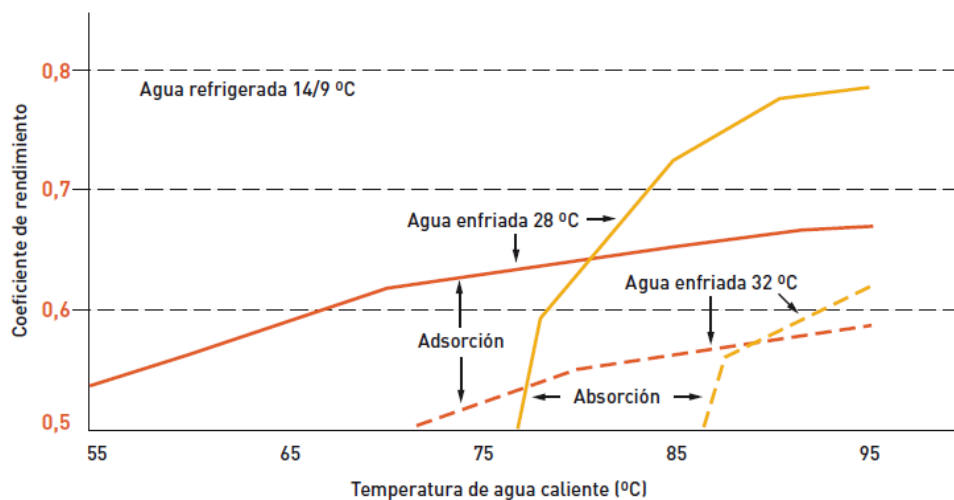
El proceso físico conocido como adsorción consiste en la selección preferencial de los elementos de una solución en fase líquida o gaseosa, quedando atraídos por un sustrato sólido “adsorbente”, normalmente, altamente poroso.

Los sistemas de adsorción (por ejemplo, los empleados con captadores solares) cuentan con dos fases en la etapa de refrigeración:

- Refrigeración/adsorción
- Regeneración/desorción

El refrigerante es evaporado en el generador (o evaporador) y adsorbido por una sustancia sólida con una elevada capacidad microscópica. En el proceso de regeneración. El adsorbedor se calienta hasta que el refrigerante se separe, volviendo en ese momento al evaporador (que actúa como condensador). El proceso físico de la adsorción puede ser sustituido, en algunos casos, por reacciones químicas, la principal diferencia es la fuerza del “enlace” entre el refrigerante y el adsorbedor, mucho más resistente en el segundo caso.

Comparación entre una máquina de absorción y una de adsorción



Fuente: Evaluación del potencial de climatización con energía solar térmica en edificios. Per 2011 - 2020

Los sistemas disponibles en el mercado utilizan agua como refrigerante y gel de sílice como adsorbente, pero existen líneas de I+D enfocadas al uso de zeolitas como material de adsorción o la utilización metanol/carbón activo como refrigerante/adsorbente.

Los valores habituales del COP en sistemas de adsorción se encuentran entre 0,5 - 0,6.

Las principales ventajas de las máquinas de adsorción en comparación con las de absorción son las siguientes:

- Las temperaturas de operación del generador pueden ser más bajas: de 60 °C a 90 °C en adsorción, en comparación con los 85-120 °C de una máquina de simple efecto de absorción.
- No existe ningún límite inferior en la temperatura del agua de refrigeración ya que no hay peligro de cristalización.
- El COP de la máquina de adsorción no es tan dependiente de la temperatura del agua del generador o del agua de refrigeración, comparándolo con las máquinas de absorción.
- Habitualmente no se requiere bombeo y el funcionamiento es, relativamente, libre de ruidos.

Entre sus desventajas se encuentran: su volumen y peso comparativamente alto y su, actualmente, elevado precio, debido al escaso volumen de producción de este tipo de máquinas.

Tabla resumen de las características de las principales enfriadoras térmicas del mercado

Proceso	Absorción		Adsorción
Etapas	Simple efecto	Doble efecto	Simple efecto
Ad/absorbente	Bromuro de litio*		Gel de sílice
Refrigerante	Agua/amoniaco*		Agua
T. del generador	80 °C - 110 °C	140 °C - 160 °C	60 °C - 95 °C
Alimentación	Agua caliente o sobrecalentada	Agua o vapor sobrecalentado	Agua caliente
COP	0,6 - 0,8	0,9 - 1,2	0,4 - 0,7
Disponibilidad del mercado	< 35 kW mercado incipiente 35 kW - 100 kW algunos fabricantes > 100 kW amplio mercado	> 100 kW amplio mercado	< 50 kW (Sort.) 50 - 350 kW (May.) 70 - 1.220 kW (Nis.)
Fabricantes	Climatewell, Sonnenklima, Schucö, Yazaki, Broad, EAW, Carrier, Trane, York, LG Machinery, Sanyo-McQuay, Entropie, Thermax,...		Sortech, Mayekawa, Nishiodo
Colectores solares utilizables	Colectores planos de superficie selectiva Tubos de vacío CPC (con concentrador cilindro-parabólico compuesto)	PTC (colectores cilindro-parabólicos)	Colectores planos de superficie selectiva Tubos de vacío CPC (con concentrador cilindro-parabólico compuesto)

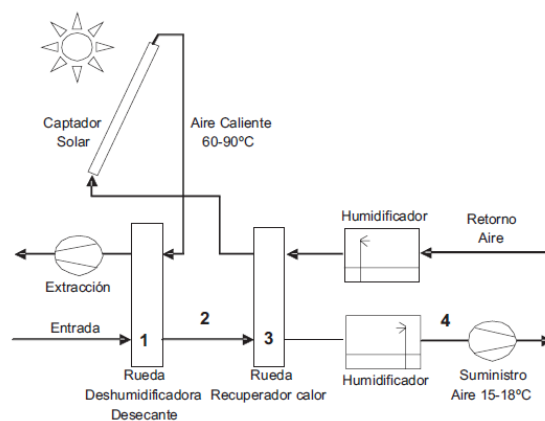
Fuente: Evaluación del potencial de climatización con energía solar térmica en edificios. Per 2011 - 2020

1.2.3. Sistemas de refrigeración desecantes y enfriamiento evaporativo

Este tipo de sistemas toman aire, lo deshumidifican con un desecante sólido o líquido, lo enfrían quitándole el calor sensible y lo re-humidifican poniendo en contacto con agua, hasta obtener un aire con el grado de humedad y temperatura necesarios para climatizar el espacio.

Cualquier tipo de ciclo abierto de enfriamiento de generación térmica se basa en una combinación de enfriamiento evaporativo con deshumidificación de aire mediante un desecante, por ejemplo un material higroscópico.

Esquema – Sistema de enfriamiento evaporativo con deshumidificación



Fuente: Guía del Frío Solar. Ahorro y eficiencia energética con refrigeración solar. Fenercom.

El funcionamiento de las máquinas desecantes se describe a continuación:

1. En el primer paso, la rueda deshumidificadora, se extrae la humedad del aire por medio de un material desecante, el proceso es casi adiabático y el aire se calienta por acción del calor de la adsorción.
2. En la rueda recuperadora de calor, se produce un pre-enfriamiento del suministro de aire que entra en el edificio con el contraflujo del aire expulsado del edificio (intercambio sensible).
3. Mediante el humidificador, se lleva a cabo la refrigeración evaporativa del suministro de aire hasta la humedad y temperatura deseada.

Los materiales desecantes se pueden regenerar aplicándoles calor (por ejemplo, desde captadores solares). Estos materiales desecantes pueden ser sólidos o líquidos. Los sistemas que emplean los materiales de sorción líquida tienen varias ventajas como más deshumidificación del aire en la misma temperatura generadora y la posibilidad de un mayor almacenaje de energía mediante soluciones concentradas higroscópicas, que todavía no están en el mercado pero pronto lo estarán.

La temperatura para regenerar el material desecante es relativamente baja, desde los 50°C a los 75°C, el COP del sistema se encuentra entre 0,5 y 1, incluso se pueden encontrar valores por encima de 1 en máquinas con materiales de sorción líquida¹.

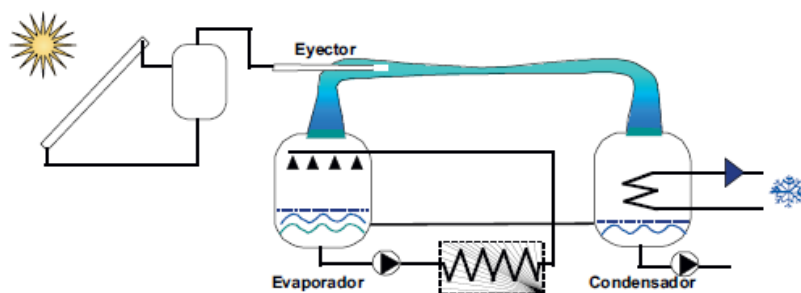
1.2.4. Otros sistemas de refrigeración

Sistemas de refrigeración ciclo eyección

En este tipo de instalaciones se produce una diferencia de presiones en dos puntos del sistema, y por tanto de temperaturas, debido al efecto del eyector.

En la inyección de alta velocidad del vapor a través de la tobera, se produce un efecto de aspiración desde el evaporador a baja presión. La parte de vapor de agua que se mezcla en la tobera, fluye a gran velocidad y cambia la energía cinética por un aumento en la presión, esta última debe ser alta para que se produzca la condensación. El condensado es devuelto al evaporador para formar parte del ciclo.

Esquema – Sistema de refrigeración por eyección



Fuente: Guía del Frio Solar. Ahorro y eficiencia energética con refrigeración solar. Fenercom.

¹ Guía de Refrigeración Solar. Climasol

1.3. Sistemas de almacenamiento de calor

Los equipos de almacenamiento de calor son necesarios debido a que el calor producido y el calor demandado, habitualmente, no tienen lugar al mismo tiempo. Esto también ocurre con los sistemas de refrigeración, por lo que existen sistemas de almacenamiento de frío que acumulan agua (o hielo) a baja temperatura durante épocas más frías, para utilizarla en periodos más calurosos.

Los sistemas de almacenamiento se pueden clasificar según sus diferentes características: temperatura de trabajo, tiempo máximo de almacenamiento, estado del elemento acumulador (líquido, sólido), fundamentos físico/químico (calor latente, sensible, reacciones químicas), entre otros.

1.3.1. Sistemas de almacenamiento de calor diario.

Almacenamiento de calor a baja temperatura ($\leq 100^{\circ}\text{C}$)

Durante los últimos años se han desarrollado diversas opciones de almacenamiento térmico, algunos ejemplos son: los sistemas sólidos de almacenamiento y los materiales de cambio de fase. Pero el método más efectivo y empleado hasta la fecha, ha sido el almacenamiento de energía a través de calor sensible del agua.

Su uso más extendido es en aplicaciones solares, el agua calentada en los captadores se lleva a uno o varios tanques de almacenamiento para su posterior utilización. El cálculo del volumen de acumulación en un sistema solar tiene una elevada importancia, ya que de este factor va a depender en gran medida el rendimiento de todo el sistema.

La estratificación térmica en el tanque de almacenamiento es otro factor de gran influencia en el rendimiento de una instalación, este efecto físico provocado por la diferencia de temperaturas en un fluido hace que el agua que entra en los captadores solares sea lo más fría posible con lo que aumenta el rendimiento global del sistema.

Otro posible sistema de almacenamiento térmico es el uso de losetas de hormigón como elemento acumulador de calor para temperaturas inferiores a 50°C .

Acumulador por estratificación - Tisun



Fuente: <http://www.tisun.es>

Almacenamiento a alta temperatura (>100°C)

Debido a que estos sistemas están diseñados, generalmente, para instalaciones de generación solar termoeléctrica, en este apartado se nombrarán, únicamente, aquellos de mayor relevancia.

El sistema de almacenamiento de calor para altas temperaturas, hasta el momento, más avanzado y empleado es la tecnología de las sales fundidas.

En este tipo de sistemas, las sales fundidas son almacenadas en dos tanques; uno caliente, y otro frío. Las sales son calentadas por un intercambiador de calor en su camino hacia el tanque caliente de almacenamiento. En el momento en el que se necesita recuperar la energía térmica, las sales pasan otra vez por el intercambiador de calor transfiriendo calor a un aceite que alcanza temperaturas justo por debajo de 400°C.

El sistema de almacenamiento con sales es el utilizado por algunas plantas termosolares como: las Andasol 1-3, la planta de Abengoa Solar en Arizona y la planta de torre central Gemasolar de Torresol.

La tecnología de sales fundidas es la más extendida. No obstante, presenta algunas desventajas como el alto punto de congelación de las sales y sus elevados costes de inversión. Las sales fundidas incluyen sales de nitrato, un producto sujeto a cierta volatilidad de precios en el mercado. Algunos estudios sugieren que el coste de almacenamiento por sales fundidas oscila entre los 30-40 \$/kWh, aunque otras fuentes² indican que este valor puede no ser del todo real

Hay también que tener en cuenta la existencia de otras alternativas tecnológicas, aunque éstas todavía se encuentran en fase de investigación o en fases iniciales de incorporación al mercado.

- Los sistemas thermocline, la principal novedad respecto al sistema tradicional es que las sales fundidas se encuentran en un único tanque, con una zona caliente en su parte superior, una zona de transición en la parte intermedia y una zona fría en la parte inferior. Esto supone un abaratamiento de los costes de instalación.
- El almacenamiento directo del fluido caloportador de las centrales termosolares, en la mayoría de los casos, aceite sintético.
- El uso de materiales sólidos, como el hormigón, para el almacenamiento térmico. El Centro Aeroespacial Alemán (DLR), junto con una empresa de ingeniería alemana, ha desarrollado un sistema para plantas cilindro-parabólicas que utiliza hormigón como medio de almacenamiento térmico.

En este sistema, el medio de transferencia calentado (aceite, agua o vapor) pasa a través de tuberías inmersas en el hormigón para calentarlo. Con el fin de desprender energía térmica el fluido transmisor fluye frío a través del hormigón. Este sistema alcanza temperaturas de hasta 400°C. Las ventajas principales son que el hormigón es mucho más barato que las sales y que es más modulable que las sales.

² Tom Mancini, Director de Programa CSP de Sandia National Laboratories

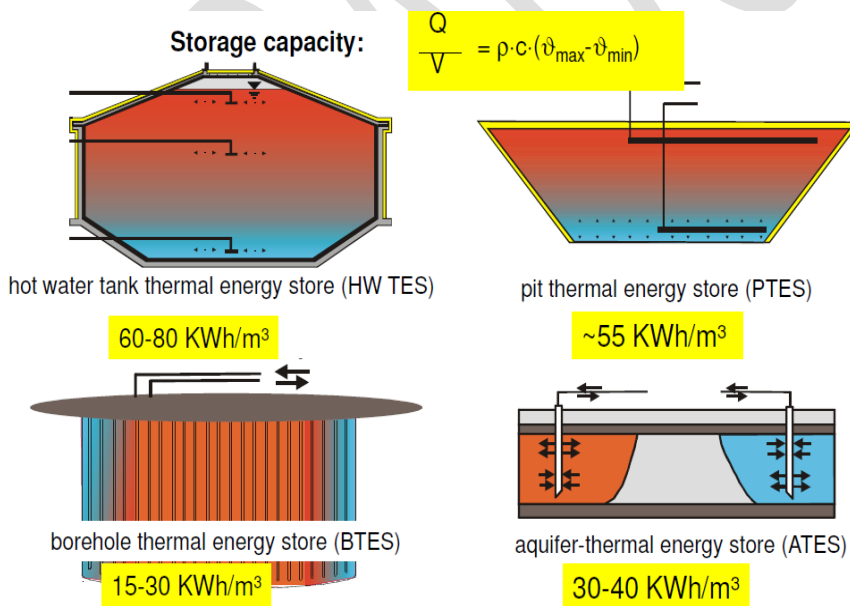
- Los materiales de cambio de fase o PCMs (Phase Change Materials), que pueden absorber o desprender calor cuando cambian de fase sólida a fase líquida y viceversa (calor latente). Las principales ventajas de este tipo de sistemas son:
 - se necesita un menor volumen para almacenar la misma energía comparándolo con otros sistemas similares
 - la temperatura de carga y descarga es relativamente constante durante la operación.

Por otro lado, los costes de esta tecnología aún son elevados y la potencia máxima durante la etapa de descarga está limitada por la conductividad térmica del material en fase sólida. Esta tecnología también puede ser usada como un sistema de almacenamiento estacionario

1.3.2. Sistemas de almacenamiento de calor estacionario

Se están desarrollando grandes sistemas de almacenamiento de agua, capaces de mantener dicho fluido a una temperatura mínima durante el año, aprovechando el calor de estaciones cálidas como el verano, en estaciones más frías como el otoño o el invierno. Estos grandes tanques se encuentran total o parcialmente enterrados y tiene diferentes configuraciones

Diferentes sistemas de almacenamiento térmico estacional a gran escala



Fuente: Institute for Thermodynamic and Thermal Engineering (ITW). Universität Stuttgart

Los principales proyectos de almacenamiento estacionario se están llevando a cabo en Alemania. Gracias a este tipo de experiencias se puede ver como los costes de inversión decrecen cuando aumenta el volumen del acumulador hasta alcanzar los 50 €/m³ de agua equivalente en sistemas de almacenamiento de 10.000 m³

aplicaciones debería permitir alcanzar unas densidades de energía entre los 500 y 1.000 MJ/m³.

Se está estudiando el uso de zeolitas como sistemas adsorbentes por el ITW de Stuttgart. A nivel nacional, se está llevando a cabo el proyecto STOREHEAT, en el que participa el IMDEA, su objetivo es el desarrollo de adsorbentes con las características adecuadas.

Desarrollo de los diferentes tipos de almacenamiento



Fuente: Materials for Compact Seasonal Heat Storage. IEA Solar Heating & Cooling workshop

1.3.3. Sistemas de almacenamiento de frío

La acumulación de agua a baja temperatura, por encima de las 4°C, es el sistema de almacenamiento de frío más sencillo. Éste consiste, normalmente, en un depósito cuyas dimensiones dependerán de las necesidades térmicas concretas del proyecto, lleno de agua a baja temperatura, donde debido a la estratificación el agua más fría se sitúa en la base del depósito

Otro posible sistema de almacenamiento de frío, es el uso de hielo como elemento acumulador.

- Acumulación de hielo en baterías: Este sistema consiste en una serie de tubos sumergidos en un depósito de agua, por el interior de los tubos circula agua glicolada con un temperatura inferior a los 0°C, consiguiendo que el agua (sin glicol) del exterior de los tubos de congele.
- Acumulación de hielo en bolas: Este sistema consiste en un serie de esferas con agua en su interior (sin glicol), sumergidas en un depósito de agua glicolada a temperatura negativa, consiguiendo con esto que se forme hielo en el interior de las esferas o bolas.

1.4. Equipos auxiliares

Intercambiador.

Este equipo permite la transmisión de calor entre el circuito primario y el circuito secundario de la instalación, aunque puede existir hasta un tercer circuito si la acumulación es cerrada. Los intercambiadores de calor quedan caracterizados por la potencia térmica, su efectividad (o rendimiento térmico) y la pérdida de carga.

Se utilizan para evitar incrustaciones calcáreas en captadores, para eliminar posibles problemas de corrosión, para permitir el uso de anticongelante como sistema anti-helada o para usar colectores con presión de trabajo inferior a la red.

Bombas o electrocirculadores.

Las bombas se utilizan en las instalaciones de circulación forzada para producir el movimiento de fluido entre captadores e intercambiador.

Las bombas se caracterizan por las condiciones de funcionamiento representadas, para un determinado fluido de trabajo, por el caudal volumétrico y la altura de impulsión o manométrica.

Estos equipos son accionados por un motor eléctrico que suministra al fluido la energía necesaria para transportarlo por el circuito a una determinada presión. Hay tres tipos de bombas o electrocirculadores centrífugos:

- Rotor sumergido: son silenciosos, requieren un bajo mantenimiento y se montan en línea con la tubería y el eje horizontal.
- Monobloc: son el eje en cualquier posición.
- Acoplamiento motor: electrocirculador de ejes distintos, son más ruidosos.

Con el paso del tiempo, en las tuberías se producen precipitaciones y corrosión, por lo que la pérdida de carga aumenta con el tiempo. Además los cálculos se realizan como si en la instalación sólo hubiese agua, mientras que muchas veces se añade anticongelante, por esta razón en la práctica la bomba que se elige debe estar un poco sobredimensionada.

Aislamiento

El aislamiento de colectores y conducciones, incorporado por el fabricante, es necesario para reducir tanto como sea posible las pérdidas de calor y mantener la temperatura del agua calentada por el sol. Pero por otro lado, los tubos suelen ponerse muy calientes, especialmente si el sistema está parado, por lo que es necesario que el aislamiento de los tubos pueda soportar temperaturas de hasta 150º C

Tuberías.

La instalación de las tuberías de cobre o acero inoxidable en circuitos primarios

La instalación de las tuberías debe tener el menor recorrido posible, para evitar pérdidas innecesarias y el diámetro en cada tramo se debe ajustar a las necesidades de caudal. Las conexiones deberán ser fácilmente desmontables.

Vaso de expansión.

Para absorber la dilatación del agua en el circuito primario se emplean los siguientes procedimientos:

- Vasos de expansión cerrados, se utilizan vasos de expansión de membrana presurizados por nitrógeno o aire.
- En sistemas abiertos instalados en lugar elevado y que pueden servir como sistema de alimentación y como purga de aire.

Existen algunos modelos novedosos dentro de los vasos de expansión, como el dispositivo DERAIT Solar, este equipo, por un lado, se comporta como vaso de expansión y, por otro, realiza la función de protección contra sobrecalentamiento, esto último lo consigue evitando que se produzca la descarga del fluido anticongelante cuando se genere vapor en los colectores. También se están desarrollando nuevos modelos de vasos con membranas especialmente adaptadas a altas temperaturas.

Es de gran importancia el montaje de válvulas de seguridad en los circuitos cerrados presurizados.

Válvulas.

Durante la selección de una válvula se deben tener en cuenta los siguientes parámetros: caudal, pérdida de presión a obturador abierto, hermeticidad de la válvula a obturador cerrado o presión diferencial máxima, presión máxima de servicio, temperatura máxima y el tipo y diámetro de las conexiones.

Las válvulas pueden desempeñar diversas funciones dentro de la instalación: aislamiento, equilibrado de circuitos, vaciado, llenado, purga de aire, seguridad y retención

1.5. Estrategias de control

El control inteligente de instalaciones de energía solar térmica debe optimizar el aprovechamiento energético de la instalación, disponer de protección contra sobrecalentamientos y heladas, control automático del caudal en los paneles solares e indicación extensiva de alarmas.

El control diferencial de temperatura que se debe utilizar en las instalaciones solares debe funcionar automáticamente, debe ser programable por el usuario para poder adaptarse a las necesidades específicas de este y además debe controlar el funcionamiento del sistema de apoyo (eléctrico, de gasóleo, de gas, biomasa, etc) de tal manera que siempre sea la energía solar la predominante.

Existen múltiples configuraciones de instalaciones de energía solar, que varían mucho en función del tipo de aplicación a la que se abastece (ACS, climatización, procesos industriales,

etc), del tipo de acumulación elegida (centralizada, distribuida) del tipo de aporte a consumo (en circuito abierto o cerrado), entre otros, lo que hace variar enormemente las estrategias de control necesarias para el óptimo aprovechamiento de la energía solar.

El sistema de control diferencial tiene la misión de arrancar la bomba cuando la temperatura en los paneles solares es mayor que en el depósito de acumulación, y parar la bomba cuando la temperatura en el panel y en el depósito es la misma o cuando se ha alcanzado la temperatura de consigna del depósito. Para conseguir esto, el termostato diferencial suele tener al menos dos sensores térmicos, uno montado a la salida de la última batería de captadores solares del último panel solar y el otro montado en la parte inferior del depósito.

El sistema de control puede incluir las siguientes indicaciones e informaciones accesibles al usuario a través de su pantalla o de selectores en el cuadro de control:

- Temperatura en los paneles solares.
- Temperatura en la parte superior de los depósitos de acumulación.
- Temperatura en la parte inferior de los depósitos de acumulación.
- Programación de las temperaturas de consigna de las diferentes aplicaciones y de seguridad en captadores y depósitos para protección contra heladas y sobrecalentamiento.
- Activación manual o automática de la bomba de circulación.
- Alarmas: fallo de sondas, fallo de bombas, pérdida de presión, sobrecalentamiento, heladas, etc.
- Control automático e indicación de la velocidad de la bomba de circulación primaria en función de la temperatura de los paneles solares.
- Control automático e indicación de enfriamiento de los captadores solares y del depósito en caso de producción excesiva o bajo consumo de agua caliente.
- Contabilización de la energía producida para cada aplicación mediante contadores de energía.

Así, el control debe tener, al menos, tres sondas de medición de temperaturas: una se instala en el captador solar, la otra en la parte superior del depósito de agua caliente, y la última se instala en la parte inferior del mismo depósito o entrada de agua fría.

Debido al nuevo sistema de incentivos al calor renovable propuesto en el PER 2011 -2020, denominado ICAREN, la monitorización de la producción energética de estas instalaciones cobrará especial importancia, se precisará monitorizar de forma homogénea los datos de producción de las instalaciones solares térmicas, ya que el incentivo económico será proporcional a los kWh generados.

1.6. Mantenimiento de instalaciones

El mantenimiento engloba todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar y optimizar su funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma y de todos sus equipos.

Toda instalación debe contar con un plan de vigilancia, este consiste en un plan de observación de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación

Uno de los factores que pueden llegar a inutilizar una instalación solar térmica es el exceso de calor captado. Dicho problema se produce cuando existe demasiada captación solar en relación al consumo que se hace de la energía obtenida. Cuando esto ocurre los captadores retienen el calor que no se ha evacuado y elevan su temperatura hasta niveles que pueden ser peligrosos para la instalación.

El fluido caloportador del circuito primario comienza a vaporizarse, esto produce un aumento de la presión dentro del circuito. En una instalación solar térmica correctamente diseñada existirán un vaso de expansión que en principio debe absorber el exceso de presión e impedir que las válvulas de seguridad actúen provocando la pérdida de fluido caloportador, en último término, en el caso de no estar correctamente dimensionado el vaso de expansión o de fallar este, las válvulas de seguridad se abrirán y dejarán escapar fluido a un depósito de recuperación, aliviando la presión y evitando que otros componentes puedan dañarse. Sin embargo, cuando esto ocurre, se pierde una cantidad de fluido que la instalación debe reponer de manera automática, con una bomba de llenado o sistema similar para que la instalación vuelva a ser operativa.

Algunas de las estrategias⁴ empleadas para disipar, reducir o desviar el exceso de calor en instalaciones solares térmicas son las siguientes.

- Estrategias de control adecuadas que en combinación con determinados equipos, como válvulas termostáticas, que permitan hacer funcionar las instalaciones a niveles mayores de temperatura, cuando su rendimiento es menor, impidiendo la parada de la instalación y por tanto alcanzar situaciones de sobrecalentamiento. También existen estrategias que permiten la disipación nocturna de los depósitos de acumulación en el caso de que el consumo no sea suficiente y no permita su descarga.
- Ángulo de inclinación de los captadores. Consiste en colocar los captadores con un ángulo de inclinación óptimo en función de la inclinación a la que se va a abastecer, de manera que por ejemplo, para el caso de aplicaciones de calefacción el ángulo de inclinación empleado suele ser alto para captar la radiación solar preferentemente en invierno. Con ello se consigue que los rayos más perpendiculares del verano caigan con mayor inclinación sobre el captador y se aprovechen menos
- Vaciado automático de campo de captación. Este sistema se conoce como “drain back”, consiste en el vaciado del circuito primario de manera que, en caso de temperaturas extremas este solo contenga aire. Cuando la bomba del primario se para, los captadores se vacían de líquido. De esta forma no hay peligro de heladas ni de sobrecalentamientos
- Cubrir los captadores con cobertores. Otra opción para evitar el sobrecalentamiento es cubrir los captadores con fundas para evitar que puedan captar radiación solar, (existen equipos que cubren automáticamente el captador).

⁴ <http://www.sitiosolar.com>

- Disipadores de calor. También existen los llamados disipadores de calor. Estos dispositivos hacen circular el líquido sobrecalentado por unos conductos para que se disipe su calor en el aire. En principio se activan cuando el fluido caloportador ha alcanzado una temperatura determinada previa a la considerada peligrosa.
- Desviación de exceso de producción a otras aplicaciones o a aljibes de agua, piscinas descubiertas, etc.
- Sistemas de almacenamiento estacionales. Existen grandes instalaciones comunales llevadas a cabo en países del norte de Europa que evitan los sobrecalentamientos guardando el exceso de calor del verano en grandes depósitos para recuperar parte del calor en invierno.

1.7. Calefacción y refrigeración urbana o “District heating & cooling”

El “District Heating and cooling” es un sistema de distribución de calor y frío, generado desde una ubicación centralizada, cuyo objetivo es climatizar (y en algunos casos proporcionar ACS) a edificios residenciales, comerciales e industriales. El calor a menudo es obtenido de fuentes de energía residuales, como plantas de cogeneración que quema combustibles fósiles, pero cada vez más frecuentemente, fuentes renovables como la biomasa, la energía geotérmica y la energía solar también son utilizadas. Las plantas de calefacción urbana pueden proporcionar la eficacia más alta y el mejor control de contaminación que calderas individuales

El calor, una vez generado, es distribuido al cliente mediante una red de tubos aislados. Los sistemas de calefacción urbana consisten en líneas de ida y vuelta. Los sistemas de acumulación de calor pueden ser instalados para proporcionar la energía requerida en momentos de consumo pico.

El medio común usado para la distribución de calor es el agua, pero también se utiliza vapor. La ventaja de vapor consiste en que además ser utilizado en la calefacción, también puede ser usado en procesos industriales debido a su temperatura más alta. La desventaja del vapor es una pérdida de calor más alta debido a la alta temperatura.

En Europa actualmente se emplea un 14% de energías renovables como fuente de energía para este tipo de sistemas. Suecia fue el primer país en instalar un sistema de —district heating alimentado con energía solar en la década de los 70. Hoy en día dispone de 22 complejos solares de este tipo, pero es Dinamarca el país que dispone de la mayor instalación (18.300 m²) que alimenta el sistema de calefacción urbana de la ciudad de Marstal.

La calefacción urbana, por lo general, es más eficiente, debido al efecto “escala”, aunque requiere una inversión inicial considerable y la instalación de una red de tuberías en la zona beneficiada.

Para que los “District heating” solares tengan éxito debe ajustarse adecuadamente la generación de calor con la demanda. Para ello, se deben tener en cuentas las siguientes acciones:

- Dimensionamiento del campo solar adecuado al consumo energético anual.

- Utilización tanto para sistemas de calefacción como para aire acondicionado a través de sistemas de absorción.
- Localización de la planta cercana de centros consumidores de calor, como industrias, o parques industriales.
- Utilización de sistemas de acumulación adecuados a los patrones de consumo.

Lista de los principales proyectos de “District Heating”

Plant	Operation			Apert. area in m ² _v	Capacity in kW _{th}	Coll. sys.	Stor. type
	Start	Owner	Location				
Marstal	1996	Marstal Fjernvarme, DK	Marstal, Denmark	18300	12810	FPC	WGTES
Ringkøbing	2010	Ringkøbing Fjernvarme, DK	Ringkøbing, Denmark	15000	10500	FPC	ATES
Gram	2009	Gram Fjernvarme, DK	Gram, Denmark	10073	7051	FPC	ATES
Jægerspris	2010	Jægerspris Fjernvarme, DK	Jægerspris, Denmark	10000	7000	FPC	ATES
Oksbøl	2010	Oksbøl Varmeværk, DK	Oksbøl, Denmark	10000	7000	FPC	
Kungälv	2000	Kungälv Energi AB, SE	Kungälv, Sweden	10000	7000	FPC	ATES
Broager	2009	Broager Fjernvarme, DK	Broager, Denmark	9988	6992	FPC	ATES
Braedstrup	2007	Braedstrup Fjernvarme, DK	Braedstrup, Denmark	8012	5608	FPC	BTES
Strandby	2008	Strandby Varmevaerk, DK	Strandby, Denmark	8012	5608	FPC	WTES
Nykvarn	1984	Telge Energi AB, SE	Nykvrn, Sweden	7500	5250	FPC	
Crailsheim	2003	Stadtwerke Crailsheim, DE	Crailsheim, Germany	7300	5110	FPC	BTES
Tørring	2009	Tørring Kraftvarmeværk, DK	Tørring, Denmark	7284	5099	FPC	ATES
Almere	2010	NUON, NL	Almere, Netherlands	7000	4900	FPC	ATES
Soenderborg/Vollerup	2008	Soenderborg Fjernvarme, DK	Soenderborg/Vollerup, Denmark	5866	4106	FPC	ATES
Neckarsulm	1997	Stadtwerke Neckarsulm, DE	Neckarsulm, Germany	5670	3969	FPC	BTES
Falkenberg	1989	Falkenberg Energi AB, SE	Falkenberg, Sweden	5500	3850	FPC	
Tistrup	2010	Tistrup Varmeværk, DK	Tistrup, Denmark	5400	3780	FPC	WTES
Ulsted	2006	Ulsted Varmevaerk, DK	Ulsted, Denmark	5000	3500	FPC	ATES

System types		Collector types	
SS	Seasonal storage	FPC	Flat plate collector = Default
DS	Diurnal storage	ETC	Evacuated tube collector
XS	No storage (district network)	CPC	Compound parabolic collectors
Storage types		PTC	Parabolic trough collector
ATES	Aquifer Termal Energy Storage	UG	Unglazed collector (absorber)
BTES	Borehole Termal Energy Storage (soil, rock)	DB	Drain back (Default = Pumped system / antifreeze)
WTES	Water Termal Energy Storage (rock cavern, concrete and steel tank, pit, above or below ground)	R	Reflector
WGTES	Water / Gravel Termal Energy Storage (pit below ground)	Integration	
		Wood	Chips, pellet, etc
		HP	Stored heat partly utilized by a heat pump

Fuente: <http://www.solar-district-heating.eu/>

Marstal District Heating



Fuente: <http://www.sunmark.com>

1.8. Análisis de costes

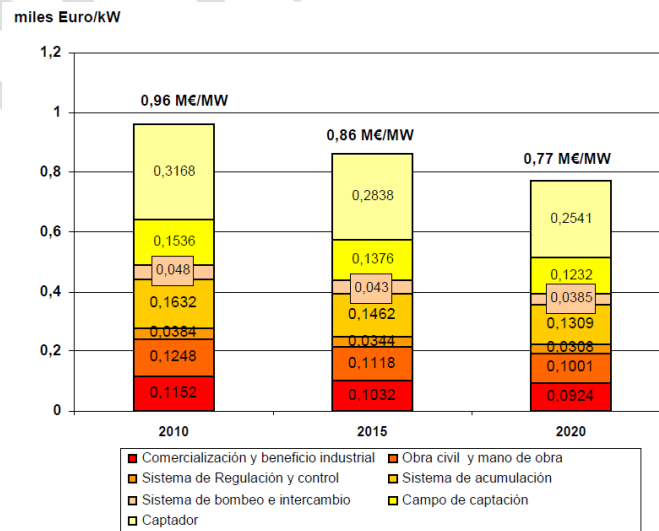
Coste del captador plano y de tubo de vacío.

Tomando como referencia una instalación de 10 kW, el coste de inversión media estimado varía entre 1.000 €/kW para las instalaciones con captador plano selectivo y 1.180 €/kW para las instalaciones con tubo de vacío.

Para instalaciones de 100 kW de potencia los costes de inversión se estiman entre 790 €/kW de media en las instalaciones con captador plano con recubrimiento, y los 965 €/kW de captador de tubo de vacío.

Debido a la economía de escala, el coste de inversión por kW instalado decrece con el tamaño de las instalaciones, para campos solares del orden de 1 MW, la inversión en captadores planos con recubrimiento podría disminuir hasta en un 40 % y en el caso de instalaciones de tubo de vacío, la reducción podría alcanzar el 24%.

Evolución esperada de las instalaciones (100 kW) con captadores de tubo de vacío



Fuente: Plan de Energías Renovables (PER) 2011 - 2020

El coste de operación y mantenimiento en este tipo de instalaciones para producción de calor, se estima entre 20 y 30 euros por kW al año según la potencia instalada

Coste de las máquinas de absorción.

En 2011, la Universidad de Perugia, junto con otros centros de investigación italianos, hizo un estudio⁵ comparativo sobre las propiedades y costes de distintas máquinas de absorción del mercado, los equipos analizados se encontraban entre los 4 y los 15 kW y todos presentaban como par refrigerante/absorbente el agua (H₂O)/bromuro de litio (LiBr).

Las principales conclusiones económicas fueron:

- El coste de la instalación de sistema completo de refrigeración solar (captadores solares, máquina de absorción, etc.) oscila entre los 5.000 y los 10.000 euros por kW de potencia de refrigeración instalado.
- Generalmente, los costes totales se pueden desglosar en las siguientes partidas: 1/3 la máquina de absorción, 1/3 los captadores y 1/3 el equipo auxiliar (tuberías, bobas, sistema de control).
- De media, el sobrecoste de los sistemas de absorción solar con respecto a equipos de climatización convencionales, con características similares, es de 25.000 €. El ahorro económico se produce por la energía eléctrica no consumida.

2. Entidades e iniciativas relevantes

2.1. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE, es una Entidad Pública Empresarial, adscrita al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través de la Secretaría de Estado de Energía, de quien depende orgánicamente.

La consecución de los objetivos que marcan las planificaciones referidas al ahorro y a la eficiencia energética; y a las energías renovables constituye el marco estratégico de su actividad.

Dentro de sus actividades más recientes destaca la creación del Plan nacional de Energías Renovables para el periodo 2011 – 2020.



Figura: Imagen del logo de IDAE

Plan de Energías Renovables (PER) 2011 – 2020

⁵ Solar Cooling with Small Size Chiller: State of the Art. University of Perugia (Italy)

El Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020 se encuentra ya en proceso de información pública y consultas.

El artículo 78 de la Ley 2/2011, de Economía Sostenible (BOE núm. 55 de 5 de marzo) establece los objetivos nacionales mínimos de energías renovables en 2020, estableciendo a su vez que el Gobierno aprobará planes de energías renovables que hagan posible el cumplimiento de los objetivos fijados y que permitan la posibilidad efectiva de desarrollo de las energías renovables en todas las Comunidades Autónomas.

Este introducirá un marco retributivo específico llamado ICAREN (Incentivos al Calor Renovable), basado en el pago de incentivos a la producción del calor generado mediante tecnología renovable.

En este documento también recoge los objetivos para las tecnologías de generación de calor/frío, las cuales incluyen la energía geotérmica (entre ellas la bomba de calor), la solar térmica y la biomasa (ya sea en estado sólido o en forma de biogás).

Desde el sector de la energía solar térmica se ha de apostar por la consolidación de la tecnología, con el consiguiente control normativo de la calidad y del rendimiento de las instalaciones realizadas en el marco del CTE (Código Técnico de la Edificación) y por un cambio del modelo de negocio, que lleve a la implantación de contadores de producción energética e incluso a la obligatoriedad de contratos de mantenimiento, lo que llevaría a una explotación más concentrada y eficiente de las instalaciones

2.2. Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT).

ASIT es foro de encuentro, de debate de ideas y de propuestas comunes encaminadas a la reivindicación de las legítimas aspiraciones de mejora de la situación actual del Sector de la Energía Solar Térmica en el conjunto del Estado Español.

Una iniciativa pretenda dar una interlocución unificada, con el objetivo de lograr una canalización óptima de los esfuerzos comunes que redunden en medidas efectivas de mejora de la actual situación y que asienten el futuro del sector.

El Acta de Constitución fue suscrita por un número representativo de empresas del sector: Abasol, Aesol, Chromagen, Disol, Gamesa-Solar, Isofoton, Solaria, Viessmann y Wagner Solar.

2.3. Comisión europea – 7PM & EIE

La Comisión Europea es la encargada del cumplimiento del Derecho de la Unión, ostenta el monopolio de la iniciativa legislativa, ejecuta el presupuesto y las políticas comunes, representa a la Unión en su conjunto y promueve y defiende el interés general europeo y el método comunitario.

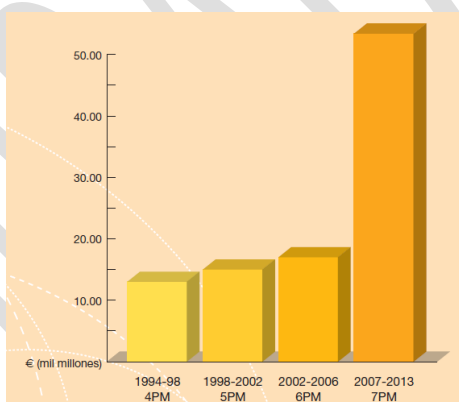
Entre los programas llevados a cabo para impulsar las tecnologías energéticas innovadoras más limpias y eficientes destacan el Séptimo programa marco y la Energía inteligente para Europa.

Séptimo programa marco.

El Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (7PM) es el principal instrumento de la Unión Europea en materia de financiación de la investigación en Europa. El 7PM, que abarca el período comprendido entre 2007 y 2013, es el sucesor natural del Sexto Programa Marco (6PM) y el resultado de años de consultas llevadas a cabo con la comunidad científica, centros de investigación e instituciones políticas, así como con otras partes interesadas.

Desde su lanzamiento en 1984, los programas marco han desempeñado un papel de liderazgo en las actividades de investigación multidisciplinar colectivas en Europa y fuera de sus fronteras. El 7PM continúa esa labor y es más amplio y más exhaustivo que los programas anteriores. El programa, que abarca el período 2007-2013, cuenta con un presupuesto de 53.2 millones de euros para sus siete años de duración, siendo esta la mayor asignación de fondos de estos programas.

Evolución de los presupuestos de los Programas marco de Investigación



Fuente: <http://ec.europa.eu/>

El Séptimo Programa Marco (7PM) incluye varios programas específicos:

- Cooperación – Fomentar la colaboración entre la industria y la universidad para conseguir un liderazgo en ámbitos clave de la tecnología.
- Ideas – Apoyar la investigación básica en las fronteras científicas (ejecutado por el Consejo Europeo de Investigación).
- Personas – Fomentar la movilidad y el desarrollo de carreras profesionales para investigadores, tanto dentro como fuera de Europa.
- Capacidades – Ayudar a desarrollar las capacidades que Europa necesita para convertirse en una próspera economía basada en el conocimiento.
- Investigación nuclear (programa Euratom) – Desarrollar las capacidades de fisión y fusión nucleares de Europa.

Dentro del programa de Cooperación la energía es un tema estratégico, desde dicho programa se impulsa el desarrollo de tecnologías energéticas limpias y eficientes, entre las que se encuentra la calefacción y refrigeración con energía solar. Aunque, obviamente, la electricidad y los combustibles para el transporte son ampliamente usados en nuestra sociedad, de las diferentes tipos de energía, la energía térmica (tanto para calefacción como para refrigeración) es la que mayor consumo mundial. Por tanto el obtener esta forma de energía a través de fuentes renovables es un tema prioritario. Los proyectos e iniciativas, relacionadas con la calefacción y refrigeración solar, que han sido apoyadas desde los diferentes programas marco se muestran a continuación:

- SunStore 4 (2009): “District heating” híbrido alimentado con energías solar (55%) y biomasa (45%), que cuenta con un sistema de almacenamiento térmico y generación de energía eléctrica con ciclo rankine.
- Alone (2007): Dispositivo de refrigeración solar de pequeña escala.
- Bionicol (2007): Desarrollo de captadores solares con absorbedores compuestos por estructuras biónicas.
- Medidas (2007): Sistema modular y económico de destilación de agua salada con energía solar.
- High Combi (2006): Uso de diferentes combinaciones de componentes y métodos innovadores en plantas de demostración para suministrar calor y frío a través de energía solar
- Mesor (2006): Gestión y explotación del conocimiento referente al recurso solar.
- SecESTTP: Apoyar el desarrollo de un “roadmap” tecnológico de energía solar térmica a nivel europeo.
- Solera (2006): Integración de pequeños sistemas de calefacción y refrigeración solar en edificios sostenibles.
- ROCOCO (2005): Reducción de costes en sistemas de refrigeración solar
- REHES (2005): Energías renovable para suministrar calor en viviendas con calefacción individual y colectiva
- NEGST (2003): Nueva generación de sistemas de energía solar térmica
- Miembro y coordinador la de la Plataforma tecnológica europea de calor y frío renovables

Energía Inteligente para Europa.

El Programa Energía Inteligente para Europa (EIE), financiado con 730 millones de euros para el período 2007-2013, tiene como objetivo reforzar los esfuerzos de la UE para cumplir sus objetivos para 2020 en materia de energía. Estos nuevos proyectos pretenden contribuir al mayor uso de fuentes de energías renovables así como a mejorar los niveles de eficiencia energética en toda Europa.

Las iniciativas que se presenten a esta convocatoria deben enmarcarse en alguna de las prioridades siguientes:

- Eficiencia energética: (Edificios, Industria. Productos)
- Fuentes de energías renovables: (Electricidad, Calefacción y refrigeración, Bioenergía)

- Energía y Transporte: (Vehículos limpios. Transporte energéticamente eficiente)
- Iniciativas Integradas: (Eficiencia energética y energías renovables en edificios. Capacitación y cualificación de mano de obra. Liderazgo energético local. Inversiones energéticas locales. Educación en materia de energía inteligente. Servicios energéticos.

A continuación se nombran algunos de los proyectos, dentro del programa Energía Inteligente para Europa, relacionados con la producción de calor y frío a partir de energías renovables:

- URBANSOLPLUS: El objetivo del proyecto es dar una mayor difusión de la energía solar térmica, reduciendo las barreras existentes en la incorporación de dicha tecnología en procesos de reforma de edificios multifamiliares situados en las zonas urbanas y/o áreas protegidas.
- RESCUE: Su objetivo es abordar los principales desafíos para impulsar el desarrollo y la aplicación de redes de refrigeración a nivel de distrito (“district cooling”) con el fin de aumentar su presencia en el mercado actual de la climatización.
- RESHOSPITALS: Con este proyecto se pretende aumentar el nivel de conocimiento sobre energías renovables en los hospitales, proponiendo, simultáneamente, medidas para mejorar su eficiencia energética. Se llevarán a cabo proyectos piloto en al menos 8 hospitales de la Unión Europea
- REBECCE: Su objetivo es promover la calefacción/refrigeración con energías renovables y nuevas soluciones de eficiencia energética en más de 50 construcciones
- SOLARGE: Su principal objetivo es promover el desarrollo de grandes instalaciones de energía solar térmica, superiores a 30 m² de superficie captador, para abastecer de agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración, a viviendas multifamiliares, hoteles, edificios públicos y oficinas.
- RES-H: Este proyecto servirá de soporte a los estados miembros de la Unión Europea para la preparación e implementación de las nuevas Directivas relacionadas con la calefacción y refrigeración originada con energías renovables.
- UP-RES: El proyecto busca integrar las energías renovables en los modelos de planificación urbana, por ello se desarrollarán varios programas de formación a cerca de 800 profesionales del sector urbanístico.
- ECOHEAT4CITIES: En esta iniciativa se busca impulsar el uso de las energías renovables y disminuir el consumo de energía primaria en entornos urbanos, mejorando la eficiencia de los sistemas de calefacción y refrigeración.

2.4. La Agencia Internacional de la Energía (IEA)

La Agencia Internacional de Energía es una organización internacional, creada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) tras la crisis del petróleo de 1973, que busca coordinar las políticas energéticas de sus Estados miembros, con la finalidad de asegurar energía confiable, adquirible y limpia a sus respectivos habitantes

Su objetivo inicial era coordinar las medidas que fueren necesarias para asegurar el abastecimiento de petróleo, particularmente en situaciones de emergencia, con el fin de sostener el crecimiento económico de sus miembros.

En la actualidad, tras los cambios experimentados en los mercados de la energía, la Agencia Internacional de la Energía se preocupa de los tres aspectos más relevantes de las políticas energéticas: seguridad energética, desarrollo económico y protección del medio ambiente.

Este organismo cuenta con varios programas e iniciativas cuyo objetivo es el desarrollo de las tecnologías de generación de frío y calor con fuentes renovables y su almacenamiento.

Acuerdo de implementación. Calefacción y refrigeración solar (SHC).

El objetivo de este programa es lograr la participación de los distintos socios implicados en proyectos conjuntos que impulsen el desarrollo de sistemas solares tanto para calefacción como para refrigeración.

Con este tipo de colaboración se logra: acelerar el ritmo de desarrollo de la tecnología, promover la estandarización, aumentar el número de programas de I+D nacionales y ahorrar dinero y tiempo

A continuación se muestran las diversas tareas o actividades en las que está actualmente trabajando la Agencia Internacional de la Energía dentro del programa de Calefacción y refrigeración solar:

- Tarea 36. Gestión del conocimiento – Recurso Solar
- Tarea 38. Aire acondicionado y refrigeración solar
- Tarea 39. Materiales poliméricos para aplicaciones solares térmicas
- Tarea 40. Hacia edificios solares autosuficientes
- Tarea 41. Energía solar y arquitectura.
- Tarea 42. Almacenamiento compacto de energía térmica
- Tarea 43. Procedimientos de certificación para sistemas solares
- Tarea 44. Energía solar y bombas de calos
- Tarea 45. Grandes sistemas. Grandes sistemas de calefacción y refrigeración, almacenamiento estacional y bombas de calos
- Tarea 46. Evaluación del recurso solar y previsión
- Tarea 47. Renovación solar en edificios no residenciales
- Tarea 48. Garantía de calidad y medidas de apoyo para la refrigeración solar

SHC MEMBER COUNTRIES			
Australia	European Commission	Mexico	Singapore
Austria	Finland	New Zealand	South Africa
Belgium	France	Netherlands	Spain
Canada	Germany	Norway	Sweden
Denmark	Italy	Portugal	Switzerland
			United States

Fuente: <http://www.iea-shc.org/>

Acuerdo de implementación. Conservación de la energía a través del almacenamiento energético (ECES).

Este acuerdo proporciona una plataforma de cooperación internacional en el campo de la investigación en sistemas de almacenamiento de energía, para mejorar la eficiencia y

gestionabilidad de las diversas fuentes de energías renovables. Esta plataforma impulsa aspectos como el almacenamiento de energía térmica para refrigeración o la utilización de sistemas móviles de almacenamiento de energía residual.

Los miembros activos de esta iniciativa son: Bélgica, Canadá, Finlandia, Alemania, Japón, Noruega, Suecia, Reino Unido, Estados Unidos y Turquía

Las actividades, o “anexos” según la denominación de la Agencia Internacional de la Energía, en los que está actualmente trabajando la organización son:

- Anexo 18. Transporte de energía térmica utilizando tecnologías de almacenamiento térmico.
- Anexo 19. Optimización de procesos industriales de generación de calor y electricidad con sistemas de almacenamiento térmico
- Anexo 20. Refrigeración sostenible con sistemas de almacenamiento térmico
- Anexo 21. Test de respuesta térmica de almacenamiento de energía térmica bajo tierra.
- Anexo 22. Sistemas de almacenamiento térmico en casas ecológicas
- Anexo 23. Aplicación de almacenamiento energético en edificaciones de ultra-bajo consumo
- Anexo 24. Desarrollo y mejora de materiales para sistemas de almacenamiento térmico

2.5. Plataforma Tecnológica Europea para el Calor y Frío Renovables (RHC-ETP)

RHC-ETP se creó en 2005 y está integrada por la Asociación Europea de la Biomasa (AEBIOM), la Agencia de Centros Europeos de Investigación en Energías Renovables (EUREC), la Asociación Europea de Geotermia (EGEC) y la Federación Europea de la Industria Solar Térmica.

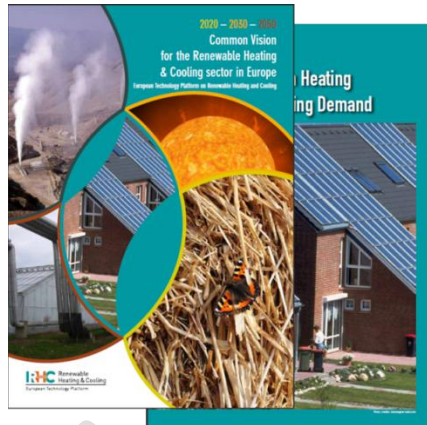
Casi el 50% de la energía consumida en Europa es para usos térmicos: calor o frío en instalaciones industriales o domésticas. La mayor parte de esta energía se produce a partir de combustibles fósiles, como gasóleo, gas fósil y carbón, que generan un gran impacto en el medio ambiente y unas elevadas emisiones de gases de efecto invernadero. El Plan de Estrategia Tecnológica (SET) propuesto por la Comisión Europea para acelerar el cambio de energías fósiles a renovables reconoce el papel esencial de las fuentes de energía renovable para uso térmico.

La Plataforma reúne a todos los agentes que participan en la generación de energía con biomasa, geotermia y solar térmica, con el objetivo de definir una estrategia común para incrementar el uso de las tecnologías renovables de calor y frío.

Los principales objetivos de la RCH-ETP son:

- 1- Definir la visión global a corto, medio y largo plazo del desarrollo de los sistemas de generación de calor y frío con fuentes renovables a nivel europeo. Se ha generado un documento que plasma la penetración esperada en el mercado europeo y la evolución prevista hasta el año 2020.

- 2- Establecer una agenda de investigación compartida, que identifique las líneas de I+D más prometedoras y las prioridades estratégicas para mantener el liderazgo europeo tanto científico como industrial en sistemas de calefacción y refrigeración con renovables.
- 3- Implementar un “roadmap” para el desarrollo, a gran escala, de los sistemas de calefacción y refrigeración con renovables, incluyendo las acciones para armonizar la formación europea en este campo.



Fuente: <http://rhc-platform.org/>

La RCH-ETC debe servir como catalizador de posibles acuerdos de colaboración público-privados e interfaz entre la Unión Europea y los estados miembros para el desarrollo coherente de una política de investigación común.

2.6. Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES)

Link: <http://www.ises.org>

Sociedad fue fundada en 1954. Su sede se encuentra en la ciudad de Friburgo de Brisgovia. En la actualidad, tiene aproximadamente 5.000 miembros en más de 100 países.

ISES es la organización más grande a nivel mundial, sin ánimo de lucro que promueve el uso e implementación de energías renovables. Los intereses de ISES incluyen todos los aspectos técnicos de las fuentes de energía renovable, así como también los aspectos socioeconómicos y políticos.

En sus proyectos, esta sociedad busca la implementación de tecnología renovable en zonas rurales, o en desarrollo, de forma sostenible.

2.7. Federación Europea de la Industria Solar Térmica (ESTIF)

La Federación está constituida por más de 100 miembros, pertenecientes a diversos sectores de la energía solar térmica (fabricantes, suministradores, asociaciones, etc). Los objetivos de esta Federación son los siguientes:

- Colaborar y asesorar en políticas y programas de apoyo a la calefacción y refrigeración con energías renovables a nivel europeo.
- Promover el calor y frío solar en Europa, con el objetivo de obtener 1m² de superficie de captadores por cada ciudadano europeo
- Abolir las barreras comerciales que impiden la expansión de la tecnología solar térmica.
- Mejorar las iniciativas europeas encaminadas a incorporar la tecnología solar en el entorno de la edificación
- Desarrollar y apoyar los instrumentos necesarios que aumentan la confianza del consumidor y la calidad de los equipos solares

ESTIF, junto con la Agencia Europea de Centros de Investigación de Energías Renovables (EUREC), crearon en 2006 la Plataforma Europea de la Tecnología Solar Térmica con el objetivo de analizar los pasos necesarios en cuanto a investigación, tiempo y recursos, que ayuden a la industria solar térmica a alcanzar y consolidar su desarrollo tecnológico de una manera más rápida y precisa. Posteriormente esta plataforma paso a ser parte de la RHC-ETP.

3. Potencial

La Unión Europea ha adquirido el compromiso de aumentar la cuota global de energía procedente de fuentes renovables hasta un 20% en 2020 según se indica en la Directiva 2009/28/CE. Dado que la demanda de calor representa en torno al 49% de la demanda total de energía, el sector solar térmico representará una gran contribución al cumplimiento de este objetivo.

3.1. Mercado Europeo

El mercado solar térmico creció significativamente durante 2008, con un aumento de 4,75 millones de m² de área de captadores instalados (planos y tubos de vacío), lo que significó un 60% de incremento respecto de 2007. Posteriormente el mercado disminuyó un 10 % en 2009 debido a la crisis económica y la recesión en el mercado de la construcción, entre otros factores.

Tomando como referencia el estudio “Potencial de la energía solar térmica en Europa⁶”, cuyo objetivo es proporcionar a la Unión Europea y sus estados miembros información corroborada sobre la contribución de la energía solar térmica al objetivo del 20% de energías renovables y sobre su potencial a largo plazo. La energía solar térmica podría suministrar 133 Mtoe (1552 TWh) en el año 2050, según el escenario más optimista planteado (escenario RDP). En dicho estudio se han planteado tres escenarios:

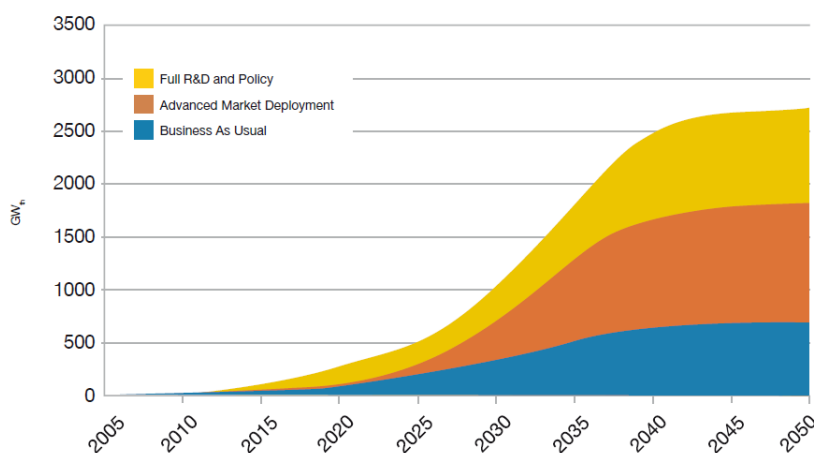
- El “escenario de continuidad” (Business as Usual – BAU).
- El “escenario de desarrollo avanzado del mercado” (Advanced Market Deployment – AMD), que incluye mecanismos de apoyo financiero y político como subvenciones y

⁶ ESTIF 2009

obligaciones, medidas moderadas de eficiencia energética y una mejora de las actividades de investigación.

- El “escenario de máximo desarrollo de I+D y medidas políticas” (Full R&D and Policy - RDP), que incluye mecanismos importantes de apoyo financiero y político, medidas de eficacia energética y actividades de investigación.

Desarrollo de la capacidad solar térmica de los países de la UE



Fuente: *Potencial de la Energía Solar Térmica en Europa. ESTIF (2009)*

El estudio se ha centrado en los siguientes segmentos:

- Calefacción en edificios residenciales
- Preparación de agua caliente en el sector residencial
- Calefacción en el sector de servicios
- Calor industrial de baja temperatura (hasta 250°C)
- Aire acondicionado y refrigeración en los sectores residencial y de servicios

Suponiendo una reducción del 9% en la demanda de energía total final para el año 2020 (respecto al año 2006), debido a medidas de eficiencia energética, la contribución de la energía solar térmica al objetivo del 20% de energías renovables en la UE sería del 3,6% en el escenario RDP y del 2,4% en el escenario AMD, que es menos ambicioso.

Para alcanzar los objetivos del escenario RDP es necesaria una tasa de crecimiento anual en promedio del mercado solar térmico europeo del 26% hasta el 2020. Se necesita una tasa de crecimiento promedio anual del 15% para alcanzar los objetivos del escenario AMD y una tasa de crecimiento del 7% para el escenario BAU. La superficie total resultante de los captadores para el año 2020 sería de entre 97 millones m² (BAU) y 388 millones m² (RDP).

Si la energía solar térmica ha de contribuir de forma significativa a satisfacer la demanda de calefacción y refrigeración a largo plazo en los países UE-27, entonces el objetivo primordial en Europa central y del norte deben ser los sistemas de calefacción y en el área mediterránea los sistemas de calefacción de habitaciones, agua caliente y aire acondicionado.

Si el esfuerzo sólo se concentra en los sistemas solares térmicos para la preparación de agua caliente doméstica, la contribución de la energía solar térmica para satisfacer la demanda

energética final a largo plazo será limitada, dado que para el 2030 se habrá alcanzado el potencial pleno de estas aplicaciones y el mercado se verá reducido simplemente a la sustitución de sistemas anticuados.

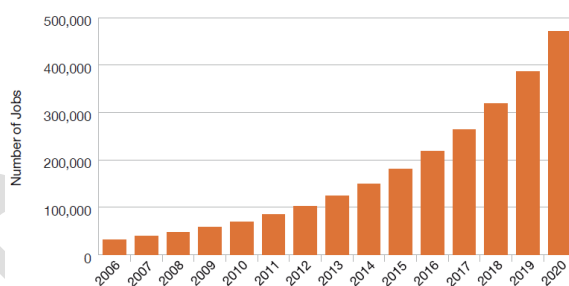
Otro segmento importante con considerable potencial es el calor industrial para procesos a bajas temperaturas.

Impacto Económico.

De acuerdo con el escenario RDP, el efecto sobre el empleo sería considerable. En total, el sector de la energía solar térmica contaría con 470.000 empleos a tiempo completo para el 2020. Esta cifra sólo se aplica al mercado interior de la Unión Europea.

Sería necesaria una inversión del orden de 214.000 millones de euros en el sector solar térmico para alcanzar los objetivos para el 2020 con el escenario RDP. Esto incluye la producción, ingeniería, comercialización e instalación de los sistemas térmicos solares del 2006 al 2020.

Empleos creados en el sector de la energía solar térmica (escenario de máximo desarrollo)

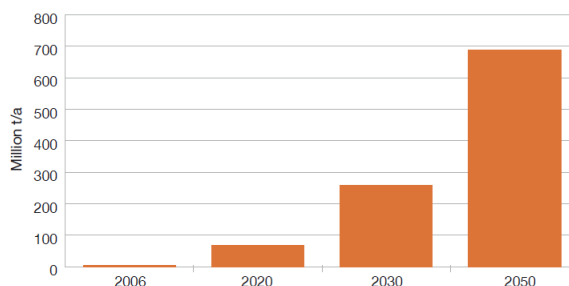


Fuente: Potencial de la Energía Solar Térmica en Europa. ESTIF. 2009

Impacto en las emisiones de CO₂.

La producción solar en el escenario RDP es de 155 TWh en el 2020. Esto equivale a 22.000 millones de toneladas de petróleo. Teniendo en cuenta esta equivalencia en petróleo, la contribución anual a la reducción del CO₂ proporcionada por los sistemas térmicos solares es de 69 millones de toneladas.

Toneladas de CO₂ evitadas en el sector de la energía solar térmica (escenario de máximo desarrollo)



Fuente: Potencial de la Energía Solar Térmica en Europa. ESTIF (2009)

3.2. Mercado Español

Situación actual en España

España es uno de los países líderes en el sector de la energía solar térmica dentro del mercado europeo, gracias al crecimiento experimentado en 2008 y 2009,

Se instalaron 465.000 m² y 402.000 m² en 2008 y 2009, respectivamente. Se estima que la superficie instalada en 2010 fue de 348.000 m² alcanzándose una capacidad total acumulada en operación de 2,367 millones de m², es decir 1.657 MWt. El descenso de actividad desde 2007 sufrido por el sector de la nueva edificación y la crisis económica ha provocado una caída de en torno al 25 % en la instalación de nueva capacidad en 2009 respecto a 2008.

El mayor desarrollo de la energía solar térmica está actualmente asociado al sector de la edificación, derivada de las exigencias de la sección HE4 del Código Técnico de la Edificación (CTE), en el que se establece la obligación de instalar sistemas solares térmicos para cubrir entre el 30 y el 70% de la demanda de agua caliente en nuevos edificios y rehabilitaciones.

En España la aplicación más extendida es la producción de Agua Caliente Sanitaria con un 98 % del total, y el captador más utilizado es el captador plano con recubrimiento con un porcentaje del 90 % sobre el total. Existen más de 40 empresas que manufacturan equipos solares térmicos, mientras que la venta y distribución de equipos está soportada por más de 100 empresas, que dan empleo directo a más de 6.000 personas según la Asociación de la Industria Solar Térmica (ASIT).

Potencial de crecimiento en España

El recurso solar es abundante en España, que dispone de condiciones climáticas muy adecuadas para la energía solar térmica, por lo que la disponibilidad del recurso solar no supone un elemento limitante del potencial solar español.

Potencial total derivado de la aplicación del código técnico de la edificación. Para calcular el potencial total que se deriva de la aplicación del CTE, se debe realizar una previsión del crecimiento del parque inmobiliario hasta 2020 puesto que sobre esos edificios nuevos se ejecutará obligatoriamente una instalación solar térmica, con unos porcentajes de contribución preestablecidos por el CTE.

Teniendo en cuenta las limitaciones que provienen de las exenciones al CTE y de los incumplimientos que puedan aparecer, tenemos que la evolución estimada para la energía solar térmica derivada de la aplicación del CTE hasta 2020, principalmente en el sector residencial, será de 3,4 millones de m².

Potencial total derivado de las aplicaciones industriales. Para calcular el potencial total para aplicaciones de la energía solar térmica en la industria se han estimado las demandas energéticas futuras de 32 sectores industriales.

Según el estudio realizado, el potencial técnico-económico total en términos de potencia instalada correspondiente es de 68,2 GW (97,4 millones de m²). De este potencial total 14,7 GW son para aplicaciones a baja temperatura, 36,8 GW para aplicaciones a media temperatura

y 16,6 GW adicionales para aplicaciones a media temperatura incluyendo frío solar. Por otro lado, el potencial real de implementación según el grado de implementación previsto en un escenario favorable, donde se consideran políticas de medidas e incentivos suficientes, es de 10,1 GW, (14,4 millones de m²).

Potencial total derivado de los sistemas de climatización solar. Los sistemas de climatización solar en España para el sector terciario y residencial, basados en máquina de absorción de simple efecto tienen un extenso potencial, asociado a la demanda conjunta anual de calor (calefacción y agua caliente sanitaria) y frío (refrigeración).

En el estudio realizado se estima que hay un potencial de 14,9 millones de m² para las tecnologías analizadas de climatización solar, pero para aprovechar este enorme potencial (existente en los sectores residencial y terciario) es necesario avanzar en el desarrollo tecnológico y en la mejora de la rentabilidad de estas instalaciones.

Este tipo de aplicaciones precisan por tanto de fuertes medidas en todos los niveles (normativo, económico, tecnológico, etc) que faciliten su penetración en el mercado. Debido principalmente a su gran potencial y el buen solapamiento entre la generación y la demanda, hace que sus expectativas sean muy favorables en el periodo de este Plan.

Los objetivos planteados en el PER 2011-2020 para la energía solar térmica se muestran en la siguiente tabla:

Objetivos del PER 2011 -2020 en el sector de la calefacción/refrigeración

ktep	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energía geotérmica (excluyendo el calor geotérmico de temperatura baja en aplicaciones de bomba de calor)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	5,2	6,4	7,1	7,9	8,6	9,5
Energía solar térmica	61	183	190	198	229	266	308	356	413	479	555	644
Biomasa	3.468	3.729	3.779	3.810	3.851	3.884	4.060	4.255	4.377	4.485	4.542	4.653
Sólida (incluye residuos)	3.441	3.695	3.740	3.765	3.800	3.827	3.997	4.185	4.300	4.400	4.450	4.553
Biogás	27	34	39	45	51	57	63	70	77	85	92	100
Energía renovable a partir de bombas de calor	7,6	17,4	19,7	22,2	24,9	28,1	30,8	33,6	37,2	41,2	45,8	50,8
De la cual aerotérmica	4,1	5,4	5,7	6,1	6,4	6,9	7,4	7,9	8,4	9,0	9,7	10,3
De la cual geotérmica	3,5	12,0	14,0	16,1	18,5	21,2	23,4	25,7	28,8	32,2	36,1	40,5
Totales	3.541	3.933	3.992	4.034	4.109	4.181	4.404	4.651	4.834	5.013	5.152	5.357

Fuente: Plan de Energías Renovables (PER) 2011 -2020

4. Barreras

Se han detectado 3 tipos de barreras que dificultan el desarrollo de la energía solar térmica, muchas de las cuales son comunes a otras tecnologías renovables.

Barreras técnicas

- A nivel general, la gente desconoce muchas de las aplicaciones solares como la climatización, la refrigeración o la desalación, entre otras. Además, no se tiene mucha información sobre el potencial ahorro económico a lo largo de la vida útil de la instalación frente a otros sistemas convencionales
- Existe una falta de formación específica, tanto teórica como práctica, en muchos de los principales agentes de los sectores de la construcción y urbanismo (promotores, constructores, organismos de control, diseñadores, arquitectos, etc). Asimismo existe un gran desconocimiento en cuanto a las líneas de ayuda económicas existentes.
- Se están desarrollando captadores innovadores, cuyos beneficios no han sido probados a escala comercial y podrían permitir reducciones de costes importantes en aplicaciones tales como la climatización o los procesos industriales (sistemas solares de concentración); pero existe cierto recelo a introducir equipos innovadores, a escala comercial, no probados en otros mercados
- En lo referente a frío solar, es necesario avanzar en máquinas de absorción de pequeña potencia y adaptadas a las especiales características de la energía solar (rango de temperatura y fluctuación de la misma). Por otro lado, dichos equipos aún tienen margen de mejora en sus prestaciones, como optimizar los ciclos de frío, aumentar los coeficientes de rendimiento o disminuir su niveles de ruido
- Actualmente existe un desacoplamiento entre los fabricantes de sistemas de absorción, las instalaciones y los suministradores de captadores o de equipos convencionales de refrigeración, que han provocado hasta ahora desajustes entre las características de funcionamiento de los sistemas de absorción y el resto de la instalación hidráulica, incluidos los captadores. Se debe hacer un esfuerzo para lograr la integración de todos los equipos que componen el sistema evitando el actual desacoplamiento
- Escasa experiencia (ninguna a nivel español) en sistemas de climatización centralizada que incorporen instalaciones solares térmicas, a pesar del gran potencial existente. Sólo en el norte de Europa existen instalaciones de este tipo.
- Ausencia de medios en España para realizar una correcta caracterización de captadores solares con seguimiento y concentración, lo que impide, por tanto, desarrollar una sistema de homologación nacional.

Barreras normativas

- A nivel español, en el Código Técnico de Edificación (CTE) aparecen excepciones que permiten evitar la obligatoriedad de incorporar energía solar térmica a los edificios de nueva construcción y a las rehabilitaciones de edificios. En algunos casos se realizan

instalaciones indebidas de otros sistemas similares para intentar acogerse a dichas exenciones.

- Existen complejos trámites administrativos para la legalización de las instalaciones renovables de pequeña potencia en entornos urbanos (p.e. punto de conexión, venta de energía), normalmente estos trámites están vinculados a instalaciones de mayor escala, con profesionales especializados en dichos aspectos legales
- En muchos casos, aparecen dificultades a la hora de implementar y definir los sistemas que incorporan instalaciones solares en las herramientas existentes para obtener la calificación energética de los edificios, de manera que quede reflejado de forma coherente el impacto que estas producen sobre la calificación final del edificio
- Dentro del territorio nacional, no existe una fuente única de referencia contrastada y en suficiente detalle que proporcione datos del recurso solar disponible segregado en sus dos componentes, directa y difusa.

Barreras económicas

- Las instalaciones de generación de calor y frío renovable tienen unos costes iniciales superiores a los sistemas convencionales, por lo que en algunos es necesario la aplicación de incentivos en forma de subvenciones
- Escasa penetración de Empresas de Servicios Energéticos (ESE). El potencial usuario tiene que afrontar largos periodos de amortización, asumiendo las incertidumbres sobre la rentabilidad del proyecto, sin ser necesariamente un especialista en instalaciones de producción de energía.

5. Otras aplicaciones. Desalinización solar

La desalación de agua de mar es uno de los campos más prometedores dentro de las aplicaciones de la energía solar térmica debido a la habitual coincidencia, en muchos lugares del planeta, de una escasez de agua potable, la disponibilidad del recurso marino y unos notables niveles de radiación solar.

Se pueden diferenciar tres tecnologías de desalinización solar: plantas de desalinización descentralizada a pequeña escala alimentadas por colectores térmicos de concentración solar, estaciones de energía solar de concentración que producen electricidad para la desalinización por osmosis inversa, y plantas de cogeneración (electricidad y calor) para los sistemas de desalinización térmica multi-efecto. La desalinización por evaporación multi-etapa, aunque actualmente provee la mayor parte del agua desalada en la región MENA, no se espera que sea una opción relevante en el futuro debido a su alto consumo energético.

La Plataforma Solar de Almería, actualmente se encuentra trabajando activamente en el desarrollo y mejora de la tecnología de destilación multi-efecto, incorporando una fuente de suministro energético solar térmica con el objetivo principal de acercar dicha tecnología a los umbrales de rentabilidad de los procesos convencionales, y al mismo tiempo reducir su impacto en el medio ambiente.

Planta de desalinización – Plataforma Solar de Almería



Fuente: <http://www.psa.es/>

Tanto los sistemas multi-efecto como los de osmosis inversa podrían alcanzar, a medio plazo, un funcionamiento base con un consumo de combustible de menos del 5% del utilizado por plantas de tipo convencional, y con un coste del agua bastante inferior a los 0.3 €/m³. Este tipo de plantas ya ha demostrado su competitividad en algunos nichos de mercado, como por ejemplo la generación de electricidad y agua para grandes consumidores como complejos hoteleros o industrias.

6. Proyectos

6.1. PSE – ARFRISOL

Link: <http://www.arfrisol.es/>

El PSE-ARFRISOL es el Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar donde se pretende demostrar que la arquitectura bioclimática, basada en el diseño arquitectónico y constructivo y la energía solar de baja temperatura son los elementos básicos adecuados para conseguir que la edificación del futuro sea energéticamente eficiente.

El proyecto comenzó en 2005 y cuenta con cinco contenedores demostradores de investigación (C-DdI), de nueva construcción y a rehabilitar, capaces de ahorrar de un 80 a un 90% de la energía convencional, que serán optimizados en diseño y evaluados en condiciones reales de uso.

Los objetivos concretos del proyecto son:

- Conseguir ahorrar energía y hacer un uso racional de la que se utilice en cinco climas diferentes.

- Definir modelos de integración y control de estrategias de energía solar (pasiva y activa) para calefacción y refrigeración, con parámetros que incluyan aspectos tales como: zonas climáticas, tipologías, sistemas, etc.
- Demostrar a los distintos colectivos implicados (arquitectos, ingenieros, promotores) y a la sociedad en general, que este tipo de edificaciones funcionan; así como su uso en inmuebles residenciales y no residenciales (oficinas).
- Formar a los profesionales del sector de la edificación, desarrollando el material formativo oportuno y con la transferencia tecnológica necesaria, a partir de la obtención de datos y experiencias reales que servirán de base para elaborar el material educativo.
- Optimizar los elementos que se utilizan (diseños arquitectónicos, métodos de análisis, captadores solares, paneles fotovoltaicos, máquinas de absorción, etc.), mejorando los que existen o desarrollando otros nuevos para poner equipos comerciales en el mercado considerando los aspectos energéticos, económicos y tecnológicos, entre otros.

Los emplazamientos elegidos han sido:

- Centro de Investigaciones de la Energía Solar (CIESOL), Universidad de Almería (UAL)
- Plataforma Solar de Almería (PSA), Tabernas (Almería)
- Centro de Desarrollo de Energías Renovables (CEDER), Lubia (Soria)
- Edificio 70 del CIEMAT, (Madrid).
- Fundación Barredo en Siero, (Asturias).

El presupuesto total del proyecto es de 37 a 48 millones de euros, financiado en parte por el Ministerio de Educación y Ciencia y otras entidades públicas.

Entidades participantes en el PSE - ARFRISOL



www.arfrisol.es

Fuente: www.arfrisol.es

6.2. Planta de frío solar - SRB Energy

Link: <http://www.srbenergy.com>

SRB Energy y la empresa fabricante de cosméticos RNB firmaron un acuerdo para acometer el proyecto de una planta termosolar de media temperatura para la producción de agua fría de proceso mediante una máquina de absorción.

La planta cuenta con un total de 130 captadores con una superficie de apertura solar de 660 m². Los captadores irán combinados con un concentrador con un factor de 2,68:1. Las temperaturas de operación de la planta solar oscilarán entre los 120°C y los 133°C, y generarán una energía anual total de 590 MWh térmicos.

Con estas temperaturas de operación es posible alimentar una planta enfriadora por ciclo de absorción de la marca Thermax, de 162 kW de potencia frigorífica, que producirá agua sobre-enfriada durante los 12 meses del año, la empresa proveedora de la máquina ha sido Absorsistem. Esta máquina generará anualmente 413 MWh de frío, entregando el fluido a 7°C o menos según las condiciones de funcionamiento.

Los captadores de ultra alto vacío (UHV) empleados en la planta son tecnología propia de la empresa valenciana, estos sistemas utilizan bombas Getter para mantener el vacío hasta 10⁻⁹ Torr. Según los datos del fabricante, estos equipos pueden alcanzar temperaturas de trabajo próximas a 300 °C, sin necesidad de seguidores

La planta también contará con un depósito de acumulación de 10 m³ presurizado hasta 4 bares, que cumple una doble función; por una parte la de servir de pulmón entre la generación solar y la demanda de frío de los distintos procesos de RNB, y por otra parte almacenar el exceso de calor para su consumo fuera de las horas solares, aprovechando de esta forma al máximo la energía solar.

Captadores UHV – SRB Energy



Fuente: <http://www.srbenergy.com/>

6.3. Proyecto Medicool

Iniciativa enmarcada en el programa LIFE+ de la Unión Europea, con la que se pretende ejecutar una de las mayores instalaciones mundiales de frío solar con tubos de vacío, la planta se construirá en Murcia, en los locales de la Hermandad Farmacéutica del Sureste (Hefame).

El objetivo de este proyecto es la puesta en marcha de un sistema de frío solar en el almacén de productos farmacéuticos que sirva para demostrar y difundir este novedoso sistema de climatización.

Durante el proyecto se construirá una instalación con una potencia de 2,2 MW para calor y 1,53 MW para frío, y una superficie colectora de 3.600 m², lo que la convierte en una de las mayores del mundo. Según los cálculos realizados, con la producción de calor y frío, la instalación permitirá ahorrar cerca de 2.000 MWh/año

El proyecto comenzará durante el verano de 2011 y se prolongará hasta el verano de 2014. El presupuesto del proyecto es de 6.700.000 €, de los que la financiación de la Unión Europea alcanza 1.600.000 € y el resto serán aportados por Hefame. Los socios de este proyecto son, además de la Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia (ARGEM) que lidera el proyecto, la Hermandad Farmacéutica y EuroVértice Consultores.

ARGEM tiene experiencia en el campo del frío solar empleando distinta tecnologías, entre ellas, las máquinas de absorción de Rotártica y Climatewell

Ubicación proyecto Medicoool - Murcia



Fuente: Argem

6.4. Planta de frío solar - Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla.

El objetivo del proyecto es crear un sistema eficiente de generación de frío a partir de una fuente renovable en edificios ya existentes, cuyo diseño inicial no fue planteado para albergar instalaciones de este tipo.

El proyecto fue iniciado en 2009 y se divide en dos fases, a finales de octubre de 2010 se inició la segunda fase del proyecto que consiste en la inclusión de un sistema de acumulación de energía térmica por cambio de fase que permitirá: mejorar la gestión del sistema, disminuir los tiempos de arranque de la instalación y aumentar el número de horas de funcionamiento cuando no exista radiación solar

Como sistema de captación solar se seleccionó la tecnología fresnel, descartando la opción de los captadores cilindro-parabólicos. La tecnología fresnel consiste en unas filas de espejos planos que reflejan la radiación solar a un tubo absorbedor. Las ventajas de este sistema son: su modularidad (se adapta a la fisonomía del edificio), su facilidad de mantenimiento y el ratio rendimiento/coste. A partir de la radiación solar, se calienta un tubo por el que circula agua en

un circuito cerrado que puede llegar a alcanzar los 180°C. La instalación ocupa una superficie de 512 m² y cuenta con una potencia pico de 180 kW

El modelo de máquina de refrigeración empleado en el proyecto es un sistema de absorción de doble efecto con un ciclo LiBr/agua, cuya potencia de refrigeración es de 174 kW (calefacción 135 kW) con un COP teórico en la producción de frío de 1,34

El nuevo sistema de acumulación que se está instalando, basado en un elemento de cambio de fase (hidroquinona) sirve de "colchón energético" para dos o tres días.

Además, se ha desarrollado un software específico al que han denominado SICAR, con el que han podido determinar el tamaño de los elementos del sistema que había que colocar en la azotea de la escuela en función de las características del edificio (radiación, superficie, clima, etc).

La instalación genera, de media, la décima parte de la refrigeración que necesita la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla en verano, y en ciertos momentos puntuales, hasta un tercio del total. El presupuesto del proyecto es próximo a 600.000€, y ha recibido incentivo de la CTA y la agencia IDEA (Junta de Andalucía)

6.5. Proyecto Frío Solar - Teican

Fuente: <http://www.teican.com>

Frío Solar es una iniciativa de I+D que busca la creación de un equipo que produzca frío aprovechando la energía solar térmica, un sistema que podrá ser utilizado en zonas cálidas para sistemas de aire acondicionado en edificios de viviendas, oficinas o centros comerciales.

El Ministerio de Ciencia e Innovación, a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), ha aprobado participar en el proyecto Frío Solar, que lleva a cabo la empresa cántabra Teican en colaboración con la empresa canadiense Thermalfros. Este proyecto se enmarca en la convocatoria CANADEKA, en la que empresas de España y Canadá colaboran en proyectos de I+D+i.

La empresa TEICAN está desarrollando una línea de I+D+i en el campo de la climatización mediante fuentes renovables. Desde 2008, TEICAN lidera un proyecto junto con las empresas cántabras SONKYO e INELECMA, cuya finalidad es desarrollar un equipo de climatización (frío-calor) aprovechando, entre otras tecnologías, la biomasa y la energía solar térmica. El citado proyecto se enmarca dentro de la convocatoria de ayudas realizada por el grupo SODERCAN para fomentar la cooperación industrial en I+D+i. TEICAN también forma parte del consorcio europeo que presentó el proyecto SOLARIS a la Comisión Europea en la convocatoria de apoyo a PYMES dentro del 7º PM, cuyo objetivo es el desarrollo de una bomba de calor alimentada con energía solar.

6.6. Proyecto INVISIO

El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) del CSIC y la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) participan, desde el año 2007, en el Proyecto Singular y

Estratégico INVISO: Industrialización de Viviendas Sostenibles, financiado por el Ministerio español de Ciencia y Tecnología.

El carácter Singular del proyecto se encuentra en sus objetivos y en la variedad de los socios participantes, desde el arquitecto proyectista hasta los constructores, pasando por los fabricantes de materiales, diversos suministradores y llegando al factor más importante en la cadena de valor que es el usuario final de la vivienda.

INVISO tiene como objetivos específicos los siguientes:

- Desarrollo de nuevos procesos constructivos y optimización de los existentes mediante la automatización de éstos, con las consiguientes mejoras en precisión de ejecución, niveles de productividad, especialización de mano de obra, etc. promoviendo la industrialización del proceso global.
- Definición y desarrollo de nuevas soluciones técnicas sostenibles que puedan ser incorporadas en las viviendas mejorando su eficiencia de uso, abaratando su mantenimiento, reduciendo el impacto ambiental, etc.
- Definición de unos diseños tipológicos basados en criterios de alta industrialización y sostenibilidad, maximizando la flexibilidad y el confort y presentando a su vez dimensiones basadas en un claro convenio modular que permita altos niveles de estandarización en cuanto a los elementos constructivos que incorporen.
- Desarrollo de una herramienta informática que incorpore todas las cuestiones anteriormente expuestas y permita desde el principio del proceso global constructivo, a partir de los diseños tipológicos definidos en el proyecto e incluyendo las soluciones técnicas óptimas presentar una propuesta sostenible e industrializada para cualquier proyecto constructivo de viviendas.

Entre sus objetivos más específicos destaca la construcción y experimentación de un prototipo de máquina de absorción de simple-doble efecto (de 4,5 kW de potencia trabajando como simple efecto y 7kW trabajando como doble efecto) de LiBr-H₂O, en el Laboratorio de Bombas de Calor del Instituto Eduardo Torroja (CSIC) situado en Arganda del Rey.

Prototipo máquina de absorción simple-doble efecto - CSIC



Fuente: <http://proyectoedea.com/>

6.7. Proyecto Pavener

El proyecto Pavener consiste en desarrollar un sistema que permita recoger la energía solar acumulada en los pavimentos mediante la circulación de un fluido a través de tuberías instaladas bajo la superficie. Este método funciona de manera similar a un captador solar y se puede aplicar debajo de cualquier superficie pavimentada expuesta a la radiación solar, tales como carreteras, aceras, aparcamientos, pistas de aterrizaje, etc.

La incorporación en este proyecto de conceptos como el almacenamiento de calor y bombas de calor permite que la energía solar acumulada pueda ser utilizada en aplicaciones de baja temperatura, tales como el aire acondicionado de edificios, centros deportivos y de ocio, piscinas y agua caliente. Otra aplicación potencial del sistema es su uso para mantener la temperatura del asfalto en invierno por encima de los niveles de congelación, lo que impide la formación de hielo en las carreteras. Por otro lado, en verano se lograría la reducción del efecto isla de calor urbano en las ciudades.

Las superficies asfaltadas pueden alcanzar hasta 70 grados de temperatura en los días de sol y, dada la gran cantidad de superficie pavimentada disponible, hay un gran potencial para la recuperación de esta energía.

Este proyecto está liderado por el Grupo Campezo con sede en Guipúzcoa y participa Tecnalia.

Por otro lado, en Holanda un consorcio público-privado ha presentado un proyecto de carril bici fotovoltaica que pretende aprovechar el sol que incide en el pavimento para generar energía eléctrica.

Fase inicial de desarrollo del Proyecto Pavener



Fuente: <http://www.reenergiza.es/>

6.8. Programa HOSPISOL

El objetivo del programa Hospisol es instalar paneles solares térmicos en 23 hospitales públicos de la comunidad autónoma de Castilla y León; esto supone:

- Una superficie de captación de 9.000 m²
- Una inversión de 4,5 M€

- Un ahorro de 560 tep/año, valorado en 0,5 M€/año, lo que supone actuar sobre el 13,7% del consumo total de los centros
- Aproximadamente, 7.000 camas hospitalarias se verán beneficiadas

El EREN, Ente Regional de la Energía de Castilla y León, dependiente de la Consejería de Economía y Empleo, puso en marcha el programa Hospisol en 2004. Así, este organismo es el propietario de la instalación solar y actúa como un proveedor energético más del hospital, vendiéndole, con un menor coste, la energía que precisa generada de manera limpia y sostenible, y encargándose del mantenimiento de la misma

El Programa HOSPISOL recibió el Premio Europeo “European Energy Service Award” 2008 al Mejor Proyecto de Servicios Energéticos en el Sector Público.

Cubierta de hospital del programa Hospisol



Fuente: <http://www.construible.es/>

6.9. Edificio Fundacional de Inditex Arteixo

El edificio donde se ubican los captadores solares térmicos se trata del Edificio Fundacional de Inditex.

La instalación solar cuenta con dos tanques de 30.000 litros cada uno. Cuando se tiene más de 55°C en los tanques, el control da la orden al sistema solar para que envíe agua al captador de agua caliente existente, con lo cual las bombas de calor no arrancan. En verano como la demanda de calor es pequeña en el momento que los tanques superan los 80°C se envía el agua de retorno del sistema existente a la máquina de absorción y una vez enfriada se introduce al captador de agua fría, con lo cual la enfriadora eléctrica trabaja menos

Las características de la instalación son las siguientes:

- Capacidad de refrigeración: 170 kW
- Tecnología de refrigeración: Refrigerador de absorción (LiBr-H₂O)
- Tipo de captadores: Captadores solares de placa plana – superficie selectiva
- Área de los captadores: 1.626 m²

Este proyecto está en funcionamiento desde 2003, ahorrando una media de 565 MWh anuales (lo que supone el 15% del total de la energía consumida en la planta. El coste total de la

instalación de frío solar fueron 900.000€. Parte de la inversión fue subvencionada por la Consellería de Industria y Comercio de la Xunta de Galicia (100.000€) y por el IDAE (300.000€).

BORRADOR

7. Referencias

Documentos:

- Evaluación del potencial de climatización con energía solar térmica en edificios. IDAE. PER 2011 – 2020
- Plan de Energías Renovables 2011 – 2020 (PER). IDAE
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. IDAE.
- Guía del Frio Solar. Ahorro y eficiencia energética con refrigeración solar. Fenercom. 2011
- Guía de Refrigeración Solar. Climasol
- Annual Report. Solar Cooling and Refrigeration. IEA- SCH. 2010
- 2020-2030-2050 Common Vision for the Renewable Heating & Cooling sector in Europe. RCH European Technology Platform.
- Potencial de la Energía Solar Térmica en Europa. ESTIF. 2009
- Seasonal Thermal Storage - State of the Art and Future Aspects. Institute for Thermodynamic and Thermal Engineering (ITW). Universität Stuttgart. 2011
- Materials for Compact Seasonal Heat Storage. IEA Solar Heating & Cooling workshop
- Solar Cooling with Small Size Chiller: State of the Art. University of Perugia

Webs:

- <http://ec.europa.eu/>
- <http://www.iea-shc.org/>
- <http://www.iea-eces.org/>
- <http://rhc-platform.org/>
- <http://www.psa.es/>
- <http://www.ise.fraunhofer.de/>
- <http://www.solever.es/>
- <http://www.srbenergy.com/>
- <http://www.tisun.es>
- <http://www.adrformacion.com/>
- <http://blog.is-arquitectura.es/>
- <http://www.novatec-biosol.com>
- <http://www.sitiosolar.com>
- <http://www.solar-district-heating.eu/>
- <http://www.ises.org>
- <http://www.arfrisol.es/>
- <http://www.teican.com>
- <http://www.reenergiza.es/>
- <http://www.construible.es/>