



COLECTORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE

Cora Placco, Luis Saravia, Carlos Cadena
INENCO, UNSa –CONICET
Salta

INTRODUCCION

El agua caliente constituye un consumo energético importante en una casa teniendo diversos usos como la higiene personal y la limpieza de la casa. A nivel internacional existen algunos estudios de medida de este consumo. En general se considera que un consumo medio típico es del orden de los 40 litros por día y persona. En los países en desarrollo este consumo constituye entre el 30 y el 40% del consumo de energía de un hogar, este porcentaje es mayor que en los países desarrollados, donde el consumo de energía para producir agua caliente sanitaria (ACS) se supone del 26% del consumo total de la vivienda [15]. Pero, en general, a nivel mundial, se ha convertido en el segundo uso energético doméstico en importancia después de la calefacción y la refrigeración. Por esta razón, el calentamiento de agua mediante energía solar, más allá de ser una alternativa ecológica, se ha convertido en una tecnología económicamente atractiva y competitiva en muchos países.

En los últimos años se está produciendo un aumento notable de instalaciones de energía solar térmica en el mundo; los avances tecnológicos permitieron la fabricación de sistemas de mejor calidad y a menor costo y la sociedad está entendiendo la necesidad de sustituir los combustibles fósiles.

Los colectores solares son dispositivos utilizados para coleccionar, absorber y transferir energía solar a un fluido, que puede ser agua o aire. La energía solar, puede ser utilizada para calentar agua, para sistemas de calefacción o para climatización de piscinas.

Desde su primera invención, hace 120 años, se han desarrollado diversas formas de colectores solares térmicos, que van de los colectores planos a los colectores parabólicos y helióstatos. Se estima que en todo el mundo, el área instalada de colectores solares supera los $58 \times 10^6 \text{ m}^2$. En Argentina el uso de colectores solares con este fin es muy bajo en contraste con otros países como los europeos y China

Para calentar agua a temperatura media, para calefacción de espacios y para procesos industriales, las aplicaciones más utilizadas son los colectores planos, en los cuales el área de la superficie absorbadora es la misma que el área total del colector; o tubulares, en los que el absorbedor se encuentra dentro de un tubo de vidrio al vacío. Estos últimos pueden incluir, ya sea dentro o fuera del tubo, espejos cilindro-parabólicos para centrar la energía solar en el absorbedor. Temperaturas de 40 a 70 °C son alcanzadas fácilmente por los colectores planos; el uso de superficies selectivas y reflectores junto a la retención de calor, hace que los colectores de tubos de vacío alcancen temperaturas significativamente más elevadas.

Un colector necesita ser seleccionado cuidadosamente de acuerdo a la temperatura del fluido que debe proporcionar, para la aplicación prevista y de acuerdo al clima del lugar en el cuál va a estar emplazado. Un colector diseñado para aplicaciones en las que se necesitan fluidos a alta temperatura no resulta más eficiente cuando operan a bajas temperaturas.

TIPOS DE COLECTORES SOLARES PARA CALENTAR AGUA

- ⊗ Colectores de placa plana con cubierta (Glazed flat-plate collectors)
- ⊗ Colectores Concentradores Parabólicos Compuestos (CPC) Estacionarios
- ⊗ Colectores de placa plana sin cubierta (Unglazed flat-plate collectors)
- ⊗ Colectores de tubos de vacío (Evacuated-tube collectors)

COLECTORES DE PLACA PLANA CON CUBIERTA

Los colectores de placa plana son los más usados para calentar agua en los hogares y para los sistemas de calefacción. Un colector de placa plana se compone básicamente de una caja metálica con aislamiento con una cubierta de vidrio o de plástico (la ventana) y de una placa absorbadora de color oscuro. La radiación solar es absorbida por la placa que está construida de un material que transfiere rápidamente el calor a un fluido que circula a través de tubos en el colector (Figura 1).

Este tipo de colectores, calientan el fluido que circula a una temperatura considerablemente inferior a la del punto de ebullición del agua y son los más adecuados para aplicaciones donde la demanda de temperatura es de 30-70 °C. Son los más utilizados para calentar agua en sistemas domésticos y comerciales y en piscinas cubiertas.

Un colector de placa plana consiste en un absorbedor, una cubierta transparente, un marco, y aislación. La cubierta transparente transmite una gran cantidad de la luz de onda corta del espectro solar y al mismo tiempo, sólo deja pasar muy poca radiación de onda larga (calor emitido por el absorbedor) produciendo un efecto invernadero.

Además, la cubierta transparente evita que el viento y las brisas se lleven el calor colectado (convección). Junto con el marco, la cubierta protege el absorbedor de las condiciones meteorológicas adversas. Típicamente el marco está fabricado de materiales de aluminio y de acero galvanizado, también se utiliza plástico reforzado con fibra de vidrio.

La aislación en la parte posterior del absorbedor y en las paredes laterales reduce las pérdidas de calor por conducción. Esta aislación es por lo general de la espuma de poliuretano, lana mineral, fibra de lana de vidrio, etc.

Estos colectores demostraron poseer una muy buena relación precio/calidad y tienen una amplia gama de posibilidades para su montaje (en el techo, como parte del techo, o solos).

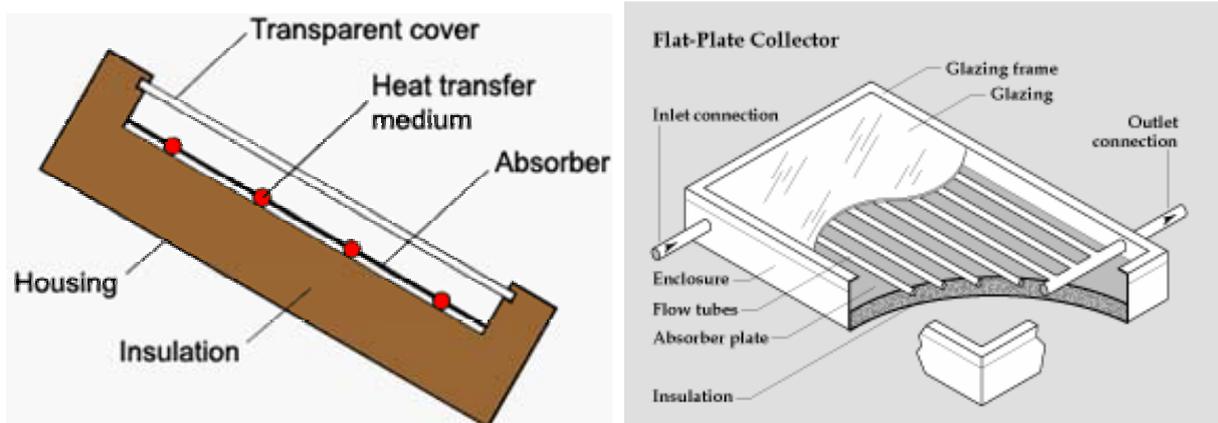


Figura 1 : Esquema del colector de placa plana con cubierta



Figura 2: Foto de un colector solar de placa plana con cubierta

COLECTORES CPC ESTACIONARIOS

Su funcionamiento e instalación es exactamente la misma que los colectores de placa plana convencionales.

Estos colectores poseen un sistema de concentración de radiación solar tipo Concentradores Parabólicos Compuestos, para obtener temperaturas más elevadas y un mayor rendimiento. Estas características se deben a que el área de pérdidas es menor al área de colección logrando una minimización de las pérdidas y alcanzando un rendimiento cercano al 50% (Figura 3).

Son colectores concentradores, de alto rendimiento y alta calidad, de patente portuguesa [18].



Figura 3 a) Esquema de un colector CPC. b) Marcha de Rayos en un colector tipo CPC (Gentileza AO Sol)



Figura 4: Foto de un colector solar tipo CPC estacionario

COLECTORES DE PLACA PLANA SIN CUBIERTA

Este tipo de colectores, sencillos y baratos, consisten en un absorbedor pero carecen de la cubierta transparente. No incluyen ningún aislamiento adicional, de manera que la ganancia de temperatura queda limitada a unos 20 °C sobre la del aire del ambiente, son los más adecuados para aplicaciones de baja temperatura. Actualmente, son utilizados para la calefacción de piscinas al aire libre, pero existen otros mercados, incluidos los de calefacción de temporada en las piscinas cubiertas, calefacción de agua para lavar coches, y calefacción del agua utilizada en piscicultura. También existe un mercado potencial de estos colectores para calentamiento de agua en lugares remotos, como campamentos de verano.

Los absorbedores de estos colectores son generalmente de plástico negro tratado para resistir la luz ultravioleta, o están contruidos por tubos de metal o plástico recubiertos de pigmentos ennegrecidos por los que circula el agua (Figura 5). Dado que estos colectores no tienen cubierta, una gran parte de la energía solar absorbida se pierde principalmente por convección.



Figura 5: Foto de un colector de placa plana sin cubierta

COLECTORES DE TUBOS DE VACIO

Estos colectores se componen de un conjunto de tubos de vacío (o evacuados) cada uno de los cuales contienen un absorbedor (generalmente una plancha de metal con tratamiento selectivo o de color negro), el cual recoge la energía solar y la transfiere a un fluido portador (calo-portador). Gracias a las propiedades aislantes del vacío, las pérdidas de calor son reducidas y pueden alcanzarse temperaturas en el rango de 77 °C a 177 °C. De esta manera, este tipo de colectores resultan particularmente apropiados para aplicaciones de alta temperatura.

Por su forma cilíndrica, aprovechan la radiación de manera más efectiva que los colectores planos, al permitir que los rayos de sol incidan de forma perpendicular sobre los tubos durante la mayor parte del día. Estos colectores son hasta unos 30% más eficientes que los colectores planos, pero son bastante caros, por unidad de superficie suelen costar aproximadamente el doble que un colector de placa plana. En los últimos años la China ha perfeccionado la construcción de este tipo de colectores a precios competitivos con los colectores planos y ha entrado a competir con éxito en el mercado mundial. En la actualidad la China está produciendo el 70 % de los colectores usados a nivel mundial. Están bien adaptados para aplicaciones industriales de calefacción y también puede ser una alternativa eficaz a los colectores de placa plana para la calefacción doméstica, especialmente en regiones donde hay poca radiación o escasa heliofanía.

La técnica de vacío utilizada por los fabricantes de tubos fluorescentes, entre otros, se ha desarrollado hasta el punto de hacer rentable la producción en masa y la comercialización de sus equipos. Mediante la aplicación de esta tecnología, ha sido posible la construcción de los colectores solares de vacío que se comercializan en la actualidad y el mantenimiento de su elevado vacío. Debido a sus características geométricas, reciben el nombre de colectores de tubos de vacío. Existen dos tipos de colectores tubulares de vacío, según sea el método empleado para el intercambio de calor entre la placa y el fluido caloportador:

- De flujo directo.
- Con tubo de calor (heat pipe)

↗ De Flujo Directo

Estos consisten en un grupo de tubos de vidrio dentro de cada uno de los cuales hay una aleta de aluminio absorbedor, conectada a un tubo de metal (normalmente cobre) o tubo de vidrio. La aleta posee un recubrimiento selectivo que absorbe la radiación solar, e inhibe la pérdida de calor radiativo. El fluido de transferencia de calor es el agua y se distribuye a través de las tuberías, una para la entrada del líquido y el otro para la salida de fluidos (Figura 6). Los colectores de tubos de vacío de corriente directa vienen en varias variedades de acuerdo al tipo de tubería utilizada.

1. Fluido concéntrico de entrada y salida (vidrio-metal). Estos utilizan un único tubo de vidrio. Dentro de este está la tubería de cobre adosada a la aleta. Este tipo de construcción permite que cada una de las tuberías roten para otorgar el ángulo de inclinación deseado y permitir la máxima absorción en la aleta, aun cuando el colector se monta horizontalmente. El diseño de vidrio y metal es eficiente, pero pueden tener problemas, las diferentes tasas de expansión térmica del vidrio y los tubos de metal pueden hacer que la junta entre ellos se debilite y provocar una pérdida de vacío. Sin el vacío, la eficiencia de estos colectores no es mejor, y puede ser peor que la de un colector de placa plana.
2. Tuberías de entrada y salida separadas (vidrio-metal). Este es el tipo tradicional de colectores de tubos de vacío. El absorbedor puede ser plano o curvo. Como en el caso del diseño de tubos concéntricos, la eficiencia pueden ser muy elevadas, sobre todo cuando se requieren temperaturas de trabajo relativamente bajas. La posible pérdida de vacío después de algunos años de funcionamiento vuelve a ser el inconveniente.
3. Dos tubos de vidrio fundido juntos en un extremo (vidrio-vidrio). El tubo interior está revestido con un absorbedor integrado cilíndrico de metal. En general no son tan eficientes como los tubos de vidrio-metal, pero son más baratos y tienden a ser más confiables. Para aplicaciones de muy alta temperatura, los tubos de vidrio-vidrio pueden ser más eficientes que sus homólogos de vidrio y el metal.

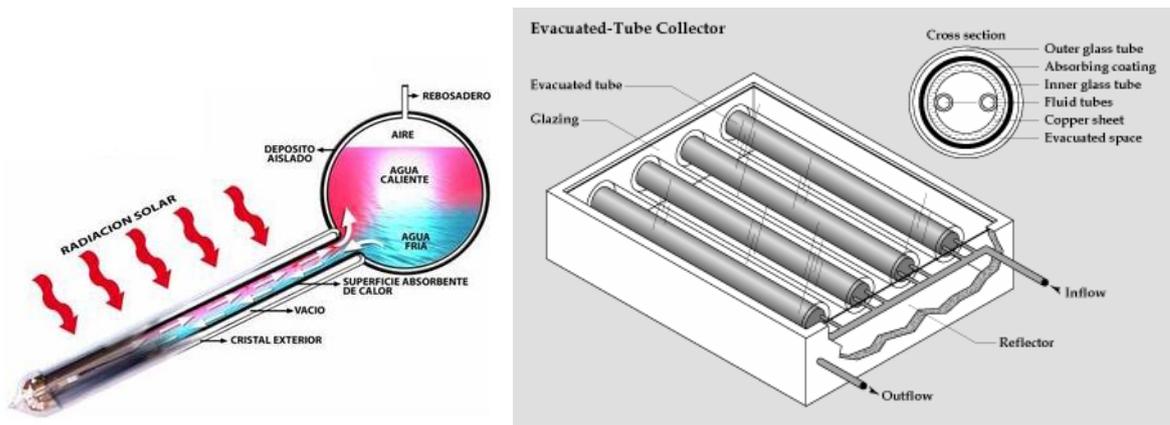


Figura 6: a) Ppio. de Funcionamiento Tubo de Flujo Directo b) Colector de tubo de vacío de flujo directo

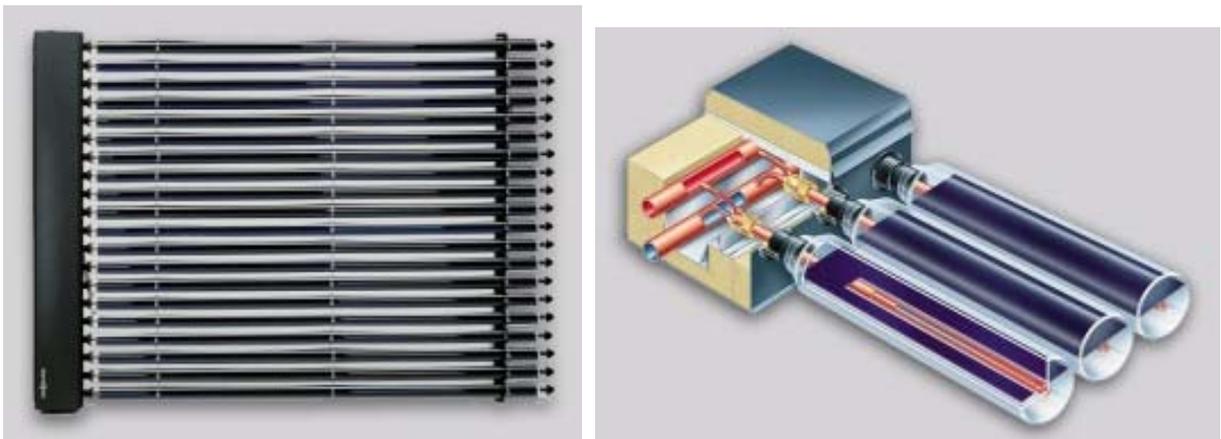


Figura 7 : a) Foto de un colector Solar de Tubo de vacío de Flujo Directo b) Esquema de conexión de los tubos

🔗 Con Tubo de Calor (Heat Pipe)

En este sistema los tubos de vacío llevan un fluido vaporizante que no puede salir del interior del tubo y que funciona como caloportador. Este fluido se evapora por efecto de la radiación solar, asciende hasta el extremo superior del tubo que se encuentra a temperatura inferior, esto hace que el vapor se condense, ceda su energía y retorne a su estado líquido cayendo por acción de la gravedad a la parte inferior del tubo, donde al recibir más radiación, vuelve a evaporarse y comienza un nuevo ciclo (Figura 8).

Los tubos de calor son considerados como los “superconductores” del calor, debido a su muy baja capacidad calorífica y a su excepcional conductividad (miles de veces superior a la del mejor conductor sólido del mismo tamaño). El uso del tubo de calor está muy extendido en la industria y, basándose en este principio de funcionamiento se fabrican los actuales colectores de vacío con tubo de calor.

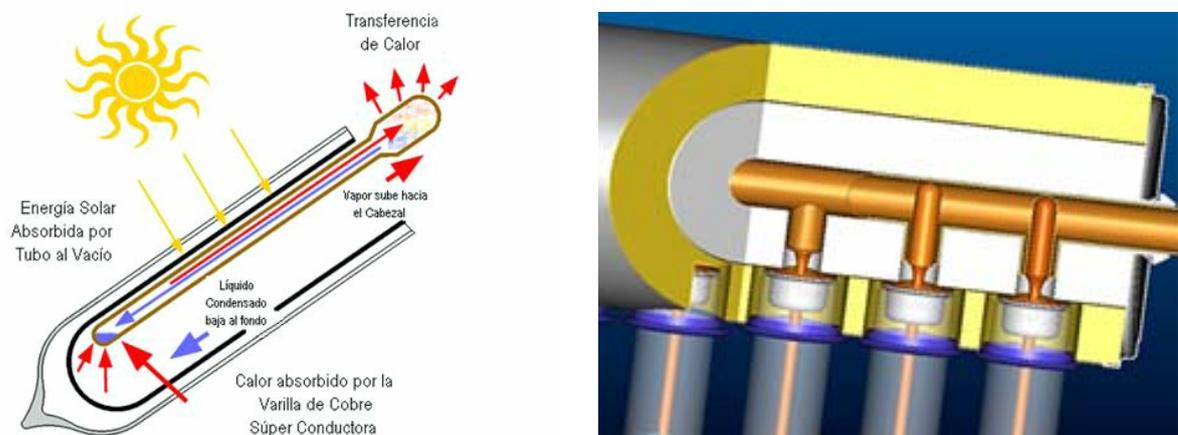


Figura 8: a) Ppio. Funcionamiento del Tubo de Calor b) Colocación de tubos en el colector



Figura 9: a) Foto Colector Solar de Tubo de Vacío Heat Pipe b) Distintos tipos de Tubos de Calor

Una ventaja del sistema de tubos de calor sobre el de flujo directo es la conexión "seca" entre el absorbedor y la cabecera, lo que hace más fácil la instalación y también significa que los tubos se pueden cambiar sin vaciar el fluido de todo el sistema (Figura 9 b). Un inconveniente de estos colectores con tubos de calor es que deben ser montados con un ángulo mínimo de inclinación de alrededor de 25 ° con el fin de permitir que el fluido interno de la tubería de calor retorne a la zona de absorción de calor, en cambio los de flujo directo pueden ser instalados de manera horizontal.

¿QUE COLECTOR ES EL ADECUADO PARA CADA SITUACION?

El rango de temperaturas deseadas para el fluido que se calienta es el factor más importante cuando se elige el tipo de colector. Un absorbedor descubierto, no será apto para obtener temperaturas elevadas (Figura 10). La cantidad de radiación del lugar, la exposición a tormentas y granizo, y la cantidad de espacio que se necesita, deben ser cuidadosamente examinadas cuando se planifica un sistema solar.

Los costos específicos de los colectores también son importantes. Los tubos colectores al vacío son sustancialmente más caros que los colectores de placa plana. Un buen colector no garantiza un buen sistema solar.

EFICIENCIA DE UN COLECTOR SOLAR

La eficiencia de un colector solar se define como el cociente de la energía térmica útil frente a la energía solar total recibida. Además de las pérdidas térmicas existen las pérdidas ópticas. El factor de conversión u eficiencia óptica indica que porcentaje de los rayos solares que penetran en la cubierta transparente del colector (la transmisión) es absorbido. Básicamente, es el producto de la tasa de transmisión de la cubierta y la tasa de absorción del absorbedor (Figura 11).

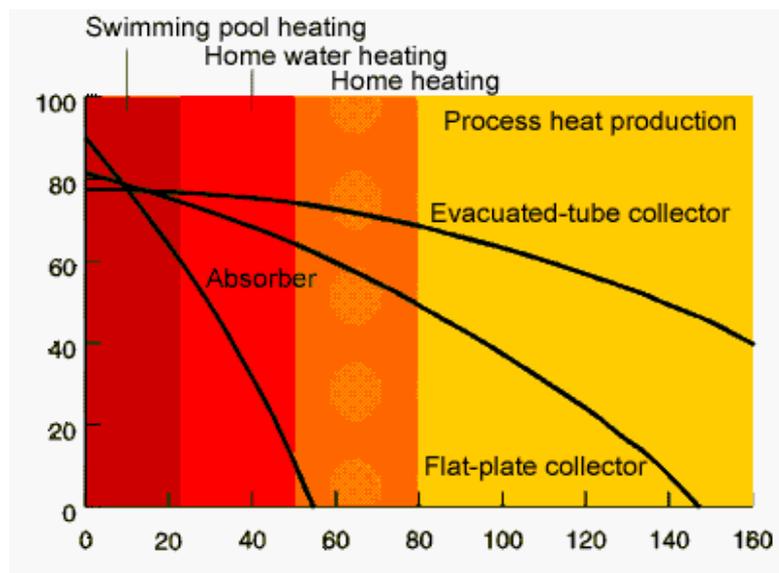


Figura 10: Variación de la eficiencia, en distintos tipos de colectores, en función de la diferencia de temperatura del agua entre la salida y la entrada del colector.

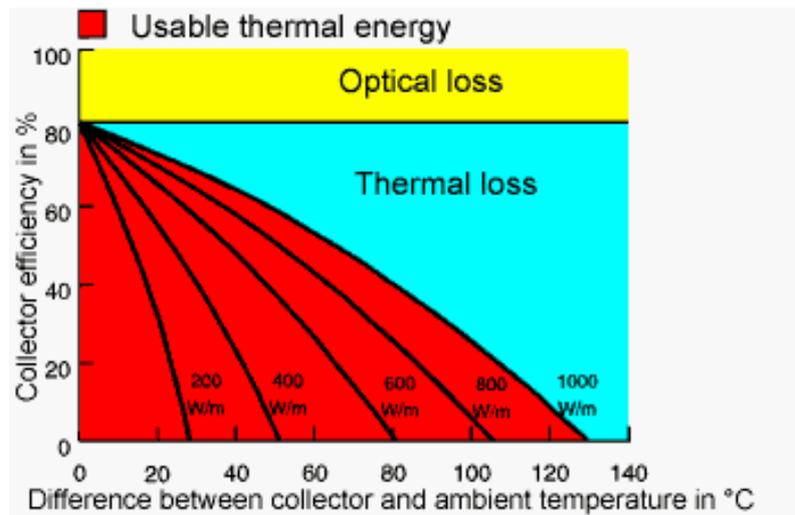


Figura 11: Eficiencia de Colectores Solares

En la tabla 1 se muestran valores típicos de los parámetros característicos eficiencia óptica (η_0) y coeficiente global de pérdidas (U_L) y rango normal de temperaturas de trabajo para distintos tipos de colectores:

Tabla 1 : Parámetros Característicos de los distintos tipos de colectores solares

Tipo de Colector	Factor de Conversión (η_0)	Factor de Pérdidas Térmicas U_L (W/m ² °C)	Rango de Temperatura (°C)
Sin Cubierta	0.9	15-25	10 - 40
Cubierta Simple	0.8	7	10 - 60
Cubierta Doble	0.65	5	10 - 80
Superficie Selectiva	0.8	5	10 - 80
Tubos de Vacío	0.7	2	10 -130

Fuente: CENSOLAR (Centro de Estudios de la Energía Solar)

ESTADO DEL ARTE A NIVEL INTERNACIONAL

En todo el mundo la nueva capacidad instalada en 2005 llegó a 13.729 MWt (19.6 millones de m²), habiendo aumentado alrededor de un 16,5 % durante el 2004.

❖ UNION EUROPEA (UE)

El último año, en Europa se instalaron 3.085.265 m² de colectores solares térmicos, equivalente a 2.160 MW, lo que significó un crecimiento del 44% sobre el año anterior (Figura 12).

Este crecimiento se explica por la crisis energética que enfrenta actualmente Europa y por la voluntad política de algunos países para desarrollar el sector. [3]

En la Figura 13 se muestra que un 88,5% los colectores planos con cubierta representan la componente principal de la energía solar térmica del mercado Europeo, los colectores de tubos de vacío representan el 8,3%, mientras que los colectores sin cubierta, sólo poseen el 3,2% del mercado. [3]

Aproximadamente un 5 % de los hogares alemanes utilizan energía solar térmica. En el 2005 se instalaron 980.000 m² y 1,5 millones de m² en el 2006. El aumento de la demanda de los particulares (instalaciones domiciliarias) hace posible que las autoridades establezcan un mecanismo de mayor apoyo para las grandes instalaciones colectivas y privadas, cuyo potencial se ha explotado muy poco hasta ahora.

El año pasado, el Gobierno alemán decidió disminuir las subvenciones a la energía solar térmica: de €105 a €40 por m² y para sistemas solares combinados (agua caliente y calefacción), las subvenciones han disminuido de €135 a €70 por m². Actualmente, la subvención sólo cubre el 15% del costo.

Francia sigue siendo el país líder en términos de crecimiento. Con un mercado de energía solar térmica superior a 300.000 m² (incluidos los 75.000 m² en regiones de ultramar), en el 2006 creció un 83% más que en el 2005. La simplicidad del sistema de crédito fiscal francés, le permite a los particulares recuperar el 50% del precio del equipo por su simple declaración.

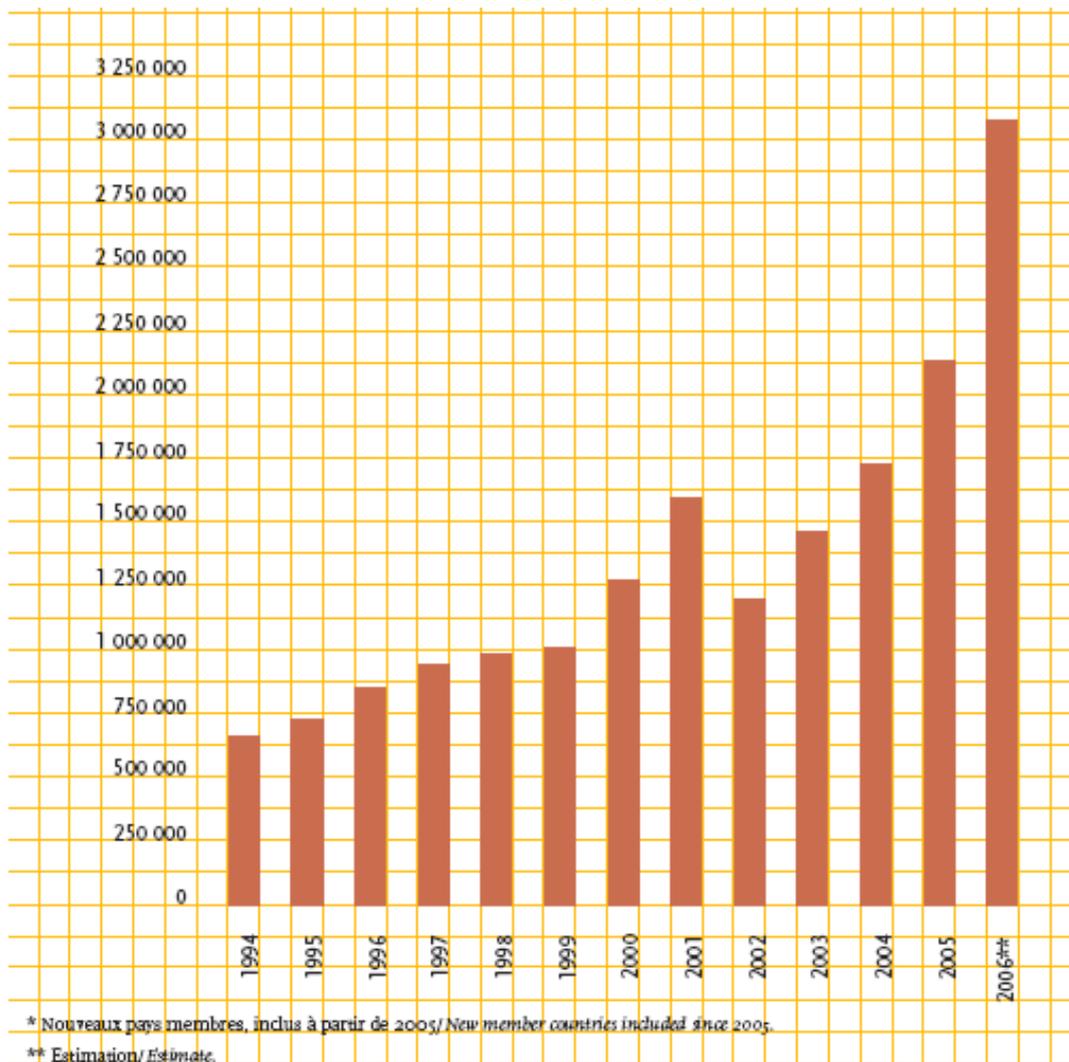


Figura 12: Evolución anual de las Superficies instaladas en la Unión Europea desde 1994 en m². [3]

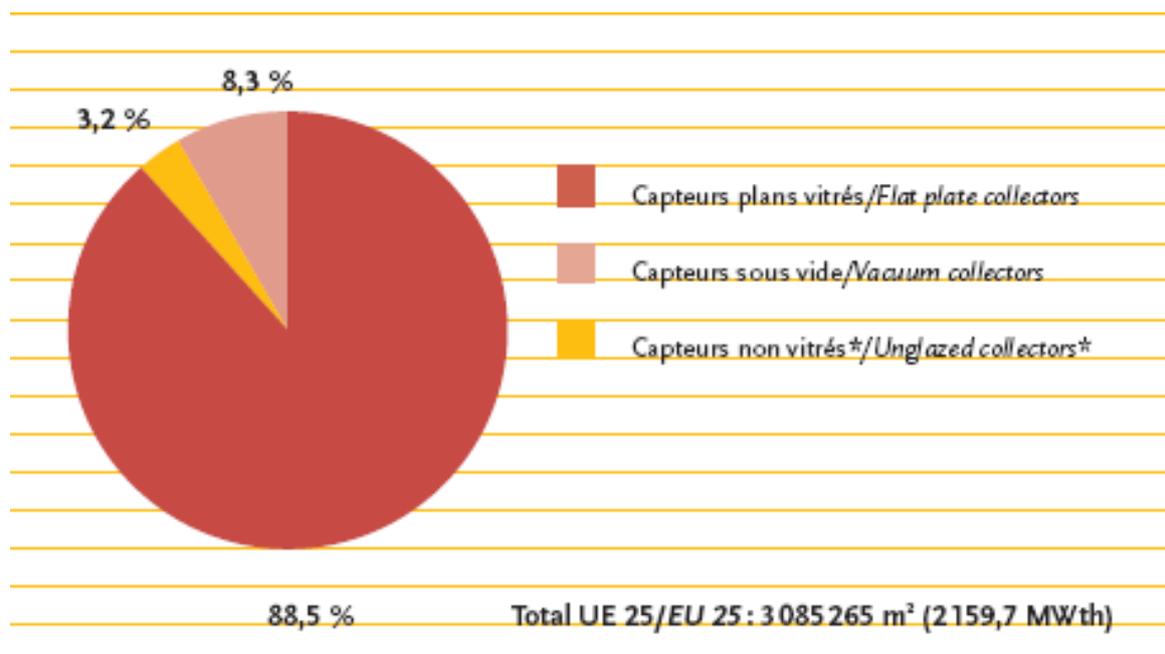


Figura 13 : Mercado solar térmico Europeo Distribuido por tecnología [3]

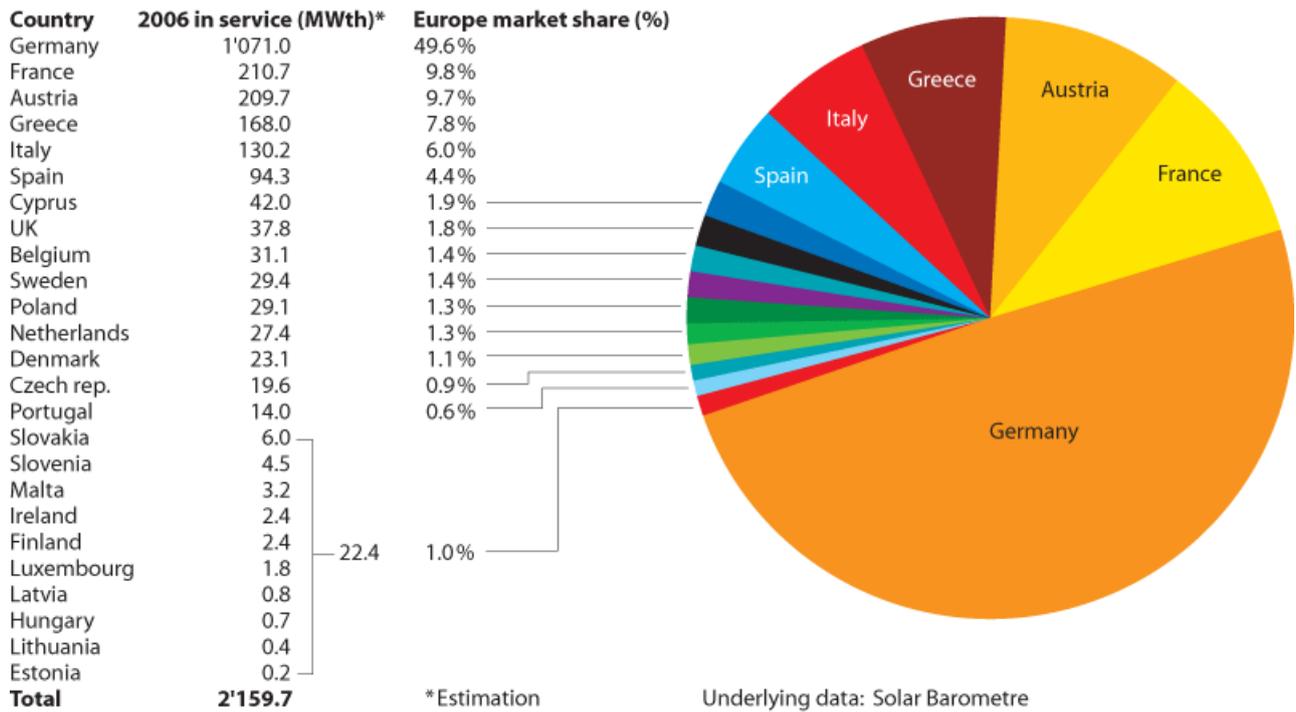


Figura 14: Mercados de energía solar térmica en Europa al 2006. Potencias solares térmicas instaladas en megavatios [4]

Para el año en curso, se espera un notable crecimiento en los negocios españoles, ya que la introducción de una nueva legislación para la construcción con obligaciones solares provocará un verdadero auge en el uso de la energía solar térmica en la península ibérica.

En la figura 15 puede observarse la evolución de la instalación de sistemas solares térmicos en la ciudad de Barcelona debido a la Ordenanza solar térmica que regula la incorporación de sistemas de captación y utilización de energía solar activa de baja temperatura (placas solares térmicas) para producir agua caliente sanitaria en edificios y construcciones dentro del término municipal. La Ordenanza fue aprobada en julio de 1999 y entró en vigor en agosto de 2000. La Ordenanza solar de Barcelona fue la primera normativa de este tipo que se aprobó en una gran ciudad europea.

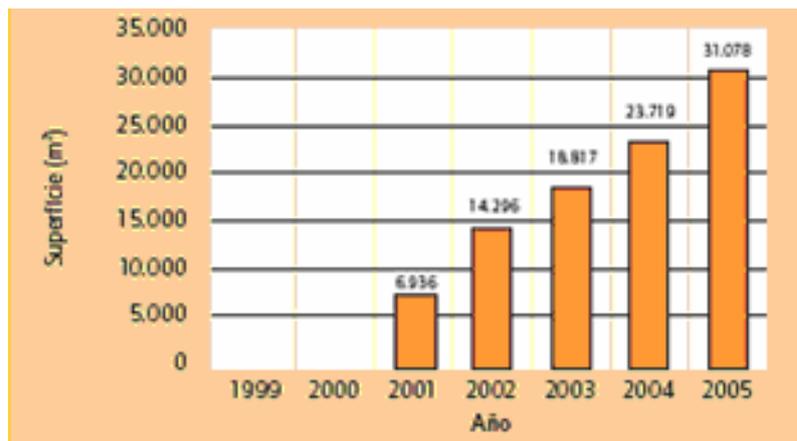


Figura 15: Barcelona. Evolución de la superficie de captación solar térmica obligada por la Ordenanza (1999-2005)

Realizando un estudio per cápita, Chipre posee 0.731 m² por personas, seguido de Austria (0.343), Grecia (0.296), Alemania (0.104), Dinamarca (0.070), Malta (0.059), Eslovenia (0.056), Países Bajos (0.040), Luxemburgo (0.035) y Suecia (0.033 m² por persona). La media de Unión Europea es de 0.044 m² por persona (Tabla 2) [3].

Pays/ Countries	m ² /1 000 hab. m ² /1.000 inhab.	kWth/1 000 hab. kWth/1.000 inhab.
Chypre/Cyprus	730,9	511,7
Autriche/Austria	343,4	240,4
Grèce/Greece	295,5	206,8
Allemagne/Germany	104,0	72,8
Danemark/Denmark	69,6	48,8
Malte/Malta	59,0	41,3
Slovénie/Slovenia	55,9	39,1
Pays-Bas/Netherlands	39,6	27,7
Luxembourg/Luxemburg	34,6	24,2
Suède/Sweden	32,9	23,0
France/France	18,5	12,9
Espagne/Spain	15,6	10,9
Italie/Italy	14,8	10,4
Portugal/Portugal	13,7	9,6
Slovaquie/Slovakia	13,5	9,4
Belgique/Belgium	11,9	8,3
Rép. tchèque/Czech Rep.	11,3	7,9
Hongrie/Hungary	5,0	3,5
Pologne/Poland	4,3	3,0
Royaume-Uni/UK	4,2	2,9
Finlande/Finland	3,5	2,4
Irlande/Ireland	2,0	1,4
Lettonie/Latvia	1,7	1,2
Estonie/Estonia	0,8	0,6
Lituania/Lithuania	0,8	0,6
Total UE 25/EU 25	44,0	30,8

Tabla 2 : Capacidad Solar Térmica instalada al 2006 por habitante.

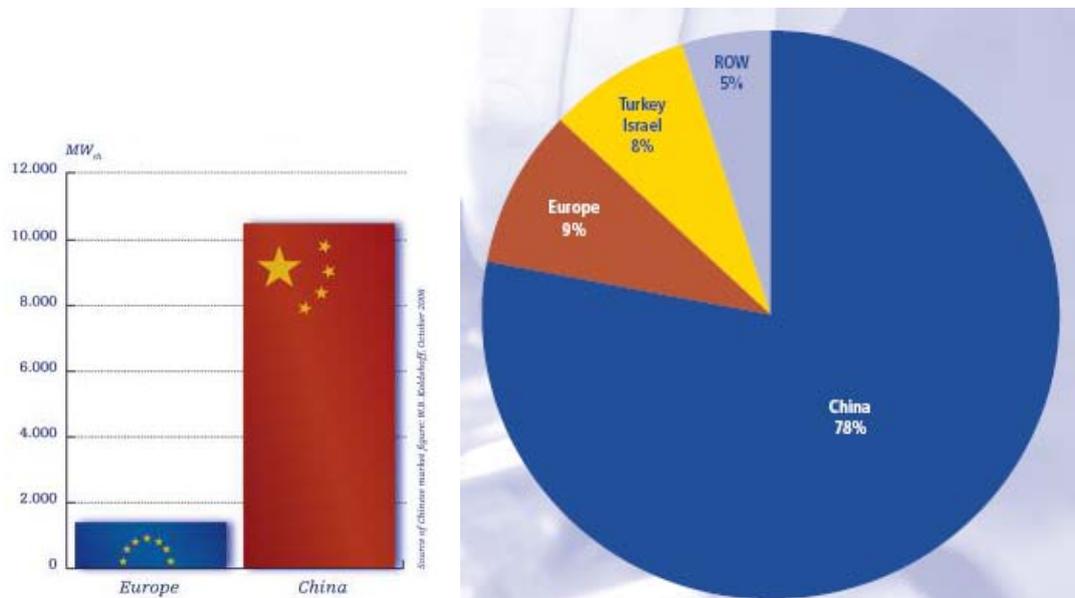


Figura 16: Distribución del Mercado Solar Térmico Mundial [5] y [6]

En la mayoría de las tecnologías de energía renovable, la UE es el principal mercado en todo el mundo. En solar térmica, Europa está a la cabeza en la mayoría de las áreas tecnológicas. Sin embargo, la UE aún mantiene sólo una pequeña parte del mercado mundial. China domina el mercado mundial, con ventas de más de 10 millones de m² (7GWth), este mercado, por sí solo es 7 veces más grande que el mercado de la UE. (Figura 16). En Israel y el Japón la energía solar térmica por habitante es mucho mayor que en Europa.

❖ ESTADOS UNIDOS

En los EE.UU. el mercado solar térmico mercado está dominado por sistemas de baja temperatura que se utilizan para acondicionamiento del agua de piscinas de uso particular. Como consecuencia, el mercado de los colectores sin cubierta (más de 900.000 m² anuales – cifra al año 2003) es de entre quince y veinte veces más grande que el mercado de estos mismos en Europa. El mercado de colectores de cubierta puede considerarse insignificante [7].

Algunos estados ofrecen subsidios a la energía solar térmica, pero generalmente para aplicaciones especiales. El bajo nivel de los subsidios, junto con los precios muy bajos de los combustibles convencionales, reducir la competitividad de los sistemas de energía solar térmica. La situación podría mejorar si la energía solar térmica se beneficia con el sistema de fondos de apoyo que como en la actualidad se hace con la fotovoltaica.

Durante el 2006 se instalaron en el país 1814,54 miles de m², de Colectores Solares Térmicos domiciliarios, lo que significó un crecimiento del 33% respecto a la capacidad instalada durante el año 2005 (Figura 17).

En la Figura 18 puede verse que este tipo de equipos son utilizados en los estados que poseen índices de radiación elevados, como ser California, Florida, Nevada, etc.).

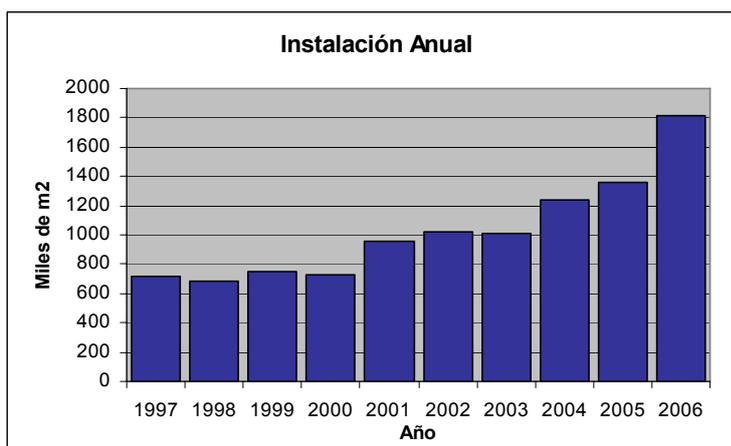


Figura 17: Instalación Anual Interna de Colectores Solares Térmicos Domiciliarios

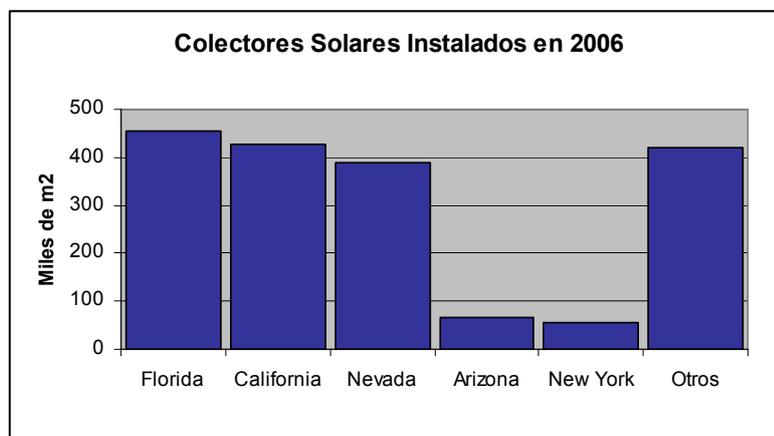


Figura 18: Colectores Solares Térmicos Domiciliarios Instalados en 2006

Fuente: Energy Information Administration, EIA Form - 63A, "Annual Solar Thermal Collector Manufacturers Survey."

❖ AUSTRALIA

A raíz de la primera crisis del petróleo, la energía solar térmica creció rápidamente en Australia. El mercado actual está muy concentrado, en manos de unos pocos fabricantes. Algunas empresas son capaces de compensar la disminución del mercado australiano con el aumento de las exportaciones. El agua caliente sanitaria (ACS) domiciliaria es la principal aplicación de la energía solar térmica en Australia. Existen varias instalaciones grandes, pero este segmento aún no ha ganado una cuota de mercado significativa [7].

Durante el 2004 y 2005, el mercado australiano se mantuvo estático en un escaso 154 MWt. [8]

❖ JAPON

En 2001, se instalaron en Japón 314.000m² de superficie de colectores solares térmicos. El mercado se redujo considerablemente después que el gobierno terminó las subvenciones para equipos solares de ACS domiciliaria en 1997. Hoy en día, los subsidios sólo se conceden para ampliar la escala de la energía solar térmica en instalaciones de edificios públicos y comerciales. Aún así, 90% del área instalada de colectores se utiliza para ACS en casas de una sola familia. Aproximadamente el 15% de los hogares japoneses están equipadas con estos sistemas solares [7].

Existen en el país un conjunto de normas para los equipos de energía solar térmica, pero no son obligatorios, sin embargo, todos los miembros de la Asociación para el Desarrollo de Sistemas Solares tienen sus sistemas certificados por un funcionario autorizado por el instituto de pruebas.

❖ CHINA

China es el mayor mercado de la energía solar térmica en todo el mundo. En 2001, el mercado se estimaba en 5,5 millones de m² de colectores, la mayoría de los colectores son de vacío. El 75% de los sistemas están instalados en casas residenciales, el 20% son sistemas colectivos utilizados conjuntamente por varias casas de familia y el 5% son utilizados en comercios e industrias.

Más de 1.000 fabricantes producen y venden sistemas de energía solar térmica. Los 33 más grandes emplean a 50.000 personas, con 100.000 adicionales que trabajan en la comercialización, la instalación y los servicios posventa [7].

Los fabricantes chinos han ampliado significativamente su volumen de negocios por más de la tasa de crecimiento del mercado chino. Esto es una clara ilustración del fortalecimiento de las actividades de exportación las cuales han observado en China por una serie de años [8].

Si bien el gobierno no subvenciona la instalación de sistemas de energía solar térmica, apoya firmemente la Investigación y Desarrollo en energía solar térmica, incluida en una lista de las principales prioridades nacionales a ser abordadas.



Figura 19: Calentamiento solar de agua en China

❖ INDIA

Con 50.000 m² de superficie de colectores instalados en 2001, el mercado de la energía solar térmica en la India todavía es muy pequeño en relación con el tamaño del país.

El gobierno apoya activamente la instalación de sistemas de energía solar térmica. Los consumidores nacionales pueden obtener préstamos comerciales e industriales a bajo interés y los consumidores, que actualmente representan el 80% de los colectores instalados, recibirán beneficios fiscales para la instalación de sistemas de energía solar térmica. La baja proporción de los usuarios domésticos se debe a la falta de conciencia y a los canales de distribución: 90% de los sistemas todavía los vende directamente el fabricante al consumidor final [7].

El año pasado, en este país, se registró un aumento del 100% del mercado [8]. El Ministerio de las Fuentes de Energías no convencionales, ha fijado una meta ambiciosa para el futuro desarrollo de la energía solar térmica: un adicional de 5 millones de m² a instalarse antes del 2012.

❖ TURQUIA

La energía Solar térmica se utiliza ampliamente en sistemas de ACS. Los sistemas son fabricados localmente, en el 2001 existían unas pocas empresas medianas y una gran cantidad de pequeños talleres, pero en la actualidad varias empresas se expandieron internacionalmente apuntando a un importante porcentaje de exportaciones. Fabricantes turcos finalizaron el año 2005 con un aumento del 50% en las exportaciones a Irak y Túnez.

En este país, el mercado interno ha perdido parte de su impulso, manteniendo un crecimiento constante de 336 MWt, en 2005 [8].

❖ ISRAEL

El uso de la energía solar térmica en Israel es una verdadera historia de éxito: hoy, aproximadamente 80% de los edificios residenciales en Israel están equipadas con sistemas de energía solar térmica, casi todos ellos para ACS.

El éxito se debe en parte a que existe una reglamentación desde hace 20 años que exige, con la construcción de cada nuevo edificio de una altura menor a 27m, tener un sistema de energía solar térmica en el techo. La gran parte de los sistemas actuales (~ 85%) están instalados en los edificios existentes, y por lo tanto voluntariamente. Con un promedio de radiación solar de 2.000kWh/m² por año, la instalación de un sistema solar para ACS es una inversión económica sensata que permite al usuario ahorrar aproximadamente 175 euros de los combustibles convencionales por año [7].

En Israel, el mercado se contrajo ligeramente de 266 MWth en 2004 a 252 MWth en 2005, pero en términos de área de colector instalado per cápita, Israel permanece como el número uno. Los fabricantes Israelíes fueron capaces de expandirse a pesar del estancamiento de los mercados nacionales, apuntando a un importante porcentaje de exportaciones, y al mismo tiempo a un proceso de concentración en los mercados nacionales [8].

Desde 1982, todos los sistemas producidos, vendidos o instalados en Israel deben cumplir con normas oficiales y llevar una marca de conformidad.

❖ AMERICA LATINA

Cuba, México, Brasil y República Dominicana se encuentran entre los países que ponen cada vez más atención al calentamiento de agua con energía solar. En el año 2000 existían en México 373.000 m² de colectores solares instalados, y en el último año llegaron a instalarse más de 100.000 m². En el año 2005 la CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) que es un organismo del Gobierno Federal, que tiene la función de promover la utilización de las energías renovables y el uso racional de los recursos energéticos con los que cuenta el país, lanzó un programa piloto de tres años, para promover la venta de calentadores solares de agua en el sector doméstico y realizar un seguimiento de los ahorros en combustible que obtengan los usuarios. Los resultados del programa servirán de base para diseñar una estrategia de venta de calentadores solares de agua a escala nacional, para así masificar su uso [10]. En abril de 2006 la Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México, estableció una "Norma Ambiental para el Distrito Federal que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavado, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavandería y tintorerías" [11].

Al año 2002, el área total de colectores solares instalados Brasil era de 2,1 millones de m²; en los tres últimos años su mercado nacional tuvo un crecimiento estable y posee un área de colección de 1,2 m² cada 100 habitantes [12]. Este año se instalaron 500.000 m² y es por lejos el mayor mercado sudamericano. En noviembre de este año, se estableció una norma, por la cuál, los edificios públicos que se construyan en Sao Paulo (estado más poblado de Brasil, con 40 millones de habitantes) deberán contar con energía solar para calentar al menos 30% de su agua. En Brasil, ya hay siete ciudades con normas similares, incluyendo dos capitales estatales, Belo Horizonte y Porto Alegre.

El uso de los colectores solares térmicos tiene antecedentes relativamente masivos en Cuba desde la década del 80. En el país se fabrican calentadores solares de diferentes capacidades, especialmente diseñados para escuelas, hospitales, círculos infantiles, hogares de ancianos, y otros sitios de interés social. Los colectores de fabricación nacional son muy sencillos, eficientes para el clima tropical y de bajo costo a pesar de estar contruidos con materiales de alta calidad. Más recientemente se ha incrementado el uso de estos sistemas solares en instalaciones hoteleras.

La fabricación local de calentadores solares de agua es la tecnología solar más antigua y de mayor desarrollo y diseminación en el Perú. Se estima que hoy hay entre 25.000 y 30.000 termas solares (equipos solares para ACS), instaladas en Arequipa, Ayacucho, Lima, Puno y Tacna entre otros. Existen alrededor de 20 fabricantes y en el 2006 se ha constituido la “Asociación de Empresas Peruanas de Energía Solar” (AEPES) que producen mensualmente alrededor de 600 m² de colectores solares para termas solares [17].

En Uruguay, la tecnología del calentamiento de agua, a partir de la energía solar está comenzando a utilizarse gradualmente, existen dos fabricantes nacionales que están ofreciendo equipos completos con colectores solares planos que pueden ser amortizadas a nivel residencial con un periodo de retorno de entre 4 a 5 años. [13]

En Chile y Paraguay prácticamente no se los conoce, pueden llegar a instalarse algunas decenas de m² anuales.

ESTADO DEL ARTE A NIVEL NACIONAL

Luego de décadas de investigación sobre el aprovechamiento de la radiación solar como fuente de calor en la Argentina, la mayoría de los emprendimientos productivos y/o comerciales no han logrado sostenerse en el tiempo.

A mediados de los años 80, mientras estaba en vigencia el Plan Austral y cuando sólo se disponía de gas envasado, un fabricante de la Pcia. de San Luis, llegó a un pico de ventas de 30 calefones mensuales. Luego, la inflación y el gas natural hicieron que la venta se torne muy difícil [14].

En el país se dispone de tecnología y es competitiva en sus costos con los calefones que usan gas envasado, (la inversión se recupera con el costo del gas ahorrado en aproximadamente 2,5 años). Dado que en Argentina el 45% de los usuarios no tienen gas natural y buena parte de ellos tiene baja capacidad económica, la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación lanzó en 2003 un plan de financiamiento del desarrollo de calefones solares más baratos [16], con este apoyo se esperaba un fuerte crecimiento en el mercado, pero actualmente, hay muy pocos fabricantes nacionales y no llegan a venderse 500 m² de colectores anuales.

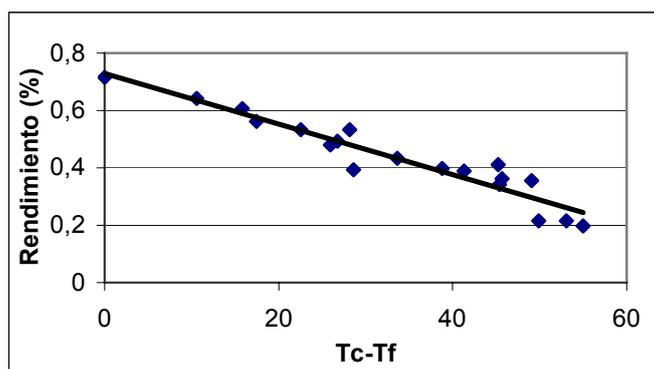


Figura 20: Rendimiento de un calefón solar completo de industria nacional. Colector (gentileza INNOVAR S.R.L.)
Tc: Temperatura del agua a la salida del colector (caliente)
Tf: Temperatura del agua al ingresar al colector (fría)

A partir de este año se comenzaron a importar calefones solares de placa plana desde Brasil y equipos solares de tubo de vacío provenientes de China, pero aún no se poseen datos sobre estas ventas.

La energía solar térmica podría alcanzar un gran desarrollo en Argentina, si se establece un marco de subvenciones más completo y adecuado que el actual y, sobre todo, si se adoptan medidas para su promoción y su conocimiento por los potenciales usuarios.

La Municipalidad de la Ciudad de Rosario, Pcia. Santa Fé, Argentina, está tratando una ley por la cual toda construcción nueva debe tener, un porcentaje mínimo del 50% del agua caliente que requiere con energía solar; además se implementará un plan de incentivos a través del cual todos aquellos emprendimientos que incorporen la captación solar percibirán una rebaja en la Tasa General de Inmuebles durante el período de vida útil del equipo. Esta ciudad posee una población importante y sin duda esta legislación ayudará al desarrollo de nuevos equipamientos y provocará un repunte de la industria de los calefones solares.

ANÁLISIS ECONOMICO

Teniendo en cuenta el crecimiento actual de la Unión Europea, la situación obliga a poseer estrategias para el aumento de la capacidad de producción. Este crecimiento ya no es exclusivamente garantizado por unos cuantos países de vanguardia, sino por nuevos países como Francia, Italia, España y Portugal cuyo potencial no ha sido aprovechado todavía.

La industria se encuentra en una fase de crecimiento dinámico. Las líneas de producción se amplían constantemente. El empleo en el sector de la energía solar térmica europea ya supera 20.000 empleos a tiempo completo, cerca de la mitad de los puestos de trabajo están en la venta al por menor, la instalación y el mantenimiento. Los puestos de trabajo se crean, principalmente en las pequeñas y medianas empresas, en las zonas donde el mercado de la energía solar térmica se desarrolla, pero, como en todos los sectores industriales, a medida que el mercado se desarrolla, están más expuestos a la competencia mundial.

La Energía Solar térmica sustituye las importaciones de petróleo y gas con mano de obra local! En la Unión Europea se espera que los empleos de tiempo completo en este sector lleguen a medio millón en los próximos decenios [5].

La gran ventaja de la energía solar térmica es su potencial para ahorrar energía en la calefacción y la refrigeración. Este ahorro se realiza durante todo el tiempo de vida del sistema de energía solar térmica (por lo general 20 años o más). Los gastos de inversión son elevados para particulares, que sólo tienen una cierta cantidad de dinero a invertir, o para empresas, con planes de amortización de unos pocos años; en estos casos el costo suele ser un inconveniente importante.

El precio varía según sea una instalación individual o colectiva. Para cubrir las necesidades de agua caliente de dos personas basta una instalación compacta que puede costar alrededor de los 1.800 €. A partir de 6 m² el precio baja de manera importante y puede costar alrededor de 670 € el instalado. Los precios incluyen captadores, mano de obra, tubos, válvulas pueden bajar o subir según la dificultad de la instalación (si es una terraza plana será menor, si es en tejado inclinado, un poco mayor). El costo del m² de colector solar únicamente oscila entre €215 y €345.

En Argentina, hablamos de precios de \$3600 para el sistema completo de termosifón, que consiste en un colector de 2,5 m² más un termotanque de 240 litros de capacidad. Este costo es sólo del equipo sin considerar fletes ni instalación (Datos Provistos por INNOVAR S.R.L).

Las empresas informaron de un moderado aumento de precios de hasta el 5% en 2005. En el 2006, el drástico aumento de los precios de las materias primas, provocó una suba de precios de hasta un 10%. Para el año en curso, los fabricantes tienen más confianza, y se espera que los precios se mantengan constantes o aumenten no más de un 5%.

OBLIGACIONES SOLARES E INCENTIVOS FINANCIEROS

Las obligaciones solares cambian de manera fundamental el funcionamiento del mercado de la energía solar térmica. Dentro de una obligación solar, las medidas de garantía de calidad deben ser previstas, incluyendo parámetros de calidad de los productos, de la instalación y del mantenimiento, así como un claro régimen de inspección y sanción. Sin estas medidas, es probable que algunas empresas constructoras instalen los productos más baratos y, por lo tanto, con un rendimiento menor al deseado. Esto podría reducir la aceptación de la regulación y, posiblemente, afectar la tecnología solar en general.

Países como Francia, Italia, España, Portugal han propiciado condiciones favorables para un rápido desarrollo de sus mercados y al mismo tiempo han reforzando los sistemas de ayuda financiera a las inversiones, por la introducción de nuevas legislaciones que requieren o inciten la instalación de sistemas solares en los edificios que están en construcción o se están renovando. La obligación de integrar la energía solar (u otras renovables Energías) en todos los nuevos edificios está cobrando importancia en países de la Unión Europea y muchos municipios han sido tentados por el experimento.

Esquemas de incentivos financieros, en forma de subvenciones directas han desempeñado un papel importante en el desarrollo de los principales mercados de la energía solar térmica en Europa (Alemania, Austria y Grecia). En Francia, una reducción del impuesto sobre la renta ha provocado un rápido crecimiento en el mercado desde el año 2005.

El análisis de diferentes casos de estudio en Estados miembros de la UE demostró claramente que lo que hace a tener éxito o no al incentivo no es tanto su tipo, sino el diseño y la aplicación concreta, incluyendo medidas de acompañamiento tales como la sensibilización y la formación de profesionales. El factor más importante es la continuidad a largo plazo, esto crea estructuras de mercado saludables que son la base para un crecimiento continuo, los programas de corta duración o con presupuestos insuficientes no logran este cometido. A largo plazo, la estrategia de apoyo, consistente en un plan de incentivos financieros y adecuadas medidas de acompañamiento demostró tener el mayor impacto sobre el crecimiento del mercado.

Los incentivos financieros específicos deben ser lo suficientemente altos para tener realmente efecto en el mercado. Para garantizar la continuidad debe haber fondos suficientes y disponibilidad, si esto no puede ser garantizado desde el presupuesto público deben tenerse otras fuentes. Para una amplia aceptación del incentivo los procedimientos deben ser simples y de fácil aplicación. Los requisitos de calidad otorgan a los consumidores la confianza en la tecnología solar térmica contribuyendo a un mayor crecimiento del mercado.[5]

Cada vez hay más debates acerca de los incentivos financieros, de capacitación y sensibilización. Organismos internacionales como ESTIF (EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION) fomenta la adopción de

mejores prácticas en la legislación, promueve campañas de sensibilización, así como programas de garantía de calidad y participa activamente contribuyendo a la transferencia de las mejores prácticas en las políticas de un país a otro.[9]

Muchos gobiernos aún no son conscientes de que la energía solar térmica puede entregar una parte sustancial de energías renovables. Alemania, Austria, Chipre son los principales mercados solares y sirven de ejemplo.

En los países en desarrollo, los usuarios no pagan el valor del agua caliente, por lo general los precios de la energía son muy bajos o están subsidiados [15]. Por esta razón, sin una política de estado apropiada, el uso de equipos solares domiciliarios no se volverá masivo.

POSIBLE PROSPECTIVA

Los mercados maduros continúan su expansión, Alemania y Austria siguen prosperando, gracias a los sistemas combinados y a las aplicaciones de escala colectiva. Estas perspectivas favorables han llevado a evaluar las previsiones para 2010 a 41,1 millones de m².

En enero de 2007, la ESTIF (European Solar Thermal Industry Federación) publicó un plan de acción de energía solar térmica a largo Plazo para la Unión Europea, en la que se definen dos nuevos objetivos para 2020, uno mínimo de 91 GWt (130 millones de m²) y un objetivo ambicioso de 320 GWt (457 millones de m²), es decir, 1 m² de colector por habitante. La ESTIF señala que para alcanzar este último objetivo, la energía solar térmica tendrá que ser ampliamente utilizada en aplicaciones de calefacción y refrigeración [5].



Figura 21: Escenarios de crecimiento para la energía solar térmica en Europa. Fuente: estec2007

CONCLUSIONES

La energía solar térmica es la solución más barata y limpia para instalaciones con un consumo importante de agua caliente, provoca el ahorro de grandes cantidades de petróleo, gas, electricidad y biomasa. Está teniendo una fuerte implantación sobre todo en hoteles y complejos turísticos, instalaciones deportivas y hospitales.

Nuevos productos se han puesto en marcha, tanto con tubos de vacío como con colectores de placa plana. Recubrimientos muy selectivos son más comunes que los acabados de pinturas solares, con estos diseños se alcanzan temperaturas por encima de los 100 ° C.

Se predice que la competencia será cada vez más fuerte, más proveedores lucharán por una parte del mercado. Los mercados emergentes van ganando terreno internacionalmente y como resultado habrá una mayor presión sobre los precios.

No puede haber duda de la continua evolución de esta rama y se espera un mayor fortalecimiento de la demanda de energía verde. El incremento del precio de las energías convencionales impulsará el crecimiento continuo de la energía solar en todo el mundo y se anticipa un crecimiento del 30% anual [8].

Actualmente podemos afirmar que el aprovechamiento de la energía solar térmica es una tecnología madura y fiable, que las inversiones realizadas, en general, son amortizables, se trata de una alternativa respetuosa con el medio ambiente. Cada nuevo sistema de energía solar térmica es un paso hacia un ambiente limpio y sostenible. Una vivienda unifamiliar (2 m² de captadores) puede evitar. 1,5 t de CO₂ al año. Un hotel con capacidad para 400 personas (580 m² de captadores) puede evitar 128 t de CO₂ al año.

AGRADECIMIENTOS

Ing. Jorge Follari – INNOVAR S.R.L.

REFERENCIAS

- [1] The Encyclopedia of Alternative Energy and Sustainable Living – The Worlds of David Darling www.daviddarling.info
- [2] The Solarserver – Forum for Solar Energy www.solarserver.de
- [3] SOLAR THERMAL BAROMETER – EurObserv'ER – Julio 2007
- [4] www.renewables-made-in-germany.com
- [5] Solar Thermal Action Plan for Europe. ESTIF (EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION). Setiembre 2007.
- [6] SOLAR THERMAL MARKETS IN EUROPE (TRENDS AND MARKET STATISTICS 2004) ESTIF (EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION). Junio 2005
- [7] Sun in Action II –A Solar Thermal Strategy for Europe. ESTIF (EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION). Abril 2003.
- [8] Growing markets worldwide. Sun & Wind Energy. 1/2007- ISSN 1861-2741 H2607
- [9] SOLAR THERMAL MARKETS IN EUROPE (TRENDS AND MARKET STATISTICS 2006) ESTIF (EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION). Junio 2007.
- [10] CNAE – Comisión Nacional para el Ahorro de Energía de México. www.conae.gob.mx
- [11] GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL de MEXICO. NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-008-AMBT-2005. 7 de abril de 2006.
- [12] Um Banho de Sol para o Brasil. Delcio Rodrigues y Roberto Matajs. Instituto Vitae Civilis. Janeiro 2005
- [13] Dirección Nacional de Energía y Tecnología - Nuclear Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay
- [14] VEINTE AÑOS CON LOS CALEFONES SOLARES ARGENTINOS. J. Follari y A. Fasulo. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 5. 1998. ISSN 0328-932X
- [15] White Paper – ISES (Internacional Solar Energy Society)- “Un Futuro Para el Mundo en Desarrollo Basada en las Fuentes Renovables de Energía.” Dieter Holm, D.Arch. 2005.
- [16] El Diario de la Republica. Política Energetica: Actualidad y Futuro. Jorge Follari Agosto 2004. www.grupopayne.com.ar
- [17] “El estado actual del uso de la energía solar en el Perú”. Manfred Horn. Publicado en “perúeconómico”, Lima, Vol XXIX, Nr.11, Nov. 2006: *Los retos energéticos del Perú*.
- [18] www.aosol.pt