



Energía Solar Térmica en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2002



Región de Murcia
Consejería de Ciencia, Tecnología,
Industria y Comercio
Dirección General de Industria,
Energía y Minas

Este libro ha sido redactado por José Pablo Delgado Marín, de la Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia, con la colaboración de D. Joaquín Abadía Sánchez, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, y del IDAE.



Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia

Centro Regional de la Industria y la Energía

Avda. del Descubrimiento, Parcela 15

Poig. Industrial Oeste 30820 Alcantarilla - MURCIA

Tel.: 968 89 36 80 • Fax: 968 89 39 76

Email: info@argem.regionmurcia.net

Web: www.argem.regionmurcia.net

Depósito Legal: MU - 1384 - 2002

Diseño e Impresión: Artes Gráficas Riande

*La presente publicación, editada por la **Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia**, tiene por objeto informar a las empresas, y al público en general, de las posibilidades que la energía solar térmica ofrece.*

En este documento se incluye información sobre la tecnología disponible en la actualidad, métodos de cálculo, estudios de rentabilidad económica y medioambiental y ejemplos ilustrativos.

La Región de Murcia es, por su enclave geográfico, la que mayor radiación solar recibe de las que componen la Península Ibérica. Sin embargo, no se sitúa a la cabeza en número de instalaciones que aprovechen la energía térmica del Sol.

Esta publicación pretende suscitar, entre los ciudadanos de la Región, el interés por esta energía primaria, limpia, constante, eficiente, de calidad y, sobre todo, rentable. Todo ello dentro de la estrategia energética de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia que, además de contribuir a alcanzar los objetivos nacionales y cumplir los compromisos europeos, pretende mejorar la situación medioambiental y contribuir a una mayor calidad de vida en la Región.

*Patricio Valverde Megías
Consejero. Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio*



Indice

CAPITULO 1:	
Desarrollo de la Energía Solar Térmica	
1. Introducción	11
2. Desarrollo actual en España	11
3. Situación actual en la Región de Murcia	12
CAPITULO 2:	
Tecnología y aplicaciones de la Energía Solar Térmica	
1. El Sol y la radiación solar.	17
2. Características de la Energía Solar Térmica.	
Conceptos básicos.	18
3. Usos y aplicaciones de la Energía Solar Térmica.	20
4. Tecnologías y principales componentes de los sistemas solares térmicos.	41
5. Aplicaciones de los sistemas solares térmicos.	48
CAPITULO 3:	
Diseño de instalaciones solares térmicas	
1. Método F-Chart.	57
2. Método Simplificado.	64
3. Disposición de los colectores.	66
CAPITULO 4:	
Rentabilidad económica y beneficio medioambiental de las instalaciones de Energía Solar Térmica	
1. Estudio económico completo	73
2. Estudio económico simplificado	76
3. Estudio del beneficio medioambiental	76
4. Ejemplos de estudio de rentabilidad	77
CAPITULO 5:	
Mantenimiento de Instalaciones Solares Térmicas	
1. Introducción	81
2. Programa de mantenimiento	82
3. Garantías	86

CAPITULO 6:	
Aplicaciones en procesos industriales de la Energía Solar Térmica	
1. Introducción	89
2. Análisis por sectores	89

CAPITULO 7:	
La Energía Solar Térmica en los planes de desarrollo	
1. Planes europeos relativos a Energía Solar Térmica .	97
2. Planes nacionales relativos a Energía Solar Térmica .	98
3. Objetivos de la Región de Murcia en Energía Solar Térmica	99

ANEXOS

Anexo I	
Empresas del Sector Solar Térmico en la Región de Murcia	103

Anexo II	
Instalaciones solares térmicas significativas en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia . .	107

Anexo III	
Legislación aplicable a todo el Estado Español	113

Anexo IV	
Tablas y datos para el cálculo de dimensionado de las instalaciones solares térmicas	129

Anexo V	
Direcciones de interés en la Región de Murcia	131

Anexo VI	
Bibliografía	133



CAPITULO I

Desarrollo de la Energía Solar Térmica

1 Desarrollo de la Energía Solar Térmica

1. Introducción

El Sol es un gigantesco reactor de fusión continuo, constituido por diferentes gases retenidos por fuerzas gravitatorias. La energía procedente del Sol es radiada al espacio mediante ondas electromagnéticas. La energía solar térmica aprovecha esta radiación para generar calor y utilizarlo en distintas aplicaciones.

Aunque más adelante se describen los diferentes sistemas de captación, clasificados según se utilicen para producción de energía térmica a alta, media o baja temperatura, el objetivo final de este documento se centra en la energía solar térmica de baja temperatura. Estos sistemas son los de mayor aplicación y los más desarrollados a nivel comercial.

2. Desarrollo actual en España

A finales de 1998, la superficie de colectores solares de baja temperatura instalados en España era del orden de 341.000 m², en su mayor parte para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en el sector doméstico y turístico. Durante el año 1998, la superficie instalada de colectores solares de baja temperatura alcanzó los 19.440 m², lo que supone una importante reactivación del mercado, que durante los últimos años se encontraba en torno a 10.000 m².

3. Situación actual en la Región de Murcia

La Región de Murcia es una de las más favorecidas por la radiación solar en España. Este hecho debería favorecer el desarrollo de la energía solar térmica. La realidad es que, hasta los últimos años, la evolución de estas instalaciones no ha adquirido el dinamismo necesario.

EVOLUCIÓN ANUAL DE LAS INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS EN ESPAÑA (Periodo 1997 - 2001*)

	1997	1998	1999	2000	2001
Total anual (m ²)		19.440	21.342	39.874	51.311
Total acumulado (m ²)	321.829	341.269	362.611	402.458	453.796

Fuente IDAE
(*) Datos provisionales

Tabla 1

Según se puede apreciar en la tabla 2 y la figura 2, la evolución de la superficie instalada en la Región ha significado alrededor de un 7,5% en los años 1998 y 1999.

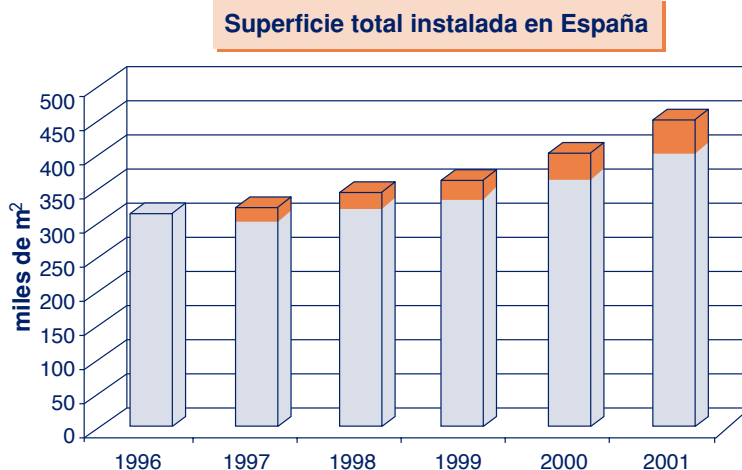


Figura 1

Sin embargo, durante el año 2001, se produjo un incremento de más del 16% en la superficie instalada. Las previsiones para este año 2002 son muy alentadoras a este respecto y puede significar el despegue definitivo del uso de la energía solar térmica en la Región de Murcia.

EVOLUCIÓN ANUAL DE LAS INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS EN LA REGIÓN DE MURCIA (Periodo 1996 - 2001)

	Hasta 1996	1997	1998	1999	2000	2001
Total anual (m ²)		218	571	683	381	1.575
Total acumulado (m ²)	9.133	9.351	9.922	10.605	10.986	12.561

Tabla 2

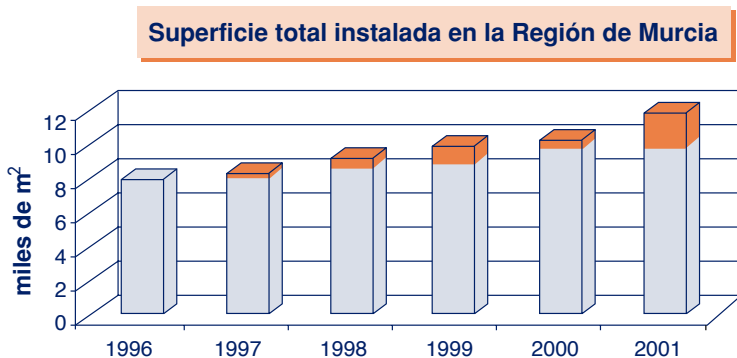


Figura 2



CAPITULO II

Tecnología y Aplicaciones de la Energía Solar Térmica

2 Tecnología y aplicaciones de la Energía Solar Térmica

1. El Sol y la radiación solar.

El sol está compuesto mayoritariamente por hidrógeno y helio. En él se produce, de manera continua, un proceso nuclear de fusión por el que el hidrógeno se transforma en helio y se genera una gran cantidad de energía. Esta energía es emitida a todo el espacio en forma de radiación electromagnética ultravioleta (UV), visible (V) e infrarroja (IR).

En el límite entre la atmósfera terrestre y el espacio vacío (zona denominada MA0 –masa de aire cero-), la radiación solar es de 1.367 vatios por cada metro cuadrado de superficie expuesta a la radiación.. Este valor es la denominada constante solar, y supone un valor medio para toda la superficie de la esfera que contiene a la atmósfera.

Sin embargo, la energía que llega a la superficie terrestre, es menor, debido a la interacción de los componentes atmosféricos con la radiación solar:

- La capa de ozono absorbe radiación ultravioleta, actuando como una pantalla de radiaciones perjudiciales para la vida terrestre.
- Parte de la radiación es reflejada de nuevo al espacio.
- Otra parte se atenúa en su choque con partículas y moléculas atmosféricas, fundamentalmente H₂O y CO₂.

Esto provoca que la radiación que nos llega a la superficie terrestre sea, por término medio, de unos 900 W/m². En días claros, la Región de Murcia puede recibir más de 1 kW/m² de radiación solar.

Por otro lado, esta radiación solar llegada a la tierra es la responsable de la gran mayoría de las energías renovables que la naturaleza ha dispuesto al servicio del hombre (figura 3).

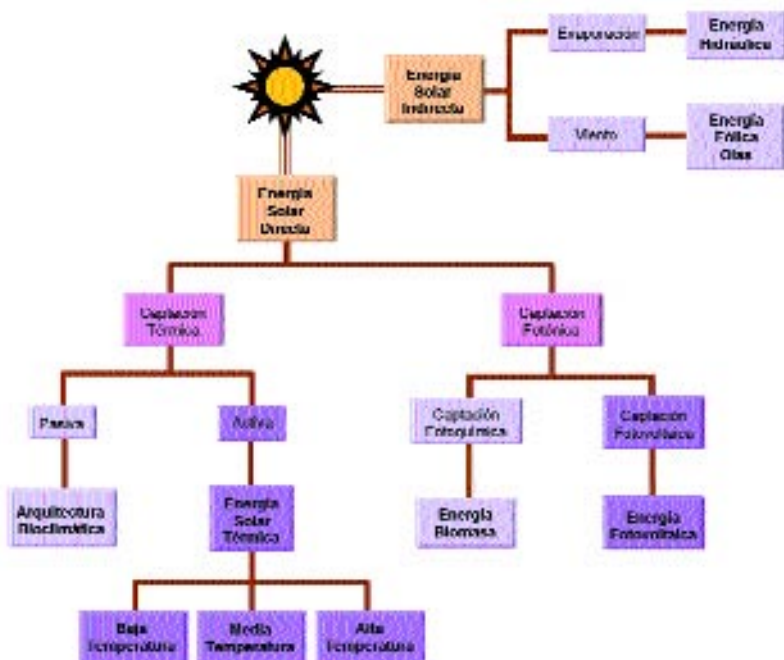


Figura 3

2. Características de la Energía Solar Térmica. Conceptos básicos.

La radiación global que llega a un punto sobre la superficie terrestre tiene tres componentes: directa, difusa y reflejada. La radiación directa es la que llega a la superficie sin interactuar con nada y sin cambios de dirección; es la más importante en un día soleado. La radiación difusa es producto de los choques de la radiación directa con las partículas y los componentes atmosféricos; es la radiación predominante en los días nublados. La radiación reflejada, que también se denomina albedo, llega procedente de la reflexión de la radiación directa en los elementos del entorno; en las zonas costeras o nevadas, el albedo adquiere una enorme importancia.

$$\text{Radiación Global} = \text{Rad. Directa} + \text{Rad. Difusa} + \text{Albedo}$$

Movimiento Sol-Tierra

La energía procedente del sol viene caracterizada por el movimiento del conjunto Sol-Tierra. La Tierra describe un movimiento de traslación alrededor del Sol cuya trayectoria es una elipse. En dar una vuelta completa alrededor del Sol, nuestro planeta invierte 365 días y 6 horas.

Pero además, la Tierra realiza un movimiento de rotación con un eje de giro norte-sur, que pasa por su centro, y que forma un ángulo de $23,45^\circ$ con respecto a la perpendicular al plano de su órbita elíptica. Este ángulo es constante durante todo el año y origina que el ángulo de incidencia de los rayos solares, respecto del plano del ecuador, vaya variando a lo largo del año, siendo de $-23,45^\circ$ en el solsticio de invierno, de $23,45^\circ$ en el solsticio de verano y de 0° en los equinoccios de otoño y primavera. A este ángulo se le denomina declinación d (figura 4).

Una fórmula aproximada para calcular la declinación es:

$$d = 23,45 \cdot \text{sen}\left(\frac{284 + n}{365}\right)$$

siendo en el día juliano (n es 1 el primero de enero y 365 el 31 de diciembre). Este conjunto de movimientos hace que la altura solar sea diferente cada hora para cada día del año, complicando de manera sustancial todos los cálculos referentes a la radiación solar.

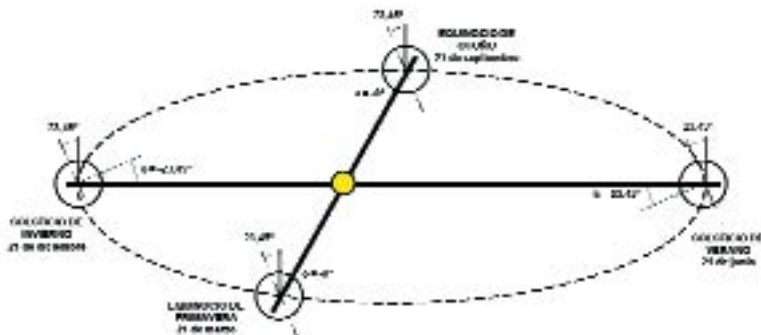


Figura 4

3. Usos y aplicaciones de la Energía Solar.

3.1 ENERGÍA SOLAR PASIVA

La primera forma que sirvió al hombre para utilizar la energía solar térmica fue a través de la energía solar pasiva, es decir, aprovechando la energía que penetra por ventanas y muros convenientemente orientados, durante los meses fríos, y favorecer las corrientes de aire por efecto térmico, en los meses cálidos.

Para conseguir este objetivo, sin disminuir los niveles de confort en los edificios, se ha desarrollado todo un arte en la concepción arquitectónica: la Arquitectura Bioclimática.

Se denomina arquitectura bioclimática aquella que es capaz de aprovechar la radiación solar en los meses fríos y rechazarla en los meses cálidos, que aprovecha la ventilación para combatir la humedad y para evacuar el aire caliente molesto, y que emplea el aislamiento para reducir los intercambios térmicos con el exterior.

Los elementos arquitectónicos bioclimáticos se podrían clasificar de la siguiente forma:

3.1.1 Sistemas captadores

Son aquellos componentes de un edificio que tienen por objetivo captar la energía de la radiación solar y transferirla al interior en forma de calor. También se denominan sistemas pasivos de energía solar.

a) Sistemas directos: Son aquellos en los que la energía penetra directamente en el interior, a través de superficies vidriadas. Una vez dentro, la radiación es absorbida por las superficies interiores calentándolas. En estos sistemas, es aconsejable el uso de elementos de aislamiento móvil en las aberturas captadoras, con el fin de mejorar el aislamiento nocturno del edificio.

b) Sistemas semidirectos: Son aquellos en los que se interpone un espacio entre el interior y el exterior, con una gran entrada de radiación (normalmente un invernadero).

La gran radiación incidente es absorbida en este espacio, aumentando mucho su temperatura respecto del exterior, reduciendo las pérdidas del edificio y calentándolo por conducción y convección.

c) Sistemas indirectos: Son aquellos en que la captación se realiza a través de un elemento de almacenamiento, de gran capacidad térmica, con una posterior transferencia de energía al interior. Se pueden subdividir en:

- **Sistemas indirectos por fachadas**: Posee una superficie de acumulación vertical (normalmente un material de alta densidad), protegida por un vidrio, y acabada en color oscuro. Existen tres variantes:

- Muro invernadero: Está construido de obra, con un espesor de 30 a 40 cm, con el fin de retardar unas 12 horas el máximo aporte de energía. El calor pasa a través del muro por conducción y se cede al interior por radiación y convección.

SISTEMAS DIRECTOS

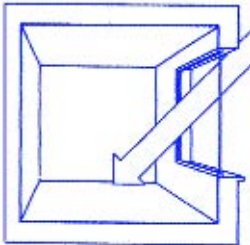


Figura 5

SISTEMAS SEMIDIRECTOS

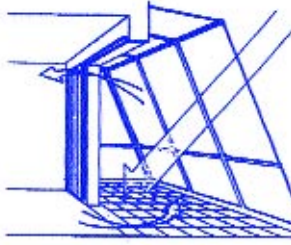


Figura 6

MURO INVERNADERO

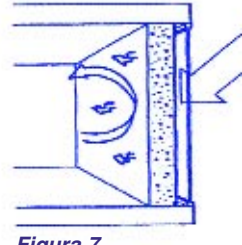


Figura 7

- Muro Trombe: Es un caso particular del anterior, al que se añaden unas perforaciones superior e inferiormente en el muro que comunica con el interior: Gracias a ellas se aumenta y se controla la cesión de calor por termocirculación en el circuito de aire resultante. Con trampillas manuales o automáticas se evita la circulación invertida durante la noche.

- Muro de agua: En este caso, el muro está formado por contenedores de agua, donde se acumula la energía que luego es transferida hacia el interior. De esta manera, se aprovecha el alto calor específico del agua (poder de acumulación energética).

- **Sistema indirecto por techo:** Utiliza una masa acumuladora en la cubierta. Tiene un funcionamiento similar al de fachada.

MURO TROMBE

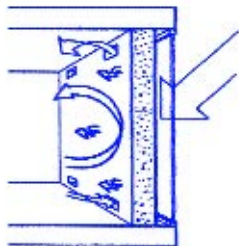


Figura 8

MURO DE AGUA

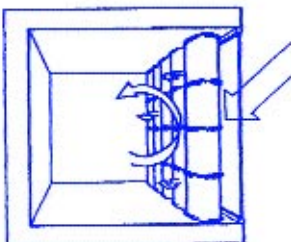


Figura 9

SISTEMA INDIRECTO POR TECHO

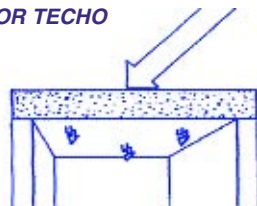


Figura 10

- **Sistema indirecto por suelos:** La energía se capta y se almacena en un depósito debajo del suelo del interior: El aporte radiante se realiza por un lateral del acumulador orientado al sol. La masa térmica de acumulación puede estar formada por un lecho de piedras o un depósito de agua muy aislados. La cesión al interior se realiza por convección y radiación.

d) **Sistemas independientes:** Son los que utilizan principios similares a los del sistema indirecto por suelo, pero en este caso, los componentes o elementos captadores y acumuladores se pueden independizar entre sí y con el espacio acondicionado. La transferencia de calor entre los distintos elementos se realiza por medio de flujos convectivos de aire (o agua) que circula por conductos, donde se incorporan dispositivos de regulación y control

SISTEMAS INDEPENDIENTES

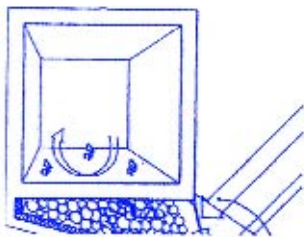


Figura 11

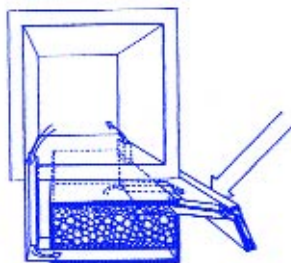


Figura 12

3.1.2 Sistemas de inercia

Son aquellas partes del edificio que actúan como estabilizadores de las temperaturas interiores, frente a las oscilaciones exteriores. Su principio de funcionamiento los hace adecuados para reducir los efectos del frío en invierno y del calor en verano.

a) Sistemas subterráneos: Su acción se basa en la excavación o el enterramiento total o parcial del edificio. Los grandes espesores de tierra tienen una gran inercia térmica. Como resultado, el interior del edificio está en contacto con superficies que mantienen su temperatura prácticamente constante durante todo el año.

b) Sistemas de alta inercia interior: Originados por elementos de gran capacidad térmica en el ambiente interior del edificio. Pueden ser materiales de alta densidad de la construcción del mismo, o recipientes con agua, en contacto térmico hacia el mismo interior. El efecto de estos sistemas producen un amortiguamiento en las oscilaciones de temperatura originadas por la irregularidad de las ganancias y pérdidas de energía del ambiente. Por ello es importante situar las masas térmicas en las zonas de edificios donde son mayores estas variaciones, cerca de superficies vidriadas, locales periféricos, etc.

c) Sistemas de alta inercia en cubiertas: Basan su efecto en la disposición, en la cubierta del edificio, de elementos de alta capacidad de acumulación térmica. Estos elementos amortiguan la acción de las oscilaciones energéticas del exterior, en el lugar en el que éstas se manifiestan más claramente. Como masa térmica pueden utilizarse bolsas de agua, formando una cubierta-estanque o, sencillamente, materiales de construcción pesada. En todo caso, conviene añadir un sistema de aislamiento móvil que permita proteger y aislar el sistema durante la noche en invierno y durante el día en verano.

**SISTEMAS
SUBTERRANEOS**

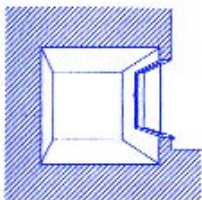


Figura 13

**SISTEMAS DE ALTA
INERCIA INTERIOR**

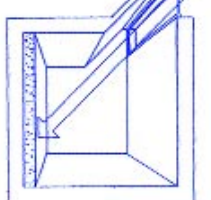


Figura 14

**SISTEMAS DE ALTA
INERCIA EN CUBIERTAS**



Figura 15

3.1.3 Sistemas de ventilación y tratamiento del aire

Tienen por función primordial facilitar la circulación del aire a través del edificio, y tratarlo para mejorar sus condiciones de temperatura y humedad. Estos sistemas se caracterizan por el caudal de aire que penetra y sale del edificio, ya que renuevan el aire interior y generan una sensación de enfriamiento sobre sus ocupantes.

a) Sistemas generadores del movimiento del aire: Generan movimiento en el aire interior del edificio favoreciendo la entrada y salida por aberturas colocadas a tal fin.

- **Ventilación cruzada**: Sistema de ventilación de un espacio, o sucesión de espacios asociados, mediante aberturas situadas en dos fachadas opuestas. Las aberturas han de situarse en fachadas que comuniquen con espacios exteriores de diferentes condiciones de radiación o de exposición al viento. Lo más útil es orientarlas en el sentido de un viento dominante de características favorables.
- **Efecto chimenea**: Sistema que genera una extracción de aire al situar aberturas en la parte superior de un espacio. La diferencia de densidad del aire, fruto de su diferencia de temperatura, hace que el aire más caliente tienda a salir por estas aberturas.
- **Cámara o chimenea solar**: Dispositivo que utiliza la energía de la radiación solar para la extracción de aire. Su misión consiste en calentar el aire dentro de una cámara, mediante un captador de superficie oscura protegido por una cubierta de vidrio. Al calentarse el aire y disminuir, por tanto, su densidad, se produce un efecto de succión en las perforaciones situadas en la parte baja de la cámara, en contacto con el interior. Las cámaras solares se deben orientar hacia la máxima intensidad de radiación solar (sur).



Figura 16

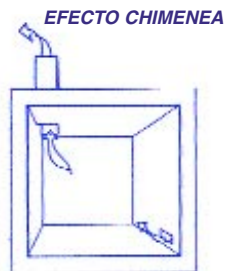


Figura 17

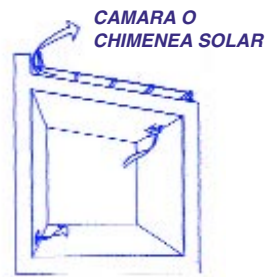


Figura 18

- **Aspiración estática:** Son sistemas que producen una dispersión en el interior del edificio, mediante la aspiración por efecto venturi, generada por el viento sobre un dispositivo adecuado, situado en la cubierta del edificio.
- **Torre de viento:** Sistema de introducción de aire en el edificio a través de una torre que recoge el viento a una cierta altura sobre la cubierta, donde éste es más intenso. El aire se lleva por un conducto que puede introducirlo por la parte baja de los locales.

ASPIRACION ESTATICA

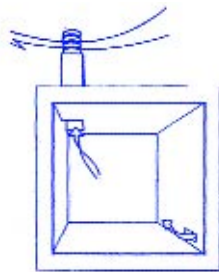


Figura 19

TORRE DE VIENTO

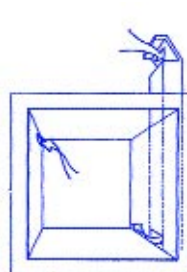


Figura 20

b) Sistemas de tratamiento de aire: Son los que actúan sobre la temperatura y humedad del aire, normalmente favoreciendo la evaporación de agua en una corriente de aire. Estos sistemas son apropiados para climas cálidos-secos.

- **Torres evaporativas:** Sistema de tratamiento en el que el aire penetra por la parte superior de una torre, enfriándose por evaporación del agua. Además, produce una cierta impulsión de aire hacia el interior.

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AIRE

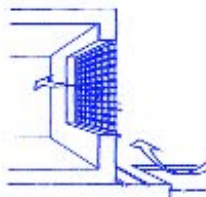


Figura 21

TORRES EVAPORATIVAS

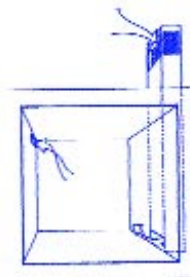


Figura 22

- **Patio:** El patio consiste en un ambiente descubierto central, rodeado por el edificio, donde existe un estanque o fuente que acondiciona el aire por evaporación. Es una solución sencilla, particularmente útil en climas cálidos-secos, pero también utilizada en otras zonas. Este sistema combina diferentes dispositivos y elementos para mejorar durante el tiempo cálido las condiciones ambientales del espacio exterior acotado. Para ello suele estar provisto de toldos o vegetación, para reducir el nivel de radiación, y sirve para iluminar y ventilar zonas interiores del edificio.
- **Sistemas de ventilación subterránea:** Este mecanismo aprovecha la inercia térmica del terreno para suministrar aire frío en periodos cálidos. Para ello se emplea un sistema de conductos subterráneos por donde el aire exterior pasa para ser enfriado antes de introducirse en el edificio. Lógicamente el aire será tomado de una posición exterior, debidamente sombreada y con orientación norte. También se denominan Pozo Canadiense o Provenzal.



3.1.4 Sistemas de protección a la radiación

Tienen por misión proteger al edificio de las radiaciones no deseadas en periodos cálidos. Se pueden distinguir:

- a) **Umbráculos:** Son sistemas que tiene como misión la creación de un espacio anexo al edificio con condiciones de radiación controlada. De este modo, el intercambio de aire entre interior y exterior puede realizarse a través suyo. Los más comunes son:

- **Vegetación:** Soportada por una estructura ligera, creando un espacio intermedio con circulación de aire, a la vez que una zona sombreada. Los elementos vegetales de hoja caduca por delante de las superficies vidriadas, permitirán la captación solar en invierno, manteniendo la protección en verano.
- **Pérgola:** Elemento construido con estructura metálica, de obra o de madera, que crea una zona sombreada junto al edificio y que, siendo un elemento cerrado, permite ventilación, vistas y acceso de luz difusa hacia el interior.
- **Brise-soleils:** Celosías o lamas exteriores que, como elementos discontinuos, detienen parte de la radiación, permitiendo el paso del aire y la luz difusa.

b) Elementos protectores de la piel: Son aquellos componentes que detienen la radiación solar antes de que llegue a la envolvente de un edificio, con especial atención a la protección de las aberturas, permitiendo a la vez la ventilación y entrada de luz. Algunos de estos elementos son:



Figura 25

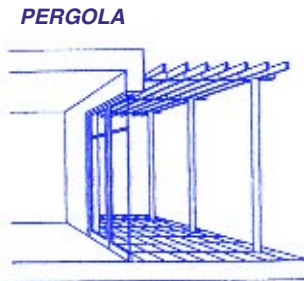


Figura 26



Figura 27

- **Aleros o voladizos:** Elementos constructivos fijos, situados en las partes altas de las fachadas de los edificios, que se proyectan horizontalmente protegiendo estas fachadas y, de manera especial, las aberturas de la radiación y la lluvia. La dimensión más adecuada es aquella que permita el aporte de radiación en invierno evitándolo en verano.
- **Pantallas:** Elementos opacos, rígidos y normalmente fijos, situados en las fachadas de forma que somborean una determinada superficie vidriada para determinadas situaciones del sol.



Centro de Estudios
Medioambientales de
la Caja de Ahorros del
Mediterráneo

- **Persianas:** Elementos móviles y practicables, formados por lamas, que, colocados delante de las aberturas, permiten detener completamente la radiación directa, permitiendo la ventilación, cierta iluminación y vistas exteriores. Al ser regulables, se pueden adaptar a las condiciones de protección deseadas en cada momento.

ALEROS VOLADIZOS

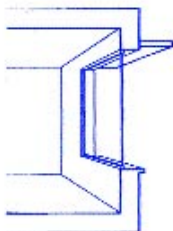


Figura 28

PANTALLAS

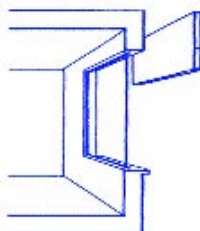


Figura 29

PERSIANAS



Figura 30

- **Toldos o cortinas exteriores:** Elementos móviles y flexibles que pueden situarse verticales o inclinados, sombreando una parte de la fachada del edificio, o una abertura en concreto. Al poderse recoger, permiten el total acceso del sol cuando interese.

**TOLDOS O CORTINAS
EXTERIORES**

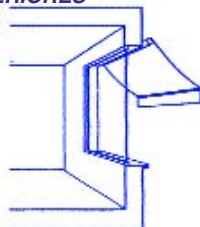


Figura 31

VEGETACION



Figura 32

LLAMAS



Figura 33



VIDRIOS DE COLOR
REFLECTANTES
Y DOBLES

Figura 34

- **Vegetación:** Está formada por aquellos elementos vegetales que pueden sombrear una fachada o parte de ella, permitiendo la convección natural del aire entre la fachada y las hojas. Normalmente no se sitúan sobre las aberturas.
- **Lamas:** Son elementos de protección en una abertura de la incidencia directa de la radiación, que permiten la ventilación y una cierta iluminación. Las lamas pueden ser móviles y posibilitar una regulación voluntaria de las condiciones de protección.
- **Vidrios de color, reflectantes y dobles:** Son elementos de cerramiento de las aberturas que también cumplen una función de protección contra la radiación solar.

■
Centro de Estudios
Medioambientales de
la Caja de Ahorros del
Mediterráneo



CLASIFICACION DE LOS ELEMENTOS SOLARES DE CALEFACCION SEGUN EL "EUROPEAN SOLAR HANDBOOK"

CLASIFICACION DE LOS ELEMENTOS SOLARES PASIVOS DE REFRIGERACION SEGUN EL "EUROPEAN PASSIVE SOLAR HANDBOOK"

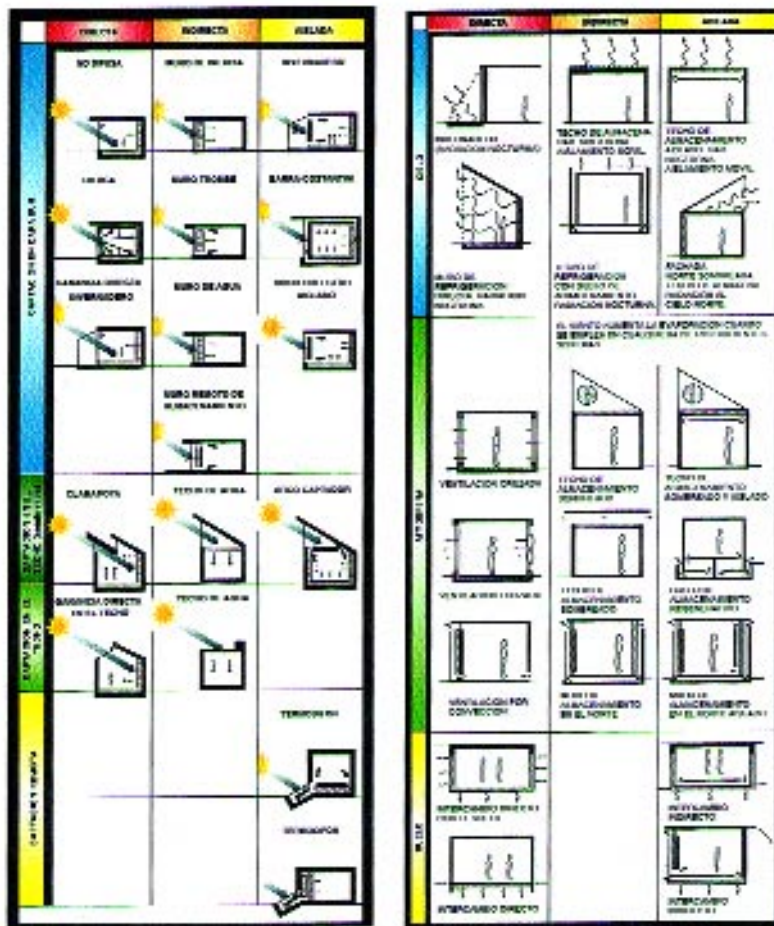


Figura 35

3.2 ENERGÍA SOLAR ACTIVA

3.2.1 Energía Solar Térmica de Baja Temperatura

Se considera energía solar térmica de baja temperatura aquella que trabaja por debajo del punto de ebullición del agua (100 °C a la presión atmosférica). Para aprovecharla se utilizan elementos captadores diseñados a tal efecto. Los más representativos son:

A. Colector Solar Plano

Es el sistema más utilizado. Está compuesto por los siguientes elementos:

Superficie captadora: Es la parte fundamental del colector solar. Su misión es absorber la máxima cantidad de la radiación que le llega. Está formada por una serie de tubos (normalmente de cobre) o conductos (suelen ser de aluminio) por los que circula el fluido que debe ser calentado (denominado fluido caloportador, que normalmente es agua), y una superficie de captación que transforma en calor la energía radiante y la transmite al sistema de conducciones.

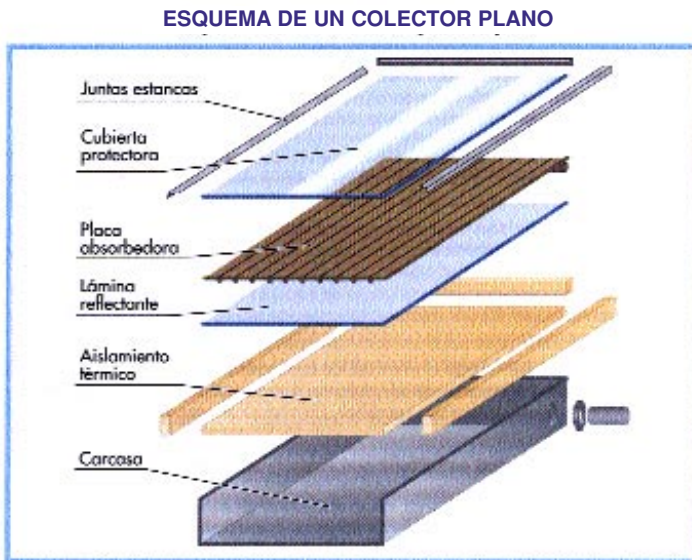


Figura 36

La superficie sobre la que inciden los rayos solares debe ser convenientemente tratada para aumentar al máximo la energía absorbida (alta absorbancia), reduciendo al mínimo la emisión de energía de los tubos al exterior (baja emitancia).

A este tratamiento se le denomina recubrimiento selectivo. Cada fabricante utiliza su propio recubrimiento, fruto de su investigación. En general, todos ellos están basados en óxidos de cobre y negro de cobre y níquel.

Cubierta transparente: Tiene por objeto reducir las pérdidas, creando un efecto invernadero, así como proteger de la intemperie la superficie absorbedora. Normalmente son de vidrio con bajo contenido en hierro (para limitar su absorbancia) y de un espesor superior a 4 mm.

También existen cubiertas de plástico, menos frágiles que las de vidrio y más económicas; sin embargo sufren rápidamente un gran deterioro por su exposición directa y continua a la radiación solar.

La utilización de dos cubiertas mejora el rendimiento en condiciones de alta temperatura en el colector, mientras que a temperaturas normales de funcionamiento, la resistencia térmica de la doble barrera, disminuye levemente su rendimiento. Además, es más caro y hace más pesado el colector.

Aislamiento térmico: El colector debe incorporar materiales aislantes tanto en el fondo, bajo la superficie absorbente, como en los laterales, con el fin de reducir las pérdidas de calor desde el absorbedor hacia la carcasa. Los materiales más usados son la lana de roca, fibra de vidrio, espuma rígida de poliuretano y poliestireno expandido.

Es conveniente incorporar una lámina reflectante en la cara superior del aislante para evitar su contacto, evitar el paso de humedad y reflejar hacia la placa absorbente la radiación infrarroja emitida por éste.

Carcasa: Es el elemento que recoge el resto de los componentes del colector, dándole la rigidez y estanqueidad necesarias al conjunto. Aunque también puede ser de material plástico (sufriendo un rápido deterioro), suele ser metálica (aluminio o acero inoxidable). En cualquier caso, debe cumplir los siguientes requisitos:

- Rigidez y resistencia estructural que asegure su estabilidad dimensional.
- Estanqueidad en el grado necesario.
- Resistencia a la intemperie.

Juntas: Permiten la estanqueidad entre la cubierta y la carcasa, pudiendo ser de caucho o silicona que soporte alta temperatura.

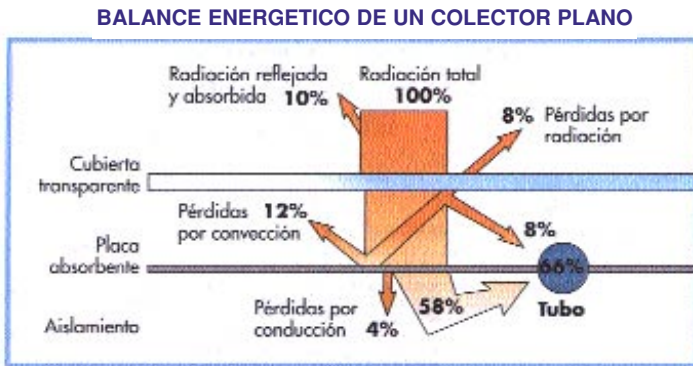


Figura 37

La curva de rendimiento de un colector solar plano representa la relación entre el calor útil aportado al fluido caloportador y la energía absorbida por el colector, es decir:

$$\eta = \frac{Q_u}{A I}$$

siendo:

η = rendimiento del colector

Q_u = calor útil aprovechado por el fluido caloportador (W)

A = superficie del colector (m^2)

I = radiación incidente (W/m^2)

El calor útil absorbido en unas determinadas condiciones de radiación incidente, depende de las pérdidas producidas en el propio colector. Estas pérdidas son proporcionales a la diferencia de temperatura entre el fluido caloportador y el ambiente exterior. Por este motivo, la curva de rendimiento del colector se representa en función de un parámetro adimensional T^* , definido como:

siendo:

$$T^* = U_0 \frac{T_m - T_a}{I}$$

U_0 = factor de escala que tiene por valor $10 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

T_a = Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$)

T_m = Temperatura media en del fluido en el colector ($^\circ\text{C}$), normalmente:

$$T_m = \frac{T_{\text{salida}} - T_{\text{entrada}}}{2}$$

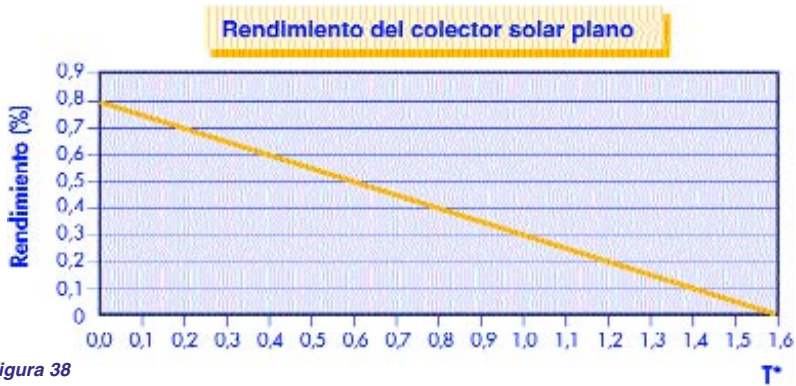


Figura 38

La curva de rendimiento adquiere la forma de la figura 38. Esta recta corta con el eje de ordenadas en el punto de máximo rendimiento, es decir, cuando la temperatura media del colector coincide con la del ambiente. Al contrario, el punto de corte con el eje de abscisas corresponde al punto de rendimiento nulo, no hay calor útil ninguno, y la diferencia entre la temperatura media del colector y del ambiente es tal que las pérdidas de calor son iguales a la aportación solar.

A medida que crece la temperatura del fluido caloportador a la entrada del colector y disminuye la temperatura ambiente, el rendimiento disminuye.

La curva de rendimiento varía sensiblemente según el tipo de colector y su tecnología. Un valor representativo es:

$$\eta = 0,8 - 0,56 T^*$$

El primer coeficiente (0,8) es el llamado coeficiente de ganancia y nos da una idea del nivel de absorbancia del equipo. El segundo (0,56), multiplicado por el factor de escala U_0 (10), representa el coeficiente de pérdidas y significa el nivel de aislamiento del colector.

Por otro lado, los colectores solares, al estar constituidos por delgados conductos, ofrecen una considerable pérdida de carga sobre el fluido caloportador. Al igual que en el caso del rendimiento, también se desarrollan curvas de pérdidas de carga, como se representa en la figura 39.

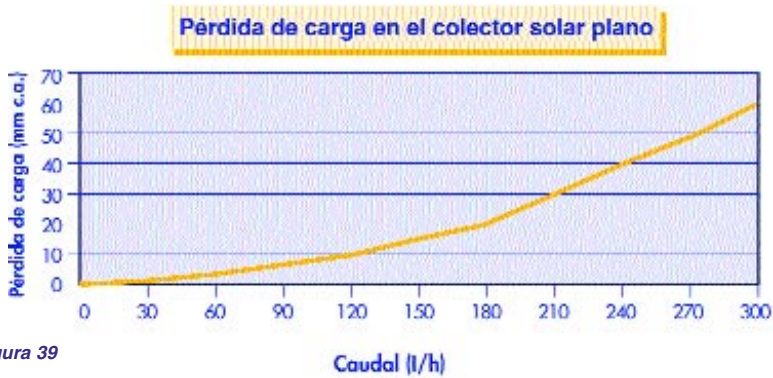


Figura 39

Existe una normativa para la homologación de los colectores en la cual se evalúa las curvas características de los diferentes modelos.

Colector Solar Plano Típico.
Cortesía de Viessmann.



B. Colector de tubo de vacío

Consta de una serie de tubos de vidrio sobre los que se ha hecho un vacío de aire, en el interior de los cuales se encuentran los tubos de cobre por los que circula el fluido caloportador (normalmente agua glicolada). El hecho de que no haya aire entre los conductos de cobre y la cubierta de vidrio, reduce de manera considerable las pérdidas globales, por eliminación de las pérdidas originadas por la convección de este aire.

Con este tipo de colectores se pueden conseguir temperaturas del orden de 80 a 100 °C.

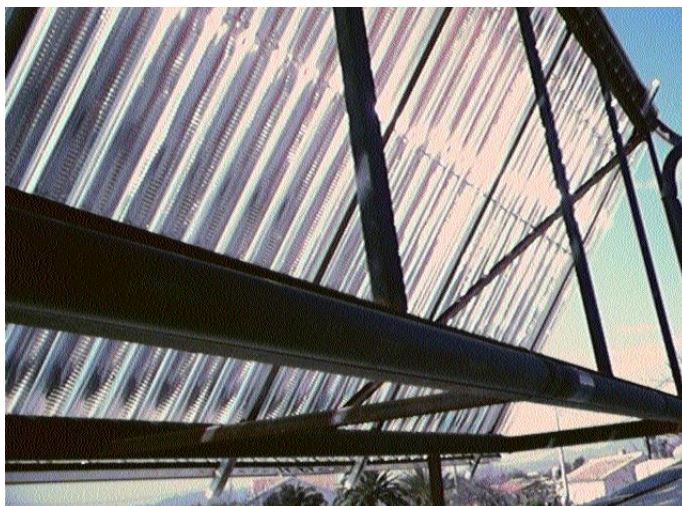


■
Instalación Solar doméstica
con Colector de tubo de vacío.
Cortesía de Viessmann



■
Detalle de instalación con tubo
de vacío, en "Colector de Tubo de Vaso"

Detalle de instalación
con tubos de vacío.

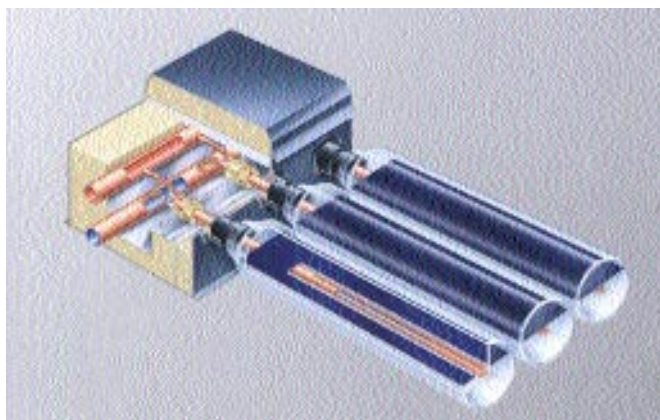


Vivienda particular.
Agua caliente sanitaria
y calefacción por suelo radiante.
Los Alcázares



C. Colector Heat-pipe

Similar al de tubo de vacío, basa su funcionamiento en un bulbo de cobre, herméticamente cerrado, por el que circula un fluido característico a una presión determinada. El punto de fusión de este fluido se encuentra a una temperatura elevada. De esta manera, la radiación solar eleva su temperatura hasta transformarlo en vapor, que asciende hasta una zona en la que entra en contacto con el fluido caloportador de nuestro sistema solar, al que cede su energía, calentándose el fluido y condensando el vapor a líquido, que desciende de nuevo para cerrar el ciclo.



■
Detalle de Colector
de tubo de vacío.
Cortesía de Viessmann



■
Sistema Compacto de producción de
ACS mediante Colector Heat-pipe.
Cortesía de Ecofotónica.

3.2.2 Energía Solar Térmica de Media y Alta Temperatura

Las aplicaciones solares se consideran de media temperatura cuando las temperaturas de trabajo se sitúan entre 100 y 400°C. Por encima de esta temperatura, hasta por encima de los 1000°C, funcionan las instalaciones solares de alta temperatura. No siendo su estudio el objetivo final de este documento, sí interesa, al menos, conocer sus sistemas de aprovechamiento.

Estos sistemas se suelen utilizar en ciclos de potencia alimentados por energía solar.

A. Colectores Cilindro-Parabólicos

Su función consiste en concentrar la radiación recibida en una amplia superficie, sobre un único tubo receptor. Para ello se utiliza una superficie reflectante con forma de parábola, de manera que todos los rayos recibidos en la dirección paralela al eje de la parábola, se reflejarán sobre el foco de la misma. En el foco de la parábola se sitúa el receptor de la radiación, normalmente constituido por un tubo metálico recubierto por una imprimación absorbente y rodeado por una cubierta concéntrica de vidrio para favorecer el efecto invernadero y reducir las pérdidas.

Con el fin de disponer los rayos solares siempre paralelos al eje de la parábola, el equipo dispone de un sistema de seguimiento solar sobre un solo eje. Basculando de arriba hacia abajo, según la altura solar en cada momento.

Estos equipos se utilizan para producción de vapor o agua a alta temperatura.

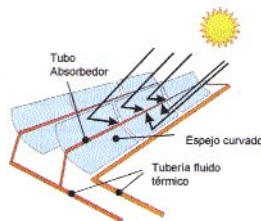


Figura 40 Cilindro-parabólicos

B. Discos Parabólicos

Tienen un principio de funcionamiento similar al de los cilindro-parabólicos. En este caso, la superficie reflectante forma un paraboloide, con lo que su foco es un solo punto.

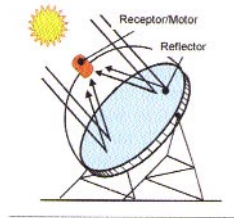


Figura 41 Discos parabólicos

La geometría de estos equipos obliga a disponer de un sistema de seguimiento solar con dos ejes de giro, de manera que el haz de radiación solar, se disponga siempre de manera paralelo al eje del paraboloide.

Estos equipos se suelen utilizar para la producción de energía eléctrica mediante el ciclo Stirling de aire caliente.

C. Centrales de Torre

Una central solar térmica de torre viene a ser un gigantesco paraboloide descompuesto en un campo de helióstatos. Los helióstatos son estructuras reflectantes, de gran superficie, cuya misión es reflejar, constantemente, la energía captada sobre un receptor situado encima de una torre. A través de este receptor circula nuestro fluido caloportador, alcanzando temperaturas muy elevadas, en algunos casos, superiores a 1000 °C.

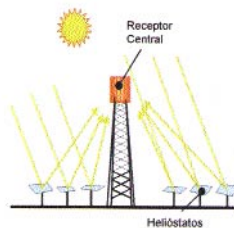
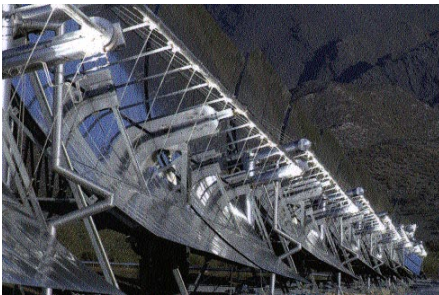
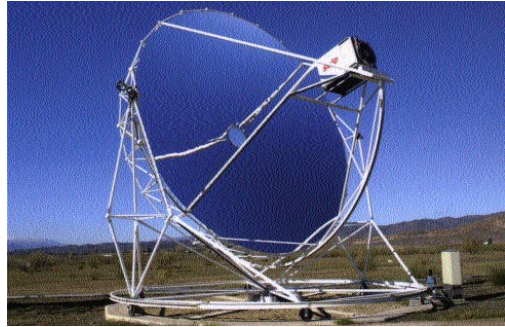


Figura 42 Receptor Central

Disco Parabólico con motor
Stirling de 10 kW.
Planta Solar de Almería



Campo de Colectores cilindrico
parabólicos.
Planta Solar de Almería.

Campo de heliostatos
y torre de la Plataforma.
Planta Solar de Almería.



4. Tecnologías y principales componentes de los sistemas solares térmicos.

Los sistemas que vamos a exponer a continuación serán todos de baja temperatura, ya que la media y alta temperatura aún se pueden considerar como tecnologías experimentales.

Dentro de los sistemas solares de baja temperatura, podemos distinguir diversas aplicaciones, pudiendo, varias de ellas, confluir en una misma aplicación. Estas aplicaciones son:

- **Agua Caliente Sanitaria (ACS):** Tanto en el sector residencial, como en el terciario: hoteles, hospitales, instalaciones deportivas, etc.
- **Calefacción:** En instalaciones de suelo radiante o con radiadores.
- **Calentamiento de piscinas:** Tanto en piscinas cubiertas como abiertas.
- **Refrigeración:** Utilizando una bomba de absorción que, alimentada por el agua calentada por los colectores, produce agua a baja temperatura.
- **Otras aplicaciones industriales.**

4.1 ELEMENTOS DE UNA INSTALACION SOLAR

4.1.1 Sistema captador

Constituido por el conjunto de colectores debidamente conexionados. Son los receptores de la radiación solar, a través del fluido caloportador, que normalmente es agua.

4.1.2 Sistema de acumulación

Debido a los ciclos día-noche ocasionados por el movimiento de rotación de la Tierra, y dado que el momento de utilización de la energía no tiene por qué coincidir con las horas en las que calienta el Sol, se hace necesario un sistema de acumulación. Este sistema está compuesto por uno o más depósitos (según el tamaño de la instalación) conectados al sistema captador, del cual reciben el agua caliente. Por regla general tienen una disposición vertical para favorecer la estratificación térmica (aguas calientes arriba – aguas frías abajo). Deben disponerse, debidamente calorifugados, en alguna sala cerrada, con el fin de reducir las pérdidas.



Sección de un depósito de acumulación.
Cortesía de Solahart.

4.1.3 Sistema de intercambio

En muchas ocasiones, cuando el tamaño de la instalación es considerable, o cuando la calidad del agua así lo recomienda (aguas duras), interesa hacer pasar por el sistema captador un fluido diferente del agua de utilización final. En estos casos el fluido caloportador es agua tratada con anticongelantes (glicoles), que circula por un circuito primario entre el sistema captador y un sistema de intercambio térmico. Otro circuito secundario, ya utilizando agua de la red, se encargará de recuperar esta energía del intercambiador de calor hasta los depósitos de acumulación, y de éstos, hasta su utilización.

4.1.4 Sistema de energía auxiliar

Todas las aplicaciones de energía solar requieren un sistema de apoyo que utilice una energía auxiliar. En efecto, las instalaciones solares no se diseñan para suministrar el 100 % de las necesidades a partir de la radiación recibida del Sol, sino que, en algunos meses de utilización, se requerirá otra energía (electricidad, gas natural, propano, etc) para completar la demanda.

4.1.5 Sistema hidráulico

Todo sistema solar constituye una instalación hidráulica en sí misma. Lo ideal es concebir, en fase de diseño, un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrio (manuales o automatizadas).

En caso de instalación para agua caliente sanitaria, el circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en la normativa de aplicación.

Los elementos fundamentales del sistema hidráulico son:

Tuberías: Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Por otro lado, hay que prestar especial atención a los materiales, con el fin de que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

Bombas: Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito. Siempre que sea posible, las bombas en línea se montan en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones de gran superficie, se montan dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se establece el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

En instalaciones de piscinas la disposición de los elementos es el siguiente: el filtro se coloca siempre entre la bomba y los captadores y el sentido de la corriente es bomba-filtro-captadores; para evitar que la resistencia de este provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores. La impulsión de agua caliente se realiza por la parte inferior de la piscina, quedando la impulsión de agua filtrada en superficie.

Vasos de Expansión: Los vasos de expansión se sitúan en la aspiración de la bomba. En caso contrario, la altura en la que se sitúan los vasos de expansión abiertos es tal que se asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

Válvulas de seguridad: Aunque no es frecuente, puede darse el caso de que, debido a un mal funcionamiento del controlador, el agua de los colectores entre en ebullición, provocando así un aumento de presión que puede llegar a reventar los colectores. Para evitarlo, se colocan en la parte superior de los colectores válvulas de seguridad que reduzcan esta sobrepresión. De igual manera, el depósito de acumulación debe disponer de una válvula de seguridad con el mismo propósito.

Purga de aire: En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocan sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático.

Drenaje: Los dispositivos de drenaje son necesarios para el vaciado de los circuitos.

4.1.6 Sistema de control

Es un dispositivo clave para el correcto funcionamiento de la instalación. Evitará someter sus equipos a determinadas condiciones extremas que puedan provocar averías.

También tiene por objetivo optimizar el rendimiento global de la instalación, automatizando la operación de válvulas y bombas. Operará teniendo en función de la complejidad de la instalación, y de la disponibilidad y demanda de energía en cada momento.

En general funciona recibiendo datos de diferentes sensores térmicos y de presión (termostatos y presostatos), procesando la información y actuando sobre los elementos activos: válvulas y bombas.

En una instalación sencilla, una regulación básica consistiría en la comparación de las temperaturas del agua a la salida del colector y en el depósito de almacenamiento. De esta manera, la bomba de circulación solamente entrará en funcionamiento cuando la temperatura del agua a la salida de los colectores sea un tanto superior a la del agua en los depósitos.

4.2 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS SOLARES TERMICOS

Utilizaremos los siguientes criterios de clasificación:

4.2.1 Por el principio de circulación

Instalaciones con circulación natural o termosifón: Están basadas en que el agua caliente tiene menor densidad (y por lo tanto pesa menos) que el agua fría. De esta manera, colocando el depósito de acumulación a una altura mayor que los colectores, el agua de los colectores, al calentarse, tenderá a subir.

El vacío dejado en su desplazamiento será ocupado por el agua del depósito, que está a menor temperatura. Lógicamente, al entrar en los colectores, ésta se calentará y tenderá a subir llevándose a cabo, de esta manera, un ciclo continuo de circulación natural, hasta que el Sol deje de proporcionar energía.

Este sistema tiene la ventaja de un menor coste de inversión, (se eliminan equipos como bombas, valvulería y elementos de control) ; sin embargo es más lento, tiene menor rendimiento y más difícil regulación.

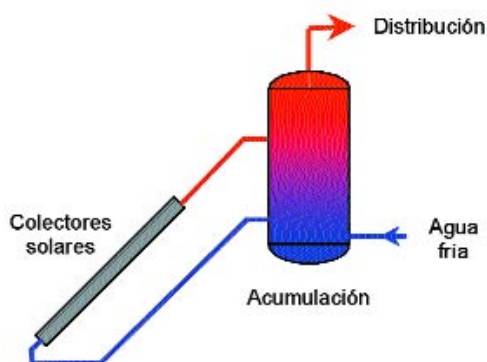


Figura 43 - Instalación con circulación natural o termosifón

Instalaciones con circulación forzada: En ciertas ocasiones, sobre todo en grandes instalaciones, los depósitos de acumulación se sitúan en la planta baja del edificio o incluso en su sótano, mientras que el sistema captador se suele situar en la parte más alta. En estos casos, la circulación del agua se asegura gracias a una o varias bombas de circulación. Esto implica un mayor coste de la instalación, a cambio de una mayor versatilidad.

4.2.2 Por el sistema de transferencia de calor

Instalaciones de transferencia directa: En estos casos, el fluido caloportador que pasa por los colectores es el mismo que se va a utilizar finalmente. Es importante realizar un vaciado periódico de la instalación, con el fin de proceder a su limpieza, eliminando residuos e incrustaciones que puedan surgir en el circuito.

En estos casos, en zonas frías, durante la noche se puede ocasionar la congelación del agua contenida en los colectores, provocando su rotura. Para evitar este fenómeno, en caso de temperaturas ambientales por debajo de 2°C, el sistema de control pondrá en funcionamiento la bomba, ya que el punto de fusión se reduce sensiblemente con el agua en movimiento. Este problema también se soluciona incorporando un intercambiador de calor en el circuito.

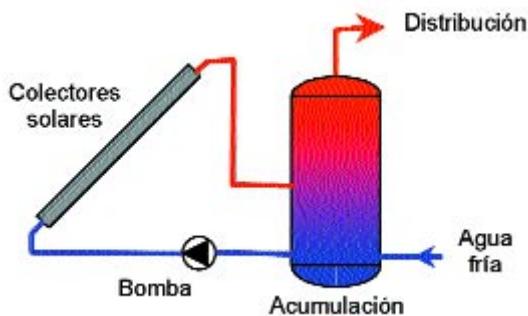


Figura 44- Instalación con circulación forzada

Instalaciones con intercambiador de calor: La instalación consta de dos circuitos bien diferenciados: Uno primario, constituido por el sistema captador y los conductos y bombas que lo unen al cambiador de calor. Otro secundario, que se encarga de calentar el agua de los depósitos de acumulación a través del cambiador de calor. El fluido que circula por el circuito secundario es el mismo de la utilización final. Sin embargo, por el circuito primario, que funciona en ciclo cerrado, circula un agua tratada con anticongelantes, con el fin de proteger al sistema captor de posibles incrustaciones, roturas por congelación del líquido, así como de elevar el punto de ebullición del agua y mantenerla siempre en estado líquida.

En instalaciones pequeñas, el intercambiador de calor puede disponerse en el interior del depósito de acumulación. En grandes instalaciones, se trata de cambiadores de placas externos a dichos depósitos.

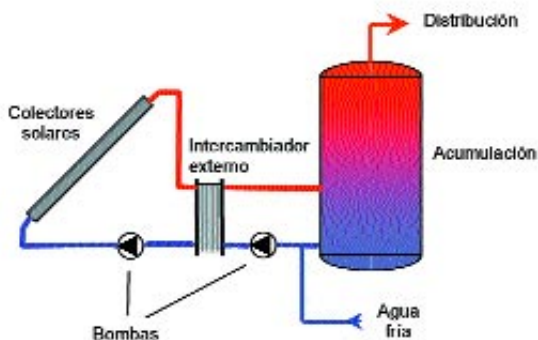


Figura 45- Instalación con intercambiador externo

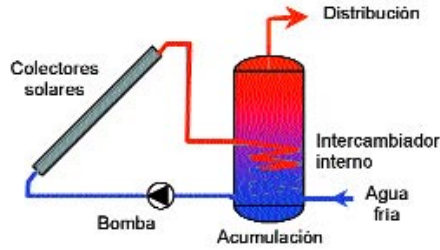


Figura 46- Instalación con intercambiador interno

5. Aplicaciones de los Sistemas Solares Térmicos

5.1 INSTALACIONES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA

Se trata de la instalación más habitual de aprovechamiento de la energía solar térmica. Sus equipos característicos son:

Colectores solares

El colector solar utilizado para este tipo de aprovechamiento de la energía solar es el colector solar plano de cubierta de vidrio, dado que es el de mayor rendimiento en este rango de temperaturas (por debajo de 50°C). Si se pretende conseguir una temperatura mayor, pueden emplearse colectores de doble cubierta o de superficie selectiva.

Depósitos acumuladores

La capacidad del depósito debe ser adecuada al uso que de la instalación se va a hacer, es decir, una familia de cuatro miembros requerirá un depósito menor que un hotel o un polideportivo. Además de realizar un buen dimensionamiento del equipo, es importante tener en cuenta su aislamiento térmico. Las pérdidas de energía ocasionadas por los depósitos de acumulación se pueden estimar entre el 10 y el 15 %.

Elementos de control

Existen en el mercado controladores que, mediante un termostato diferencial y dos sensores de temperaturas, al detectar una diferencia positiva de temperaturas entre la salida de los colectores y el depósito de acumulación, accionan la bomba, deteniéndola en caso contrario. La regulación se realiza en un intervalo de diferencia de temperatura de entre 3°C y 6°C.

5.2 INSTALACIONES PARA CALEFACCION

Las instalaciones de energía solar pueden satisfacer las necesidades de calefacción con dos niveles térmicos diferenciados:

- Calefacción de alta temperatura: Utilizando el circuito de radiadores clásico de un sistema de calefacción por caldera de agua caliente. Estos sistemas requieren agua a 90°C, retornándola a 70°C. Cada estancia dispondrá de uno o varios radiadores de agua, capaces de aportar la energía suficiente para mantener las condiciones de confort en la misma.
- Calefacción de baja temperatura: En este caso se utilizan sistemas mediante suelo radiante. El suelo radiante consiste en disponer, debajo del suelo, un conjunto de tuberías (hoy día de material plástico) por donde circula el agua caliente a baja temperatura. El sistema requiere de agua a 40°C retornándola a 25°C. Este sistema de calefacción goza de ser el que mayor nivel de confort ofrece al ser humano, manteniendo la zona próxima al suelo a mayor temperatura que las zonas altas (cabeza fría y pies calientes). Fue utilizado por los romanos allá por el siglo I a.d.C.

Estos sistemas suelen utilizarse en instalaciones mixtas para producción de agua caliente sanitaria y calefacción. Sus equipos característicos son:

Colectores solares

El sistema captador va a depender del sistema de calefacción utilizado: Mientras que en el caso de una instalación tradicional por radiadores de agua caliente, se requieren colectores de superficie selectiva o incluso de tubo de vacío, cuando la instalación es por suelo radiante, los colectores planos clásicos.

Depósitos acumuladores

Hace las funciones de la caldera de las instalaciones tradicionales de calefacción por agua caliente. Su papel es almacenar la energía (en forma de agua caliente) cuando ésta pueda ser captada, y suministrarla cuando sea requerida. Además de realizar un buen dimensionamiento del equipo, es importante tener en cuenta su aislamiento térmico. Las pérdidas de energía ocasionadas por los depósitos de acumulación se pueden estimar entre el 10 y el 15 %.

Intercambiador de calor

Las instalaciones de calefacción suelen instalar uno o varios cambiadores de calor que separa los diferentes circuitos del sistema.

Elementos de control

Además de los ya mencionados en el apartado de agua caliente sanitaria, debe de disponer de termostatos de temperatura ambiente que regulen los caudales de agua necesarios para satisfacer las necesidades térmicas en cada instante.

5.3 CALENTAMIENTO DE PISCINAS

Constituye una de las aplicaciones más interesantes de la energía solar térmica. Según la legislación vigente actualmente en España (y en otros países europeos ocurre lo mismo), en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), la ITE 10.2.1.1 (BOE de 5.8.98) prohíbe el uso de energías convencionales en piscinas descubiertas. Por ello, la energía solar térmica adquiere toda su relevancia en este punto.

Si la temperatura del agua de una piscina, tanto a la intemperie como cubierta, desciende por debajo de los 18°C, el baño se vuelve desagradable. Este hecho reduce la utilización de piscinas exteriores en zonas frías o poco soleadas, donde las horas de sol no son suficientes para calentar el volumen de agua que contienen, el cual se enfría durante la noche. Por otro lado, en zonas de climatología más benigna, esto puede ocurrir en los meses anteriores y posteriores a los estivales. El calentamiento del agua de piscinas descubiertas en la región de Murcia, se plantea normalmente para los meses comprendidos entre abril y octubre.



■
Calentamiento de piscina
con colectores de polipropileno
en tejado

Calentamiento de piscina
con colectores
de polipropileno
en pérgola



De igual manera, la gran cantidad de energía requerida para la climatización de piscinas cubiertas, así como su nivel térmico (nunca por encima de 25°C), hace muy atractiva la utilización de sistemas solares térmicos.

Los equipos utilizados son:

Colectores solares

Si se trata de climatización de piscinas cubiertas, lo que se pretende es una utilización a lo largo de todo el año. En estos casos, los colectores más empleados son los planos, del mismo tipo que para aplicaciones de agua caliente sanitaria.

En el caso de piscinas exteriores, dado que los meses de utilización no son los más fríos del año y que la temperatura de los colectores es relativamente baja, la diferencia de temperatura entre los colectores y el ambiente, es escasa. En esta situación, pueden emplearse colectores de polipropileno, sin cubierta transparente, ofreciendo un buen rendimiento a bajo coste.

Depósitos acumuladores

Normalmente estas instalaciones no disponen de un depósito de acumulación especial, sino que se utiliza el propio volumen de la piscina para actuar como stock térmico. Únicamente en instalaciones combinadas con agua caliente sanitaria o calefacción, tiene sentido hablar de estos depósitos.

Intercambiador de calor

En instalaciones pequeñas para piscinas exteriores, con colectores de polipropileno, se intenta simplificar los elementos, de manera que es la misma agua de la piscina la que pasa por los colectores, aprovechando el ciclo de la depuradora. En otros casos, sobre todo cuando la energía se genera mediante colectores planos clásicos, y la temperatura del agua en el circuito primario es muy elevada, se hace necesario en uso de cambiadores de calor, con el fin de reducir esta temperatura.

Elementos de control

Una sonda de temperatura medirá, en todo instante, la temperatura del agua de la piscina. En caso de sobrecalentamiento de la misma, se producirá una parada en el circuito de calentamiento (en el caso de instalaciones con intercambiador de calor), o un bypass en el circuito de la depuradora (en instalaciones sencillas).

5.4 INSTALACIONES DE REFRIGERACIÓN

La Energía Solar Térmica también puede ser utilizada como fuente de energía para producción de frío. Para ello se utilizan las máquinas de absorción. Los equipos utilizados son:

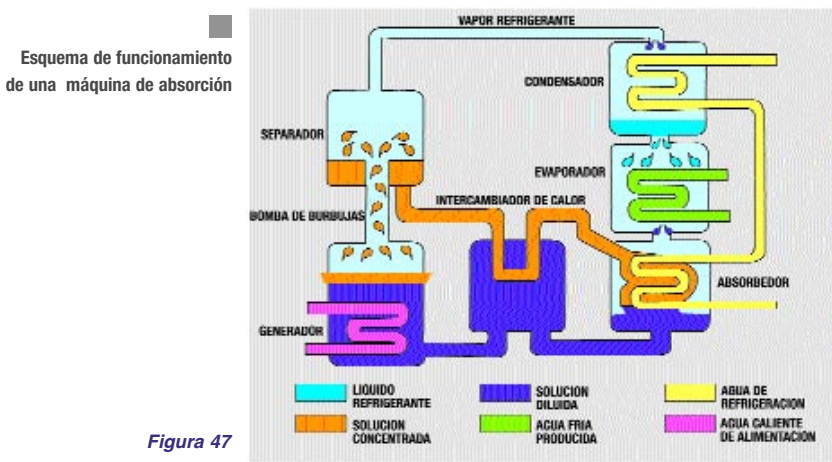
Máquina de absorción

La absorción es una técnica tan antigua como la compresión. En 1860, Ferdinand Carré construyó la primera máquina de absorción. Desde entonces, la absorción ha venido empleándose con éxito diverso y distinto grado de utilización, según las distintas tendencias de cada país.

Los críticos equilibrios termodinámicos que precisa la absorción para su funcionamiento, así como los bajos rendimientos obtenidos, habían hecho problemática su utilización práctica. Sin embargo, la tecnología, tanto en diseño como en los materiales y elementos de control, ha evolucionado de tal forma que en la actualidad se dispone de una amplia gama de gran fiabilidad y mejores rendimientos que sus predecesores.

Hasta el momento, los mayores desarrolladores de este tipo de máquinas, a nivel mundial, han sido Estados Unidos y Japón. En Europa, estas máquinas se han utilizado en cola de cogeneración, aprovechando la energía térmica de menor temperatura en dichos ciclos.

Una aplicación muy interesante de las máquinas de absorción es cuando se alimenta con agua calentada mediante energía solar. De esta forma, se puede producir frío a partir de la radiación solar.



Las máquinas de absorción producen agua fría, ya que absorben el calor del agua que entra por el evaporador situado dentro de una vasija en la que se ha hecho un vacío de presión. En esas condiciones, el agua hierve a unos 5°C, por lo que un flujo de agua que llegue al evaporador a 10°C, sale de la máquina a 5°C, sin otro mecanismo que una pequeña bomba de circulación, que mueve el agua desde el condensador al evaporador.

El vapor que se produce dentro de la vasija al vacío es, a su vez, absorbido por una sal que tiene el poder de absorción de la humedad. La solución salada es bombeada por otra pequeña bomba hasta el generador, situado en otra zona de la máquina que no tiene vacío. A este compartimento le llega calor del exterior de 80 a 100°C (en nuestro caso esta fuente térmica será al agua calentada mediante los colectores solares). El agua de la solución salada se separa en forma de vapor, que se convierte en agua en el condensador, y de aquí al evaporador.

La solución de sales, que ha perdido la humedad, sale más concentrada hacia el absorbedor de donde salió, y vuelve a encontrar agua otra vez del evaporador, que la absorbe y cierra, de esta manera, el ciclo. La máquina de absorción solo dispone de tres pequeñas bombas de agua, de potencia fraccionaria, como únicos elementos en movimiento. De esta manera, la máquina no produce ruidos ni vibraciones, y su fiabilidad es muy alta.

Dependiendo de las sustancias que constituyan la disolución que circula por la máquina, podemos distinguir dos tipos:

- **Bromuro de litio – agua:** Equipos que utilizan una solución de bromuro de litio, como sustancia absorbente, y agua como refrigerante. Estos equipos se caracterizan porque el enfriamiento en absorbedor y condensador es por agua.
- **Amoniaco – agua:** Equipos que utilizan una solución de amoníaco y agua. El solvente es (agua) se evapora también con el refrigerante (amoníaco), y el enfriamiento en el absorbedor y condensador es, generalmente, por aire.

Colectores solares

Dada la alta temperatura que necesita el generador (80 – 100°C), los colectores solares planos no son viables para este tipo de aplicación. Únicamente los dotados de superficie selectiva son capaces de acercarse a este nivel de temperaturas. Son los colectores de tubo de vacío los que se utilizan habitualmente.

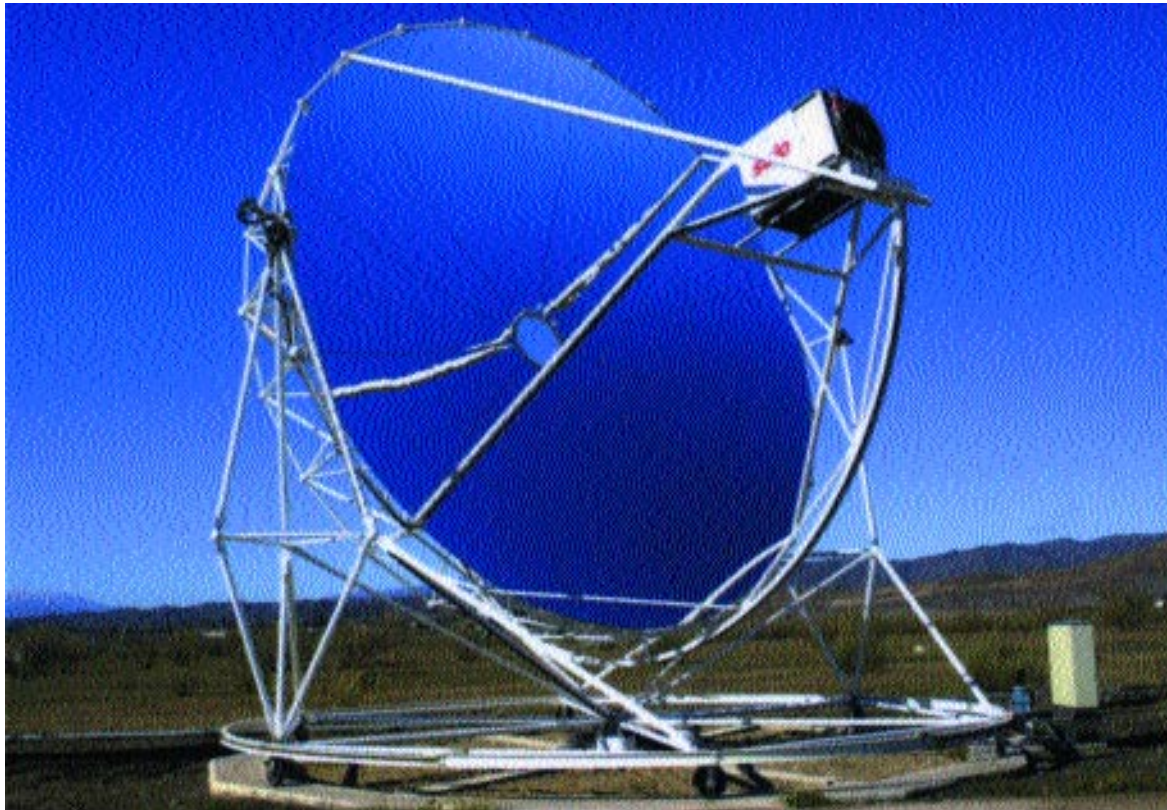
Depósitos acumuladores

Son muy importantes en estas instalaciones, ya que actúan como almacenamiento térmico, en las horas en las que la energía del sol no es suficiente.

Debido a las altas temperaturas obtenidas en el sistema captador, se requiere un circuito primario con agua tratada, con el fin de evitar posibles incrustaciones.

Elementos de control

El sistema de regulación compagina la regulación del sistema de frío (demanda de climatización o frío industrial) con la instalación solar y máquina de absorción.



CAPITULO III

Diseño de Instalaciones Solares Térmicas

3 Diseño de Instalaciones Solares Térmicas

1. Método F-Chart

Para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica se sugiere el método de las curvas f (F-Chart), desarrollado por la Universidad de Wisconsin (EE.UU.) en la década de los setenta. Permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo periodo de tiempo.

Ampliamente aceptado como un proceso de cálculo suficientemente exacto para largas estimaciones, no ha de aplicarse para estimaciones de tipo semanal o diario.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento, en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos.

Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar y utilizar la simulación de funcionamiento mediante ordenador, para dimensionar las correlaciones entre estas variables y el rendimiento medio del sistema para un dilatado periodo de tiempo.

La ecuación utilizada en este método puede apreciarse en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029 \cdot D_1 - 0,065 \cdot D_2 - 0,245 \cdot D_1^2 + 0,0018 \cdot D_2^2 + 0,0215 \cdot D_1^3$$

La secuencia que suele seguirse en el cálculo es la siguiente:

1. Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de A.C.S. o calefacción.
2. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.
3. Cálculo del parámetro D1.
4. Cálculo del parámetro D2.
5. Determinación de la gráfica f.
6. Valoración de la cobertura solar mensual.
7. Valoración de la cobertura solar anual y formación de tablas.

1.1 Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de A.C.S. o calefacción.

A. Cálculo de demanda energética en instalaciones de calentamiento de piscinas

La demanda energética viene dada por las pérdidas térmicas en el vaso de la piscina, calculándose de forma diferente si se trata de piscina cubierta o al aire libre. En todo caso, se seguirán las indicaciones del RITE en su punto ITE 10.2.1.2 sobre la temperatura del agua de la piscina.

A.1 Cálculo en piscina cubierta

En piscinas cubiertas las pérdidas vienen dadas por:

- Las pérdidas por evaporación representan entre el 70 y el 80% de las pérdidas totales.
- Las pérdidas por radiación representan entre el 15 y el 20% de las pérdidas totales.
- Las pérdidas por conducción son despreciables.

Para el cálculo de las pérdidas energéticas en piscinas cubiertas, se utilizará la siguiente fórmula empírica:

$$P \text{ (en kW)} = (130 - 3 t_{WS} + 0,2 t_{WS}^2) (S_W / 1000)$$

Donde: “ t_{WS} ” es la temperatura del agua (°C).

“ S_W ” es la superficie de la piscina (m²).

A.2 Cálculo en piscina al aire libre

En piscinas al aire libre se tendrán en cuenta los distintos tipos de pérdida de energía:

- Por radiación del agua hacia la atmósfera, más acentuadas por la noche.
- Por evaporación del agua.
- Por convección, influidas por el viento.
- Por conducción, con las paredes de la piscina.
- Por arrastre y salpicaduras de agua.

Para el cálculo de las pérdidas energéticas, en piscinas al aire libre, se utilizará la siguiente fórmula empírica:

$$P \text{ (en W/(m}^2 \text{ K))} = [(28 + 20 \cdot V) (t_{WS} - t_{BS}) S_W] / 1000$$

Donde: “ t_{WS} ” es la temperatura del agua (°C).

“ t_{BS} ” es la temperatura del aire (°C).

“ V ” es la velocidad del viento (m/s).

“ S_W ” es la superficie de la piscina (m²).

B. Cálculo de demanda energética en instalaciones de agua caliente sanitaria

La demanda energética en instalaciones de agua caliente sanitaria viene dada por el volumen de consumo diario y las temperaturas de preparación y de agua fría.

En instalaciones existentes para las que se disponga de datos de consumo medidos en años anteriores, se utilizarán estos datos previa justificación de los mismos.

En instalaciones, nuevas o existentes, para las que se disponga de datos de consumo de instalaciones similares, podrá utilizarse éstos previa justificación.

En caso de no disponer de datos, se utilizarán para el diseño los consumos unitarios máximos expresados en la tabla 3.

Adicionalmente se tendrán en cuenta las pérdidas de distribución/recirculación del agua a los puntos de consumo.

A efectos del cálculo de la carga de consumo, los valores de temperatura del agua fría de la red se pueden tomar del anexo IV.

Las cargas caloríficas determinan la cantidad de calor necesaria mensual para calentar el agua destinada al consumo doméstico y se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_a = C_e \cdot C (t_{ac} - t_r) n$$

Q_a = Carga calorífica mensual de calentamiento A.C.S. (J/mes)

C = Consumo diario de A.C.S. (l/d)

C_e = Calor específico. Para agua: 4187J/kg°C

t_{ac} = Temperatura del agua caliente de acumulación (°C)

t_r = Temperatura del agua de red (°C)

n = número de días

Consumos medios de ACS

Criterio de consumo	Litros/día	
Viviendas unifamiliares	40	por persona
Viviendas multifamiliares	30	por cama
Hospitales y clínicas	80	por cama
Hoteles****	100	por cama
Hoteles***	80	por cama
Hoteles/Hostales**	60	por cama
Camping	60	por emplazamiento
Hostales/Pensiones	50	por cama
Residencias (ancianos, estudiantes...)	80	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	20	por servicio
Escuelas	5	por alumno
Cuarteles	30	por persona
Fábricas y Talleres	20	por persona
Oficinas	5	por persona
Gimnasios	30 a 40	por usuario
Lavanderías	5 a 7	por kilo de ropa
Restaurantes	8 a 15	por comida
Cafeterías	2	por almuerzo

Tabla 3

1.2. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.

La radiación solar incidente se calcula a partir de los datos de las tablas del anexo IV. La radiación total útil recibida sobre un colector orientado a pleno sur, con una inclinación determinada, será igual al producto de la energía recibida sobre una superficie horizontal, multiplicado por el factor de corrección ocasionado por el ángulo de inclinación del colector:

$$R_1 \text{ (MJ/m}^2\text{)} = \text{Energía sobre superficie a } 0^\circ \text{ (MJ/m}^2\text{)} \cdot k$$

1.3. Cálculo del parámetro D_1 .

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

$$D_1 = \text{Energía absorbida por el captador} / \text{Carga calorífica mensual}$$

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_a = S_c \cdot F'_r(\tau\alpha) \cdot R_1 \cdot N$$

S_c : superficie del captador (m^2)

R_1 : radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área (kJ/m^2)

N : número de días al mes.

$F'_r(\tau\alpha)$: factor adimensional, que viene dado por la siguiente expresión:

$$F'_r(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n \cdot ((\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n) \cdot (F'_r / F_r)$$

$F_r(\tau\alpha)_n$: factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador

$((\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n)$: modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante:

0,96 (superficie transparente sencilla)

0,94 (superficie transparente doble)

(F'_r/F_r) : factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor de 0,95.

1.4. Cálculo del parámetro D_2 .

El parámetro D_2 expresa la relación entre las pérdidas de energía en el captador, para una determinada temperatura y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

D_2 = Energía perdida por el captador / Carga calorífica mensual

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c \cdot F'_r U_L \cdot (100 - t_a) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

S_c : superficie del captador (m^2)

$$F'_r U_L = F_r U_L (F'_r / F_r)$$

$F_r U_L$: pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador).

t_a : temperatura media mensual del ambiente

Δt : período de tiempo considerado en segundos (s)

K_1 : factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = (\text{kg acumulación} / 75 \cdot S_c)^{-0.25}, \quad 37,5 < \text{kg acumulación}/m^2 \text{ captador} < 300$$

K_2 : factor de corrección, para ACS, que relaciona la temperatura mínima de ACS, la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = 11,6 + 1,18 \cdot t_{ac} + 3,86 \cdot t_r - 2,32 \cdot t_a / (100 - t_a)$$

t_{ac} : temperatura mínima del ACS

t_r : temperatura del agua de red

t_a : temperatura media mensual del ambiente

1.5. Determinación de la gráfica f.

Una vez obtenido D_1 y D_2 aplicando la ecuación inicial se calcula la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar.

$$f = 1,029 \cdot D_1 - 0,065 \cdot D_2 - 0,245 \cdot D_1^2 + 0,0018 \cdot D_2^2 + 0,0215 \cdot D_1^3$$

1.6. Valoración de la cobertura solar mensual.

De esta forma la energía útil captada cada mes tiene el valor: $Q_u = f \cdot Q_a$

Donde

Q_u = Energía calorífica captada por el equipo solar

Q_a = Carga calorífica mensual de A.C.S.

1.7. Valoración de la cobertura solar anual y formación de tablas.

Mediante igual proceso operativo que el desarrollado para un mes, se operará para todos los meses del año. La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las cargas caloríficas, o necesidades mensuales de calor, determinará la cobertura anual del sistema.

$$\text{Cobertura solar anual} = \sum_{1}^{12} Q_u \text{ necesaria} / \sum_{1}^{12} Q_a \text{ necesaria}$$

2. Método Simplificado

Otro método de cálculo para dimensionamiento de sistemas solares, más sencillo que el F-Chart, es el método simplificado, basado en la ecuación del rendimiento de los colectores utilizados.

La secuencia que suele seguirse en el cálculo es la siguiente:

1. Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de A.C.S. o calefacción.
2. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.
3. Cálculo de la irradiancia solar media.
4. Cálculo del rendimiento medio mensual de los colectores.
5. Energía neta disponible y factor de aporte mensual y anual.

2.1 Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de A.C.S. o calefacción.

Esta valoración se realiza de manera similar a como se ha analizado con el método F-Chart.

2.2 Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.

Esta valoración se realiza de manera similar a como se ha analizado con el método F-Chart.

2.3. Cálculo de la irradiancia solar media.

Para calcular el rendimiento del colector solar en base a su curva característica, es imprescindible estimar la irradiancia neta recibida (W/m^2). Sin embargo, las tablas de datos sobre energía solar, no ofrecen más que los valores de aporte en términos de energía. A tal efecto se utilizará la tabla correspondiente a las horas diarias útiles de sol (anexo IV)

$$I = \frac{R1}{\langle \text{horas - sol} \rangle \cdot \langle \text{días - mes} \rangle \cdot 3600}$$

estando I en W/m^2

2.4. Cálculo del rendimiento medio mensual de los colectores.

La curva característica de un colector solar tiene la siguiente forma:

$$\eta = C_g - C_p \left(\frac{T_m - T_a}{I} \right)$$

donde:

C_g : Coeficiente de ganancia del colector

C_p . Coeficiente de pérdida del colector

T_m : Temperatura media del agua en el colector (se utilizará la temperatura de consumo)

T_a : Temperatura ambiente

I : Irradiancia en W/m^2

Utilizando esta ecuación, se estima el rendimiento medio mensual del sistema colector.

2.5. Energía neta disponible y factor de aporte mensual y anual.

La energía neta producida por el sistema solar, será el producto del aporte solar (R_1) por el rendimiento de los colectores y por la superficie de los mismos. Con el fin de ajustar los cálculos, sería recomendable reducir esta energía producida como consecuencia de las pérdidas originadas en el sistema (15% en acumulación, 15% en el intercambiador).

$$E_n = R_1 \cdot \eta \cdot S_c \frac{\text{pérdidas}}{100}$$

De esta manera, es posible conocer el factor de aporte:

$$f = \frac{E_n}{Q_a}$$

siendo Q_a las necesidades térmicas. Este factor de aporte se obtendrá para cada mes, realizando tablas y especificando el valor de la energía de apoyo requerida.

3. Disposición de los colectores

Una vez determinado el número de colectores que componen el sistema captador de la instalación solar, existen tres factores de gran importancia para su correcto funcionamiento: conexionado, inclinación y orientación.

3.1 Conexionado

Podemos hablar de dos tipos de agrupamiento de colectores: en serie y en paralelo.

En la unión en serie, la salida de un colector se une con la entrada del otro. Esto permite aumentar la temperatura del fluido caloportador a medida que se van uniendo colectores.

Sin embargo, al aumentar la temperatura del fluido, el rendimiento del colector disminuye, hasta llegar a un equilibrio en el que la temperatura del fluido provoca tantas pérdidas como la aportación solar. Por otro lado, la pérdida de carga del sistema aumenta con esta disposición. Es aconsejable no conectar más de 2 ó 3 colectores en serie (siempre siguiendo las instrucciones del fabricante).

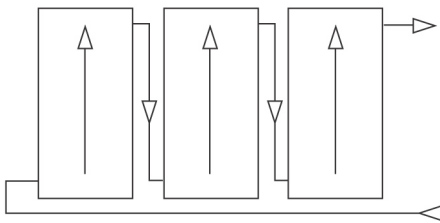


Figura 48

Conexión en serie

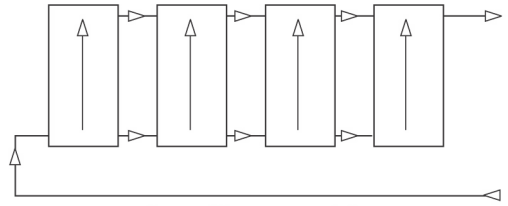


Figura 49

Conexión en paralelo

La unión en paralelo, permite aumentar el caudal calentado por el sistema captador. La disposición más habitual es la de retorno invertido, mediante la cual no es necesario instalar válvulas detentoras para equilibrar la pérdida de carga en cada uno de los conductos. Los colectores planos comercializados en la actualidad suelen estar diseñados para realizar este tipo de conexión, incorporando conexiones de entrada y salida tanto en la parte superior, como en la inferior.

Sin embargo, estos conductos de conexión admiten un caudal determinado, a partir del cual, las pérdidas de carga se acrecientan. Por este motivo, es aconsejable no conectar más de 7 ó 9 colectores en paralelo (siempre siguiendo las instrucciones del fabricante).

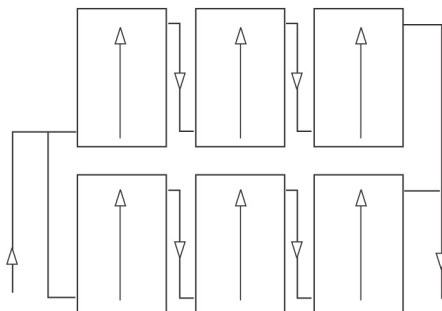


Figura 50

Conexión de captadores en serie paralelo

De esta manera, la disposición del campo de colectores, será en grupos en paralelo o serie-paralelo, hasta conseguir completar nuestras necesidades, satisfechas con la superficie resultado del proceso de dimensionado de la instalación.

Los captadores se disponen en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

Además, deben disponer de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado (detentores).

Se debe prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

3.2 Inclinación y orientación

El ángulo de inclinación, b es definido como el ángulo que forma la superficie de los captadores con el plano horizontal. Su valor es 0° para captadores horizontales y 90° para verticales.

La orientación la determina el ángulo de acimut, a definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0° para captadores orientados al sur, -90° para captadores orientados al este y $+90^\circ$ para captadores orientados al oeste.

PERFIL DEL CAPTADOR

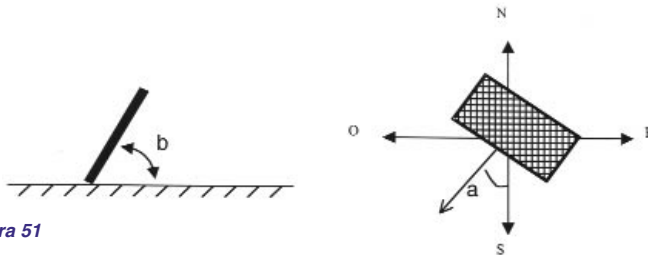


Figura 51

En los sistemas de energía solar, se considera la dirección sur ($a=0$) como orientación óptima y la mejor inclinación (b), dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Consumo constante anual: la latitud geográfica.
- Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°
- Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°

La latitud geográfica en la ciudad de Murcia es de 38° norte. En Cartagena, esta latitud es de $37,5^\circ$ norte. Se debe evaluar la disminución de prestaciones que se origina al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación.

Usualmente se considera que existe integración arquitectónica cuando los captadores cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal del absorbedor. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d debe ser superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg}(61^\circ - \text{latitud})}$$

donde:

$$\frac{1}{\operatorname{tg}(61^\circ - \text{latitud})} \text{ es un coeficiente adimensional denominado } k$$

Algunos valores significativos de k se pueden ver en la tabla que aparece a continuación, en función de la latitud del lugar.

Latitud	36°	37°	38°	39°	40°
k	2,145	2,246	2,356	2,475	2,605

Tabla 4

En la siguiente figura aparecen algunos ejemplos de la toma de datos relativos a h y d .

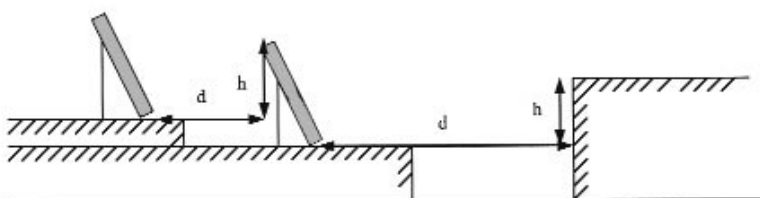


Figura 52



CAPITULO IV

*Rentabilidad económica
y beneficio
medioambiental
de las instalaciones
de Energía
Solar Térmica*

4 Rentabilidad económica de las instalaciones de Energía Solar Térmica

1. Estudio económico completo

Para evaluar la rentabilidad económica de una instalación solar térmica, se ha tomado como criterio la Tasa Interna de Retorno (TIR). Pero antes de seguir, definimos los parámetros básicos para realizar el análisis:

<i>I</i>	Inversión inicial en la instalación (precio final, obra incluida).
<i>B</i>	Beneficio anual que reporta la instalación solar, con respecto a una situación sin sistema solar.
<i>M</i>	Coste anual del mantenimiento de la instalación.
<i>B_n</i>	Beneficio neto, $B_n = B - M$.
<i>B_{ni}</i>	Beneficio neto en un año “ <i>i</i> ”
<i>i</i>	Tasa de interés anual
<i>n</i>	Vida de la instalación (usualmente 20 años)
<i>TIR</i>	Tasa interna de retorno
<i>VAN</i>	Valor actualizado neto
<i>P</i>	Periodo de retorno o amortización de la instalación (años)

Se denomina valor actualizado neto (VAN) al valor en el presente de un beneficio que se va a obtener al cabo de “*n*” años, con una tasa de interés “*i*”. Es decir:

$$VAN = \frac{B}{(1+i)^n}$$

Lo habitual en una instalación solar es realizar un primer desembolso para el total de la inversión y, en periodos sucesivos, obtener unos beneficios fruto del aporte solar. Estos beneficios serán el equivalente económico del ahorro energético provocado por la instalación, teniendo en cuenta el coste de la generación de esta misma energía con el sistema de apoyo.

Si a este beneficio anual se sustrae el coste de mantenimiento de la instalación, se obtiene el beneficio neto anual, en función del cual se plantea el análisis de rentabilidad de la inversión. Así, teniendo en cuenta una vida útil de la instalación de “n” años, el beneficio actualizado al presente será:

$$VAN = -I + \frac{B_{n1}}{(1+i)} + \frac{B_{n2}}{(1+i)^2} + \frac{B_{n3}}{(1+i)^3} + \dots + \frac{B_{nn}}{(1+i)^n} - I + \sum_{k=1}^n \frac{B_{nk}}{(1+i)^k}$$

La tasa interna de retorno (TIR) es aquél interés que hace nulo este VAN. Es decir, es un interés bancario que hace rentuar el montante I, al cabo de n años, el mismo beneficio por intereses, que la instalación solar por aporte de energía térmica:

$$0 = -I + \sum_{k=1}^n \frac{B_{nk}}{(1 + TIR)^k}$$

La tasa interna de retorno siempre deberá de ser superior a la tasa de interés bancario. La instalación será tanto más rentable cuanto mayor sea esta TIR. En ocasiones se realizan diferentes estudios en paralelo sobre distintas soluciones (diferentes equipamientos o, incluso, diferente superficie captadora), siendo la que mayor rentabilidad ofrece, la que produce una mayor TIR.



Figura 53

En el caso de que el propietario reciba algún tipo de ayuda por parte de terceros (Administraciones Central, Autonómica o Local), el valor de la inversión realizada será el presupuesto menos el montante de la subvención recibida. Este hecho favorece la rentabilidad de las instalaciones aumentando su TIR y reduciendo su periodo de amortización.

Pero en ocasiones es más interesante para la propiedad conocer el periodo de retorno o amortización (P), es decir, el tiempo necesario para que los beneficios obtenidos por la instalación compensen la inversión realizada. Este periodo en años, es aquél que hace cumplir la siguiente ecuación:

$$0 = -I + \sum_{k=1}^P \frac{B_{nk}}{(1+i)^k}$$

A partir del año P, la inversión ha sido compensada con el beneficio producido y la instalación comienza a ofrecer un beneficio a su propietario. En este sentido, la instalación más interesante será la que menor periodo de retorno tenga.



Figura 54

2. Estudio económico simplificado

En ocasiones, con el fin de obtener un resultado rápido sobre el plazo de amortización de la instalación y habida cuenta de la proximidad existentes entre la tasa de interés anual y la inflación propia de los productos energéticos, se puede aplicar la siguiente expresión:

$$P = \frac{I}{B_{n1}}$$

De esta manera, al periodo de amortización se le denomina simple y ofrece un valor aproximado del periodo de amortización real.

3. Estudio del beneficio medioambiental

Una de las bazas fundamentales en la que se apoya la energía solar térmica, es que es respetuosa con el medio ambiente. Cada metro cuadrado de colector solar en producción evita la emisión a la atmósfera de gases contaminantes como el CO₂, SO₂ y NO_x. De esta manera, la aplicación de esta energía contribuye de manera importante al cumplimiento de los compromisos de Kyoto.

Según el Protocolo de Kyoto, España tiene limitado el crecimiento de las emisiones de los seis gases contemplados (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆) en un 15% en el periodo de compromiso 2008-2012, respecto a las emisiones de 1990.

Por otro lado, el hecho de consumir una energía primaria autóctona (la proveniente del sol), reduce la dependencia nacional de otras fuentes de energía importadas y más contaminantes (las derivadas del petróleo).

Además, existe otro parámetro de máxima representatividad medioambiental, correspondiente a la superficie de bosque necesaria para fijar el carbono del CO₂ ya evitado. A continuación se ofrecen unos ratios que permitan evaluar las emisiones

CO ₂	997	kg/MWh
SO ₂	25,58	kg/MWh
NO _x	11,63	kg/MWh
Superficie de bosque	665	kg/MWh

Tabla 6

evitadas, por cada unidad de energía, generada mediante colectores solares (suponiendo que se dejaran de producir por una central térmica de carbón pulverizado con un rendimiento del 35%).

4. Ejemplos de estudio de rentabilidad

Ejemplo 1: Instalación solar en un hotel para producción de agua caliente sanitaria y caldeo de piscina exterior

La instalación dotará a un hotel medio de la Región, con una categoría alta (cuatro estrellas), y alrededor de 200 habitaciones dobles, de agua caliente sanitaria (como demanda prioritaria) y energía suficiente para el caldeo de una piscina abierta. Los datos del estudio son los siguientes:

<i>Temperatura agua utilización</i>	°C	45
<i>Temperatura agua de piscina</i>	°C	26
<i>Necesidades energéticas ACS</i>	kWh/año	555.000
<i>Necesidades energéticas Piscina</i>	kWh/año	1.100.000
<i>Necesidades energéticas totales</i>	kWh/año	1.655.000
<i>Inclinación de los colectores</i>	°	45
<i>Superficie unitaria colector</i>	m ²	1,9
<i>Número de colectores</i>	-	200
<i>Superficie total</i>	m ²	380
<i>Depósito de acumulación</i>	l	40.000
<i>Rendimiento medio de los colectores</i>	%	38,5
<i>Factor de aporte</i>	%	44,5
<i>Aporte solar</i>	kWh/año	736.475
<i>Reducción de emisiones de CO2</i>	ton/año	734,3
<i>Reducción de emisiones de SO2</i>	ton/año	18,8
<i>Reducción de emisiones de NOx</i>	ton/año	8,57
<i>Superficie de bosque equivalente</i>	m ²	490
<i>Coste de la energía de apoyo (gasóleo)</i>	€/kWh	0,056
<i>Beneficio bruto</i>	€/año	41.243
<i>Mantenimiento de la instalación</i>	€/año	3.000
<i>Beneficio neto</i>	€/año	38.243
<i>Coste de la inversión</i>	€	275.000
<i>Ayudas y subvenciones</i>	€	85.000
<i>Amortización simple (sin subvenciones)</i>	años	7,2
<i>Amortización simple final</i>	años	5,0

Tabla 7

Ejemplo 2: Instalación solar en un hospital para producción de agua caliente sanitaria y apoyo a calefacción

La instalación dotará a un hospital medio de la Región, tipo comarcal, con alrededor de 150 camas, de agua caliente sanitaria (como demanda prioritaria) y apoyo al sistema de calefacción existente. Los datos del estudio son los siguientes:

<i>Necesidades energéticas ACS</i>	<i>kWh/año</i>	<i>312.450</i>
<i>Necesidades energéticas Calefacción</i>	<i>kWh/año</i>	<i>1.093.530</i>
<i>Necesidades energéticas totales</i>	<i>kWh/año</i>	<i>1.405.980</i>
<i>Temperatura agua utilización</i>	<i>°C</i>	<i>45</i>
<i>Inclinación de los colectores</i>	<i>"</i>	<i>40</i>
<i>Superficie unitaria colector</i>	<i>m²</i>	<i>1,9</i>
<i>Número de colectores</i>	<i>-</i>	<i>130</i>
<i>Superficie total</i>	<i>m²</i>	<i>247</i>
<i>Depósito de acumulación</i>	<i>l</i>	<i>14.000</i>
<i>Rendimiento medio de los colectores</i>	<i>%</i>	<i>37,0</i>
<i>Factor de aporte</i>	<i>%</i>	<i>36,5</i>
<i>Aporte solar</i>	<i>kWh/año</i>	<i>513.183</i>
<i>Reducción de emisiones de CO2</i>	<i>ton/año</i>	<i>511,5</i>
<i>Reducción de emisiones de SO2</i>	<i>ton/año</i>	<i>13,12</i>
<i>Reducción de emisiones de NOx</i>	<i>ton/año</i>	<i>5,97</i>
<i>Superficie de bosque equivalente</i>	<i>m²</i>	<i>341</i>
<i>Coste de la energía de apoyo</i>	<i>€/kWh</i>	<i>0,056</i>
<i>Beneficio bruto</i>	<i>€/año</i>	<i>28.738</i>
<i>Mantenimiento de la instalación</i>	<i>€/año</i>	<i>2.100</i>
<i>Beneficio neto</i>	<i>€/año</i>	<i>26.638</i>
<i>Coste de la inversión</i>	<i>€</i>	<i>115.000</i>
<i>Ayudas y subvenciones</i>	<i>€</i>	<i>41.000</i>
<i>Amortización simple (sin subvenciones)</i>	<i>años</i>	<i>4,3</i>
<i>Amortización simple final</i>	<i>años</i>	<i>2,8</i>

Tabla 8



CAPITULO V

Mantenimiento de Instalaciones Solares Térmicas

5 Mantenimiento de las Instalaciones Solares Térmicas

1. Introducción

Las instalaciones solares térmicas, como cualquier otro tipo de instalación, requiere un mantenimiento mínimo. De todos es sabido que gran parte de las instalaciones desarrolladas en los años ochenta, y que hoy día se encuentran fuera de servicio, no fueron debidamente mantenidas, perdiendo rendimientos y, por consiguiente, su eficacia.

Por este motivo, el IDAE recomienda (obliga en el caso de conceder una ayuda) la realización de un contrato de mantenimiento entre el propietario del sistema y el instalador que lo realiza. Se trata de un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un periodo de tiempo al menos igual que el de la garantía.

El mantenimiento preventivo implica, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil inferior o igual a 20 m², y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m².

En ocasiones, como pueden ser la ausencia temporal de los usuarios de la instalación, o los meses de verano, puede darse el caso de que la demanda energética sea muy inferior a la producida por el sistema captador solar. En estos casos, con el fin de proteger los colectores, conviene actuar de la siguiente forma:

- **Vaciado parcial del campo de captadores.** Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.

- **Tapado parcial del campo de captadores.** En este caso el colector está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el colector).
- **Desvío de los excedentes energéticos** a otras aplicaciones existentes ó redimensionar la instalación con una disminución del nº de captadores.

En el caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores deben programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programan de forma que se realicen una antes y otra después de cada periodo de sobreproducción energética. También se incluye dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados periodos y en cualquier otro periodo del año.

2. Programa de mantenimiento

El Programa de mantenimiento define las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado funcionamiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente.

Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, con el fin de asegurar la producción, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- Vigilancia
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

2.1 PLAN DE VIGILANCIA

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores de operación de la instalación sean correctos.

Es un plan de observación simple de los parámetros de funcionamiento principales, para verificar la correcta marcha de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos y tendrá un alcance similar al descrito a continuación:

	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza	A determinar	Con agua y productos adecuados.
	Cristales	3	IV Condensaciones, sustitución.
	Juntas	3	IV Agrisamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV Fugas.
CIRCUITO PRIMARIO	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
CIRCUITO SECUNDARIO	Tratamiento legionella	123	Aplicación procedimiento de desinfección con cloro o térmico recogido en Anexo 3 del RD
	Tubería y aislamiento	6	IV Ausencia de humedad y fugas.

IV: inspección visual CF: control de funcionamiento.

Tabla 9

2.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento preventivo implica, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación ha de tener un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo debe incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

SISTEMA DE CAPTACIÓN

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	6	IV diferencias sobre original
CRISTALES	6	IV Diferencias entre captadores
JUNTAS DE DEGRADACION	6	IV condensaciones y suciedad
ABSORBEDOR	6	IV agrietamientos, deformaciones
CARCASA	6	IV deformación, oscilaciones, ventanias de respiración
CONEXIONES	6	IV aparición de fugas
ESTRUCTURAS	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos

Tabla 10

SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
DEPOSITO	24	Presencia de lodos en fondo
ANODOS DE SACRIFICIO	12	Comprobación del desgaste
AISSLAMIENTO	12	Comprobar que no hay humedad

Tabla 11

SISTEMA DE INTERCAMBIO

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
INTERCAMBIADOR DE PLACAS	12	CF eficiencia y prestaciones
	60	Limpieza
INTERCAMBIADOR SERPENTIN	12	CF eficiencia y prestaciones
	60	Limpieza

Tabla 12

CIRCUITO HIDRÁULICO

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y PH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones: (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

Tabla 13

SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación

Tabla 14

SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
<i>Sistema auxiliar</i>	12	CF actuación
<i>Sondas de temperatura</i>	12	CF actuación

Tabla 15

Dado que el sistema de energía auxiliar no forma parte del sistema de energía solar propiamente dicho, sólo será necesario realizar actuaciones sobre las conexiones del mismo al sistema de energía solar, así como la verificación del funcionamiento combinado de los dos sistemas. Se deja un mantenimiento más exhaustivo para la empresa instaladora del sistema auxiliar.

2.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de garantías, cada vez que el usuario así lo quiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Pueden no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

3. Garantías

El suministrador debe garantizar la instalación durante un periodo mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.



CAPITULO VI

Aplicaciones en procesos industriales de la Energía Solar Térmica

6 Aplicaciones de la Energía Solar Térmica en Procesos Industriales

1. Introducción

Las aplicaciones industriales de la energía solar pueden constituir una contribución importante para lograr el objetivo de cubrir el 12% de la demanda energética con fuentes renovables en el año 2010. El potencial total para calor de procesos industriales a media temperatura (por debajo de los 150°C) representa un 7% de la demanda total de energía primaria.

Las condiciones de partida más favorables para la aplicación de esta energía es procesos industriales, son una demanda de calor continua durante las horas de insolación y durante todo el año.

Procesos especialmente indicados son, por ejemplo, el calentamiento de baños líquidos, calentamiento de aire en procesos de secado, o la producción de frío mediante máquinas de absorción.

En la mayoría de estos procesos, las instalaciones solares tendrán como limitación la del espacio disponible para la colocación de la superficie colectora (normalmente la cubierta de la nave industrial).

2. Análisis por sectores

2.1 FABRICACION DE CERVEZA Y MALTA

La energía térmica requerida se genera habitualmente en calderas de vapor saturado que queman fuel o gas natural.

El consumo de calor principal en la fabricación de la malta es para el secado de la malta germinada. Para ello se utiliza aire ambiente precalentado hasta 80°C. El consumo de calor a bajas temperaturas es muy elevado, por lo que la contribución solar que se puede conseguir es alta.

En el caso de la industria cervecera, sus necesidades energéticas son dos bien diferenciadas: el calentamiento sucesivo del licor cervecero desde temperatura ambiente hasta la de ebullición; y la refrigeración del mosto precalentando el agua fría de aporte. Por consiguiente, en este sector, existe la posibilidad de utilización de la energía solar térmica para generación de vapor y frío mediante máquina de absorción.

2.2 INDUSTRIA ALIMENTARIA

La industria alimentaria, tan importante para la Región de Murcia, emplea distintos combustibles para la generación de vapor. Además, este sector tiene también grandes necesidades de frío.

Industria vinícola, zumos y otras bebidas

El consumo térmico más importante es la producción de agua caliente, entre 70 y 90°C, para limpieza y desinfección de las botellas. Además, en muchas industrias del sector, el volumen de producción aumenta durante los meses de verano, por lo que existe una correlación positiva entre la demanda de calor y la disponibilidad de la radiación solar.

Otra aplicación potencial, en la industria del vino, es la refrigeración de las bodegas, que en ocasiones están situadas en lugares remotos aisladas de la red.

Industria cárnica

El consumo de calor más importante en este sector es el del agua caliente para lavado, cocción y limpieza. Las temperaturas del agua caliente van desde 60 a 100°C. En la producción de conservas cárnicas, la esterilización se realiza en autoclaves a presión, utilizando vapor como fluido energético, y siendo éste el punto del proceso de mayor consumo térmico.

Conservas vegetales

Dos procesos son los más significativos en este sector: escaldado y esterilización. Para el escaldado se utiliza vapor seco o mediante inmersión en agua próxima a la ebullición. La esterilización se realiza con vapor directo a presión en autoclaves, alcanzándose temperaturas de entre 110 y 125°C.

Productos de alimentación infantil

Los procesos de mayor interés desde el punto de vista del consumo energético son los de cocción y esterilizado. La cocción se realiza en cocederos discontinuos con agua calentada a entre 70 y 98°C, mediante vapor saturado. El esterilizado es el punto más importante de consumo térmico. Los tarros, una vez cerrados herméticamente y colocados en jaulas, son introducidos en esterilizadores discontinuos cerrados y rotativos, donde son sometidos a un proceso de calentamiento-enfriamiento de acuerdo las características del producto y el tamaño de los botes.

2.3 INDUSTRIA LACTEA

Este tipo de industrias son de gran interés para la energía solar, dado que suelen trabajar siete días a la semana. Los procesos de deshidratación (fabricación de leche en polvo), debido a su elevada y constante demanda de energía, resultan especialmente interesantes.

En la producción, la leche y el suero se pulverizan en enormes torres con aire, que se calienta desde 60°C (a partir de la recuperación de calor) hasta 180°C. Estos procesos de deshidratación cuentan con un tiempo de funcionamiento de hasta 8000 horas al año.



■ Apoyo a proceso industrial en la fabricación de piensos. Puerto Lumbreras

En el proceso de pasteurización cabe distinguir entre LTLT (temperatura baja, periodo largo), donde se calienta el producto a 62-65°C durante 30 minutos, y posteriormente se enfría hasta 4°C. Este proceso, debido a su bajo nivel de temperatura, es muy apropiado para la utilización de la energía solar térmica.

La pasteurización HTST (temperatura alta periodo corto), requiere temperaturas de calentamiento de entre 72 y 85°C y posterior enfriamiento hasta 4°C. También aquí se podría utilizar la energía solar térmica como fuente de energía.

Por su parte, la esterilización UHT (ultra high temperature), precisa de temperaturas de entre 130 y 150°C durante 2 ó 3 segundos, mediante inyección directa de vapor o mediante intercambiador de calor.

2.4 INDUSTRIA PAPELERA

Más del 90% de la demanda de calor para producción de cartón y papel se utiliza en procesos de secado, utilizando, tanto chorros de aire caliente, como tambores de secado calentados con vapor a unos 135°C. La demanda de calor en este tipo de industria es continua durante todo el año. Este nivel térmico solamente se podría alcanzar mediante la utilización de colectores solares cilindro parabólicos.



■ Apoyo al Sistema de calefacción por suelo radiante en granja porcina. Lorca

2.5 INDUSTRIA QUÍMICA

La industria química es una gran consumidora de calor en sus diferentes procesos: columnas de destilación, secado, transformación de plásticos, etc.

2.6 INDUSTRIA DEL CURTIDO

La energía de este sector representa entre un 4 y un 5% de los costes de producción. Sobre el coste total, la energía eléctrica representa entre el 60 y el 65%, mientras que la térmica se sitúa entre el 35 y el 40%.

Podría utilizarse la energía solar térmica para el calentamiento del agua de los procesos húmedos, y del aire en el caso de los secaderos.

Sector	Procesos	Nivel térmico (°C)
<i>Fabricación de cerveza y malta</i>	Cocción del mosto	100
	Lavado de botellas	60
	Refrigeración	90
	Secado	60
<i>Industria vinícola, zumos y otras bebidas</i>	Lavado de botellas	60 - 90
	Refrigeración	85 (*)
<i>Industria cárnica</i>	Lavado, esterilización y limpieza	< 90
	Cocción	90 - 100
<i>Conservas vegetales</i>	Esterilización	110 - 125
	Pasteurización	< 80
	Cocción	70 - 98
	Escaldado	95 - 100
	Decolorado	< 90
<i>Industria Láctea</i>	Pasteurización	62 - 85
	Esterilización	130 - 150
<i>Industria Papelera</i>	Pasta de papel: calentado	170 - 180
	Agua de alimentación de caldera	< 90
	Blanqueado	130 - 150
	Secado	130 - 160
<i>Industria del Curtido</i>	Calentamiento del agua en procesos húmedos	165 - 180
	Secado	60

Tabla 16



CAPITULO VII

La Energía Solar Térmica en los planes de desarrollo

7 La Energía Solar Térmica en los planes de desarrollo

1. Planes europeos relativos a Energía Solar Térmica

El funcionamiento del mercado único dentro de las fronteras de la Unión Europea requiere, en el ámbito energético, desarrollar el mercado interior de la electricidad y liberalizar el suministro de gas natural. Para ello se redactaron las Directivas Comunitarias 96/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de diciembre de 1996, y 98/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de junio de 1998. Mediante estas dos directivas, la Comisión Europea pretende garantizar el suministro, siempre respetando el medio ambiente.

En este marco, las energías renovables y, de modo particular, la energía solar térmica, presentan un potencial nada desdeñable para reforzar la seguridad del abastecimiento energético de Europa. El Libro Verde (sobre la seguridad del abastecimiento en Europa) reconoce que el desarrollo de estas energías exige esfuerzos económicos y políticos extremadamente importantes. A medio plazo, las energías renovables son la única fuente de energía en que la Unión Europea dispone de cierto margen de manobra para aumentar la oferta, en las circunstancias actuales.

El Libro Blanco de las Energías Renovables, adoptado por la Comisión Europea a finales de 1997, tiene por objetivo que las energías renovables lleguen a aportar al balance energético, en términos de energía primaria, el 12% en el 2010. El conjunto de las energías renovables en la Unión Europea aportaba, a finales de 1997, el 5,8% de la energía total consumida.

Una parte esencial de la estrategia diseñada para conseguir el objetivo del 12% es la denominada Campaña de Despegue, que pretende acelerar el desarrollo de la estrategia global en los primeros años, hasta el 2003. La campaña también pretende incrementar el gasto público en los sectores objetivo, complementando a su vez las inversiones previstas.

En 1995 había 6,5 millones de m² de colectores solares en la unión Europea, con un ritmo de crecimiento anual del 15% (un millón de m² de incremento al año). El Libro Blanco prevé que, con un ritmo de crecimiento anual del 20%, la capacidad total instalada en el 2010 será de 100 millones de m², lo cual representa una contribución al desarrollo de las fuentes de energía renovables perfectamente posible, habida cuenta de que la tecnología existente se encuentra muy desarrollada.

2. Planes nacionales relativos a Energía Solar Térmica

En base al Libro Blanco de las energías renovables y tras la publicación de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, que traspone la Directiva 96/92/CE, el entonces Ministerio de Industria y Energía, a través del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), desarrolla el Plan de Fomento de las Energías Renovables, de diciembre de 1999. En general, las previsiones del Plan de Fomento sobre la representatividad de las energías renovables en el balance energético global, mantienen la cuota del 12% para el año 2010, fijada por el Libro Blanco.

Teniendo en cuenta que el potencial solar español es el más elevado de Europa y que, sin embargo, el ratio de superficie de captación por cada 1000 habitantes se encuentra por debajo de la media europea, según este Plan, es previsible que se alcancen ratios similares a los de los países que más han desarrollado este tipo de energía (Austria y Grecia). De esta forma, se estima que la superficie captadora instalada en el 2010 podrá alcanzar los 4.500.000 m², lo que supone un ratio de 115 m² por cada 1000 habitantes.

Si comparamos la situación actual de la energía solar térmica con la previsión del Plan, obtenemos la tabla 17 y la figura 53.

Año	Incremento (m²)	Superficie total (m²)
1996	19.440	341.269
1999	21.342	362.611
2000	39.874	402.485
2001*	51.311	453.796
2010		4.500.000

Tabla 17 Fuente IDAE (*) Datos provisionales

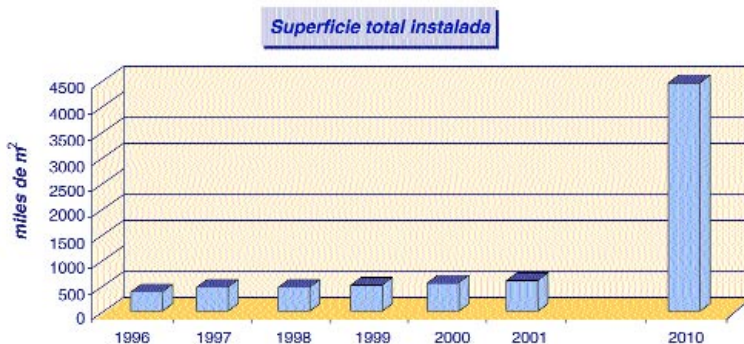


Figura 55

Para conseguir estos objetivos, el IDAE convoca anualmente un programa de ayudas para el apoyo a la energía solar térmica, en el marco del Plan de Fomento de las Energías Renovables.

Por otro lado, las Administraciones Locales también tienen mucho que decir en pro de la utilización de la energía solar térmica, a través de las Ordenanzas Municipales sobre las incorporación de sistemas de captación de energía solar en las edificaciones. El incremento en el uso de las energías renovables en los edificios será tanto mayor a medida que aumente el número de edificios afectados ordenanza en el parque inmobiliario.

Pero el aprovechamiento del potencial de la energía solar térmica en España pasa por otras medidas, entre ellas, de carácter fiscal. La posibilidad de considerar las inversiones en instalaciones solares térmicas como inversiones en mejora de la vivienda a efectos de las deducciones previstas en el Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF) o la aplicación de exenciones en el Impuesto sobre Construcciones, constituyen ejemplos de incentivos necesarios.

3. Objetivos de la Región de Murcia en Energía Solar Térmica

El Plan de Fomento de las Energías Renovables realiza un reparto, de cada una de las fuentes de energía contempladas, por Comunidades Autónomas. Este reparto, en el caso de la energía solar térmica, asigna a la Región de Murcia una previsión de 133.903 m² instalados en el año 2010.

Teniendo en cuenta estas previsiones y la evolución de la superficie instalada en los últimos años (tabla 18 y figura 54), es necesario realizar un gran esfuerzo, tanto en inversiones, como en concienciación ciudadana, si realmente se pretende conseguir esos objetivos.



Figura 56

Año	Incremento (m ²)	Superficie total (m ²)
1997	218	7.934
1998	571	9.351
1999	683	9.922
2000	381	10.605
2001	1.575	10.986
2002		12.561

Tabla 18

Por tal motivo, la Administración Regional de la Comunidad Autónoma, convoca ayudas para la promoción de las energías renovables, compatibles con las que ofrece el IDAE, que ofrecen la posibilidad de reducir los plazos de amortización de las inversiones de modo considerable.

Además, la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, consciente de la importancia que tiene el desarrollo de este tipo de energía para la Región, así como de la conveniencia de alcanzar las previsiones marcadas por el Plan de Fomento, creó durante el año 2001 la Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia, con la finalidad de promover el uso de las energías renovables y el ahorro de energía. Entre otras actividades, campañas publicitarias de “Cómo Instalar Energía Solar” están siendo llevadas a cabo por esta Agencia.

Tanto las vías de financiación de las instalaciones, como esta Agencia de la Energía, pretenden ser un revulsivo para el desarrollo de la energía solar en la Región de Murcia.



ANEXOS

Anexo I

Empresas del Sector Solar Térmico en la Región de Murcia

INSTALACIONES EN LA REGION DE MURCIA

CEASA, S.L.

Pol Ind Oeste par.10/5
30820 – Alcantarilla - Murcia
T. 968 892253
ceasa@amusal.es

CLIMA SONAIR, S.L.

Sagasta, 43 Bajo
30005 - Murcia
T. 968 284897
c-sonair@mail.ono.es

COMPAÑÍA REGIONAL ENERGÍA SOLAR, S.L.

Tiñosa, 11
30570 - San José de la Vega - Murcia
T. 968 822550
energiasolar@wanadoo.es

ECOSOL ENERGÍA SOLAR, S.L.

Santa Rita,4
30012 - Patiño - Murcia
T. 968 342222
ecosol@eresmas.com

ENERGÍA SOLAR LATORRE

Paz, 5 2º dcha.
30012 - Patiño - Murcia
T. 968 343308
energiasolarlatorre@hotmail.com

ENERGÍA SOLAR MOTOS

Diputación Marchena, La Condomina, s/n
30815 - Lorca - Murcia
T. 968 436381
motossolar@eresmas.com

EURENER

Avda. de la Libertad, 35
03380 - Bigastro - Alicante
T. 965 350837
eurener@neopro.com

NRJ

Pérez Casas, 3
30800 - Lorca - Murcia
T. 968 472666
nrjsolar@porlan.com

PJS PROYECTOS E INSTALACIONES, S.L.

Ctra. de El palmar 383,
30152 - Aljucer - Murcia
T. 968 340440
pjsproyectos@terra.es

SEF SERVICIOS ELÉCTRICOS FORTE

Camino Real
30510 - Yecla
T. 968 75 1862
fortesl@fortesl.com

SOLARMED, ENERGÍA

Diputación El Esparragal, 289
30891 - Puerto Lumbreras
T. 968 483269
solarmed@solarmed.es

SOL SURESTE,S.L.

Alarilla, 3. bajo
30002 - Murcia
T. 968 266807
jmsanchez@solsureste.com

FABRICANTES EN ESPAÑA

ATESA. Alternativas de Transformación Energética, S.A.

Pol. Ind. "La Seu" c. B. - n. 17/9

Apdo. Correos 182

25700 - La Seu d'Urgell

T. 973 354101

alener@lander.es

CADESOL

C/ San Patricio, 10, 2º pta 5

30004. Murcia

t. 968 214870

inicon@ono.com

ECOFOTÓNICA

La Loma,4

30565 - Torres de Cotillas

T. 968 624309

info@ecofotonica.com

ISOFOTÓN

Montalbán, 9

28014 – Madrid

T. 91 5312625

isofoton@isofoton.com

MADE

Ctra. Pozalez, km 1

47400 – MEDINA DEL CAMPO – VALLADOLID

Tel. 983 020400

dlorenzo@made.es

VISSMANN

Sierra Nevada, 13

Área Empresarial Andalucía

28320 – Pinto – Madrid

T. 91 6497400

bll@viessmann.com

Anexo II Instalaciones solares térmicas significativas en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia



HOTEL ENTREMARES

Situación

El Hotel Entremares 2ª Avenida, s/n de La Manga del Mar Menor, Cartagena.

Utilización

Instalación solar para agua caliente sanitaria y climatización de piscina.

Fecha de puesta en marcha

Noviembre de 2001

Tipo de colector

Colector plano con tecnología tridimensional de ATESA EXPORT, que favorece la captación de energía solar durante las horas más desfavorables, mejorando el rendimiento del colector plano clásico en un 37%.

Superficie unitaria: 1,85 m²

Número de colectores: 204

Superficie total: 377,8 m²

Ahorro anual: Se economizan 75.500 litros de gasóleo al año, equivalente a una reducción en su factura energética alrededor de 35.000€ al año.

Presupuesto: 258.440 €

Ayudas recibidas:

Subvención del IDAE: 86.550 € (33,5%)

Subvención de la CARM: 12.000 € (4,6%)

Periodo simple de amortización: 5 años



HOSPITAL DE CIEZA

Situación:

Ctra. de Abarán, s/n en Cieza

Utilización:

Instalación Solar para Agua Caliente Sanitaria

Fecha de puesta en marcha:

Diciembre de 2000

Tipo de colector:

Colector solar plano de SOLAHART

Superficie unitaria: 1,95 m²

Número de colectores: 120 colectores

Superficie total: 234 m²

Ahorro anual:

Ahorra 70.000 litros de gasóleo, lo que suponen un ahorro en la factura energética de 29.500 € al año

Presupuesto: 92.670 €

Ayudas recibidas:

Subvención del IDAE: 34.456 € (37,3%)

Subvención de la CARM: 14.767 € (15,9%)

Periodo simple de amortización:

2 años



HOTEL MELIA 7 CORONAS

Tipo de colector: Colector solar plano de MADE

Superficie unitaria: 2,13 m²

Número de colectores: 48

Superficie total: 102,24 m²

Ahorro anual: 5.008 €

Presupuesto: 49.133 €

Ayudas recibidas:

No resueltas en el momento de la edición de esta publicación.

Estimadas en 18.970 € (38,8%)

Periodo simple de amortización:

6 años



HOTEL PACOCHE

Situación:

Hotel Pacoche, Calle Cartagena, 30 de Murcia

Utilización:

Instalación Solar para Agua Caliente Sanitaria

Fecha de puesta en marcha:

2000

Tipo de colector:

Colector solar plano de MADE

Superficie unitaria: 2,13 m²

Número de colectores: 30

Superficie total: 63,9 m²

Ahorro anual: 2.020 €

Presupuesto: 20.825 €

Ayudas recibidas:

No se recibieron ayudas

Periodo simple de amortización:

10 años



HOTEL LA PAZ

Situación:

Ctra. de Granada, km 647, en Sangonera la Seca

Utilización:

Instalación Solar para Agua Caliente Sanitaria

Fecha de puesta en marcha:

Agosto de 2001

Tipo de colector:

Colector solar plano de Isofotón

Superficie unitaria: 1,886 m²

Número de colectores: 54

Superficie total: 101,84 m²

Ahorro anual: 5.270 €

Presupuesto: 36.295 €

Entre IDAE y CARM: 14.490 € (40 %)

Periodo simple de amortización: 5 años



MONASTERIO CISTERCIENSE DE LA PALMA

Situación:

Los Vidales, s/n en La Palma, Cartagena

Utilización:

Instalación Solar para Agua Caliente Sanitaria

Fecha de puesta en marcha:

Mayo de 2002

Tipo de colector:

Colector Solar plano de Isofotón

Superficie unitaria: 1,886 m²

Número de colectores: 20

Superficie total: 37,72 m²

Ahorro anual: 1.420 €

Presupuesto: 17.815 €

Ayudas recibidas:

No resueltas en el momento de la edición de esta publicación.

Estimadas en 8.900 € (50%)

Periodo simple de amortización:

6 años



CLUB DE TENIS MURCIA

Situación:

Club de Tenis de Murcia, Calle Cronista Carlos Valcárcel, 5 de Murcia

Utilización:

Instalación solar para agua caliente sanitaria y climatización de piscina exterior.

Fecha de puesta en marcha:

Abril de 2002

Tipo de colector:

Colector solar plano de Isofotón

Superficie unitaria: 2,14 m²

Número de colectores: 44

Superficie total: 96,16 m²

Ahorro anual: 9.600 €

Presupuesto: 40.460 €

Ayudas recibidas:

Subvención del IDAE: 17.928 € (44,3%)

Subvención de la CARM: 10.398 € (25,7%)

Periodo simple de amortización: 1 año



INSTALACION UNIFAMILIAR

Utilización:

Instalación Solar para Agua Caliente Sanitaria

Fecha de puesta en marcha:

Octubre de 2001

Tipo de colector: Sistema compacto con dos colectores planos y depósito de acumulación de 300 l. Circulación del agua por termosifón.

Superficie unitaria: 2,10 m²

Número de colectores: 2

Superficie total: 4,20 m²

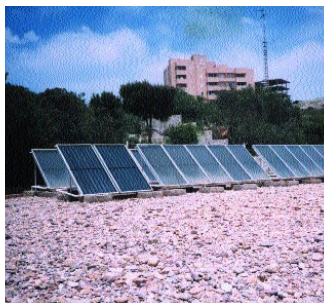
Ahorro anual: 360 €

Presupuesto: 2.510 €

Ayudas recibidas:

Subvención de la CARM: 753 €

Periodo simple de amortización: 5 años



CLUB DE TENIS DOS MARES

Situación:

Club de Tenis Dos Mares en La Manga del Mar Menor, Cartagena

Utilización:

Instalación Solar para Agua Caliente Sanitaria

Fecha de puesta en marcha: 1990

Tipo de colector:

Colectores solares planos de CAESOL e Isototón

Superficie unitaria: 1,70 m²

Número de colectores: 22 (20 CESOL + 2 Isofotón)

Superficie total: 37,4 m²

Presupuesto: 12.020 €

Ayudas recibidas: No se recibieron ayudas



RESIDENCIA FRANCISCANA

Situación:

Residencia Franciscana, Calle Dr. Fleming s/n de Murcia

Utilización:

Instalación Solar para Agua Caliente Sanitaria

Fecha de puesta en marcha: 1993

Tipo de colector:

Colector solar plano de poliéster de Hispanosolar.

Superficie unitaria: 2,0 m²

Número de colectores: 10

Superficie total: 20,0 m²

Presupuesto: 9.620 €

Ayudas recibidas: No se recibieron ayudas

Anexo III

Legislación aplicable a todo el Estado Español

Real Decreto 1751/1998 de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios (B.O.E. nº 186, de 5 de agosto de 1998).

Real Decreto 2.429/79, de 6 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación (NBE-CT-79) sobre condiciones térmicas en edificios.

Real Decreto 891/1980 de 14 de abril del Ministerio de Industria y Energía, sobre homologación de los paneles solares y Orden de 20 de julio de 1980 por las que se aprueban las Normas e Instrucciones Técnicas Complementarias para la homologación de los paneles solares.

Reglamento de Aparatos a Presión 1.244/79, y su Instrucción Técnica Complementaria MJE-AP11.

Norma Básica de la Edificación NBE-AE-88 sobre las acciones del viento y sobrecargas de nieve.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Decreto del Ministerio de Industria 2413/1973 de 20 de septiembre (B.O.E. 09.10.73) e Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-BT, aprobados por Orden del Ministerio de Industria de 31.10.73 (B.O.E. 27, 28, 19 y 31.12.73). MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

REAL DECRETO 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

ANEJO 1: REGLAMENTO

REGLAMENTO DE INSTALACIONES TERMICAS EN LOS EDIFICIOS

RITE

CAPITULO PRIMERO

Objeto y ámbito de aplicación

ARTÍCULO 1. Objeto y ámbito de aplicación.

1. Este Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE, tienen por objeto establecer las condiciones que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, con objeto de conseguir un uso racional de la energía que consumen, por consideraciones tanto económicas como de protección al medio ambiente, y teniendo en cuenta a la vez los demás requisitos esenciales que deben cumplirse en los edificios, y todo ello durante un período de vida económicamente razonable.

2. La observancia de los preceptos de este reglamento no exime de la obligación de cumplir otras disposiciones específicas que regulen estas instalaciones.

3. Este Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias se aplicarán a las instalaciones térmicas no industriales de los edificios de nueva planta o en los reformas de los existentes, en los términos que se indican en el mismo.

CAPITULO SEGUNDO

Objetivos de las instalaciones y sus componentes

ARTÍCULO 2. Principios y objetivos generales que deben satisfacer las instalaciones.

El objetivo enunciado en el artículo anterior ha de permitir que estas instalaciones tengan la fiabilidad que se espera de ellas y a estos efectos se respetarán los siguientes principios y requisitos en los términos que establecen las instrucciones técnicas complementarias.

1. Bienestar térmico e higiene. Las instalaciones objeto de este reglamento tienen como fin principal la obtención de un ambiente interior, térmico, de calidad de aire y de condiciones acústicas, y una dotación de agua caliente sanitaria que sean aceptables para el ser humano durante el desarrollo de sus actividades.

2. Seguridad. En relación con el objetivo de la seguridad de utilización, además de lo que se prescribe en este reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias al respecto, se deberá cumplir también con lo establecido en las reglamentaciones aplicables sobre instalaciones de protección en caso de incendio, así como en otras reglamentaciones en lo concerniente a seguridad relativa a: instalaciones y aparatos a presión, instalaciones de combustibles, instalaciones eléctricas, instalaciones y aparatos que utilizan gas como combustible y, por último, instalaciones frigoríficas.

3. Demanda energética. En relación con el uso racional de la energía, se deberá tener en cuenta que el consumo de energía causado por el funcionamiento de estas instalaciones está condicionado por un gran número de factores que afectan la demanda energética, tales como la calidad térmica de la envolvente, la distribución de los espacios interiores en función de su utilización, las cargas térmicas interiores, los criterios de diseño de los subsistemas que componen la instalación, tanto en lo relativo a la producción de los fluidos portadores como a la zonificación de los espacios, la flexibilidad de funcionamiento, el control de cada subsistema, etc., y finalmente los criterios de explotación, especialmente el régimen de ocupación de los espacios y el servicio de mantenimiento.

4. Consumo energético. La eficiencia con que esa demanda de energía está satisfecha y, por lo tanto, el consumo de energía de tipo convencional depende, a su vez, de otra serie de factores, entre los que cabe citar el rendimiento de todos y cada uno de los equipos que componen la instalación, la utilización de energías residuales, el aprovechamiento de energías procedentes de fuentes gratuitas, el empleo de plantas de cogeneración, el uso de sistemas de enfriamiento evaporativo, directo o indirecto y, en general, el empleo de todos aquellos sistemas, aparatos y dispositivos que permitan la reducción y contabilización del consumo de energía procedente de fuentes convencionales, que redunde en un uso más racional de la energía.

5. Mantenimiento. En el contexto de las consideraciones anteriores, por medio del reglamento se persigue el diseño de sistemas eficientes y, a través del mantenimiento, la permanencia en el tiempo del rendimiento de las instalaciones y de todos sus componentes al valor inicial.

6. Protección al medio ambiente. Por último, un uso racional y eficiente de la energía consumida por las instalaciones a lo largo de su vida útil tiene como consecuencia directa una mejor protección del medio ambiente por, entre otros, la efectiva reducción de las emisiones de dióxido de carbono.

ARTÍCULO 3. Equipos y componentes de las instalaciones.

1. Los equipos, materiales y componentes de las instalaciones objeto de este reglamento deben cumplir las disposiciones particulares que les sean de aplicación, además de las prescritas en las Instrucciones Técnicas Complementarias ITE y las derivadas del desarrollo y aplicación del Real Decreto 1630/1992, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE. En el caso de productos provenientes de países que sean parte del acuerdo del Espacio Económico Europeo estarán sujetos a lo previsto en el citado real decreto y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, los productos estarán sujetos a lo dispuesto en su artículo 9.

2. Los requisitos de rendimiento de las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos serán los prescritos en el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva 93/68/CEE, como una de las acciones dentro del marco del programa SAVE, relativo a la promoción de la eficacia energética en la Unión Europea.

3. Debe entenderse, por lo tanto, que las instrucciones técnicas complementarias de este reglamento contemplan únicamente los requisitos esenciales de las instalaciones y que, en ningún caso, han de suponer una barrera técnica al comercio comunitario para los productos que formen parte de estas instalaciones.

ARTÍCULO 4. Cálculo, diseño y montaje de las instalaciones.

El diseño, cálculo, montaje, puesta en marcha y mantenimiento de las instalaciones, así como las condiciones que en determinados casos deben cumplir los locales que las albergan, serán las prescritas en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias ITE.

CAPITULO TERCERO **Proyecto de las instalaciones**

ARTÍCULO 5. Proyectos de edificación de nueva planta.

Todo proyecto de ejecución de un edificio de nueva planta, en el que se prevean algunas de las instalaciones objeto de este reglamento, debe incluir lo indicado en la correspondiente instrucción técnica, así como fijar las dimensiones y características de los locales destinados a alojar los equipos que requiera la instalación. En la Memoria de dicho proyecto debe hacerse constar expresamente el cumplimiento de este Reglamento.

ARTÍCULO 6. Visado de proyectos.

Para extender visado de un proyecto, los colegios profesionales comprobarán que en su Memoria figure lo indicado en el artículo anterior. Los organismos que, preceptivamente, extiendan visado técnico sobre proyectos comprobarán, además, que lo reseñado en dicho artículo se ajusta a este Reglamento.

ARTÍCULO 7. Proyecto, ejecución y recepción de las instalaciones.

1. Las instalaciones sujetas a este reglamento se desarrollarán como parte del proyecto general del edificio o en forma de uno o varios proyectos específicos, que cumplirán en ambos casos, lo especificado en las instrucciones técnicas.

2. Los proyectos específicos se realizarán por técnicos competentes, que cuando sean distintos del autor del proyecto de edificación deben actuar coordinadamente con él y entre ellos.

3. Quedan excluidos de la presentación del proyecto los edificios cuya instalación o conjunto de instalaciones térmicas, en régimen de generación de calor o frío, tengan una potencia nominal inferior a 70 kW.

4. Para los edificios cuya instalación o conjunto de instalaciones térmicas estén comprendidas entre 5 y 70 kW, el proyecto se sustituirá por la documentación presentada por el instalador, con las condiciones que determina la instrucción técnica ITE 07.

5. Las instalaciones se ajustarán a lo indicado en este reglamento y las instrucciones técnicas que lo desarrollan. El autor del proyecto podrá adoptar, en su caso, soluciones técnicas diferentes a las exigidas, que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de este reglamento, siempre que su necesidad, derivada de la singularidad del proyecto, quede suficientemente justificada, técnica y documentalmente.

6. La ejecución del montaje de la instalación de potencia nominal superior a 70 kW debe llevarse a cabo de acuerdo con el proyecto y bajo la dirección de un técnico competente, director de la instalación, que, cuando fuere distinto del director de la obra, debe actuar de forma coordinada con éste.

7. Una vez realizadas con resultados satisfactorios las pruebas finales en presencia del director de la instalación cuando sea preceptiva la realización de proyecto según el apartado 3 de este artículo, se procederá al acto de recepción provisional de la instalación, con el que se dará por finalizado el montaje de la misma. Para la recepción provisional, el director de la instalación en su caso, y el instalador autorizado de la Empresa instaladora suscribirán el certificado de la instalación, en el que se hará constar los datos que se especifiquen en la instrucción técnica complementaria correspondiente. En el momento de la recepción provisional, la empresa instaladora debe entregar al director de la instalación la documentación que se determine en la respectiva instrucción técnica complementaria.

8. Transcurrido el plazo de garantía, que será de doce meses de servicio si en el contrato no se estipula otro de mayor duración, la recepción provisional se transformará en recepción definitiva, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el período de garantía.

ARTÍCULO 8. Reforma de las instalaciones.

1. A los efectos de este reglamento, se entiende por reforma toda aquella que se ejecute en cualquier tipo de instalación objeto del reglamento y que implique una modificación sobre el proyecto original por el cual fue concebida. En tal sentido, serán consideradas como reformas las que impliquen la inclusión de nuevos servicios de climatización o agua caliente sanitaria, así como la ampliación, reducción o modificación de los existentes, la sustitución, ampliación o reducción de equipos generadores de calor o frío, la sustitución de fuentes de energía.

2. Estas reformas podrán ser acometidas, previa realización de un proyecto de las mismas cuando proceda, contemplando lo desarrollado en este Reglamento y de acuerdo con las instrucciones técnicas correspondientes.

3. Cuando la reforma contemple el cambio de la fuente de energía, el proyecto debe justificar, además, la adaptabilidad de los equipos no sustituidos y sus nuevos rendimientos energéticos, así como las medidas de seguridad complementarias que la nueva fuente de energía demande de acuerdo con la legislación vigente y este Reglamento.

CAPITULO CUARTO

Condiciones para la puesta en servicio de las instalaciones y mantenimiento

ARTÍCULO 9. Registro previo del proyecto.

1. El proyecto de la instalación, previamente visado por el colegio profesional correspondiente, debe presentarse al órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente antes del inicio de la obra para su registro. Esta presentación, dirigida al órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente, podrá realizarse también en cualquiera de los otros lugares previstos en el artículo 38.4 de la Ley 30/1992 (BOE del 27 de noviembre) de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y de Procedimiento Administrativo Común.

2. El proyecto de la instalación será válido para cualquier requisito administrativo requerido para la instalación, en aquellos casos en que así lo establezca la instrucción técnica correspondiente.

3. En el caso de que las soluciones del proyecto se aparten del contenido del reglamento, tal como se indica en el artículo 7.5, el organismo competente ante el cual se presente el proyecto para su registro, a la vista de la documentación presentada, podrá solicitar en el plazo máximo fijado por la correspondiente Comunidad Autónoma correspondiente, o en su defecto de 30 días, la justificación de cuantos datos técnicos sean razonablemente exigibles.

ARTÍCULO 10. Certificado de la instalación.

1. Para la puesta en funcionamiento de las instalaciones sujetas a este reglamento será necesaria la autorización del órgano competente de la Comunidad Autónoma para lo que se dirigirá al mismo el certificado de la instalación suscrito por el director de la instalación, cuando sea preceptivo según lo especificado en el art. 7, y en todo caso por el instalador autorizado de la empresa que ha realizado el montaje, así como otra documentación que sea fijada por la Comunidad Autónoma correspondiente.

2. En el certificado se expresará que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado, registrado por el órgano territorial competente, y que cumple con los requisitos exigidos por este reglamento y sus instrucciones técnicas. Se harán constar en el mismo los resultados de las pruebas a que hubiere lugar, así como cualquier otra información fijada en su caso por la correspondiente Comunidad Autónoma.

ARTÍCULO 11. Suministro de energía.

Las empresas suministradoras de energía eléctrica y de combustibles deben exigir al titular de la instalación, el certificado señalado en el artículo anterior para proceder al suministro regular a la instalación en cuestión.

ARTÍCULO 12. Mantenimiento de la instalación.

Las prestaciones y el rendimiento de las instalaciones y de cada uno de sus componentes deben mantenerse, durante la vida útil prevista, dentro de los límites establecidos en las correspondientes instrucciones técnicas, debiendo para ello estar debidamente atendidas las instalaciones por personal técnico, de acuerdo con las normas de mantenimiento que especifique la instrucción técnica correspondiente.

CAPITULO QUINTO

Fabricantes, instaladores, mantenedores, titulares y usuarios

ARTÍCULO 13. Fabricantes.

Los fabricantes de equipos y elementos, o sus representantes legales, serán responsables de que los equipos y elementos ofrezcan las garantías debidas de calidad, seguridad y consumo de energía en lo que se refiere a su fabricación y al funcionamiento previsto en las condiciones expresadas en la documentación técnica de los mismos.

ARTÍCULO 14. Instaladores y mantenedores.

1. El montaje de las instalaciones objeto de este Reglamento se realizará por empresas registradas como «Empresa instaladora». Las instalaciones deberán ser reparadas por empresas registradas como «Empresa instaladora» o «Empresa de mantenimiento» y deberán ser mantenidas por empresas registradas como «Empresas de mantenimiento».

2. Las condiciones de estas empresas y de su registro serán las establecidas en la instrucción técnica correspondiente.

3. El registro de estas empresas se realizará en el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde tengan su sede social, teniendo validez para toda España.

ARTÍCULO 15. Carnés profesionales.

1. Se establecen las dos categorías de carnés profesionales siguientes:
 - CI Carné de Instalador de instalaciones objeto de este reglamento.
 - CM Carné de Mantenedor de instalaciones objeto de este reglamento.

2. En cada categoría se distinguen las dos especialidades, A y B, siguientes:

- A: especialidad en Calefacción y Agua Caliente Sanitaria.
- B: especialidad en Climatización.

3. El carné profesional se concederá, con carácter individual, a todas las personas que cumplan los requisitos que más adelante se reseñan.

4. Este carné será expedido por la Comunidad Autónoma correspondiente que llevará un registro de los carnés concedidos en el ámbito de su territorio.

En cada carné deberá constar, como mínimo, la siguiente información:

- el organismo que lo expide.
- el nombre y el domicilio de su titular.
- el número de registro.
- las categorías y especialidades para las que es aplicable.
- la fecha de expedición.
- la fotografía del titular.

5. Para la obtención del carné profesional, en cualquiera de sus categorías y especialidades, es necesario cumplir los requisitos siguientes:

- Poseer, como mínimo, un título o certificado de estudios de formación profesional, nivel 2 (FP-II), en alguna de las especialidades relacionadas con este Reglamento. Transitoriamente, durante el plazo de cinco años contados a partir del día siguiente al de la entrada en vigor de esta instrucción, los solicitantes del carné que no posean la titulación exigida deben recibir y superar un curso teórico-práctico impartido por una entidad reconocida por el órgano territorial competente, relativo a conocimientos técnicos. El temario y la duración mínima del curso con los que figuran en el apéndice 11.1 de la Instrucción Técnica Complementaria ITE 11.
- Haber recibido y superado un curso teórico-práctico impartido por una entidad reconocida por el órgano territorial competente, relativo a conocimientos específico; el temario y la duración mínima del curso son los que figuran en el apéndice 11.2 de la Instrucción Técnica Complementaria ITE 11.
- Superar un examen sobre conocimiento de este reglamento ante el órgano que expide el carné.

6. Los titulados de grado superior o medido con competencia legal en materias de este reglamento pueden obtener el carné, previa solicitud, sin tener que cumplir los requisitos anteriores.

7. El carné tendrá validez en toda España y mantendrá su vigencia mientras no varíen los datos que figuran en él.

ARTÍCULO 16. *Suspensión y cancelación de inscripciones de empresas y de carnés.*

1. La inscripción en el registro de Empresas Instaladoras o en el de Empresas de Mantenimiento será anulada con carácter definitivo por el órgano competente que lo realizó, previa instrucción del expediente,

cuando se compruebe que el titular no reúne los requisitos que le fueron exigidos para su inscripción o haya incumplido gravemente este Reglamento.

2. Contra toda resolución del órgano competente, que anule con carácter definitivo una inscripción en el registro por las causas que se contemplan en este apartado, podrá interponerse el correspondiente recurso.

3. El incumplimiento de los requisitos técnicos exigidos por este reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias por parte de los titulares de carné de instalador o de mantenedor dará lugar a la incoación del oportuno expediente administrativo. Cuando se trate de un primer incumplimiento puede procederse a la retirada del carné por un plazo de tres meses (como máximo). Esta suspensión puede hacerse definitiva en caso de reincidencia.

ARTÍCULO 17. Titulares y usuarios.

Los titulares o usuarios de las instalaciones sujetas a este Reglamento deben tener presentes las normas de seguridad y uso racional de la energía que correspondan en cada caso. El titular o usuario será responsable del cumplimiento de este Reglamento y de sus instrucciones técnicas complementarias, en lo que se refiere a funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 12.1.c) de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

CAPITULO SEXTO **Régimen sancionador**

ARTÍCULO 18. Sanciones.

En caso de incumplimiento de las disposiciones obligatorias reguladas en este Reglamento o en sus instrucciones técnicas complementarias se estará a lo dispuesto en los artículos 30 a 38 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de industria, sobre infracciones administrativas.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA

ITE 10 INSTALACIONES ESPECIFICAS

INDICE

ITE 10.1 PRODUCCION DE ACS MEDIANTE SISTEMAS SOLARES ACTIVOS

ITE 10.1.1 Generalidades

ITE 10.1.2 Descripción general de la instalación

ITE 10.1.3 Criterios generales de diseño y cálculo

ITE 10.1.4 Fluido portador

ITE 10.1.5 Sistema de control

ITE 10.2 ACONDICIONAMIENTO DE PISCINAS

ITE 10.2.1 Diseño

ITE 10.2.2 Cálculo

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA

ITE 10 INSTALACIONES ESPECIFICAS

ITE 10.1 Producción de ACS mediante sistemas solares activos

ITE10.1.1 Generalidades

Esta instrucción se refiere a la técnica de producción de agua caliente sanitaria mediante colectores solares planos de baja temperatura instalados en obra. Los colectores deben cumplir lo especificado en UNE 94101.

ITE 10.1.2 Descripción general de la instalación

La instalación estará constituida por un conjunto de colectores que capten la radiación solar que incida sobre su superficie y la transformen en energía térmica, elevando la temperatura del fluido que circule por su interior. La energía captada será transferida a continuación a un depósito acumulador de agua caliente. Después de éste se instalará en serie un equipo convencional de apoyo o auxiliar, cuya potencia térmica debe ser suficiente para que pueda proporcionar la energía necesaria para la producción total de agua caliente.

ITE 10.1.3 Criterios generales de diseño y cálculo

ITE 10.1.3.1 Disposición de los colectores

Los colectores se dispondrán en filas que deben tener el mismo número de elementos. Las filas deben ser paralelas y estar bien alineadas.

Dentro de cada fila los colectores se conectarán en paralelo; solamente pueden disponerse en serie cuando la temperatura de utilización del agua caliente sea mayor que 50 °C. Las filas se conectarán entre sí también en paralelo. Solamente pueden disponerse en serie cuando los colectores dentro de las filas se hayan conectado en paralelo y se requiera una temperatura de utilización del agua mayor que 50 °C.

No deben conectarse en serie más de tres colectores ni más de tres filas de colectores conectados en paralelo.

La conexión entre colectores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente (retorno invertido); de lo contrario, se instalarán válvulas de equilibrado.

Los colectores que dispongan de cuatro manguitos de conexión se conectarán directamente entre sí. La entrada del fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer colector de la fila y la salida por el extremo superior del último. Los colectores que dispongan de dos manguitos de conexión diagonalmente opuestos, se conectarán a dos tuberías exteriores a los colectores, una inferior y otra superior. La entrada tendrá una pendiente ascendente en el sentido del avance del fluido del 1%.

Los colectores se orientarán hacia el Sur geográfico, pudiéndose admitir desviaciones no mayores que 25° con respecto a dicha orientación.

El ángulo de inclinación de los colectores sobre un plano horizontal se determinará en función de la latitud geográfica f y del período de utilización de la instalación, de acuerdo con los valores siguientes:

Inclinación de los colectores en función del período de utilización

Período de utilización	Inclinación de los colectores
Anual, con consumo constante	f°
Preferentemente en invierno	$(f + 10)^\circ$
Preferentemente en verano	$(f - 10)^\circ$

Se admiten en cualquiera de los tres casos desviaciones de ± 10 como máximo.

La separación entre filas de colectores será igual o mayor que el valor obtenido mediante la expresión:

$$d = k \cdot h$$

siendo:

d la separación entre filas

h la altura del colector

(ambas magnitudes expresadas con la misma unidad de medida)

k un coeficiente cuyo valor se obtiene en la tabla a partir de la inclinación de los colectores con respecto a un plano horizontal.

Coefficiente de separación entre filas de colectores

Inclinación (°)	20	25	30	35	40	45	50	55
Coefficiente k	1,532	1,638	1,732	1,813	1,879	1,932	1,970	1,992

La distancia entre la primera fila de colectores y los obstáculos (de altura a) que puedan producir sombras sobre las superficies captadoras será mayor que el valor obtenido mediante la expresión:

$$d = 1,732 \cdot a$$

ITE10.1.3.2 Area de los colectores y volumen de acumulación

El área total de los colectores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$1,25 \leq 100 A/M \leq 2$$

Siendo:

A la suma de las áreas de los colectores, expresada en m²

M el consumo medio diario de los meses de verano, expresados en L/d

V el volumen del depósito acumulador, expresado en L

En las instalaciones cuyo consumo sea constante a lo largo del año, el volumen del depósito de acumulación cumplirá la condición:

$$0,8 \cdot M \leq V \leq M$$

Cuando se instale menos superficie de colectores que la resultante del cálculo, deben justificarse en la memoria del proyecto las razones de esta decisión y el volumen del depósito acumulador por cada metro cuadrado de área instalada debe ser igual o menor que 80 litros.

El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectaran, preferentemente, en serie. En el caso de que se conecten en paralelo, debe hacerse por el sistema de retorno invertido para equilibrar la pérdida de carga en las conexiones.

Los acumuladores se dispondrán verticalmente, para favorecer la estratificación.

En cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del acumulador y del cambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente. El manguito de vaciado se conectará al saneamiento mediante una tubería provista de válvula de cierre con salida del agua visible.

El caudal del fluido portador se determinará en función de la superficie total de colectores instalados. Su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 1,6 l/s por cada 100 m² de área de colectores. En las instalaciones en las que los colectores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de colectores conectados en serie.

El aislamiento térmico de tuberías y acumulador debe cumplir con los niveles indicados en el Apéndice 03.1.

ITE 10.1.3.3 Proyecto

En un anejo de la memoria se determinará la superficie total de colectores solares, el volumen de acumulación, el caudal de diseño y el dimensionado de tuberías y componentes, realizado mediante cualquiera de los métodos de cálculo al uso.

Sobre planos, realizados preferentemente en escala 1:100, se indicará la situación de los colectores solares, del depósito de acumulación, del cambiador de calor y del grupo de bombeo, así como el trazado de tuberías de los circuitos primario y secundario. Se incluirá también un esquema de la instalación.

ITE 10.1.4 Fluido portador

Para los circuitos cerrados el fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los colectores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. En caso de utilización de otros fluidos térmicos se incluirán en la memoria su composición y su calor específico.

En las zonas en las que no exista riesgo de helada puede utilizarse agua sola o desmineralizada con aditivos estabilizantes y anticorrosivos. El pH estará comprendido entre 5 y 12. En las zonas con riesgo de heladas se utilizará agua desmineralizada con anticongelantes e inhibidores de la corrosión no tóxicos.

ITE 10.1.5 Sistema de control

El control de funcionamiento normal de las bombas será siempre de tipo diferencial y debe actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de colectores y la del depósito de acumulación.

El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor que 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor que 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.

ITE 10.2 Acondicionamiento de piscinas

ITE 10.2.1 Diseño

ITE 10.2.1.1 Generalidades

El consumo de energías convencionales para el calentamiento de piscinas está permitido solamente cuando estén situadas en locales cubiertos. En piscinas al aire libre sólo podrán utilizarse para el calentamiento del agua fuentes de energías residuales o de libre disposición, como la energía solar, el aire, el agua o el terreno. No puede utilizarse energía eléctrica para el calentamiento por efecto Joule como apoyo de las fuentes anteriores.

Se prohíbe el calentamiento directo del agua de la piscina por medio de una caldera.

Las instalaciones de producción y distribución de calor para la climatización del agua y del ambiente de la piscina serán independientes del resto de las instalaciones térmicas, salvo cuando estén en edificios destinados a usos deportivos.

ITE 10.2.1.2 Temperatura del agua

La temperatura del agua de la pileta será la que se indica en la tabla que figura a continuación, según el uso principal de la piscina. La temperatura del agua se medirá en el centro de la piscina y a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua.

La tolerancia en el espacio, horizontal y verticalmente, de la temperatura del agua no podrá ser mayor que ± 1 °C.

Para el control de la temperatura del agua se dispondrá una sonda de temperatura en el retorno de agua al cambiador de calor y un termostato de seguridad dotado de rearme manual en la impulsión que enclave el sistema de generación de calor. La temperatura de tarado del termostato de seguridad será, como máximo, 10 °C mayor que la temperatura máxima de impulsión.

Temperatura del agua de las piscinas

Uso principal	Temperatura del agua (°C)
Recreo	25
Chapoteo	24
Enseñanza	25
Entrenamiento	26
competición	24
privado	25/26

ITE 10.2.1.3 Condiciones ambientales

La temperatura seca del aire del local será entre 2 °C y 3 °C mayor que la del agua, con un mínimo de 26 °C y un máximo de 28 °C.

La humedad relativa del ambiente se mantendrá entre el 55% y el 70%, siendo recomendable escoger como valor de diseño el 60%.

Para evitar condensaciones sobre las paredes frías del local de la piscina puede utilizarse el aire exterior. Este aire debe ser calentado antes de ser introducido en el local y el calor del aire expulsado debe ser recuperado por los medios que el proyectista considere oportunos.

Alternativamente, el mantenimiento de la humedad relativa del ambiente dentro de los límites anteriormente indicados puede lograrse por medio de una bomba de calor, enfriando, deshumedeciendo y recalentando el mismo aire del ambiente.

El uso de energías convencionales para estos fines debe restringirse a suplementar el calor necesario para el aire mínimo de ventilación y las pérdidas por transmisión.

El uso de recuperadores o bombas de calor no es obligatorio para piscinas cubiertas con pileta cuya capacidad sea menor que 80 m³ o cuya superficie de agua sea menor que 50 m².

ITE 10.2.2 Cálculo

El cálculo de la potencia térmica necesaria a régimen para calentar el agua de la piscina se efectuará teniendo en cuenta las siguientes pérdidas:

- por transferencia de vapor de agua al ambiente:
 - desde la superficie del agua
 - desde el suelo mojado alrededor de la piscina
 - desde el cuerpo de las personas mojadas- -por convección de la superficie de agua de la pileta
- Por convección de la superficie de agua de la pileta
- por radiación de la superficie de agua hacia los cerramientos
- por conducción a través de las paredes de la pileta.
- por renovación del agua de la pileta.

El equipo productor de calor se dimensionará para las condiciones de régimen de funcionamiento. En consecuencia, para la puesta en régimen de la temperatura del agua al comienzo de la estación se admitirá una duración de varios días, dependiendo de la temperatura al comienzo del arranque.

Anexo IV

Tablas y datos para el cálculo de dimensionado de las instalaciones Solares Térmicas

1. Temperatura ambiente media durante las horas de sol en Murcia (°C)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19,3

2. Energía que incide en Murcia sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes (MJ)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
10.1	14.8	16.6	20.4	24.2	25.6	27.7	23.5	18.6	13.9	9.8	8.1	17.8

3. Temperatura media del agua de la red general en Murcia

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3

4. Horas de sol diarias para cada mes del año

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
7	7,5	8,5	10	11	11,5	11,5	10,5	9	8	7	6,5

5. Factor de corrección k para superficies inclinadas en Murcia

Representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el Ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal.

inclinación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5°	1.07	1.06	1.04	1.03	1.02	1.01	1.02	1.03	1.05	1.07	1.08	1.08
10°	1.13	1.11	1.08	1.05	1.02	1.02	1.03	1.05	1.09	1.14	1.16	1.16
15°	1.19	1.15	1.11	1.06	1.03	1.01	1.03	1.07	1.13	1.19	1.23	1.22
20°	1.24	1.19	1.13	1.07	1.02	1.01	1.02	1.07	1.15	1.24	1.3	1.29
25°	1.28	1.22	1.14	1.07	1.01	0.99	1.01	1.08	1.17	1.26	1.35	1.34
30°	1.31	1.24	1.15	1.06	0.99	0.97	0.99	1.07	1.18	1.31	1.4	1.38
35°	1.34	1.25	1.15	1.04	0.96	0.94	0.97	1.05	1.19	1.34	1.43	1.42
40°	1.36	1.26	1.14	1.02	0.93	0.9	0.93	1.03	1.18	1.35	1.46	1.45
45°	1.37	1.26	1.13	0.99	0.89	0.86	0.89	1	1.17	1.36	1.48	1.47
50°	1.37	1.25	1.1	0.95	0.85	0.81	0.85	0.97	1.15	1.35	1.49	1.48
55°	1.36	1.23	1.07	0.91	0.8	0.75	0.8	0.92	1.12	1.34	1.49	1.48
60°	1.35	1.21	1.04	0.86	0.74	0.69	0.74	0.87	1.08	1.32	1.48	1.47
65°	1.33	1.18	0.99	0.81	0.68	0.63	0.68	0.82	1.04	1.29	1.46	1.45
70°	1.29	1.14	0.94	0.75	0.61	0.56	0.61	0.76	0.98	1.25	1.43	1.42
75°	1.25	1.09	0.89	0.69	0.54	0.49	0.54	0.69	0.93	1.2	1.39	1.39
80°	1.21	1.04	0.83	0.62	0.47	0.42	0.47	0.62	0.86	1.14	1.34	1.34
85°	1.15	.98	0.76	0.55	0.4	0.34	0.39	0.55	0.79	1.08	1.29	1.29
90°	1.09	.91	0.69	0.47	0.32	0.26	0.31	0.47	0.72	1.01	1.22	1.23

6. Altitud, latitud y temperatura mínima histórica

ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA (°C)
42	38.0 °	-5

Anexo V

Direcciones de interés en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

- **AGENCIA DE GESTIÓN DE ENERGÍA DE LA REGIÓN DE MURCIA**
Centro Regional de la Industria y la Energía
Avda. del Descubrimiento, Parcela 15
Polígono Industrial Oeste. 30820 - ALCANTARILLA
Tel. 968 893680
Web: www.argem.regionmurcia.net
- **CONSEJERÍA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INDUSTRIA Y COMERCIO**
San Cristóbal, 6
30008 - MURCIA
Tel. 968 366107
Web: sir.carm.es/ctic
- **DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS**
Nuevas Tecnologías, s/n
30005 – MURCIA
Tel. 968 362002
Web: sir.carm.es/ctic
- **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**
Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos
Dr. Fleming, s/n
30202 - CARTAGENA
Tel. 968 325980
Web: www.upct.es

- ASOCIACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES
San Diego, 2 – Edif. Seda – Parque I
30009 – MURCIA
Tel: 968 29 10 51

- ACCIÓN SOLAR DE LA REGIÓN DE MURCIA
Sebastián Gálvez Arce, 9
30570 – SAN JOSÉ DE LA VEGA – MURCIA
Tel: 627 584022
Web: usuarios.tripod.es/accion_solar/index.htm

- IDAE – INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE ENERGÍA
Paseo de la Castellana, 95
28046 – MADRID
Tel. 91 4564900
Web: www.idae.es

- APPA – ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ENERGÍAS RENOVABLES
París, 205
08008 - BARCELONA
Tel. 93 4142277
Web: www.appa.es

- ASENSA – ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE ENERGÍA SOLAR Y ALTERNATIVAS
Deu y Mata 117, 3º 1ª
08029 – BARCELONA
Tel. 93 3219163
Web. www.asensa.org

- CENSOLAR – CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGÍA SOLAR
Comercio, 12
Parque Industrial PISA
41927 – MAIRENA DEL ALJARAFE – SEVILLA
Tel. 954 186200
Web: www.censolar.es

Anexo VI

Bibliografía

Energía Solar. Cálculo y diseño de instalaciones

Enrique Aláiz Fernández

Sección de publicaciones de la E.T.S.I.I. de la U.P.M.

Curso de Energía Solar

José Casanova Colás

Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Valladolid

Energía Solar Térmica de Media y Alta Temperatura

M. Castro; A. Colmenar; J. Carpio; R. Guirado
Progensa

Energía Solar

J. Doria; M. C. de Andrés; C. Armenta

Eudema

Energías Renovables

Mario Ortega Rodríguez

Paraninfo

Clima, lugar y arquitectura (Manual de diseño bioclimático)

Ministerio de Industria y Energía

CIEMAT

Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010

IDAE

Energía Solar Térmica

Biblioteca Cinco Días

IDAE

Calor Solar para Procesos Industriales

IDAE

Eficiencia Energética y Energías Renovables

Número 3

IDAE

Energía Solar

Ente Vasco de la Energía