

# Energía Solar

la integración en la Arquitectura

Frente a concepciones de antaño, y que tienen su aplicación más visible en la arquitectura rural, el papel que en la actualidad se asigna a un edificio es el de mero consumidor pasivo de energía. En la consideración global del edificio como máquina térmica en la que habitamos varios son los aspectos a tener en cuenta: La implantación, el coeficiente de forma, la orientación y disposición de vanos y la inclinación del plano de cubierta respecto a la latitud. Así, el diseño arquitectónico se realizará para capacitar al edificio para captar o rechazar, acumular y conservar el calor o el frío, según convenga, en toda época del año. Aquí tiene gran importancia el tratamiento del edificio según las distintas orientaciones y su asentamiento en el terreno.

Es fundamental que la captación solar se realice en condiciones óptimas, pero además es importante que forme parte del edificio, no como un añadido final, porque lo exige la normativa, sino constituyendo un todo armónico, integrado y distinto de la suma de las partes que lo componen. Es misión del autor del proyecto el prever que las instalaciones solares térmicas se planteen desde el inicio de la concepción del edificio y queden integradas en él, evitando de esa manera la proliferación de elementos claramente ajenos a las edificaciones que producen siempre efectos no deseados en el paisaje urbano. Los sistemas pasivos y activos de aprovechamiento de las energías renovables se basan en tres principios: la captación de la energía (calor o frío), su acumulación y su correcto aprovechamiento gracias a una adecuada distribución. El edificio en sí mismo y los dispositivos mecánicos que se añadan deben cumplir esas funciones.

análisis

Foto: NASA

## La energía solar

La energía solar es aprovechada en dos vertientes que se han dado a conocer como energía solar fotovoltaica y energía solar térmica.

La primera aplica una tecnología destinada a convertir directamente la radiación solar en electricidad. La energía solar fotovoltaica puede emplearse para consumo aislado, siendo competitiva para electrificaremplazamientos relativamente alejados de las líneas eléctricas como viviendas rurales, bombeo de agua, señalización, alumbrado público, equipos de emergencia, etc. Otra modalidad de la energía solar fotovoltaica es la producida por instalaciones destinadas a conexión a red. Se materializa en los llamados campos de colectores o "huertos solares".

La denominada energía solar térmica utiliza la radiación solar para calentar un fluido (agua o aceite), que a su vez puede alimentar equipos de producción de calor o de frío mediante sistemas como los de absorción o adsorción. Los sistemas de captación solar térmica pueden ser de alta ( $T > 200\text{ °C}$ ), media ( $200\text{ °C} < T < 100\text{ °C}$ ) o baja temperatura ( $T < 100\text{ °C}$ ). Los más utilizados en la edificación son éstos últimos.

Las instalaciones solares térmicas de baja temperatura se usan principalmente para calentar agua u otros fluidos mediante el uso de captadores solares planos. Las aplicaciones específicas de este tipo de sistemas son:

- Producción de agua caliente sanitaria (A.C.S.), como el más extendido (uso doméstico, polideportivos, hoteles, campings, piscinas, etc.).
- Calentamiento de piscinas
- Calefacción por suelo radiante
- Refrigeración mediante sistemas de absorción o adsorción.
- Agua caliente para usos industriales
- Procesos ganaderos y agrícolas



Foto: Férroli

## Elementos de la instalación

Un sistema solar está constituido por el colector solar (subsistema de captación), el subsistema de almacenamiento, el de transporte de energía (tuberías, bombas, intercambiadores) y el de utilización o consumidor de la energía solar captada. En su diseño hay que tener en cuenta que tan importante como la correcta selección de los elementos integrantes de cada subsistema, es la correcta integración de todos ellos en el sistema y la selección de las estrategias de regulación, control y operación. Con todo ello el rendimiento anual del sistema, que será en función de la tecnología empleada, dependerá, principalmente de los factores que enumeramos a continuación:

- Colector: parámetros de funcionamiento
- Caudal de diseño: bajo flujo y estratificación
- Intercambiador: eficiencia
- Tuberías: longitud, diámetro y aislamiento
- Almacenamiento: volumen y estratificación
- Control: diferencial de temperaturas, radiación, caudal variable
- Operación y seguridades: expansión, purgadores, válvula de seguridad, etc.
- Criterios de diseño

## El captador o colector solar térmico

1er paso. La radiación solar calienta, gracias al efecto invernadero, el fluido caloportador situado dentro del colector.

Un captador solar térmico está constituido por distintos elementos: un acristalamiento que transmite la radiación solar al colector e impide que el calor salga del colector (es el fenómeno del efecto invernadero); un recubrimiento selectivo llamado absorbente, que va a recoger la radiación solar y convertirla

El captador solar térmico es el encargado de captar la radiación solar y convertir su energía en energía térmica

en calor; tubos revestidos de cobre en contacto con colector en los cuales circula un fluido termoportador que se recalienta; y un aislamiento en parte inferior para evitar las pérdidas térmicas por esa zona del colector.

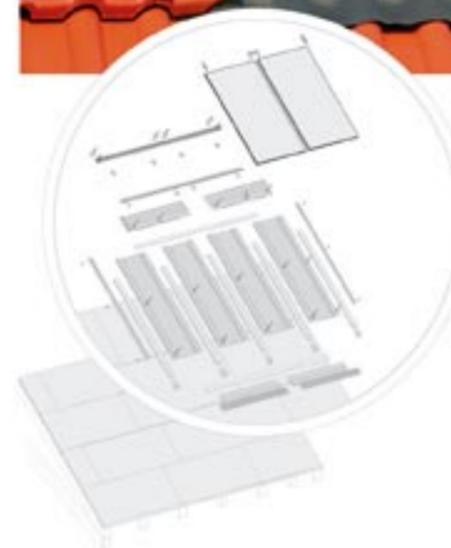
El captador solar térmico es el encargado de captar la radiación solar y convertir su energía en energía térmica, de manera que se calienta el fluido de trabajo que ellos contienen. Toda la energía que incide sobre el captador solar no puede ser considerada como energía útil, de manera que al mismo tiempo que se produce el calentamiento del fluido de trabajo, una parte de esta energía se pierde por conducción, convección y radiación, generándose un balance energético entre la energía incidente (en forma de radiación solar) y las pérdidas térmicas, obteniendo como resultado una potencia útil del colector solar.

Estas pérdidas de calor crecen con la temperatura del fluido de trabajo, hasta que llega un momento de equilibrio en el que se cumple que la energía captada es igual a las pérdidas, alcanzándose en ese momento la temperatura de estancamiento del colector. En la mayoría de los colectores esta temperatura de estancamiento o de equilibrio se alcanza a unos 150 ó 200 °C. Con todo ello y teniendo en cuenta la ecuación de la curva que define el rendimiento de un colector solar, se deduce que nos interesa hacer trabajar el colector a la temperatura más baja posible, siempre que ésta sea suficiente para la utilización específica en cada caso.

# thermosun

UTILICE LA POTENCIA SOLAR PARA GENERAR ENERGÍA

thermoCHIP



Tras la entrada en vigor del nuevo Código Técnico de Edificación en el que se recoge la obligatoriedad, para todo tipo de construcciones, del uso de panel solares térmicos para la obtención de ACS (agua caliente sanitaria), AUXITESA ha desarrollado, para sus cubiertas con panel sándwich THERMOCHIP, un sistema ideal para este tipo de cubierta ligera, el THERMOSUN.

El kit THERMOSUN incluye todos los componentes para poder instalar tu colector solar para ACS. Se coloca fácilmente sobre tu cubierta ThermoChip, es de fácil montaje y permite cualquier tipo de cubrición posterior, ya que se realiza un montaje integrado en el tejado, reemplazando de forma segura la cubierta tradicional, además se trata de un producto muy seguro, avalado por la garantía que ofrece THERMOCHIP en sus productos.



NECESARIO



RENTABLE



MUY FÁCIL

thermoCHIP

900 351 713 Llamada gratuita  
Telf. 988 335 585 | Fax 988 335 599

C/ La Medua, s/n  
32330 Sobradelo de Valdeorras  
OURENSE [España] cupa

Los colectores solares son el corazón de cualquier sistema de utilización de la energía solar: absorben la luz solar y la transforman en calor. Los criterios básicos para seleccionarlos son:

- Productividad energética a la temperatura de trabajo y coste
- Durabilidad y calidad
- Posibilidades de integración arquitectónica
- Fabricación y reciclado no contaminante
- Para aplicaciones que requieren fluido a baja temperatura (<100 °C)

#### El acumulador

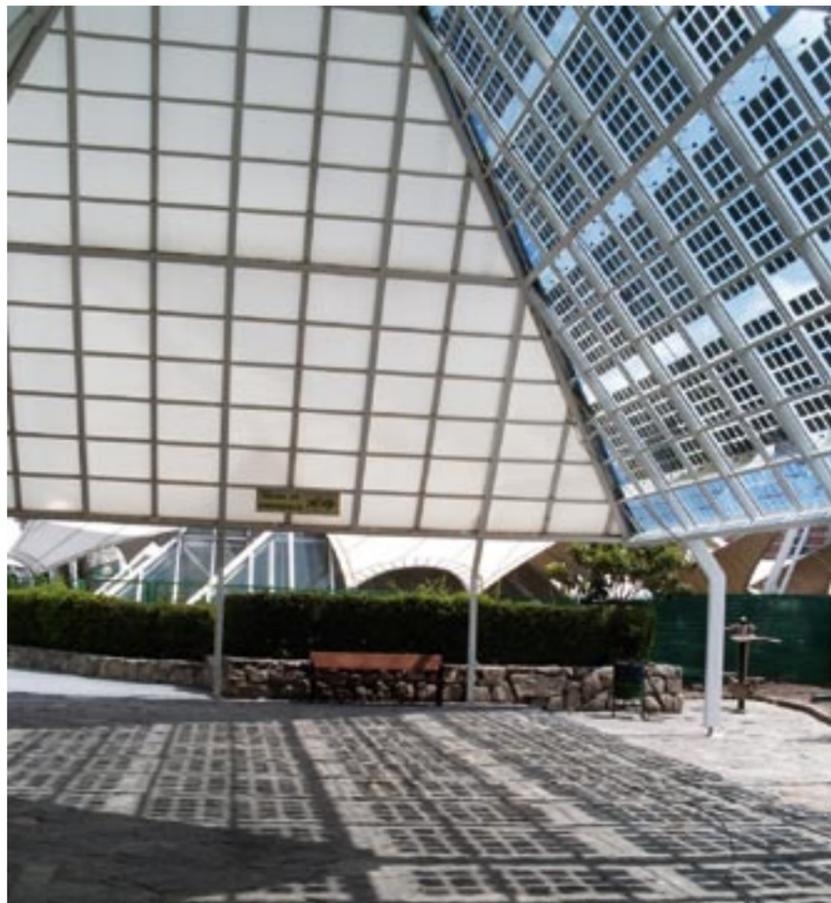
Su clasificación se realiza según el tipo de intercambio, es decir: puede ser de intercambio interior doble camisa; intercambio interior serpentín; intercambio "por bulbo"; o de intercambio exterior con intercambiador de placas.

3<sup>er</sup> paso. La energía se almacena hasta el momento de su consumo

El subsistema de acumulación en instalaciones domésticas unifamiliares, estará constituido por un acumulador que almacena el agua caliente hasta que se precise su uso. No obstante, en otras aplicaciones de la energía solar térmica, el almacenamiento de energía se puede realizar directamente en el fluido de trabajo, por ejemplo, procesos industriales continuos.

Los acumuladores que habitualmente se usan en instalaciones domésticas están estandarizados, por lo que sus volúmenes se comprenden entre 150 y 500 litros, siendo los más usuales los de 300 litros. El sol es una fuente de energía que no podemos controlar, su producción nos llega de forma continuada durante una media de 12 horas al día, a razón de 1.400-1.800 Kwh./m<sup>2</sup> año, lo que equivale a que por cada m<sup>2</sup> recibimos la energía obtenida de quemar unos 165-200 litros de gasóleo; esto es, con la energía solar que llega en 5 m<sup>2</sup> podríamos suplir las necesidades térmicas anuales para acondicionar una casa de 100 m<sup>2</sup>. Pero esta energía no nos llega en el preciso momento en que la necesitamos, sino repartida durante todas las horas de sol. Opuesta a esta producción nos encontramos con los perfiles de consumo de las instalaciones, que variarán en función de su uso.

Por ejemplo, en las instalaciones de ACS en viviendas tendremos dos o tres picos de consumo al día. Para conseguir acoplar la producción del sistema solar con el consumo de la instalación, siempre nos hará falta una acumulación de energía



Instalación de Paneles Solares en La Vaguada, Madrid.

solar. Esta acumulación tendrá mayor o menor volumen en función de dos factores principales: en nivel de cobertura con energía solar de la demanda de la instalación y en el perfil de consumo de la instalación.

#### Circuitos hidráulicos

2<sup>o</sup> paso. El circuito primario transporta la energía térmica al depósito.

- Bomba (en sistemas forzados): Responsable de la circulación del fluido caloportador en el circuito solar.
- Central de regulación solar (en sistemas forzados): Responsable de gobernar el arranque y la parada de la bomba.
- Sondas (en sistemas forzados): Proporcionan información a la central de regulación.
- Vaso de expansión y válvula de seguridad. Protegen al circuito contra sobrepresiones.

Se trata también de circuitos hidráulicos en los que se debe cuidar especialmente la eliminación del aire, ya que los paneles suelen estar en la cubierta de los edificios. Para ello son obligatorios los purgadores o separadores de micro-burbujas. Al ser su ubicación exterior se debe cuidar especialmente los posibles problemas de congelación del agua; por lo que es preciso añadir anticongelante.

#### Equipos complementarios

4<sup>o</sup> paso. Sólo si es necesario, el equipo complementario aporta la energía suficiente para alcanzar el nivel de confort demandado por el usuario.

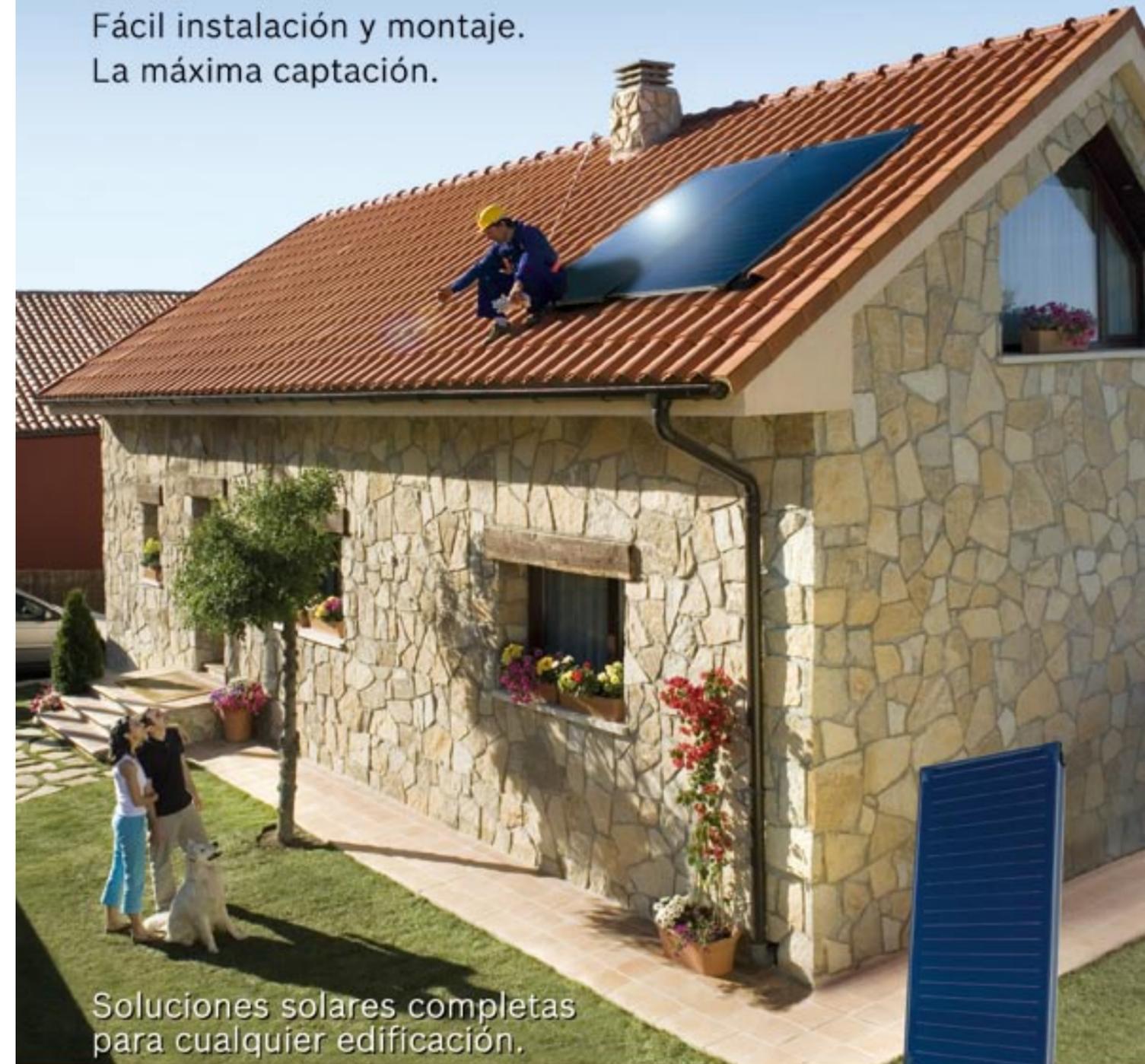
Clasificación según el tipo de equipo complementario y su instalación:

- Equipos eléctricos
- \* Dentro del depósito solar
  - \* En un termo eléctrico auxiliar
- Equipos gas (calderas y calentadores)
- \* Instalación en serie
  - \* Instalación en paralelo
  - \* Instalación serie-paralelo

Especialmente recomendables son los equipos de gas o gasóleo en serie. En ellos deben utilizarse válvulas mezcladoras de calidad ya que de ellas depende la seguridad de los usuarios. Las calderas y calentadores utilizados en serie deben ser termostáticos. Es aconsejable el uso de calderas con rendimiento constante ya que en la mayoría de las ocasiones la caldera funciona a bajas potencias. El uso de calderas y calentadores con dispositivos de micro acumulación contribuye a obtener mejores niveles de confort (estabilidad de temperatura). Hay que introducir algún elemento que limite la temperatura que puede llegar a los puntos de consumo.

# Nuevos captadores solares Junkers.

Fácil instalación y montaje.  
La máxima captación.



Soluciones solares completas para cualquier edificación.

Junkers le ofrece su **nueva gama de captadores solares**, la más amplia del mercado y la mejor solución solar en calefacción y agua caliente:

- Conexiones flexibles que ahorran tiempo de instalación y no necesitan herramientas.
- Captadores de bajo peso, más fáciles de transportar e instalar.

Obtenga excelentes beneficios con los nuevos captadores Junkers:

- Minimizan el consumo energético: gran ahorro para el usuario y respeto al medio ambiente.

- Máxima captación, gracias a su absorbedor selectivo de alto rendimiento con doble serpentín.
- Soluciones completas para nueva edificación, junto con la gama de calderas y calentadores Junkers.

Los Sistemas Solares Junkers son la solución inteligente para su confort.

Calor para la vida

www.junkers.es

**JUNKERS**  
Grupo Bosch



Foto: Velux

## Dimensionado básico

El método de cálculo incluirá, en base mensual, los valores medios diarios de Demanda de Energía y Contribución Solar; y en base anual, la Demanda de Energía Térmica, la Energía Ssolar Térmica Aportada, las Fracciones Solares mensuales y de tipo anual y el Rendimiento Medio Anual Captador > 40%. El dimensionado será tal que el aporte solar no supere a la demanda real. Incluirá, asimismo, medidas de protección.

### Cálculo y dimensionado del sistema de captación

Para entender el funcionamiento de un captador plano es preciso aplicar y valorar cuál es la energía útil proporcionada por el mismo. Esta energía se mide, en un momento dado, en función de la radiación solar y de la temperatura ambiente, y expresa la diferencia entre la energía absorbida y la perdida.

A partir de los datos de cálculo y de los aportados por el fabricante, la ecuación siguiente permite valorar la energía útil del captador:

$$Q = F_R S_C \times [R_i (\tau \alpha) - U_L \times (t_m - t_a)]$$

Siendo:

$F_R$  = Factor de eficacia

$S_C$  = Superficie del captador ( $m^2$ )

$R_i$  = Radiación incidente total sobre el captador por unidad de superficie.

$\tau$  = Transmitancia de la superficie transparente

$\alpha$  = Absortancia de la placa

$U_L$  = Coeficiente global de pérdidas ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ )

$t_m$  = Temperatura media de la placa absorbente ( $^\circ C$ )

$t_a$  = Temperatura ambiente ( $^\circ C$ )

A falta de conocer con precisión la temperatura media de la placa absorbente, se puede hallar la media entre la temperatura del fluido a la entrada y a la salida del captador.

Otro factor a considerar es el denominado Factor de Eficacia (FR). El efecto de este factor es reducir la energía útil calculada respecto de la que resultaría si el captador estuviera a la temperatura de entrada del fluido, a la que se obtiene realmente, ya que el fluido incrementa su temperatura mientras recorre el captador.

Como parámetro fundamental a la hora de optar por uno u otro captador, se analizará la Curva Característica o de Rendimiento (para captador plano). En ella puede observarse la eficacia de un captador para el rango de temperaturas que van a precisarse.

El cálculo de la superficie de captación hace uso de diversos métodos (personalizados por fabricantes y Colegios Profesionales) que hacen uso del denominado Método F-CHART o de las gráficas. Ampliamente aceptado por nuestros organismos competentes, ingenieros y arquitectos, se basa en un proceso de cálculo suficientemente exacto para largas estimaciones. Para desarrollarlo se utilizan datos medios mensuales meteorológicos. Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar, y utilizar la simulación mediante ordenador para dimensionar las correlaciones entre estas

variables y el rendimiento medio del sistema. Las dimensiones se presentan por medio de ecuaciones y en forma de gráfica.

Además debe tenerse en cuenta que el captador debe estar certificado por el organismo competente conforme al RD 891/1980 de 14 de abril. Se recomienda que los captadores instalados sean del mismo modelo. Para producción de ACS se recomiendan captadores con coeficiente global de pérdidas <math> < 10 \text{ Wm}^2/\text{ } ^\circ C < /math>. Además, el conexionado de captadores ha de realizarse en filas de igual número en serie o paralelo.

### Cálculo y dimensionado del sistema de acumulación

Deberá hacerse en función de los siguientes parámetros:

- Acumulación acorde con la demanda de tal manera que  $50 < V/A < 180$  (Relación entre volumen de acumulación y superficie de captación).

- Si hay varios depósitos se conectarán en serie invertida o en paralelo con los circuitos primario y secundario equilibrados.

- Instalaciones prefabricadas con termómetro en sitio visible para el usuario.

- Conexión de la acumulación solar al sistema auxiliar sólo para tratamientos antilegionela.

- Acumuladores superiores a  $2 \text{ m}^3$  con válvulas de corte, para evitar flujos no intencionados.

- Permitirá la desconexión individual de acumuladores sin interrumpir el funcionamiento

- No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar (único país europeo con este requisito, de ahí que la mayoría de los acumuladores que se comercializan –de doble serpentín– deban anular la función del “serpentín auxiliar”).

- La conexión de entrada de agua caliente procedente de los captadores se realizará preferentemente entre el 50 y el 75% de la altura del acumulador (aprovechar la estratificación térmica).

- La salida de agua fría del acumulador hacia los captadores se realizará por la parte inferior de este.

- La alimentación del agua fría se realizará por la parte inferior y la salida a consumo por la parte superior.

### Cálculo y dimensionado del sistema de intercambio

Caso de intercambiadores independientes:

- $P \geq 500 \cdot A$
- P: potencia mínima (W) / A: área de captadores ( $m^2$ )

Caso de intercambiador incorporado al acumulador:

La relación entre superficie útil de intercambio y la superficie total de captación será mayor de 0,15.

### Cálculo y dimensionado del sistema hidráulico

- Circuito hidráulico equilibrado.
- Caudal de diseño del fluido conforme a las especificaciones del fabricante.
- Evitar los recorridos largos de tuberías.
- Aislamiento de tuberías con protección externa para asegurar la durabilidad frente a las acciones climatológicas.
- Dos bombas para instalaciones de más de  $50 \text{ m}^2$  en primario y secundario.
- Sistemas de purga de aire colocados a lo largo del circuito en los puntos donde se pueda acumular aire.

### Cálculo y dimensionado del sistema auxiliar

- Obligatoriedad de un sistema de energía convencional auxiliar.
- Diseño del sistema para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar.
- Prohibido el uso de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.
- Si el sistema de energía convencional auxiliar es instantáneo, este será modulante (saltará a intervalos de temperatura).
- Preparado para cumplir con la legislación en prevención y control de la legionela.

### Cálculo y dimensionado del sistema control / medida

- Será siempre de tipo diferencial.
- Asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones.
- Buen aprovechamiento de la energía solar.
  - Heladas
  - Sobrecalentamientos
- Funcionamiento de las bombas tipo diferencial.
- Instalaciones mayores de  $20 \text{ m}^2$  deberán tener al menos un sistema analógico de medida local que indique como mínimo:
  - Temperatura y caudal del agua fría de red
  - Temperatura de salida del acumulador solar

### Consecuencias de la aplicación de CTE en materia de ACS

- Implantación masiva de este tipo de instalaciones.
- Disminución de la utilización de los combustibles fósiles como energía convencional.
- Mejora general de las instalaciones convencionales debido a las necesidades impuestas por las instalaciones solares térmicas.

La energía solar limita la necesidad de utilización de combustibles fósiles mediante el empleo de una fuente de energía ecológica e inagotable

## Equipos compactos o termosifónicos

Se ve favorecido por un alto diferencial de temperatura y por la altura, pero por el contrario puede crear unas pérdidas de cargas importantes. No se deben colocar elementos que puedan producir pérdidas de cargas importantes o características del fluido caloportador. Debiera de producirse la proporción  $V/S > 85$ . El intercambio en el acumulador se produce mejor a través de envolvente.

## Energía Solar Térmica y CTE

## Resumen de las condiciones generales de aplicación

RD 314/2006 de fecha 17 de marzo. Publicado en BOE nº 74 de fecha 28/03/06, con entrada en vigor el día siguiente a su publicación: 29/03/06.

No será de aplicación a las obras de nueva construcción y a las obras en los edificios existentes que tengan solicitada la licencia de edificación de forma previa a la fecha de entrada en vigor.

## Transitorio:

· Durante los 6 meses posteriores a la entrada en vigor (hasta 29/09/06) podrán aplicarse las exigencias desarrolladas en los documentos básicos (DB) SI, SU y HE (seguridad de incendios, utilización y ahorro energético).

· Durante los 12 meses posteriores a la entrada en vigor (hasta 29/03/07) podrán aplicarse las exigencias desarrolladas en los documentos básicos (DB) SE y HS (seguridad estructural y salubridad).

· Todas las obras con licencia concedida al amparo del transitorio anterior deberán comenzar en el plazo máximo de 3 meses a partir de la fecha de concesión. En caso contrario deberán adaptarse a las nuevas exigencias.

· Documento Básico (DB) HE-4: "Contribución solar mínima de A.C.S." y piscinas. Sin variaciones en caudales para el cálculo de la demanda. 5 zonas climáticas según insolación, con grados de coberturas solares variables entre 30 y 70% según zonas, demandas y tipos de fuentes energéticas.

En general, está obligado al empleo de captadores de energía solar cualquier edificio de nueva construcción o rehabilitación con demanda de ACS, es decir, la práctica totalidad

## ¿Qué edificios están obligados por el RD 314/2006?

Cualquier edificio de nueva construcción o rehabilitación con demanda de A.C.S. Se "salvan" los edificios de protección histórica-artística o que ya utilicen energías renovables.

El diseño y cálculos justificativos de las secciones HE-4 (instalación solar térmica) y HE-5 (instalación solar fotovoltaica) deben incorporarse al proyecto general del edificio, como cualquier otra instalación del mismo (ascensores, redes contra incendios, etc.).

El proyecto conjunto del edificio deberá ser presentado a la administración local correspondiente para la obtención de la licencia municipal de obras, según se viene realizando actualmente.

Las instalaciones solares, al igual que el resto de instalaciones del edificio, deberán ser legalizadas por el órgano competente de la comunidad autónoma.

El aporte se podrá disminuir justificadamente, pero se deberán plantear soluciones equivalentes energéticamente.

"Sin excepciones, se deben evaluar las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación". Para ello establece tres casos: El caso general, con colectores exentos, el caso de colectores superpuestos a un elemento arquitectónico, y el caso de colectores integrados en el edificio.

A mayor integración se permite una mayor desviación de las condiciones óptimas, esto es, el CTE pretende regular un ahorro energético sin menoscabo de la estética del edificio, siempre que sea posible.

Se considera como la orientación óptima el Sur. La inclinación óptima se determina en función del período de utilización, pero básicamente coincide con la latitud del lugar.

Foto: Velux



Creamos confort para ti

**PIONEROS  
DESDE 1979**

en la fabricación  
de productos  
para E.S.T.

**SOLUCIONES  
INTEGRALES**

con todos los  
productos para  
una instalación  
completa

**AMPLIA  
VARIEDAD  
DE MODELOS**

para adaptarse a  
cualquier instalación

# ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Cointra, pionera en la fabricación de captadores solares en la década de los 70, lanza al mercado una nueva generación de productos dirigidos a aportar soluciones en las instalaciones de Energía Solar Térmica, encaminadas fundamentalmente a:

- Apoyo a la producción de Agua Caliente Sanitaria
- Climatización de piscinas
- Calefacción por suelo radiante o fan-coil

La amplia variedad de productos disponibles (captadores solares planos, equipos compactos, centralitas de regulación...), junto a la posibilidad de utilización de nuestra gama de calderas murales a gas, termos eléctricos y calentadores a gas como sistemas de generación auxiliar de apoyo, nos permite ofrecer soluciones integrales para las instalaciones de Energía Solar Térmica.



CALEFACCIÓN ■ AGUA CALIENTE SANITARIA ■ ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

**COINTRA**

www.cointra.es

**El CTE. Generalidades**

Persigue conseguir un uso racional de la energía, reduciendo al máximo los consumos y sustituyendo parte de las fuentes de energía convencionales por otras renovables. Establece la obligatoriedad del uso de instalaciones de energía solar térmica para la producción de un porcentaje de ACS demandado por el edificio.

1<sup>er</sup> Paso. Establece una distribución geográfica de España en 5 zonas en función de la radiación solar incidente.

2<sup>o</sup> Paso. Establece el consumo de referencia para cada uso.

3<sup>er</sup> Paso. En el caso de uso residencial, establece el número de usuarios, en función del número de habitaciones de la vivienda.

4<sup>o</sup> Paso. Define el porcentaje de aporte que variará en función de:

- Demanda del edificio (l/día).
- Zona climática donde se ubique.
- Tipo de combustible convencional a sustituir.

Esta contribución de energía solar será tal que si en algún mes del año el aporte solar real sobrepasa el 110%, o en más de tres meses seguidos el 100% de la demanda energética, se disiparán dichos excedentes; se tapaná parcialmente el campo de captadores; se vaciará parcialmente el campo de captadores o se se desviarán los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

5<sup>o</sup> Paso. Define el mínimo a partir del cual es necesaria la incorporación de una instalación solar térmica.

**Porcentajes aplicables. Exigencia básica HE-4: Contribución solar mínima de Agua Caliente Sanitaria**

El porcentaje de aporte solar varía en función de la demanda, la zona climática y el tipo de combustible.

El porcentaje de aporte con energía solar se calcula a través de una tabla de dos entradas con las siguientes variables:

- Demanda energética, cuyo cálculo se realiza con una tabla de consumos unitarios, repartidos por usos y a 60 °C, existiendo la posibilidad de reducir la temperatura en función de la legislación en materia sanitaria.

- Zona climática en la que se encuentre el edificio objeto de la instalación. El CTE acompaña un mapa con las cinco

zonas en las que se ha dividido España, además de una tabla con los principales municipios de cada provincia con la zona climática a la que pertenecen.

Esta tabla de entradas es doble en función del combustible que produce la energía del sistema convencional. Así, tenemos por un lado el caso general con los combustibles fósiles (gasóleo, gas natural, etc.), y por otro la electricidad con efecto Joule; en este último caso y debido a su eficiencia, se va a exigir un mayor porcentaje de aporte con energía solar.

**Sistemas de Aprovechamiento de la Energía Solar Térmica a Baja Temperatura**

Existen dos tipos generales de aprovechamiento de la energía solar térmica de baja temperatura: Los sistemas de transferencia directa y los sistemas de transferencia indirecta. En la transferencia térmica directa el agua que circula por los captadores solares es la propia agua caliente sanitaria utilizada para el consumo. La circulación del fluido normalmente se realiza por diferencia de densidades (termosifón). En la transferencia térmica indirecta el fluido térmico caloportador es el que circula por los captadores solares cediendo, a través de un intercambiador, el calor para obtener agua caliente sanitaria. En este sistema, los dos fluidos nunca entran en contacto.

**Sistemas directos**

Cada vez más en desuso, presentan como ventajas un funcionamiento sencillo y un precio muy competitivo. En ellos hay que tener en cuenta, sin embargo, las siguientes precauciones:

- El circuito ha de realizarse con materiales permitidos no contaminantes del agua.
- Riesgo de vaporización muy bajo.
- Necesidad de utilización de válvulas reductoras de comprobada fiabilidad. De lo contrario, todo el circuito trabajaría a presión de red, lo que no suele ser admitido por la mayoría de los modelos.
- Riesgo de congelación alto al no ser viable la utilización de anticongelantes.
- Riesgo de sobre-temperatura por no poder utilizar aditivos que modifiquen el punto de ebullición.
- Riesgos de corrosión del circuito primario por contacto con aguas ricas en sales.
- Restricciones de tipo legal.
- El agua del depósito horizontal no aprovecha la estratificación térmica adecuadamente.
- El cuerpo interior ha de ser de bronce o de acero inoxidable.
- Impacto arquitectónico

**Sistemas indirectos, circulación forzada**

La tendencia actual apunta hacia el uso de circuladores, ya que su precio no es elevado, las potencias necesarias son muy pequeñas y la excelente calidad de los que se comercializan hace que sean prácticamente inexistentes las averías.

El uso de circulación forzada presenta las siguientes ventajas: a) Un mayor control sobre la instalación ya que, con una regulación adecuada, se puede jugar con los saltos térmicos entre los captadores solares y los inter-acumuladores, en función de la aplicación; b) Permite la utilización de accesorios tales como válvulas, llaves, sondas, etc., necesarios en muchas instalaciones, especialmente las de largo recorrido; c) Favorece la integración arquitectónica de toda la instalación en el edificio, por lo que además de permitir su protección ante las inclemencias, posibilita el formar parte del diseño del edificio; d) Mejora el rendimiento de cada uno de los elementos, aumentando la flexibilidad de uso; e) Posibilita el uso de acumuladores verticales que favorecen una adecuada estratificación térmica; f) Disminuye las pérdidas por transmisión, ya que la mayor parte de los componentes se encuentran protegidos en el interior del edificio; g) Amplía el número de aplicaciones de utilización a calefacción, climatización, piscinas, aplicaciones industriales, etc.

Como desventajas: a) Necesidad de disponer de energía eléctrica; b) Necesidad de un sistema de regulación y control del circulador.

**Tipos de Captadores Solares**

El captador solar es el elemento fundamental del sistema en una instalación de energía solar, ya que transforma la energía solar radiante en otra forma de energía útil. Para ello utiliza el efecto invernadero. Un captador solar difiere de los intercambiadores de calor convencionales en que estos últimos llevan a cabo el intercambio de fluido a fluido con niveles altos de transferencia. En los captadores solares la transferencia de energía es de una fuente distante radiante a un fluido. Para aumentar la energía de radiación algunos captadores tienen reflectores cóncavos (colectores de concentración). Cada componente del captador ha de cumplir una función diferente por lo que su composición obedecerá a las exigencias de comportamiento.

**El captador solar plano**

La cubierta. Sus funciones, como primer elemento en contacto con la radiación, son: provocar el efecto invernadero, reduciendo las pérdidas por convección (mejora del rendimiento), y asegurar la estanquidad al agua y al aire, además de proteger a la superficie absorbadora de daños externos. Para ello, sus propiedades deben ser: a) transparencia, permitiendo el paso de la radiación para longitudes de onda comprendidas entre 0,3 y 3  $\mu\text{m}$ , y tener un coeficiente de transmisión lo más bajo posible para longitudes de onda superiores a 3  $\mu\text{m}$  (emitidas por el absorbador); b) tener un coeficiente de conductividad bajo que dificulte el paso de calor desde el interior al exterior; c) tener un coeficiente de dilatación pequeño y estar unida a su soporte mediante juntas que absorban dilataciones; d) disponer de un buen comportamiento ante la adhesión de suciedad, y una fuerte resistencia a la rotura, a la fisura y a las deformaciones, así como al viento.

**El absorbador.** Es el elemento encargado de transformar la radiación solar incidente en calor y transmitírselo al fluido caloportador. En la mayoría de los captadores es una placa metálica sobre la que se sueldan o se embuten tubos dispuestos en forma de serpentín simple o doble, o en forma de retícula. Debe permitir la circulación del fluido sin favorecer la presencia de burbujas, manteniendo una elevada conductividad, eficacia y cuidado en las soldaduras.

El captador solar es el elemento fundamental del sistema en una instalación de energía solar, ya que transforma la energía solar radiante en otra forma de energía útil

Además, debe evitar pérdidas de carga y puentes térmicos especialmente en los orificios de entrada y salida.

**El aislamiento.** Se situará entre la carcasa y la placa absorbente, sin olvidar los cantos, para evitar pérdidas de calor por transmisión. Debe ser resistente a altas temperaturas y a la humedad, y no contener componentes que puedan vaporizarse.

**La carcasa.** Es el elemento sobre el que descansan los anteriores, protegiéndolos de los agentes externos. Debe ser rígida, resistente mecánica y químicamente, inalterable ante las altas temperaturas, nieves, hielos y a la humedad. Es importante que cuente con un sistema de estanquidad que evite la entrada de agua y/o aire o, en su defecto, que disponga de un eficaz sistema de drenaje.

**Captadores de tubos de vacío**

Los captadores de tubos de vacío se emplean para la producción de ACS, calentamiento de piscinas, o bien, en ciertas condiciones, para calefacción. Los captadores de tubo de vacío presentan, con diferencias elevadas entre la temperatura de los captadores y la temperatura ambiente, un rendimiento más elevado que los captadores planos, aproximadamente entre un 20 y un 50%, si bien su uso no siempre está justificado en términos de relación entre coste y resultado.

Existen actualmente en el mercado tres tipos diferentes: de circulación directa y sistema de reflexión, de circulación directa sin sistema de reflexión, y con sistema Heatpipe.

Los sistemas con colectores de placa plana son los más utilizados, seguidos por los de tubos de vacío. Estos últimos se distinguen de los colectores planos por sus menores pérdidas térmicas –mayor rendimiento– al encerrarse el absorbente solar en una cápsula de vidrio de la que se extrae el aire, así como por sus mayores posibilidades de integración arquitectónica.

La diferencia de productividad energética entre los diferentes tipos de colectores planos viene dada por las diferencias en las propiedades ópticas de los recubrimientos de sus absorbentes, y por las características y espesores de los aislamientos térmicos. Las diferencias en durabilidad y calidad surgen de los materiales empleados y, en especial, de la junta de estanqueidad que une la cubierta de vidrio del colector con el marco y de la resistencia del material de aislamiento térmico al apelmazamiento por las condensaciones internas del colector.

Al igual que ocurre con las calderas, la utilización de colectores más eficientes tiene una influencia mucho más significativa en la productividad anual que la que se puede deducir de la comparación directa de los rendimientos instantáneos (relación entre el calor extraído del colector en un momento dado y la radiación solar disponible en ese momento). Además, se pueden encontrar reducciones significativas en los costes del resto de los elementos del sistema solar, ya que para un mismo aporte solar hacen falta instalar menos m<sup>2</sup> de colectores y se puede trabajar a temperaturas más altas sin repercusión en el rendimiento (bombas, tuberías, almacenamiento, intercambiadores más pequeños, etc.).

Desde el punto de vista de la integración arquitectónica, una ventaja que tienen los colectores de vacío de absorbente plano es que permiten una mayor flexibilidad de montaje. Así, los tubos de vacío con absorbente plano se pueden instalar en una superficie horizontal o vertical y girar los tubos para que su absorbente disponga de la inclinación adecuada.

### Utilización de la Energía Solar Térmica para Calefacción, Climatización de Piscinas y Refrigeración

#### La Calefacción Solar de Agua Individual

La Calefacción Solar de Agua Individual es un sistema que permite producir agua caliente con colectores solares. El sol no podrá cubrir la totalidad de las necesidades sino una parte bastante importante, entre un 50 y un 80% de las necesidades anuales. Se necesita una energía suplementaria que proporcione el complemento.

Según el principio de funcionamiento, el fluido termoportador que llega del colector calienta el acumulador de agua caliente a través de un intercambiador. El suplemento se hace al nivel del

Desde el punto de vista de la integración arquitectónica, la ventaja de los colectores de vacío de absorbente plano es que permiten una mayor flexibilidad de montaje

acumulador por medio de una resistencia eléctrica, o por un segundo intercambiador conectado a una caldera.

#### El SSC (Sistema Solar Combinado)

El SSC es un sistema que permite producir de forma simultánea agua caliente y participar en la calefacción de la casa. Para el principio de funcionamiento, el fluido termoportador que llega del captador calefacta un depósito mixto que incluye a la vez un almacenamiento de agua caliente sanitaria y un volumen de almacenamiento tampón para la calefacción.

#### Las piscinas

Es también posible la calefacción de una piscina con colectores solares. Los captadores se conectan de un intercambiador a placas del lado primario y al circuito de filtración del lado secundario. Tal instalación puede acoplarse también muy bien a un preparador de ACS para tener agua caliente solar. No es posible por contra mantener una temperatura de baño a 28 °C todo el año. El sistema de calentamiento solar permite mantener la piscina lista un mes antes y un mes después de la temporada de baño. Se recomienda prever además del sistema solar, la disposición de un toldo que permita evitar las pérdidas térmicas de la piscina (en efecto la mayoría de las pérdidas son pérdidas por evaporación).

#### Refrigeración solar: La paradoja de obtener frío con calor

La energía solar térmica utilizada como fuente de energía para refrigeración es una aplicación de consumo energético que además de no congestionar la red de distribución eléctrica, es una de las aplicaciones con energía solar en la que mejor se adapta la oferta con la demanda.

Instalaciones de este tipo requieren equipos especiales, en las que cada vez hay más experiencia, pero conviene tener un importante respaldo tanto durante el diseño como en la ejecución, puesta en marcha y explotación de la instalación.

El funcionamiento de cualquier máquina de absorción se basa en tres fenómenos físicos elementales:

- Cuando un fluido se evapora absorbe calor y cuando se condensa cede calor.
- La temperatura de ebullición de un líquido varía en función de la presión, es decir, a medida que baja la presión, baja la temperatura de ebullición.
- Hay establecidas parejas de productos químicos que tienen cierta afinidad a la hora de disolver el uno al otro.

Recordando el esquema de un ciclo convencional de refrigeración con compresor mecánico, el fluido refrigerante en estado líquido fluye por el evaporador; el medio a enfriar cede calor bajando su temperatura, mientras que el refrigerante se evapora.

El vapor a baja presión pasa al compresor incrementando su presión y temperatura hasta un punto en el que el vapor se licua, cediendo calor al medio a calentar utilizado en el condensador. El líquido refrigerante va desde el condensador a un elemento de expansión en el que su presión y temperatura se reducen a las del evaporador, completándose el ciclo.



Si sustituimos el compresor mecánico del ciclo de refrigeración anterior por un compresor térmico compuesto por un absorbedor y un generador, también denominado concentrador, obtenemos el ciclo de refrigeración por absorción.

En el ciclo con agua y bromuro de Litio como refrigerante y absorbedor respectivamente, el vapor del refrigerante liberado en el evaporador se absorbe en la solución absorbente y ésta se diluye.

Para recuperar el refrigerante y reconcentrar la solución, ésta se bombea al generador (concentrador) donde, mediante el aporte de calor (por ejemplo energía solar), se libera el refrigerante por destilación. La solución concentrada se envía al absorbedor para volver a absorber refrigerante.

El vapor refrigerante liberado en el generador a mayor presión y temperatura pasa al condensador.

### Conexión, montaje y niveles de integración de los captadores solares

El subsistema de captación está formado por los captadores, tuberías, tubos de unión, elementos de sujeción y demás accesorios. La superficie para la colocación de los captadores va a estar limitada por los siguientes factores:

- Tamaño de los captadores (entre 1,5 y 2,7 m<sup>2</sup>).
- Las zonas libres para evitar sombras de otros captadores o elementos cercanos.
- No es recomendable conectar más de tres captadores en serie o más de cuatro filas de captadores.

#### Formas de conexionado

**Conexión en serie.** Se usa cuando se desean temperaturas relativamente altas, aun a costa de un menor rendimiento.

La diferencia de productividad energética entre los diferentes tipos de colectores planos viene dada por las diferencias en las propiedades ópticas de los recubrimientos de sus absorbentes, y por las características y espesores de los aislamientos térmicos

El caudal es el mismo en todos los captadores y el salto térmico es variable de unos a otros, pues los últimos captadores tienen más pérdidas a causa de su mayor temperatura.

**Conexión en paralelo.** Es más frecuente y adecuada para optimizar el rendimiento de la instalación, e incluso para ahorrar metros de tubería. El caudal y el salto térmicos son iguales en todos los captadores.

Las líneas en paralelo habrán de tener el mismo número de captadores, pues el circuito debe estar equilibrado para evitar que el caudal circule predominantemente por algunos, con el consiguiente aumento de temperaturas y pérdidas de rendimiento de los restantes. En el caso de no ser posible se recurrirá a válvulas de equilibrado, para que todas las filas trabajen con el mismo caudal. La conexión del conjunto se hará en la forma llamada de "retorno invertido", a fin de que el circuito resulte hidráulicamente equilibrado. Las interconexiones metálicas rígidas soportan bien las altas temperaturas, pero pueden dar problemas de dilatación y alineamiento. Las conexiones metálicas flexibles son ideales para estas instalaciones, pero tienen un coste mayor.



Fotos: Saunier Duval

Disposición de captadores respecto al edificio

Instalación sobre superficies horizontales (caso general). La función de la estructura es fijar el panel a la estructura del edificio de manera segura y con la inclinación calculada de máximo rendimiento.

La estructura portante se diseñará para soportar el peso del captador y asegurar el conjunto ante la succión del viento, que puede producir el vuelco o arrastre. Asimismo, habrá de cuidarse su anclaje de tal manera que éste no produzca daños en la impermeabilización.

Este tipo de instalaciones permiten diseñar conjuntos perfectamente orientados con la inclinación más adecuada.

El CTE aplica a este caso, también llamado caso general, la mayor severidad en cuanto a admitir desviaciones respecto a las condiciones óptimas para el aprovechamiento de la energía incidente.

Según el CTE, en este caso la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que no superen:

Orientación: 10%  
Inclinación: 10%  
Total: 15%

Instalaciones sobre cubierta inclinada (caso de superposición). En este caso, los captadores se sitúan en un plano paralelo a la cubierta, sobre el material de cobertura.

Según el CTE, en este caso, la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que no superen:

Orientación: 20%  
Inclinación: 15%  
Total: 30%

Instalaciones integradas en cubierta inclinada. Aquí los captadores forman parte del edificio en sustitución de otros elementos constructivos. Los paneles se apoyan directamente sobre el material de soporte del material de cobertura, y la unión con éstos se realiza mediante baberos que solucionan tanto el encuentro y el drenaje, como la sujeción al plano de formación de pendientes.

Hay por tanto un importante ahorro estructural, en cuanto a que no se precisa de una estructura auxiliar (se usa como soporte del panel solar la estructura existente); un ahorro energético, en cuanto a que todo el forjado colabora en el aislamiento de la cara inferior del captador; y todo ello con un mínimo impacto arquitectónico. Esta solución permite la combinación de captadores

con ventanas de cubierta, creando un agradable efecto compositivo y facilitando el mantenimiento de los captadores a través de las ventanas de tejado.

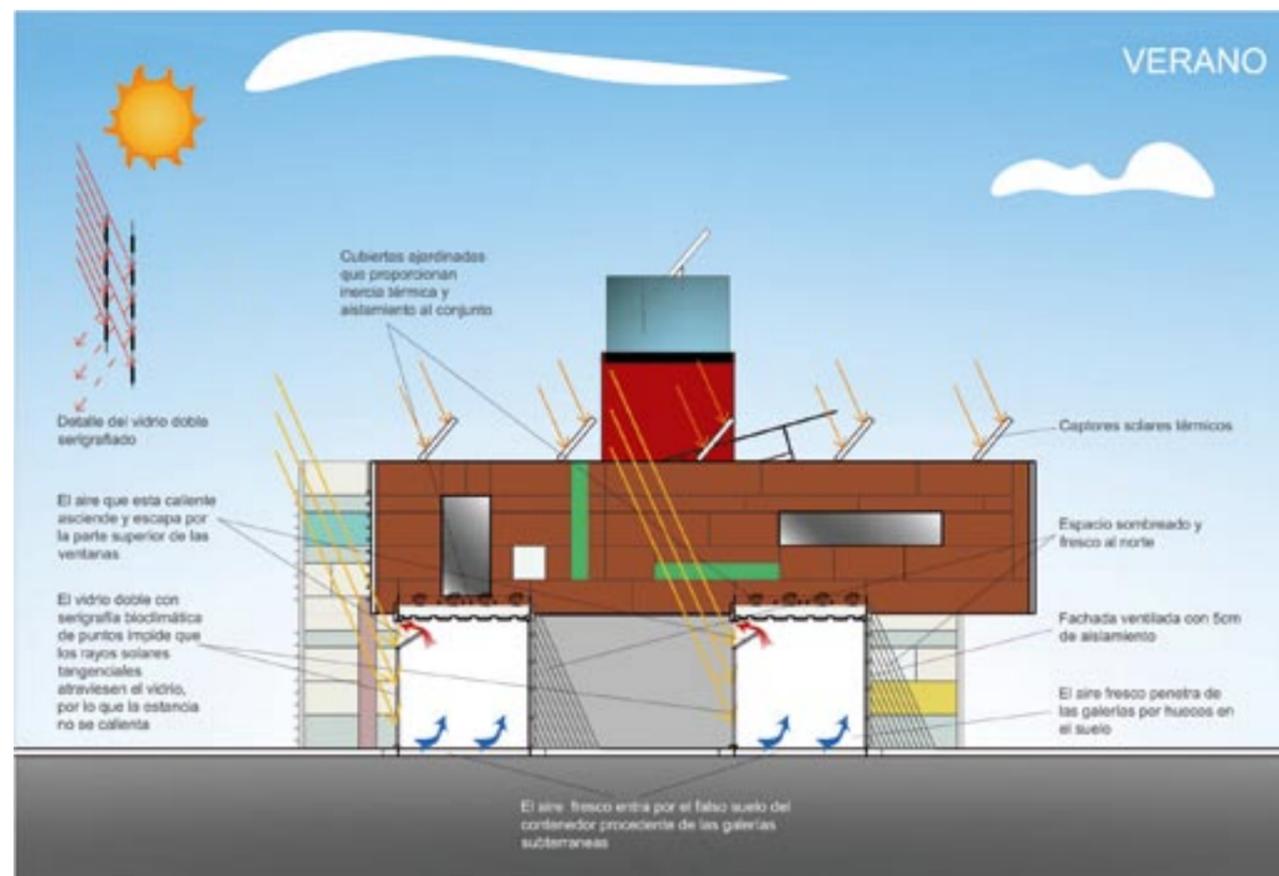
Según el CTE, en este caso, la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que no superen:

Orientación: 40%  
Inclinación: 20%  
Total: 50%

Así, en este caso, se permite una mayor libertad de diseño. El CTE no libera de la aportación exigida, pero sí permite asumir pérdidas derivadas del esfuerzo integrador.

El espíritu del código busca formalizar el ahorro energético sin menoscabo de la estética de nuestras ciudades.

Aunque el CTE es estricto en cuanto a la implementación de la energía solar en la edificación, valora el espíritu de la estética de la aplicación permitiendo mayor libertad de movimientos



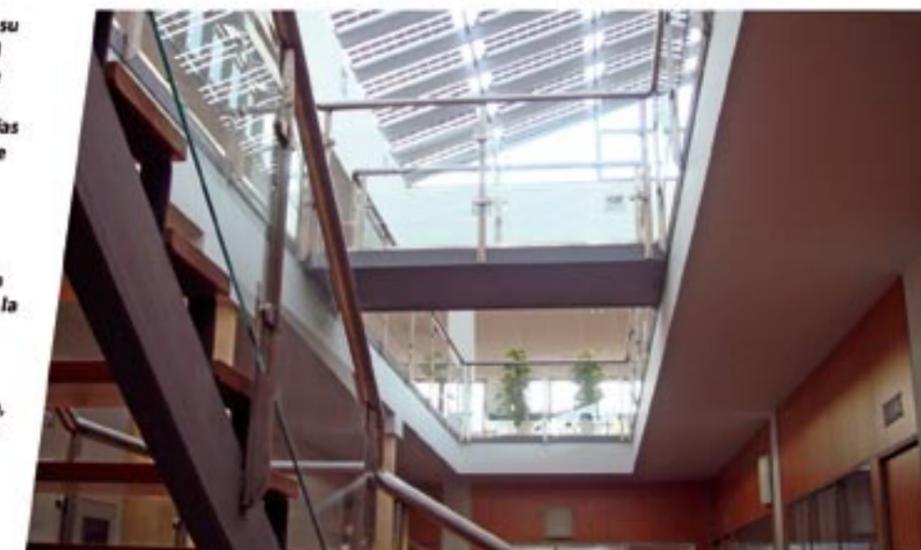
Proyecto R4House en Construmat 2007. Cualquier prototipo de vivienda sostenible cuenta inevitablemente con la integración de captadores solares térmicos o fotovoltaicos.



## Energía Solar Deikko

Unitec Europa, en su compromiso por el medioambiente, se especializa en el desarrollo de energías renovables, limpias e inagotables.

Unitec Europa, en su área de fotovoltaica, dispone de una fábrica de módulos solares en la localidad de Tafalla, Navarra. Esta planta, capaz de producir 225.000 unidades al año, es la primera del mundo que cuenta con la tecnología necesaria para el desarrollo completo del producto.



## Sistemas Indirectos: esquemas de servicio

Instalación colectiva.  
Captación centralizada. Acumulación mixta.

- El consumo de combustible es individual.
- El espacio ocupado por los depósitos es mucho menor.
- Hay un remanente de energía en los depósitos centralizados que puede ser utilizado por los usuarios con mayores necesidades
- La presencia de 3 circuitos cerrados con sus correspondiente bombas, vasos de expansión, etc. complican la instalación hidráulica.
- Aumentan los elementos comunes (bombas, reguladores solares, vasos de expansión, etc.) y, por tanto, los gastos de mantenimiento de la instalación.

Instalación colectiva.  
Captación centralizada. Acumulación individual.

- Mínimos gastos de mantenimiento comunes.
- El consumo de combustible es individual
- No hay que disponer de ningún espacio dentro del edificio.
- Cada usuario dispone de su propia acumulación solar.
- No es necesario el uso de contadores.
- La instalación hidráulica es sencilla y ocupa poco espacio en el edificio.
- Ubicación de depósito dentro de la vivienda.
- Posibles cesiones de energía de unos depósitos a otros (siempre que no se tomen medidas para evitarlo).
- Gran volumen de anticongelante. Protección anti-heladas.

Ventajas del Sistema totalmente descentralizado: Simplicidad de diseño e instalación, No requiere facturación colectiva, No necesita apenas espacios comunes

Inconvenientes: Redistribución de calor entre acumuladores, No válido con sistema auxiliar en acumulador

Aplicable a: pequeñas comunidades, el sistema auxiliar es eléctrico

Ventajas del Sistema totalmente centralizado: Disponibilidad inmediata de ACS, Bajo coste, Regulación de caudal a gusto

Inconvenientes: Mayores necesidades de espacios comunes, Caudal continuo limitado, Facturación colectiva de energía

Aplicable a: Grandes consumos: hospitales, residencias, hoteles, grandes comunidades (contadores)

Instalación colectiva.  
Captación y acumulación centralizada.

- Distribución mediante intercambiadores de placas
- El consumo de combustible es individual.
- Se evita cualquier tipo de problema relacionado con la Legionella.
- No hay que buscar ubicación para el depósito en la vivienda.
- Hay una caída adicional de carga debido a la presencia de los intercambiadores de placas.
- La bomba del circuito de distribución debe de estar en funcionamiento cada vez que hay una demanda de ACS en el edificio.
- La presencia de un 2º intercambio hace disminuir el rendimiento de la instalación.
- Baja el rendimiento de la instalación al ser necesario trabajar a temperaturas más altas

Instalación colectiva.  
Captación y acumulación centralizada.

- El consumo de combustible es individual.
- La inversión a realizar en la partida correspondiente a depósitos es generalmente inferior.
- No hay que buscar ubicación para el depósito en la vivienda.
- La instalación hidráulica es sencilla y ocupa poco espacio en el edificio.
- Hay que buscar ubicación para los depósitos centrales que representa en la mayoría de los casos una reducción de superficie útil en el edificio.
- Hay que preparar la estructura del edificio para que soporte grandes cargas en el lugar donde se vayan a situar los depósitos.
- Es necesario contabilizar los consumos y distribuir los gastos.
- Aumentan los gastos comunes de mantenimiento de la instalación.
- Ante excesos de consumo de unos usuarios otros se ven perjudicados.

Mientras que los sistemas descentralizados son mejores para pequeñas comunidades, los centralizados aportan mejores factores a lugares de gran consumo

Muchas civilizaciones adoraron al sol.  
Nosotros vamos a captar su energía.

Recibimos del Sol la energía suficiente para llevártela donde estés.  
La energía que nos mueve para suministrar todo lo que necesitas:  
Térmica, Fotovoltáica, Termodinámica. *energíasolar*  
energíarenovable

**techpanel**  
solar energy

C/ Industrias, 5 - P.I. Alcamar  
28816 . Camarma de Esteruelas (Madrid)  
Tel . +34 91 886 61 44 - Fax. + 34 91 885 70 88  
www.techpanel.es / info@techpanel.es

