

**1**

**Servicio de Asesoramiento a Profesionales de la Edificación**

---

**Asesoramiento e Información**

**2**

**Programa PROSOL.  
Promoción de Instalaciones de Energías Renovables**

---

**Antecedentes  
Objetivos Generales  
Beneficiarios  
Acreditación de Empresas Instaladoras  
Coste Energético Reconocido  
Operativa Económica Financiera**

**3**

**Energía Solar Térmica para  
Producción de Agua Caliente**

---

**Funcionamiento  
Subsistemas de una Instalación  
Tipología y Clasificación  
Cálculo de Instalaciones  
Selección del Tamaño de la Instalación**

**4**

**Integración de las Instalaciones  
Solares Térmicas en la Edificación**

---

**Antecedentes  
Ubicación de las Instalaciones  
Preinstalaciones  
Técnicas de Diseño  
Aspectos Económicos**

**5**

**Estudio de Viabilidad de una Instalación Solar Térmica**

---



## SERVICIO DE ASESORAMIENTO A PROFESIONALES DE LA EDIFICACIÓN

La utilización masiva de los recursos energéticos convencionales es un asunto de preocupación creciente para gobernantes, sectores industriales y empresariales, y para la población en general, debido a que estas fuentes de energía tienen una existencia limitada y su uso está provocando serios problemas ambientales.

Las Energías Renovables, aquellas que proceden en su

mayoría de la interacción del sol con la tierra, en consecuencia inagotables, son capaces mediante diversas tecnologías de cubrir las necesidades energéticas de un gran número de usuarios provenientes de los diversos sectores de consumo, con tipologías y requerimientos muy diversos.

Andalucía es la región de España donde el potencial de las Energías Renovables es mayor, debido a la amplitud del territorio y a su situación geográfica. Fruto del interés por desarrollar las posibilidades de nuestra Comunidad, la Junta de Andalucía puso en marcha el Programa PROSOL.

“La función principal de este servicio es proporcionar a los profesionales de la edificación información técnica y económica sobre la energía solar”

### Beneficios Frente al Resto de Energías

a Utilización de los recursos autóctonos

c Bajo impacto ambiental

b Desarrollo de actividades productivas en el ámbito local y regional

d Ausencia de emisiones de CO<sub>2</sub>, uno de los principales causantes del efecto invernadero

## ASESORAMIENTO E INFORMACIÓN

Una de las acciones que se encuadran en el Programa de Promoción de Energías Renovables, Programa PROSOL, es el **Servicio de Asesoramiento a Profesionales de la Edificación**.

La función principal de este Servicio es proporcionar, a los profesionales de la edificación, información técnica y económica sobre la energía solar térmica.

Hoy en día existe una creciente demanda social de estas tecnologías. Para una adecuada implantación, son necesarios unos conocimientos técnicos mínimos.

El Servicio ofrece asesoramiento personalizado e información sobre los distintos aspectos de las instalaciones solares térmicas

(recogida en los anexos descritos al final del documento). Además les facilitará un preestudio de viabilidad y les ayudará a encontrar la ubicación más favorable de la instalación, optimizando las prestaciones de la misma y consiguiendo una buena integración arquitectónica.

Para ello, disponemos de un Catálogo de fotografías de instalaciones existentes, así como soluciones para varias posibilidades de integración de la instalación.

También cuentan con la colaboración de dos **Asociaciones de Empresas Fabricantes e Instaladoras de Sistemas de Energía Solar Térmica de Andalucía**.

### ASOCIACIONES DE EMPRESAS FABRICANTES E INSTALADORAS

#### EUROSOLAR

Parque Pisa  
C/ Artesanía, 23. Nave 3-A.  
41927 Mairena del Aljarafe.  
Sevilla

Tel: 954/18 33 63

Fax: 954/18 33 63

#### HELIOS

Pol. Industrial Guadalhorce  
C/Carlo Goldoni, 46-48.  
29004 Málaga

Tel: 95/ 222 71 02

Fax: 95/ 222 71 02

## PROGRAMA PROSOL. PROMOCIÓN DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES

### ANTECEDENTES

Al inicio de la década de los 90, el Gobierno andaluz, a través de la Consejería de Economía, decidió plasmar las bases para una política energética de la región en el llamado Plan Energético de Andalucía. La realización de dicho Plan se encomendó a SODEAN (Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía) por parte de la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

Una de las iniciativas puestas en marcha fue el Programa PROSOL, iniciado en 1993 con el objeto de promover y financiar las instalaciones solares térmicas a baja temperatura.

La Consejería de Trabajo e Industria, a través de su Dirección General de Industria, Energía y Minas, ha establecido un marco legislativo y normativo para servir de base al Programa PROSOL. SODEAN, mediante un convenio con la Junta de Andalucía, gestiona los fondos del Programa, siempre controlados por la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

“El Programa PROSOL es un sistema de promoción y financiación de instalaciones de energías renovables, creado por la Consejería de Trabajo e Industria y gestionado por SODEAN.”

El Programa incorpora, junto a las instalaciones solares térmicas, la promoción de instalaciones solares fotovoltaicas, tanto aisladas como conectadas a la red eléctrica, instalaciones eólicas para el suministro eléctrico e instalaciones mixtas de dos o más de los sistemas anteriores.

Las bases reguladoras de la concesión de subvenciones, se publicaron en el BOJA de fecha 17 de Mayo de 1997. La modificación publicada en el BOJA de fecha de 5 de Septiembre de 1998, amplía la vigencia del programa hasta el año 2002.



### OBJETIVOS GENERALES

Incrementar la diversificación y el ahorro energético

Disminuir los niveles de contaminación

Potenciar los recursos energéticos andaluces

Establecer un nivel mínimo de demanda de los sistemas solares térmicos, fotovoltaicos y eólicos

Fortalecer el sector industrial de las Energías Renovables

Crear puestos de trabajo

Dinamizar el mercado de la oferta, creando una expectativa de demanda que permita la autonomía del mercado y su consolidación sin recursos públicos

### BENEFICIARIOS

**a** **Usuarios finales** de la energía suministrada por la instalación de Energía Renovable.

**b** **Promotores de vivienda** en las que se incluyan este tipo de instalaciones.

## ACREDITACIÓN de EMPRESAS INSTALADORAS

Se establecen categorías de empresas instaladoras que, en función de ciertos requisitos, podrán ejecutar instalaciones de determinadas superficies (instalaciones térmicas) o potencias (instalaciones fotovoltaicas o eólicas). En la página Web de SODEAN hay información disponible para usuarios y para instaladores:

www.sodean.es  
902 40 44 33

## COSTE ENERGÉTICO RECONOCIDO

El COSTE ENERGÉTICO RECONOCIDO (CER), representa el precio que la Junta de Andalucía reconoce a una instalación. Corresponde a la suma de los importes subvencionado y financiado.

En caso de existir, la diferencia entre el precio de venta y el CER correrá por cuenta del usuario. El IVA no se considera objeto de subvención ni de subsidiación de puntos de interés.

Se establecen **tres tipos** de ayuda a través del Programa:

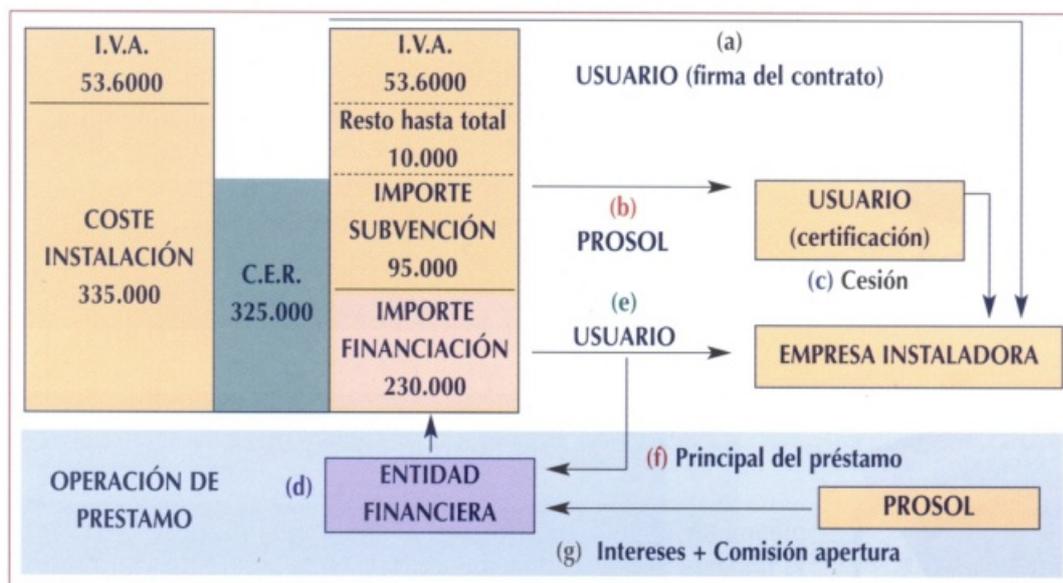
- 1 Subvención a fondo perdido del importe subvencionado del CER.
- 2 Subsidiación de puntos de interés en la operación de préstamo, destinada a financiar el importe financiado del CER.
- 3 Seguro de avería de maquinaria.

## OPERATIVA ECONÓMICA FINANCIERA

**a** El USUARIO desembolsará a la EMPRESA INSTALADORA, a la firma del contrato, el IVA y la diferencia hasta el coste total real, cuando no coincida el coste de la instalación con el C.E.R.

**b c** El USUARIO recibe del Programa PROSOL la subvención correspondiente, que cederá a la EMPRESA INSTALADORA una vez efectuada la certificación favorable de la instalación por parte de SODEAN.

**d** La ENTIDAD FINANCIERA concede el préstamo al USUARIO cuyo principal coincidirá con el importe financiado de la instalación.



Cuadro 1

Los importes que aparecen en el cuadro corresponden a una instalación tipo para una vivienda unifamiliar con cinco personas

**e** Este importe financiado será abonado a la EMPRESA INSTALADORA mediante transferencia bancaria.

**f** Mediante la subsidiación de puntos de interés, PROSOL se hace cargo de los intereses derivados de esta operación de préstamo, así como de la comisión única de apertura.

**g** El USUARIO amortizará el principal del préstamo mediante pagos constantes hasta un máximo de 5 años (3 años en instalaciones térmicas de superficie útil inferior a 15 m<sup>2</sup>).

## ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Una instalación solar térmica es un sistema de aprovechamiento de la energía solar para producción de agua caliente.



Las pequeñas instalaciones que son de aplicación, fundamentalmente, en viviendas unifamiliares, tienden a ser cada vez más, productos normalizados y prefabricados, incorporando una mayor fiabilidad por la producción del conjunto en fábrica. Es lo que denominamos Equipos Solares Domésticos. (fig. 1)

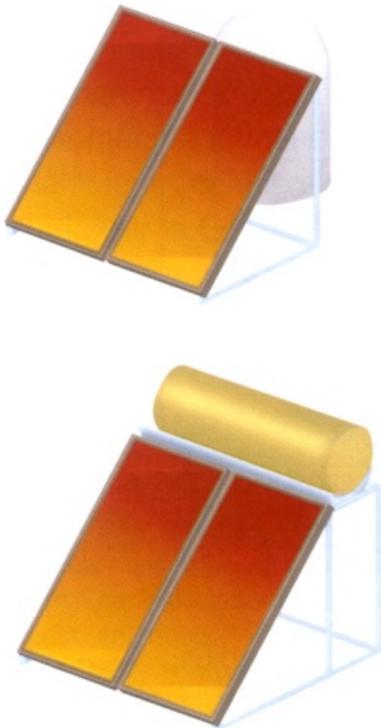


Figura 1  
Equipo solar doméstico

### FUNCIONAMIENTO

**BÁSICAMENTE ES EL SIGUIENTE:**

**a** Captación de la energía radiante:

Radiación solar directa, difusa y reflejada para transformarla directamente en energía térmica, con el aumento de temperatura de un fluido de trabajo.

**b** Almacenamiento de la energía térmica

En el mismo fluido de trabajo de los captadores, o transferida al agua de consumo mediante un intercambiador para su posterior utilización.

## SUBSISTEMAS DE UNA INSTALACIÓN

Una instalación solar, independientemente de su tamaño, está constituida por los siguientes subsistemas (Fig. 2):

### 1 SISTEMA de CAPTACIÓN

Formado por uno o varios captadores que transforman la radiación solar incidente en energía térmica, de forma que se calienta el fluido de trabajo que aquellos contienen.

### 2 SISTEMA de ACUMULACIÓN

Constituido por un depósito que almacena el agua caliente hasta que se precise su uso. Se denomina acumulador solar.

### 3 SISTEMA de INTERCAMBIO

Que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.

1. captador
2. acumulador
3. intercambiador
4. circuito hidráulico
5. bomba circuladora
6. sistema de energía auxiliar

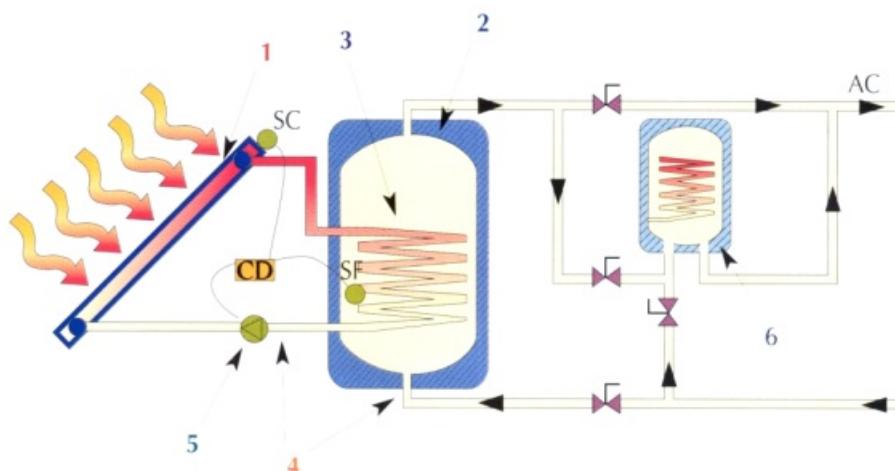


Figura 2

### 4 CIRCUITO HIDRÁULICO

Constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc.

### 5 SISTEMA de REGULACIÓN y CONTROL

Que fundamentalmente se encarga de asegurar el correcto funcionamiento de la instalación.

### 6 SISTEMA de ENERGÍA AUXILIAR

Adicionalmente se dispone de un sistema de energía auxiliar, que se utiliza para complementar el aporte solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista.

## TIPOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN

En la siguiente tabla se resume la clasificación de los sistemas solares térmicos, atendiendo a los criterios establecidos:

El mecanismo mediante el cual se produce el movimiento del fluido que circula en el circuito primario de captadores, puede ser de dos tipos: circulación forzada y circulación natural (termosifón), (Fig. 3)

En las instalaciones por termosifón, el fluido de trabajo circula por convección libre debido a las variaciones de densidad del fluido, como consecuencia de las diferencias de temperatura. En los de circulación forzada, se dota al equipo con dispositivos (bombas de circulación) que provocan la circulación forzada del fluido de trabajo.

### CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS

<b>Principio de Circulación</b>	Instalaciones por Termosifón Funcionamiento por convección natural
	Instalaciones por Circulación Forzada Funcionamiento por bombeo
<b>Sistema de intercambio</b>	Sistemas Directos El fluido del circuito primario es el agua de consumo
	Sistemas Indirectos Intercambiador de calor entre circuito primario y de consumo
<b>Sistema de Expansión</b>	Sistemas Abiertos En comunicación directa con la atmósfera
	Sistemas Cerrados Circuito cerrado con vasos de expansión
<b>Forma de Acoplamiento</b>	Compacto Captador y depósito en la misma unidad
	Partido Captador y depósito separados físicamente
	Integrado Captador y el depósito son el mismo componente
<b>Disposición de Componentes</b>	Captador → Horizontal Vertical
	Acumulador → Horizontal Vertical
<b>Sistema de Energía Auxiliar</b>	Instantáneo
	En acumulador secundario

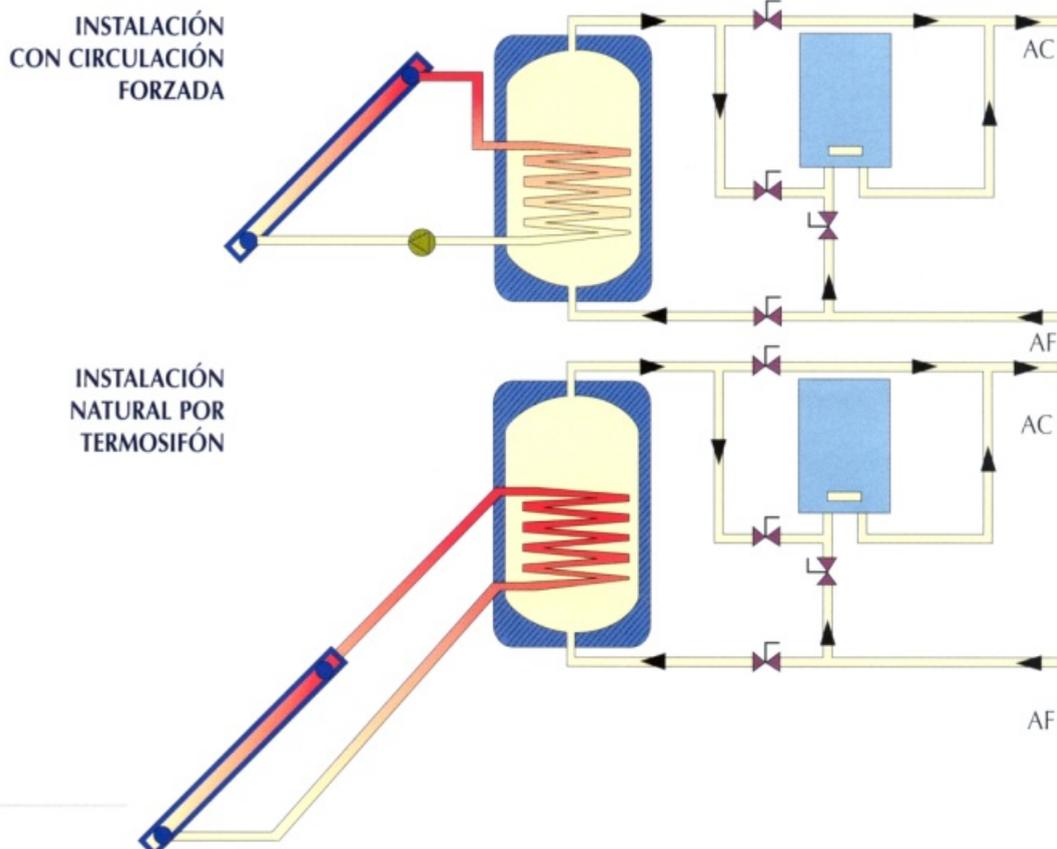


Figura 3

## CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES

En la Figura 4 se puede apreciar un esquema de principio de una instalación solar térmica y comprobar que los componentes principales, a efectos de cálculo,

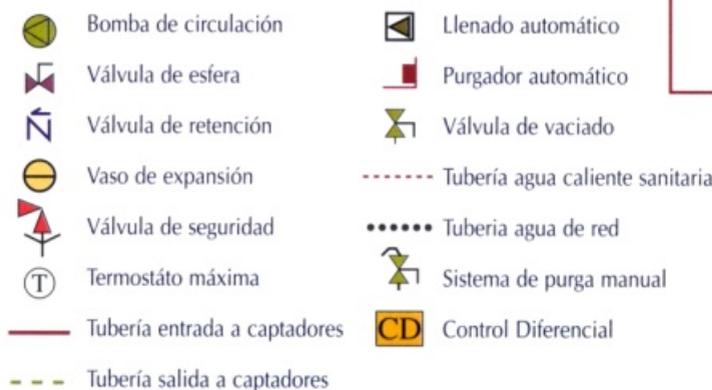


Figura 4  
Esquema de Principio de una Instalación Solar

son los captadores, el acumulador solar, el intercambiador, la bomba de circulación, las tuberías y el vaso de expansión.

A partir del nº de usuarios y del consumo de agua caliente por usuario y día, se determina el volumen de acumulación y la superficie de captadores necesarios. Para el cálculo del resto de componentes de una instalación, nos basamos en las Especificaciones Técnicas de Diseño y Montaje de la Junta de Andalucía.

El volumen de dilatación que tenemos que solucionar con el vaso de expansión es el 4,3% del volumen total del circuito primario, incrementado con el factor de presión correspondiente.

**Para facilitar estos cálculos  
SODEAN, S.A.  
dispone de una hoja de  
cálculo que permite determinarlos.**

## SELECCIÓN DEL TAMAÑO DE LA INSTALACIÓN

**El parámetro básico para seleccionar el tamaño de una instalación es el consumo medio diario de agua caliente.**

Cuando no se disponga de datos de consumo, se puede utilizar para calcularlo distintos procedimientos:

**a**

El consumo de agua fría es conocido. El de agua caliente puede estimarse entre el 25 y el 35 % del consumo de agua fría.

**b**

A través del consumo de energía destinado a la preparación de agua caliente, excluyendo otros usos: cocina, calefacción, etc.

**c**

Cuando no se disponga de datos de consumo, en viviendas unifamiliares se utilizará el valor de 40 litros por persona y día. En viviendas multifamiliares, es aconsejable 30 litros por persona y día.

## Determinación de la Capacidad de Acumulación

Basándose en el consumo medio diario se determinará la instalación más apropiada, que tendrá un volumen de acumulación de, aproximadamente, el consumo medio diario con, un margen de  $\pm 20\%$ .

## Determinación de la Superficie de Captación

En las Figuras 5 y 6, a partir del nº de usuarios y el consumo diario, se puede calcular la superficie (m<sup>2</sup>) de captadores necesario para cubrir un determinado porcentaje de la demanda de energía con la instalación solar (fracción o cobertura solar).

Determinación de la superficie de captación. Un valor promedio puede estar en el orden de 1,00 a 1,25 metros cuadrados de captador por cada 100 litros de volumen de acumulación.

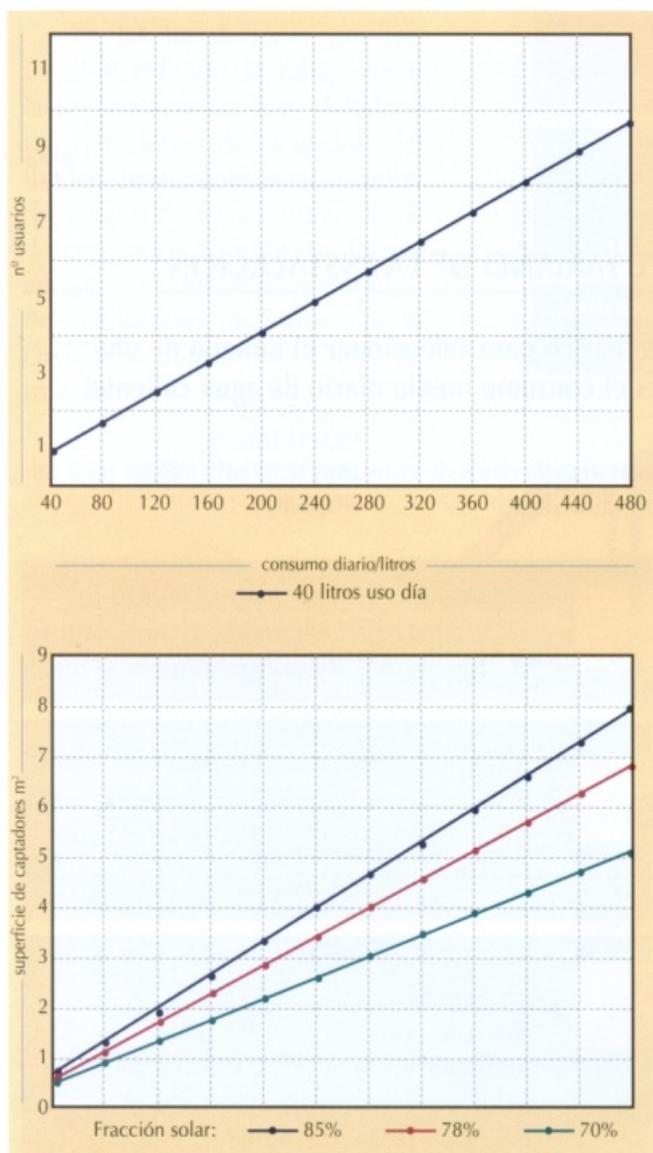


Figura 5. Viviendas Unifamiliares

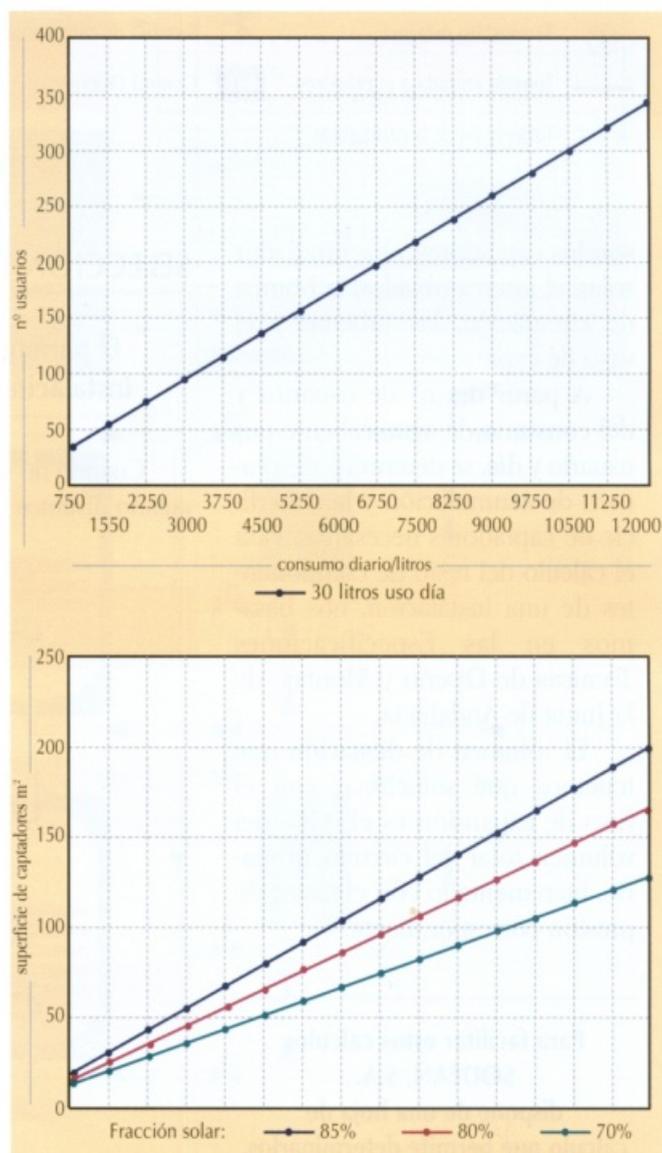


Figura 6. Viviendas Multifamiliares

Las Figuras 7, 8 y 9 muestran la influencia de la ORIENTACIÓN de los captadores en las prestaciones energéticas de la instalación solar.

Se toma como referencia ORIENTACIÓN SUR e INCLINACIÓN 45°.

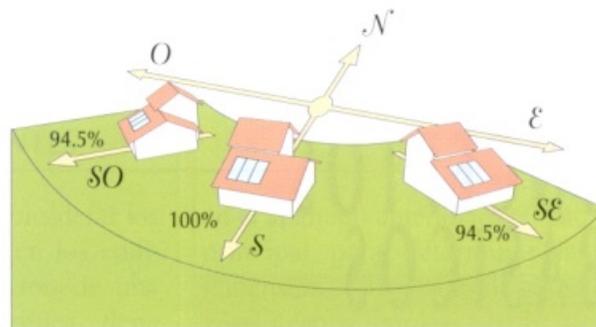


Figura 7  
Influencia de la orientación de los captadores en las prestaciones energéticas. Uso anual.

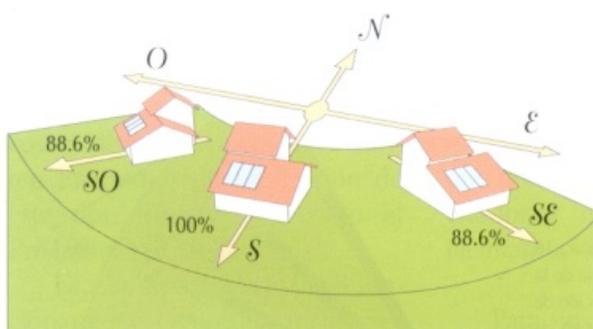


Figura 8  
Influencia de la orientación de los captadores en las prestaciones energéticas. Uso invernal.

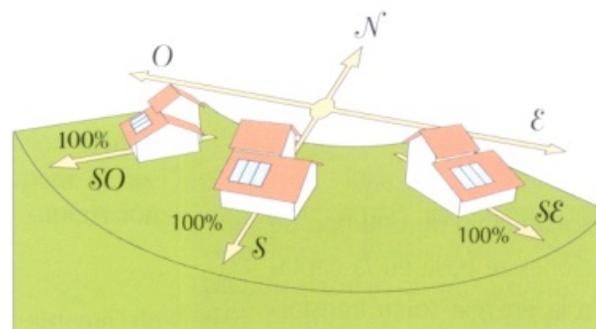


Figura 9  
Influencia de la orientación de los captadores en las prestaciones energéticas. Uso estival.

La tabla siguiente muestra los coeficientes de reducción aplicables a las prestaciones en función de la orientación e inclinación para una instalación de uso anual.

ORIENTACIÓN			
ANGULO	SUR-OESTE	SUR	SUR-ESTE
15°	0.903	0.932	0.903
30°	0.945	0.991	0.945
45°	0.945	1	0.945
60°	0.901	0.955	0.901

# CONCEPTOS BÁSICOS

## INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Una instalación solar térmica es un sistema de aprovechamiento de la energía solar para producción de agua caliente.

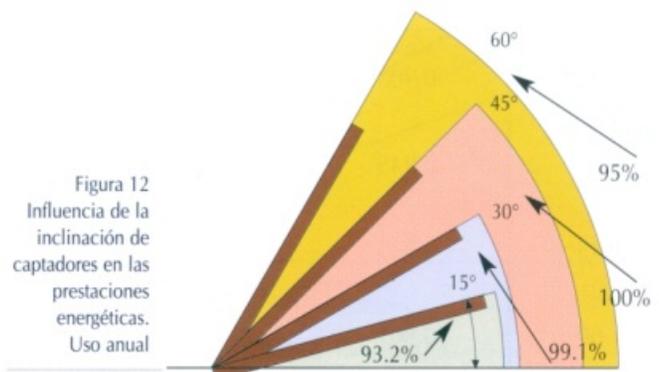
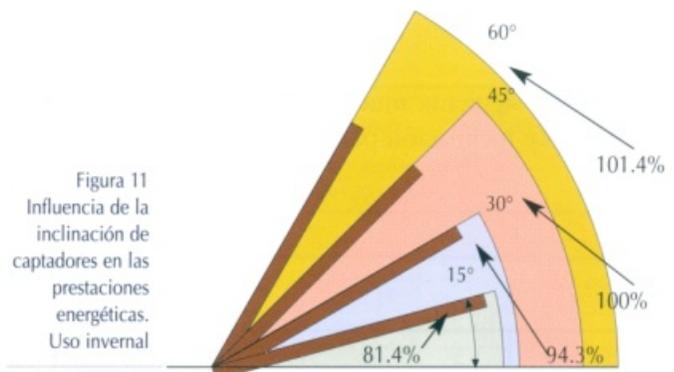
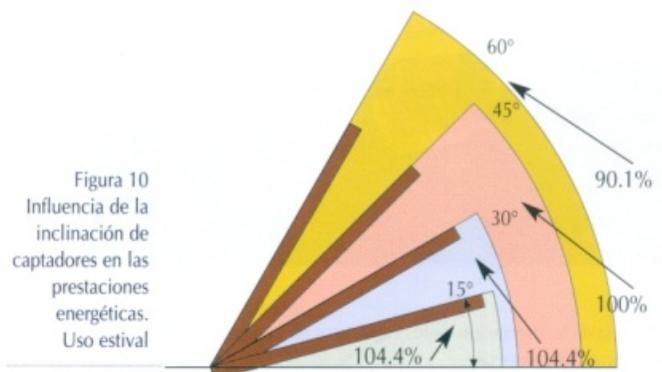
El funcionamiento de este tipo de instalaciones se basa en la captación de la energía solar, transformación en energía térmica con el aumento de temperatura en un fluido de trabajo, y almacenamiento de dicha energía térmica.

Existen diferentes tipologías de instalaciones dependiendo del principio de circulación, el sistema de intercambio, el acoplamiento de los componentes y el sistema de energía auxiliar.

El parámetro básico para seleccionar el tamaño de una instalación es el consumo medio diario de agua caliente.

En lo que respecta a la inclinación de los captadores, y tomando la misma referencia (ORIENTACIÓN SUR e INCLINACIÓN 45°), la influencia se indica en las Figuras 10, 11 y 12.

Estas indican la variación de prestaciones en función de la orientación e inclinación de captadores solares. Aunque en las viviendas de nueva construcción puede tenerse en cuenta, con objeto de ubicar la instalación de forma que se optimicen las prestaciones, en viviendas existentes debe primar la integración arquitectónica, supliendo las desviaciones respecto a la referencia con el correspondiente aumento de superficie de captación.



## INTEGRACIÓN DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS EN LA EDIFICACIÓN

### ANTECEDENTES

La evolución de la utilización de las instalaciones solares térmicas se ha visto condicionada por diversos factores: coste de la instalación, desconfianza en el funcionamiento, poco interés mostrado hasta ahora por los temas energéticos en los edificios, etc.

Hoy en día la situación es distinta. Al aumentar la demanda de las instalaciones, el proceso de fabricación se estandariza y los costes disminuyen. Además, existen Programas de promoción de este tipo de energías como el Programa PROSOL.

Está comprobado el buen funcionamiento de estas instalaciones, encontrándose por tanto en fase de comercialización, en condiciones de competir con el resto de sistemas utilizados para el calentamiento del agua.

El hecho de no considerar los aspectos energéticos en los edificios ni la incorporación de una instalación solar térmica, tiene como consecuencia que:

- La instalación solar es un añadido a la construcción, normalmente decidido por el usuario a posteriori.
- La instalación no queda definida en el proyecto ni integrada en el diseño.
- Se adopta una solución técnica que normalmente propone el instalador y no tiene supervisión facultativa.

Para instalar un sistema de energía solar en un edificio hay que considerar las siguientes características:

- **Consumo diario de agua caliente.** Como se ha explicado

en el apartado anterior, es el dato principal para determinar las dimensiones adecuadas de la instalación solar térmica.

- **Configuraciones más usuales.** Dependiendo de las condiciones de la vivienda, es necesario determinar si la instalación funcionará por termosifón o de forma forzada, si será de circuito abierto o cerrado, etc., (Fig. 13).

Otros factores de suma importancia para la incorporación de estas instalaciones son **la planificación y diseño urbanístico**. Lo ideal es que las orientaciones principales de los planes urbanísticos estén en relación con el Sur geográfico, pero normalmente prima el aprovechamiento de espacios, etc.

### CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

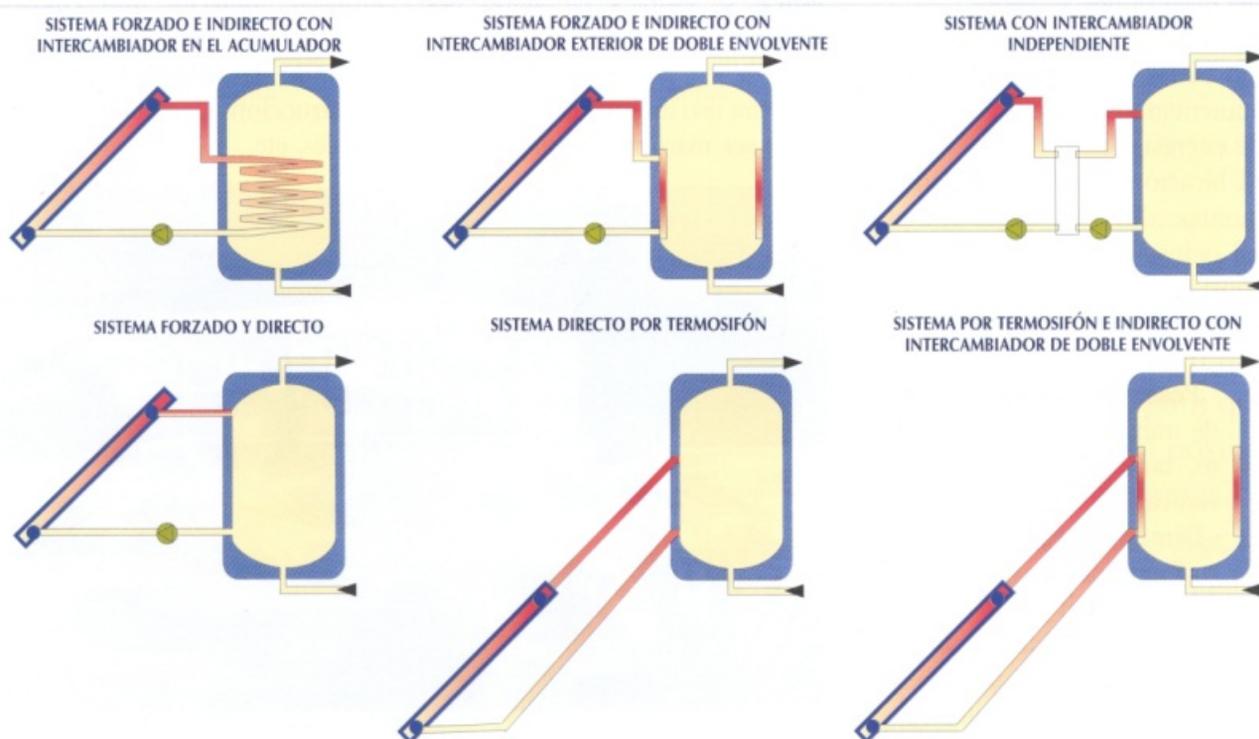


Figura 13. Configuraciones más usuales de las instalaciones solares térmicas

## UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

En este apartado es preciso hacer una aclaración, los puntos que se detallan a continuación es conveniente llevarlos a cabo en viviendas de nueva planta, en las que se proyecta la instalación junto con el proyecto de construcción. Además de optimizar el funcionamiento de la instalación se consigue una perfecta integración. No obstante, cuando se trata de una vivienda existente, debe primar la integración a estos factores:



Captadores solares apoyados en cubierta

### a Emplazamiento

En esta tecnología es necesario recurrir a amplios espacios abiertos a la radiación solar para la producción energética. Es conveniente guiarse por los siguientes criterios:

- Máxima insolación.
- Resistencia mecánica de la superficie de apoyo, de forma que quede garantizada la rigidez estructural, tanto del equipo como del lugar donde se apoya.
- Cercanía a los puntos de consumo. Si las distancias son elevadas aumentan los consumos de agua y de energía.
- Ubicación con posibilidad de montaje directo (equipo completo) o instalado «in situ» hay que considerar sus dos características más condicionantes:

- **Peso:** condicionan su forma de transporte y desplazamiento, tanto horizontales como verticales.

- **Dimensiones:** condicionan su forma de transporte y limitaciones en el paso.

Otras características constructivas que pueden influir son su fragilidad y las protecciones exteriores.

### b Orientación e Inclinación

Para aprovechar la máxima energía solar se requiere:

- Orientación al sur geográfico. Como hemos visto en el apartado anterior, alguna desviación sobre éste no afecta demasiado al rendimiento de la instalación.
- Inclinación en función del uso previsto. Si el uso es anual deben inclinarse a la latitud del lugar más  $10^\circ$  ( $45^\circ$  para Andalucía). Para uso estival se emplea la latitud del lugar ( $30^\circ$  aproximadamente).

Para uso invernal la inclinación suele ser mayor ( $60^\circ$  aproximada-

mente). Con esta inclinación la captación es mayor, pero hay otros criterios que pueden justificar otras inclinaciones. A veces es preferible disminuir un poco la ganancia de prestaciones para aumentar la integración arquitectónica.

### c Sombras

El criterio general es que las sombras arrojadas no deben superar el 10% de la superficie de captación, al mediodía del solsticio de invierno. Merecen más cuidado los obstáculos que se generan después de la instalación: nuevas construcciones, crecimiento de árboles, etc.



Grupo de viviendas con equipos solares domésticos

#### d Montaje, Soporte y Sujeción

- Previamente al montaje de los captadores, se debe comprobar que el apoyo es apto para soportar las sobrecargas. Deben considerarse las cargas producidas durante las operaciones de mantenimiento.

- En caso de utilizar estructuras metálicas realizadas en obra, hay que considerar la protección contra agentes atmosféricos y cuidar el diseño para hacer posible su posterior mantenimiento.

- La fijación de los captadores a la estructura, debe tener en cuenta los movimientos generados por dilataciones y los problemas de alineación.

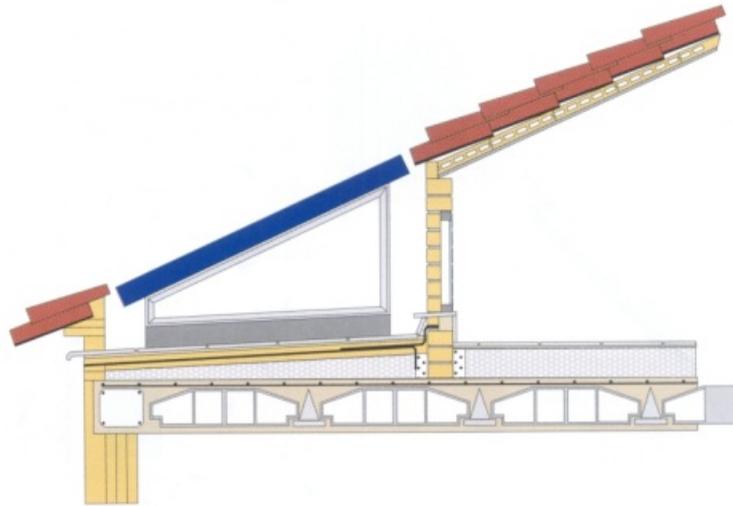


Figura 14. Incorporación de captadores a una cubierta inclinada

- En los casos de cubiertas solares integradas, donde el propio sistema actúa como cubierta del edificio, todos los elementos de sellado y efecto teja deben quedar montados y protegidos de manera que se garantice su colocación e integridad en el tiempo.

- La ubicación de depósitos pequeños no implica, en general, ningún problema.

Los acumuladores de gran tamaño se ubican usualmente en sótanos o plantas bajas. Es interesante la solución de situar depósitos debajo de la cubierta.

Lo especificado en este apartado se facilita mucho si el edificio dispone de preinstalación de energía solar térmica. En la Figura 14 se puede apreciar un detalle de una de las muchas formas de incorporar los captadores a la cubierta.

## PREINSTALACIONES

La incorporación de una instalación solar térmica a una edificación existente plantea dificultades, debido fundamentalmente a:

- 1 Ubicación y sujeción de captadores y acumulador
- 2 Trazados de tuberías y líneas eléctricas
- 3 Adecuación de la instalación de energía auxiliar

La parte de las instalaciones que debe quedar prevista en una vivienda, para que posteriormente sea posible una fácil implantación de una instalación solar, se denomina preinstalación.

A efectos del diseño de preinstalaciones, lo ideal es proyectar la instalación completa, y basándose en ello, decidir los componentes que se instalan posteriormente. No obstante, como las situaciones más comunes se resuelven de forma similar,

La parte de las instalaciones que debe quedar prevista en una vivienda, para que posteriormente sea posible una fácil implantación de una instalación solar, se denomina Preinstalación

se pueden hacer ciertas generalizaciones que posteriormente permiten el acoplamiento de una instalación solar.

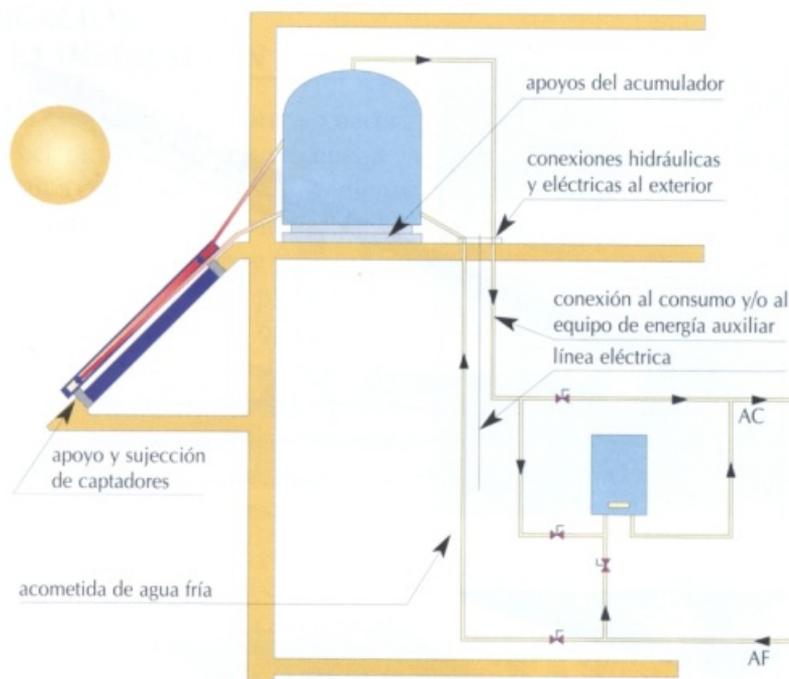


Figura 15. Preinstalación típica de un equipo solar doméstico compacto

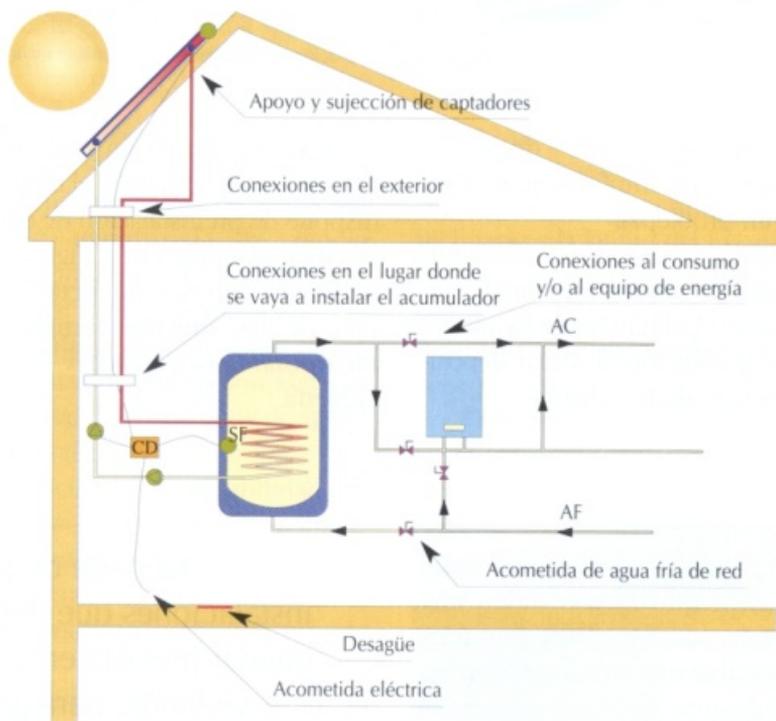


Figura 16. Preinstalación de una instalación partida

### • Equipos Compactos

En el proyecto de preinstalación de un equipo compacto, se deben tener en cuenta todos los condicionantes necesarios para el montaje del equipo. Aunque depende de cada caso, a efectos de preinstalación, además de las condiciones de traslado, montaje y sujeción, uno de los aspectos más importantes es el circuito de conexión con el sistema auxiliar o el circuito de distribución interior. Este circuito debe estar constituido por:

- Una tubería de alimentación de agua fría hasta el equipo.
- Una tubería de agua caliente aislada para la conexión con el interior.
- Las líneas eléctricas que sean necesarias para los elementos de control y/o alimentación del equipo.

### • Equipos Partidos o Instalaciones

En el caso de equipos partidos, además de las previsiones de espacio para la instalación de los captadores y del acumulador con sus accesorios, es necesario dejar previstas las líneas de interconexión entre captadores y acumulador que comprende:

- Las tuberías aisladas de impulsión y retorno para cerrar el circuito primario.
- Un tubo eléctrico con guía para la conexión de la sonda de captadores.

Hay que señalar que este tipo de preinstalación puede ser la de uso más generalizado, ya que permite el conexionado tanto de un equipo partido como el de uno compacto, en este caso utilizando para el agua fría una de las tuberías aisladas.

### • Conexión del Sistema de Energía Auxiliar

El montaje de una instalación se favorece cuando son fácilmente ejecutables las conexiones al equipo de energía auxiliar y al circuito de distribución interior de la vivienda. La parte fundamental de la preinstalación es dejar previsto un by-pass para las conexiones del acumulador solar antes del equipo auxiliar, de forma que simplemente actuando las válvulas se realice su acoplamiento al circuito de consumo. El procedimiento de conexión, en serie o paralelo, dependerá del tipo de equipo auxiliar y de los condicionantes de la instalación pero, si la solución no es única, es fácilmente ejecutable la solución mixta.

## TÉCNICAS DE DISEÑO

Cuando se quiere conseguir una perfecta integración de la instalación de energía solar térmica en la construcción, el punto principal y más importante es proyectar la instalación a la vez que la vivienda.

En este apartado se desarrollan una serie de técnicas e ideas que pueden servir de ayuda para integrar una instalación solar térmica en una vivienda.

Debido a la función del Servicio de Asesoramiento, en este

documento vamos a tratar las técnicas de diseño para viviendas domésticas unifamiliares y multifamiliares.

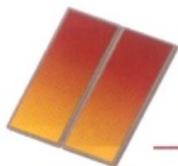
### 1

## Vivienda Unifamiliar

Estas viviendas pueden ser individuales, pareadas, adosadas, pequeñas agrupaciones y grandes concentraciones, pero todas tienen un punto en común, que cada una de ellas posee su cubierta y fachada propias, son independientes y por tanto la incorporación de una instalación se puede realizar de muy diversas formas.

Para instalar un sistema de energía solar térmica en una de estas viviendas, se presentan opciones muy distintas.

Los componentes que presentan mayor inconveniente para su integración son los captadores y el acumulador, y es precisamente para estos componentes para los que se describen diversas soluciones.



### Sistema de Captación

A efectos de ubicación de los captadores, las superficies necesarias serán más adecuadas si tienen continuidad en la construcción, no elementos individuales montados más o menos ordenadamente en una cubierta expuestos al sol. Debe buscarse la unión de esa superficie con elementos y

volúmenes constructivos que proporcionen la continuidad deseada.

Cabe buscar soluciones en cualquier elemento constructivo normalmente expuesto al sol.

### Cubiertas Planas Transitables

Cuando una vivienda tiene una cubierta de este tipo, resulta muy fácil incorporar la instalación de energía solar, ya que, normalmente se puede ubicar en un lugar soleado sin que se vea desde el exterior. (Fig. 17).

### Cubiertas Inclinadas

Incorporar el sistema de captación en la cubierta es una buena solución, sobre todo cuando dicha cubierta tiene la inclinación adecuada. Cuando la inclinación es escasa se puede prever su incorporación y adecuar la superficie necesaria.

Esto resulta muy fácil si se considera la instalación de energía solar desde la primera fase del proyecto. En este caso son más favorables las cubiertas a dos aguas que permiten la integración de superficies rectangulares. (Fig. 18).



Figura 17  
Equipo solar doméstico en azotea



Figura 18  
Vivienda con captador en cubierta



Figura 19  
Urbanización de 39 viviendas en Francia



Figura 20  
Captadores apoyados en voladizo



Figura 21  
Grupo de viviendas en Crevillente (España)



Figura 22  
Sistema de captación  
sustituyendo a la cubierta de la vivienda

### Castilletes

Esta puede ser una buena solución si dicho castillete tiene superficie suficiente, ya que, es la parte más soleada de la construcción. Además, se puede utilizar el castillete como sala de máquinas de la casa. (Fig. 19).

### Marquesinas

Un elemento muy utilizado en las viviendas unifamiliares son las marquesinas. Los captadores de la instalación solar pueden sustituir este elemento ya que, al igual que ésta, es una superficie grande y opaca.

### Voladizos

Bien se utiliza un voladizo existente en la vivienda para acoplar los captadores o, son precisamente los captadores los que forman el voladizo. (Fig. 20).

### Pérgolas

Este es un elemento común en viviendas unifamiliares, y puede ser una buena opción para incorporar el sistema de captación.

### Lucernarios y Claraboyas

Hoy en día se construyen muchas viviendas en las que se incorporan estos elementos.

Los captadores, al ser una superficie vidriada, se asimilan a estos y por tanto no llaman la atención.

### Parasoles

Los captadores solares se orientan al sur, por lo que colocarlos como parasoles de los huecos en la fachada sur es una opción muy práctica.

### Balcones

Incorporar los captadores en los balcones haciendo de barandilla supone una integración adecuada y un lugar perfecto para las labores de mantenimiento, además de no ocupar espacios importantes de la vivienda. (Fig. 21)

En viviendas unifamiliares también es posible buscar soluciones sobre el terreno o en construcciones anexas, siempre y cuando sea posible.

### Sistema de Acumulación



Para viviendas unifamiliares, el volumen de acumulación no es muy grande y, por tanto, las dimensiones del acumulador no son un problema a la hora de situarlo en la vivienda. Existen varias posibilidades para incorporar el acumulador:

- Integrado, es decir, el acumulador y los captadores son una unidad.
- En cubierta. Cuando se instala en la vivienda un equipo solar doméstico compacto, el acumulador irá cerca de los captadores y por tanto existen tantas posibilidades como opciones se han dado en el apartado anterior.
- En lugares ocultos. La solución puede estar en cualquier lugar de la vivienda, en falsos techos, armarios, áticos, castilletes, sótanos, etc.



### Sistema de Energía Auxiliar

En las viviendas unifamiliares, se suele utilizar como energía auxiliar un termo de gas, por lo que no presenta ningún problema a la hora de integrarlo.

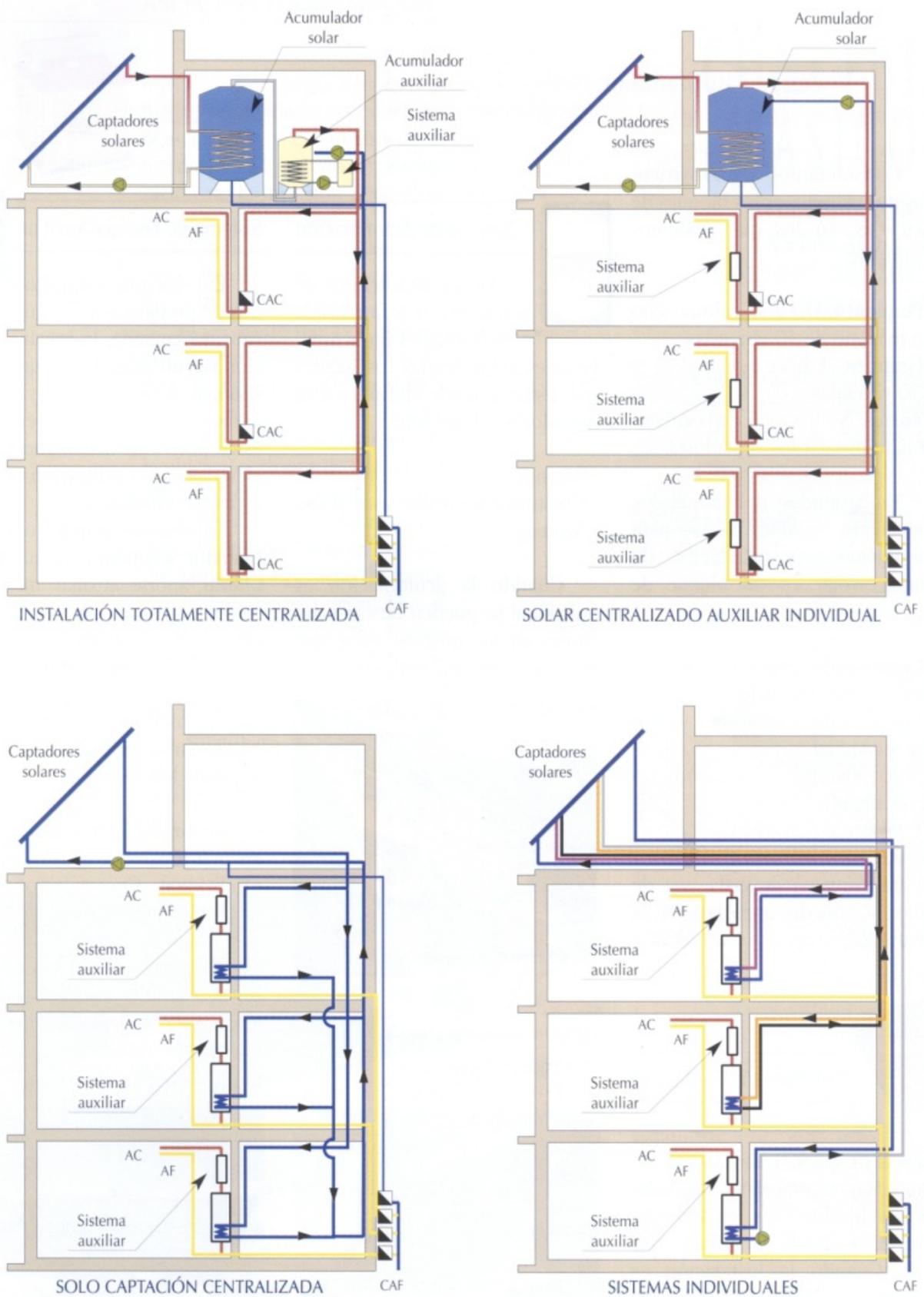


Figura 23  
Distintas formas de incorporar una instalación de energía solar térmica en viviendas multifamiliares

## Vivienda Multifamiliar

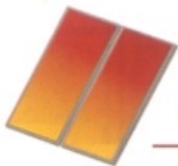
Consideramos como viviendas multifamiliares los bloques de viviendas, en los que podemos distinguir:

- **Pequeños:** De 2 a 5 alturas con un máximo de 15 viviendas.
- **Grandes:** Edificios entre 15 y 150 viviendas.
- **Torres:** No hay sitio en la cubierta para instalar los captadores.

En viviendas multifamiliares, hay cuatro opciones básicas para incorporar una instalación de energía solar en un bloque de viviendas:

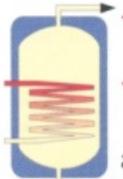
- Centralizada (captación, acumulación y sistema auxiliar).
- Energía solar centralizada y auxiliar individual.
- Sólo sistema de captación centralizado.
- Totalmente individual.

El esquema de cada una de ellas se puede apreciar en la Figura 26.



### Sistemas de Captación

En los tres primeros casos, es decir, con sistema de captación centralizado, las soluciones posibles son en cubierta (fig. 25 y 26) y en fachada (fig. 24). Cuando la instalación es totalmente descentralizada, es posible incorporar los captadores de algunas de las formas descritas en el apartado anterior.



### Sistema de Acumulación

Dependerá del tipo de acumulación (centralizada o individual). Para acumulaciones centralizadas los lugares más usuales donde ubicar los acumuladores solares son:

- Sótanos.
- Construcciones realizadas al efecto.
- Azoteas.

Cuando la acumulación es individual se pueden buscar soluciones en los mismos sitios que para viviendas unifamiliares.



Figura 24  
Captadores incorporados a fachada



Figura 25  
Sistema de captación de un grupo de viviendas en Sevilla (España)



### Sistema de Energía Auxiliar

En sistemas centralizados de preparación de agua caliente sanitaria, la legislación vigente exige la utilización de sistemas de acumulación ya que la utilización de sistemas en línea exige potencias instantáneas muy elevadas y su utilización tendría escaso rendimiento.

En sistemas grandes con acumulador secundario es adecuado utilizar aporte auxiliar mediante caldera de fuel, gas o carbón, calentando mediante serpentín o utilizando un intercambiador de calor externo.

En instalaciones centralizadas con usuarios individuales el aporte puede hacerse:

- Centralizado. Utilizando contadores individuales de agua caliente.
- Individual. Con soluciones en línea o de acumulación.

En estas instalaciones suele ser necesaria la instalación de un circuito de recirculación para disminuir las distancias a recorrer hasta los puntos de consumo.



Figura 26  
Captadores en cubierta. Estepona (España)

## ASPECTOS ECONÓMICOS

La Administración establece un Coste Energético Reconocido (CER) en función de las características técnicas y el tamaño de la instalación. El periodo de amortización de la inversión dependerá del precio de venta, las ayudas públicas, la energía solar aportada y el coste de la energía convencional sustituida.

El precio de venta de la instalación se reduce si la edificación dispone de preinstalación solar y si en el anteproyecto se ha contemplado esta opción, previendo la ubicación idónea de captadores y acumulador.

El precio de las instalaciones solares térmicas varía en función del tamaño (superficie de captación solar). A título orientativo, el precio de las instalaciones domésticas (menos de 10 m<sup>2</sup> de captación) oscilan en torno a 85.000 pts/m<sup>2</sup>. Las grandes instalaciones, con superficies superiores a 150 m<sup>2</sup>, tienen un coste en torno a 60.000 pts/m<sup>2</sup>.



# CONCEPTOS BÁSICOS

## INTEGRACIÓN DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS EN LA EDIFICACIÓN

La integración de las instalaciones viene determinada por la consideración de las mismas desde el anteproyecto.

El coste de la instalación, y la estética, mejoran notablemente si se contempla la instalación en la fase de proyecto.

La concienciación medioambiental hará que, a corto plazo, el comprador de la vivienda requiera, en la memoria de calidades la preinstalación de energía solar.

El incremento de coste de la vivienda por la preinstalación es mínimo.

Los componentes que requieren un mayor estudio para su integración son los captadores y el acumulador. Dependiendo del tipo de instalación, y de la tipología edificatoria existen diferentes soluciones para una correcta integración.

## ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

Se adjunta el estudio de viabilidad de una instalación de 50 viviendas, suponiendo un coste de 15 pts/kWh de energía convencional sustituida, y las ayudas públicas vigentes actualmente.

### DATOS GENERALES

Viviendas	50
Nº personas por viviendas	4

### DATOS DE PARTIDA

Número de unidades de consumo	200
Consumo unitario	30 litros/día
Consumo total máximo	6000 litros/día
Temperatura de agua caliente	45°C

### DATOS DE LA INSTALACIÓN

Superficie total de captación	85 m <sup>2</sup>
Orientación del captador	Sur
Capacidad de Acumulación	6000 litros
Inclinación	45°

### RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

MES	OCUPACIÓN %	Tf °C	CONSUMO (l/mes)	DEMANDA (kWh)	APORTE SOLAR (kWh)	%
Enero	100	10	186.000	7.559	4.630	61.3
Febrero	100	11	186.000	6.632	4.586	69.1
Marzo	100	12	186.000	7.127	6.019	84.5
Abril	100	13	186.000	6.688	5.533	82.7
Mayo	100	14	186.000	6.695	5.855	87.5
Junio	100	15	186.000	6.270	5.651	90.1
Julio	100	16	186.000	6.263	5.997	95.7
Agosto	100	16	186.000	6.263	6.067	96.9
Septiembre	100	15	186.000	6.270	5.904	94.2
Octubre	100	13	186.000	6.911	5.640	81.6
Noviembre	100	11	186.000	7.106	5.039	70.9
Diciembre	100	10	186.000	7.559	4.167	55.1

### RESUMEN ANUAL

Consumo anual de agua caliente	2.190.000 litros
Demanda energética anual	81.343 kWh
Aportación solar anual	65.088 kWh
Fracción solar anual	80 %

### ANÁLISIS ECONÓMICO

Precio de venta recomendado	6.300.000 ptas.
Subvención a fondo perdido	2.400.000 ptas.
Financiación a tres años	3.900.000 ptas.
Cuota mensual (36 pagos)	108.000 ptas.
Coste de la energía auxiliar	15 ptas./kWh
Valor de la energía ahorrada	976.000 ptas./año
Plazo de amortización simple	4 años



# AGUA CALIENTE CON ENERGÍA LIMPIA Y ECONÓMICA

ESTOS ANEXOS ESTÁN DISPONIBLES EN NUESTRAS OFICINAS:

## LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

- Especificaciones técnicas de instalaciones solares térmicas. Revisiones actualizadas.
- Normativa de acreditación de instaladores de energía solar térmica.

## ASPECTOS TÉCNICOS

- Cálculo del circuito hidráulico. (Incluye la hoja de cálculo y un manual de utilización).
- Energía solar térmica. Generalidades.
- Componentes de una instalación solar térmica.
- Instalación de sistemas solares térmicos. Preinstalaciones.

## ASPECTOS ECONOMICOS

- Programa de dimensionado básico y estudio de viabilidad económica. (Incluye la hoja de cálculo y el manual de utilización).
- Ficha tipo de una instalación solar térmica.

## INTEGRACION ARQUITECTONICA

- Catálogo de fotos de instalaciones solares térmicas.
- Soluciones para una correcta integración en viviendas tipo.

## PROGRAMA PROSOL

- Información general.
- Relación de instaladores acreditados en el Programa PROSOL.
- Relación de fabricantes de Equipos Solares Domésticos y Captadores Solares.

## BIBLIOGRAFÍA

- Publicaciones Distribuidas por Sodean, S.A.
- Publicaciones sobre Energías Renovables
- Publicaciones sobre Energía Solar Térmica
- Publicaciones sobre Energía Solar Fotovoltáica
- Publicaciones sobre Arquitectura Bioclimática
- Normativa
- Revistas
- Direcciones de interés en Internet



FONDO EUROPEO  
DE DESARROLLO  
REGIONAL



JUNTA DE ANDALUCIA  
CONSEJERIA DE TRABAJO E INDUSTRIA



SODEAN

Infórmate en el  
902 40 44 33

**SODEAN, S.A.**

**Servicio de Asesoramiento a Profesionales de la Edificación**

Avda. Isaac Newton, s/n. Antiguo Pabellón de Portugal · 41092 Isla de la Cartuja. SEVILLA

Teléfono 95 446 20 70 · Fax 95 446 05 95

<http://www.sodean.es> · e-mail: [davidprosol@sodean.es](mailto:davidprosol@sodean.es)