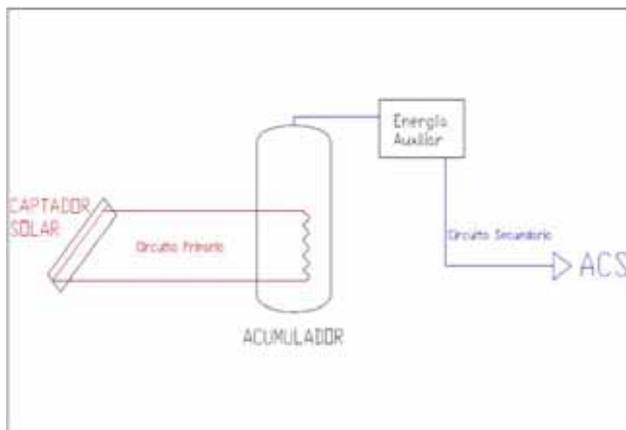


CUESTIONES ESPECÍFICAS ACERCA DE LA ENERGÍA SOLAR

1. *¿Cómo funcionan los sistemas solares para producir ACS?*



El captador solar se encargará de recoger la mayor parte de la energía del Sol en forma de calor. Existirá un CIRCUITO PRIMARIO que contendrá el fluido calentado por las placas y circulará, en el dibujo, en el sentido horario. Luego existirá un CIRCUITO SECUNDARIO, el cual se encarga de distribuir el agua de consumo desde un depósito destinado a este fin.

Para que exista una transferencia de calor entre el circuito primario y el secundario se colocará un intercambiador de calor o un interacumulador (acumulador con intercambiador). Entonces ya se está cediendo el calor solar ganado al agua de consumo.

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar (electricidad, gas, etc.)

2. *¿Cómo deben ser los paneles solares?*

El captador deberá poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

En una instalación de energía solar, el rendimiento del captador, independientemente de la aplicación y la tecnología usada, debe ser siempre igual o superior al 40%.

3. *¿Cómo se mide el rendimiento o eficiencia de un captador solar?*

La capacidad de los colectores viene expresada por su curva de eficiencia o ecuación de rendimiento. Por lo general es una ecuación cuadrática del tipo:

$$\eta = \eta_0 - \alpha_0 \left(\frac{\Delta t}{G} \right) - \alpha_1 \left(\frac{\Delta t^2}{G} \right)$$

Dónde:

- η expresa la proporción de la luz incidente que es convertida en calor útil por el colector. No tiene unidad.

- Δt es la diferencia de temperatura entre la temperatura de entrada al colector t_e (o media t_m) con la temperatura ambiente t_a . Se mide en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) o Kelvin ($^{\circ}\text{K}$).
- G es la energía o intensidad de la radiación y expresa la potencia por unidad de superficie de la luz incidente. Se mide en W/m^2 .
- η_0 es la eficiencia máxima. Cuando la temperatura a la entrada del captador es igual a la temperatura ambiente, el colector no tiene pérdidas y se alcanza la eficiencia máxima. La transparencia de la placa de vidrio y el grado de absorción de la capa selectiva determinan la eficiencia η_0 , por esta razón también se habla también de eficiencia óptica. No tiene unidad.
- α_0 es el coeficiente de pérdida térmica lineal y describe las pérdidas del colector referidas a la superficie y la diferencia de temperaturas. Se mide en $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.
- α_1 es el coeficiente de pérdidas térmicas cuadrático y expresa la curvatura de la función, sin considerar las pérdidas térmicas lineales debidas a la radiación. Se mide en $\text{W}/\text{m}^2\text{K}^2$.

Ejemplo de curva de eficiencia.

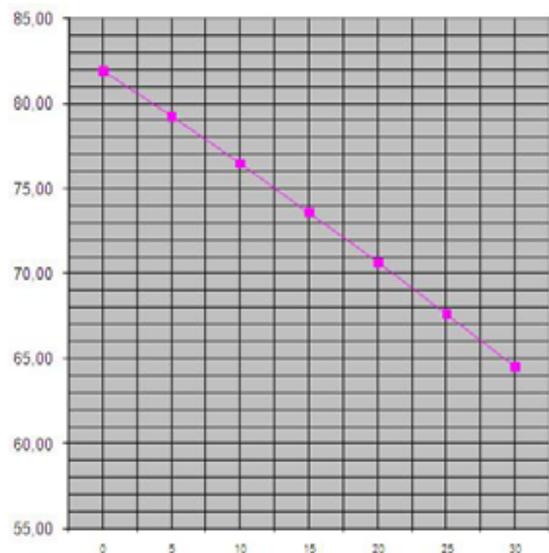
Si tenemos, por ejemplo, el colector CSP-2 de Thermor (Atlantic Ibérica) el cual, en su ficha técnica así como en la homologación con contraseña NPS-4007, nos indican:

- Rendimiento óptico: 81.9 % \rightarrow 0.819
- $K1 = 4.227 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- $K2 = 0.014 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}^2$

Entonces tenemos para unas condiciones estándar de $G=1000 \text{ W}/\text{m}^2$ su ecuación:

$$\eta = 0.819 - 4.227 \text{ W}/\text{m}^2\text{K} - 0.014 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}^2$$

Y su curva (eje vertical=rendimiento; eje horizontal=diferencia T^a):



4. ¿Qué otras características deben tener los captadores?

Se deberá tener en cuenta también para su instalación, parámetros como el área útil o de apertura, el tipo de captador (plano o tubos de vacío), la presión máxima de trabajo, la pérdida de carga, la garantía del fabricante y el precio, entre otros.

Estos datos, junto con el acabado y calidad de los materiales empleados en la fabricación del captador serán determinantes para elegir el captador adecuado y la instalación funcione de manera óptima.

5. ¿Cómo se calcula la demanda energética para ACS?

El CTE en su DB-HE4, nos da unas tablas de referencia para la demanda y también será necesario conocer la temperatura de agua de red en la localidad:

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

(1) Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2) con los valores de $T_1 = 12^\circ\text{C}$ (constante) y $T = 45^\circ\text{C}$.

A partir de aquí, se construirá la HOJA DE CARGA, dónde tendremos una primera columna para los meses del año, entonces para cada mes, existirá una columna para el porcentaje de ocupación, otra para el volumen de demanda de ACS, otra para la temperatura de agua de red, otra para el salto térmico y otras que nos darán la demanda energética mensual, multiplicando el consumo

de ACS por el salto térmico, en termias y la conversión a megajulios. En la última fila se realizará el cómputo anual.

Ejemplo de HOJA DE CARGA.

Para un supuesto caso de:

- Un hostel de 30 camas; es decir $30 \times 40 = 1200$ litros/día a $60^\circ\text{C} \rightarrow 1.2 \text{ m}^3$ día
- Ocupación completa entre mayo y septiembre inclusive; y para el resto del año del 50%
- Situado en Albacete; fuente datos T_{red} : tablas CENSOLAR.

Hoja Carga ACS	Ocupación (%)	Consumo ACS (m³)	Temperatura Red (°C)	Salto Térmico (°C)	Demanda (Termias)	Demanda (Megajulios)
Enero	50	18,6	5	55	1023	4276,1
Febrero	50	16,8	6	54	907,2	3792,1
Marzo	50	18,6	8	52	967,2	4042,9
Abril	50	18	10	50	900	3762
Mayo	100	37,2	11	49	1822,8	7619,3
Junio	100	36	12	48	1728	7223
Julio	100	37,2	13	47	1748,4	7308,3
Agosto	100	37,2	12	48	1785,6	7463,8
Septiembre	100	36	11	49	1764	7373,5
Octubre	50	18,6	10	50	930	3887,4
Noviembre	50	18	8	52	936	3912,5
Diciembre	50	18,6	5	55	1023	4276,1
AÑO	70,8 %	310,8 m³	9,25 °C	50,75 °C	15773,1 trm	65931,56 Mj

6. ¿Cuánta superficie de captación debo instalar?

El sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición (CTE DB-HE4, apartado 3.3.3.1):

$$50 < \text{Volumen Acumulador (l)} / \text{Área de captación (m}^2\text{)} < 180$$

Ejemplo

Continuando con los datos de partida de este documento, nos encontramos con un consumo de 1200 litros/día a 60°C, por lo que necesitaremos un acumulador de 1200 litros. Si no se encontrara un depósito del tamaño exacto, se escogerá un modelo de tamaño inmediatamente superior.

Entonces se obtiene unos valores de superficie de captación, que cumplen la relación establecida por el CTE, de:

- Mínima $\rightarrow 1200 / 180 = 7 \text{ m}^2$
- Máxima $\rightarrow 1200 / 50 = 24 \text{ m}^2$

7. ¿Cuántos paneles solares se necesitan?

El número definitivo de captadores, teniendo en cuenta la cobertura solar a alcanzar, dependerá de:

- La superficie de apertura de cada colector, por ejemplo, si son de 2 m², hará falta un mínimo de 4 y un máximo de 12 paneles.
- La inclinación de los captadores, siendo la más óptima para el caso general, la latitud del lugar más 10°. Una mala inclinación acarreará instalar más paneles por la pérdida de rendimiento. Ésta podrá ser modificada mediante estructuras de soporte.
- La desviación respecto al sur, el mejor rendimiento, en el caso general, se consigue al sur directo. También podrá ser modificada mediante estructuras de soporte.
- El tipo y rendimiento de cada captador. Se recomienda instalar todos del mismo modelo y características. También influirá la interconexión entre ellos, siendo posible la configuración en serie o paralelo.