

## Calentadores de Agua por Energía Solar

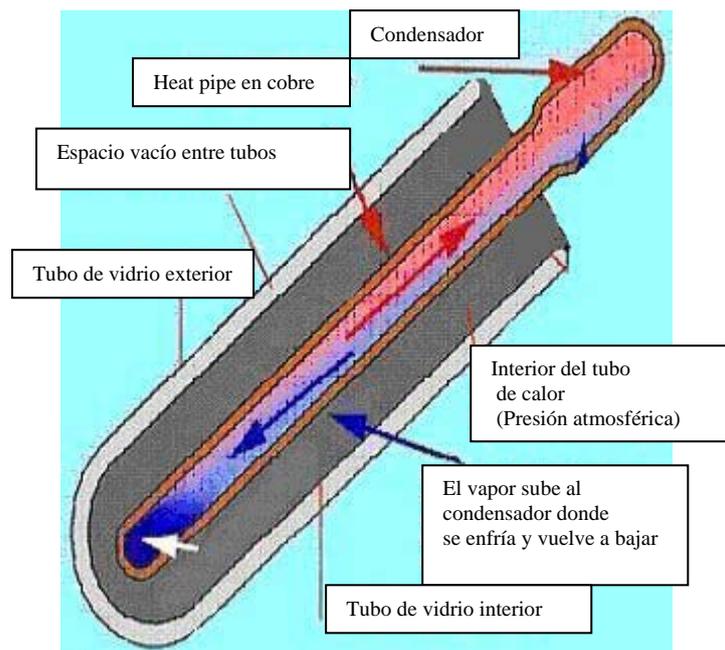


La mejor solución para ahorrar energía en su hogar

### FICHA TÉCNICA

## Datos técnicos de los tubos de calor “heat pipe”

Longitud (mm)	1800
Diámetro tubo exterior (mm)	58
Diámetro tubo interior (mm)	48
Peso (Kg)	1.53
Grosor del cristal (mm)	1.6
Dilatación térmica (mm)	$3.3 \times 10^{-6}$ K
Material	Vidrio de Borosilicato 3,3
Recubrimiento absorbente	AL-N/AL
Absorción	>92%(AM 1.5)
Pérdida	<8%W/(80°C)
Presión de vacío	$P < 5 \times 10^{-3}$ Pa
Temperatura de estancamiento	>200°C
Presión máxima de trabajo	10 bar



## Curvas de eficiencia

Los captadores, como cualquier máquina, tienen un rendimiento, que relaciona energía recibida con energía devuelta, siempre menor que la recibida al descontar pérdidas en el proceso de transformación.

Un modelo matemático que se utiliza habitualmente es el descrito en la norma EN12975, y que describe la curva característica del rendimiento de un captador:

$$\eta(x) = \eta_0 - a_1 \cdot (X) - a_2 \cdot G \cdot (X)^2 \quad [x = (T_m - T_a)/G]$$

La magnitud  $\eta_0$  representa el rendimiento del captador cuando la diferencia entre la temperatura media del fluido ( $T_m$ ) y la temperatura ambiente ( $T_a$ ) sea nula, es decir, el captador se halle a temperatura ambiente. Este término se suele denominar **rendimiento óptico** del captador, no confundiéndolo con el **factor óptico**, que es el producto  $\tau\alpha$ . Las pérdidas térmicas del captador se describen por medio de los dos coeficientes de pérdidas térmicas (**a1** y **a2**). El término **a1** define una variación lineal, mientras que **a2** denota una variación cuadrática de las pérdidas térmicas. Se trata de una aproximación al modelo físico real: cuanto mayor sean estos coeficientes, menor será el rendimiento, sobre todo a altas temperaturas.

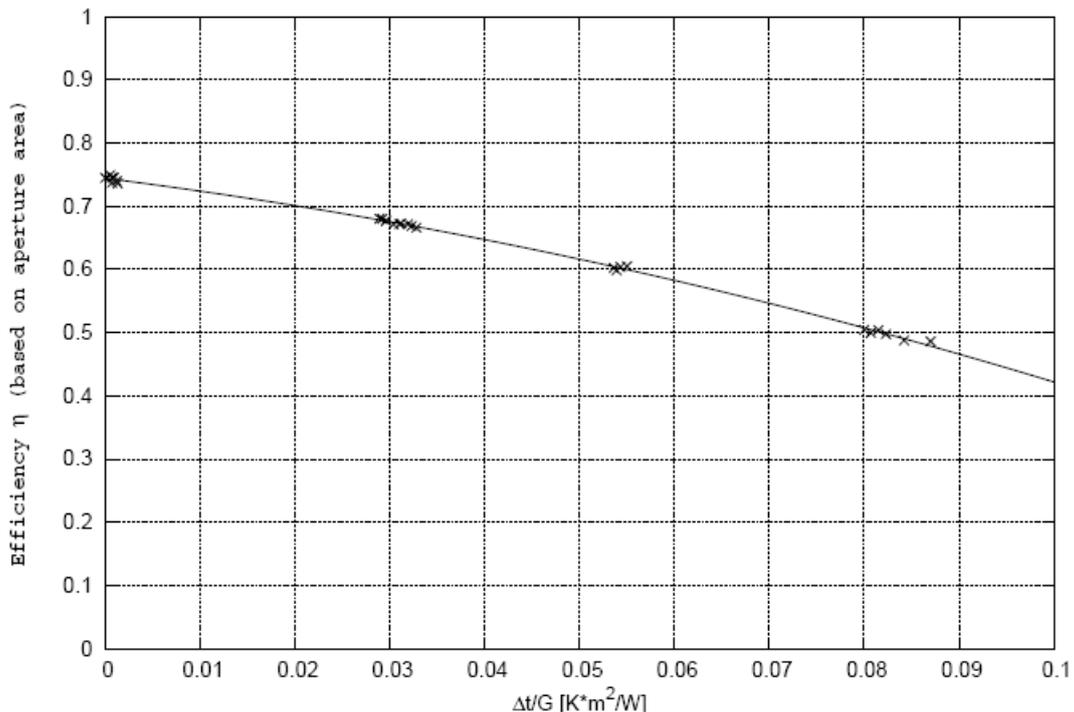
Los colectores solares térmicos de Amordad son acreditados por los laboratorios del SPF (Instituto para la técnica solar) y se caracterizan además por tener la curva de rendimiento muy alta según los estándares Europeos.

Las 3 variables que representan las prestaciones de los colectores son (según el documento nº C762 del SPF):

Rendimiento óptico del captador:  $\eta_0 = 0,734$  (0,850 Por área de Absorción)

Coefficiente lineal de pérdidas térmicas:  $a_1 = 1.529$  (1,771 Por área de Absorción)W/(m2K)

Coefficiente cuadrático de pérdidas térmicas:  $a_2 = 0,0166$  (0,0192 Por área de Absorción)W/(m2K2)



## Factor de ángulo

El sol no siempre se encuentra en un plano vertical hacia el colector; el ángulo cambia durante el día y en diferentes épocas del año. Así cambia también la capacidad de transmisión de la cubierta del colector.

Los paneles de tubo de vacío de Amordad, por ser cilíndricos, reciben la radiación perpendicular durante muchas más horas a lo largo del día de manera que incrementan la energía generada del orden de un 20% sobre la que generaría un captador de absorbedor plano que tuviera la misma curva de rendimiento y área útil.

Como norma general, la curva de rendimiento que se da para todo los captadores es con la radiación incidente en perpendicular, que en realidad solo ocurre en las horas centrales del día y por tanto no es del todo fiable. El parámetro IAM (modificador del ángulo de incidencia) es el que mide como cambia la capacidad de captación del captador con el ángulo con que incide la radiación y hay que multiplicarlo con los coeficientes de ganancia para obtener un valor más realista del rendimiento de los paneles.

IAM es un valor numérico y alcanza su máximo ( $IAM = 1$ ) cuando el colector es perpendicular a los rayos del sol y por tanto está recibiendo la radiación máxima.

Los colectores experimentarán los niveles de radiación disminuidos ( $IAM < 1$ ) por la mañana y por la tarde cuando el sol no es perpendicular a la superficie del captador solar.

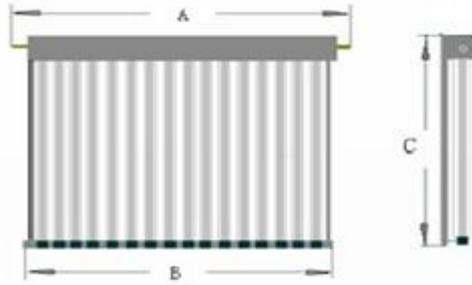


Como se puede ver en el gráfico arriba, el colector TUBOSOL de Amordad tiene una curva que es completamente diferente a los otros colectores planos convencionales (FP) e incluso los paneles con reflectores. Esto es debido al área cilíndrico de los tubos, que continúan absorbiendo los rayos del sol a lo largo del día.

En un ángulo de 40°-50° no hay pérdida de luz y ningún solapamiento entre los tubos. Esto es ideal ya que demuestra que durante este periodo (primeras horas de la mañana y mediados de la tarde) los mínimos niveles solares son aprovechados al máximo por los paneles TUBOSOL de Amordad.

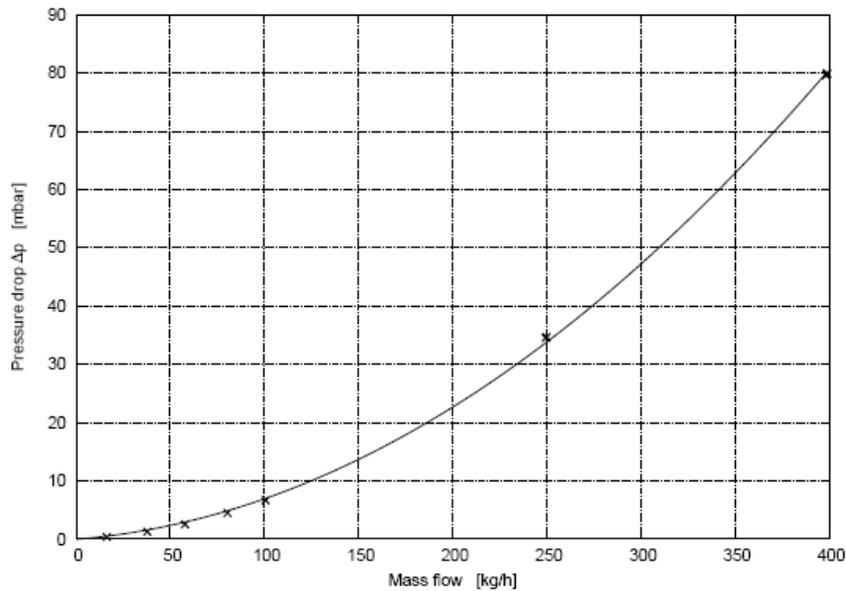
Por otro lado, en una placa plana, el valor de IAM caerá por debajo de 1 mientras que el ángulo de radiación aumentará (primeras horas de la mañana y mediados de la tarde) de tal forma que la eficacia de conversión solar ocurrirá solamente durante el mediodía.

## Dimensiones



Modelo	No. De los tubos	Altura/ Diámetro de tubos de vacío (mm)	Area absorbente (M2)	Area de apertura (M2)	Area total (M2)	Peso (Kg)	A (mm)	B (mm)	C (mm)
Am_Tubosol 3000-15R	15	1800/58	1.206	1.395	2.563	54.8	1308	1275	2010
Am_Tubosol 3000-16R	16	1800/58	1.286	1.488	2.605	58.5	1386	1353	2010
Am_Tubosol 3000-20R	20	1800/58	1.607	1.860	3.377	73	1698	1665	2010
Am_Tubosol 3000-24R	24	1800/58	1.929	2.233	3.907	87.5	2010	1977	2010
Am_Tubosol 3000-30R	30	1800/58	2.411	2.791	4.901	106	2478	2455	2010

## Curvas de carga y pérdida de presión



$$p = 0.0251825 * x + 0.000440452 * x^2 \quad (X=Kg/h)$$

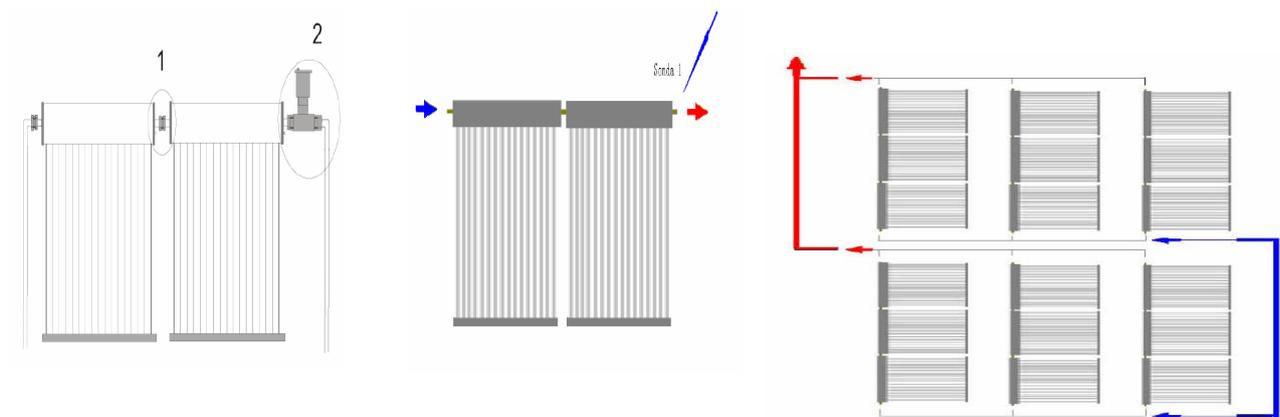
**Condiciones :**

<b>Máxima presión del líquido</b>	1000 kPa
<b>Presión líquido recomendada</b>	600 kPa
<b>Temperatura máxima funcional</b>	95 °C
<b>Temperatura estancamiento</b>	200.3 °C
<b>Inclinación recomendada</b>	15 °C- 75 °C
<b>Caudal recomendado</b>	20 -30 l/m2h
<b>Instalaciones en serie</b>	Se pondrán colocar un máximo de 200 tubos en serie (Ejemplo:10XAM-Tubosol de 20 tubos)

Para las **instalaciones en paralelo**, el caudal total recomendado se calculará multiplicando el caudal recomendado en serie por el número de grupos en paralelo.

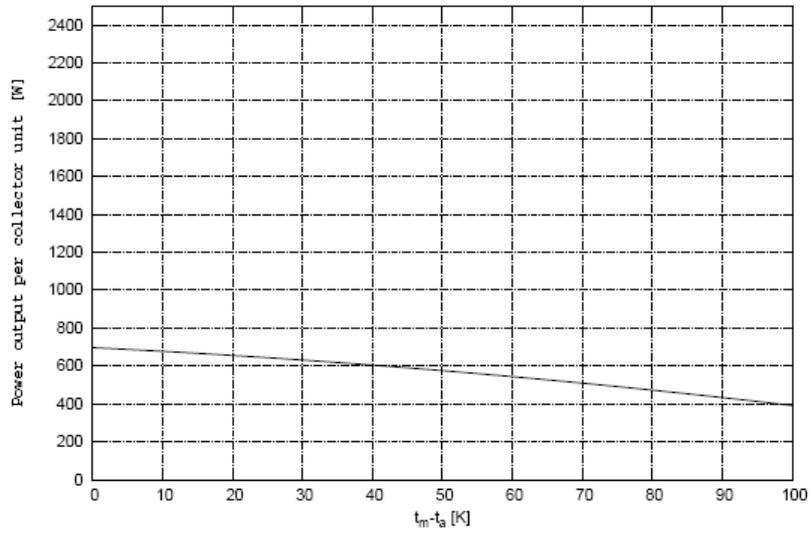
Para conocer el diámetro de las tuberías en los grupos en paralelo, es necesario consultar el **ÁBACO DE CÁLCULO PARA TUBERÍA LISA**.

**Esquema de conexiones**



**DIRECCION DE FLUJO**

**Potencia generada por cada 10 tubos de vacios de Amordad :**



$t_m - t_a$ [K]	400 [W/m <sup>2</sup> ]	700 [W/m <sup>2</sup> ]	1000 [W/m <sup>2</sup> ]
10	259	465	671
30	218	424	630
50	164	371	577

\* Ejemplo: Para un Captador de 20 tubos hay que multiplicar el valor 671 W/m<sup>2</sup> por 2

**Distancia recomendada entre los paneles**

