

CALEFONES SOLARES CON PLACA COLECTORA DE MATERIAL PLÁSTICO[#]

G. Figueroa, B. Sánchez, P. Mendoza, C. Fernández, R. Caso, M. Gea y L. Saravia
Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO - CONICET)
Universidad Nacional de Salta – Av. Bolivia 5150 C.P. 4400 – Salta
Tel - Fax 0387-4255489 e-mail: figueroaoscargerardo@yahoo.com.ar

RESUMEN

Se construyeron calefones solares con placa colector de material plástico buscando lograr la mejor relación posible entre eficiencia energética y costo, compatible con una duración razonable. Se estudiaron dos diseños de calefones: uno con placa colector de policarbonato alveolar y otro con placa de bolsa de PVC. Se construyó un banco de ensayos y se realizaron los tests de eficiencia a ambos colectores. Se realizó un análisis de las ventajas y desventajas de cada colector.

Palabras clave: calefón solar, bajo costo, placa colector de plástico.

INTRODUCCION

En vastas regiones del país la falta de combustibles afecta seriamente el nivel de vida de la población. Tal es el caso de las comunidades rurales de las zonas andinas y subandinas, que no tienen acceso a combustibles fósiles y utilizan la biomasa. Ésta es escasa en la región y su consumo no sustentable trae consecuencias sobre la calidad de vida de la gente y sobre el medioambiente.

Por otra parte la región dispone de los mayores niveles de radiación solar constituyéndose en una zona ideal para el aprovechamiento de esta energía renovable. La tecnología solar ha logrado una cierta penetración a través de los planes estatales de instalación de sistemas fotovoltaicos. Sin embargo los resultados son limitados ya que no se ha tenido en cuenta el uso de energías térmicas, que satisfacen en forma más completa las múltiples necesidades locales. Una de ellas es el uso del agua caliente con fines sanitarios.

Los principales obstáculos que encuentra la utilización generalizada de calefones solares son de origen económico, de información y de capacitación de los posibles usuarios y fabricantes. Este trabajo tiene como objetivo estudiar colectores construidos con materiales más económicos, que impliquen además técnicas constructivas sencillas, a fin de tratar de bajar el costo inicial. Se busca además que la eficiencia y la durabilidad de los equipos sean razonables en relación al costo.

La propuesta consiste en el uso de placas colectoras de material plástico dentro de carcasas económicas. Se estudiaron los rendimientos de dos colectores. Uno constituido por placa colector de policarbonato alveolar, cubierta transparente de vidrio, utilizando como carcasa un tambor de 200 litros que se utilizan para envasar aceite. El otro utiliza una placa colector formada por una bolsa de PVC, cubierta transparente de policarbonato alveolar y carcasa de chapa plegada. Se describe en este artículo la construcción de los equipos y se presentan las curvas de eficiencia encontradas.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Calefón con placa colector de policarbonato alveolar

Se construyó un sistema que utiliza como colector una placa de policarbonato alveolar a partir de experiencias previas con equipos sin cubierta transparente (Gea et al, 2005). En esta placa se pueden aprovechar los alveolos como conductos para el agua, los cuales tienen mucha área de contacto con la superficie colector. Otra ventaja que presenta el policarbonato es que una de las caras se fabrica con protección a la radiación ultravioleta, lo que le brinda durabilidad ante la exposición al sol. La cara sin protección UV se colocó hacia abajo y se pintó con pintura negro mate para altas temperaturas. La entrada y la salida de agua del colector se realiza por conductos instalados diagonalmente opuestos de manera de conseguir que todas las recorridos del fluido sean iguales para obtener una distribución uniforme del caudal (figura 1)

[#] Trabajo parcialmente financiado por la ANCyT

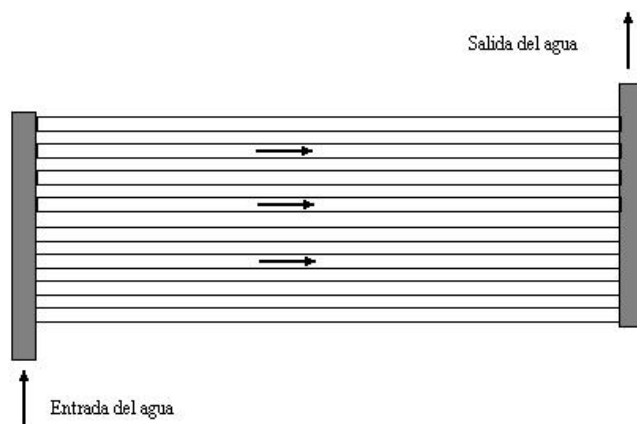


Figura 1. Esquema de la placa colectora de policarbonato alveolar y del recorrido del agua

Se utilizó como carcasa un tambor de 200 litros de los que se usan para envasar aceite cortado transversalmente por el medio. Ambas mitades fueron soldadas en un extremo formando un medio cilindro (figura 2). La pared interior se construyó de chapa soldada a la pared del tanque dejando un espacio medio de 5 cm que se rellenó con lana de vidrio. La cubierta transparente es de vidrio simple de 3 mm sostenida con un marco de madera.

En el interior de la carcasa, próxima a la parte superior, se colocó la placa colectora de policarbonato alveolar. Sus medidas son de 47 cm de ancho por 149 cm de largo y 1 cm de espesor. En uno de los bordes laterales y mediante bisagras se colocó una placa reflectante que eventualmente puede actuar además como tapa del colector.



Figura 2. Calefón solar con placa colectora de policarbonato alveolar

Calefón con placa colectora de bolsa de PVC

Este sistema utiliza como placa colectora una bolsa de PVC negra de 1 m x 2 m. Mediante sellado térmico se le realizaron canales interiores para la circulación del agua. La carcasa que contiene la placa colectora se construyó con chapa plegada (figura 3). La bolsa apoya sobre machimbre de $\frac{3}{4}$ " y entre éste y la carcasa se colocó lana de vidrio de un espesor de 5 cm. La cubierta transparente es de policarbonato alveolar de 4 mm.



Figura 3. Vista del colector de bolsa de PVC y del banco experimental

ESTUDIO EXPERIMENTAL Y RESULTADOS

Para realizar los ensayos de los colectores se construyó un banco experimental formado por un soporte del colector, un calentador eléctrico, un de caudal de agua y un sistema de adquisición de datos.

El soporte del colector es una estructura de caño metálico que apoya en el piso con tres ruedas. El movimiento de las ruedas permite el giro alrededor de un eje vertical para definir la orientación azimutal. La inclinación del plano se regula mediante la rotación alrededor de un eje horizontal con bisagras en la base del soporte y una traba en la parte superior (figura 3).

A la entrada del colector se instaló un sistema de calentamiento instantáneo del agua mediante una resistencia eléctrica. El agua que ingresa al colector proviene de un tanque en el cual se mantiene el nivel constante. El flujo se controla a través de una bomba de circulación con un *bypass* entre la entrada y la salida de ella con una llave que permite variar el caudal (figura 4).



Figura 4. Vista del colector de bolsa de PVC y del banco experimental

El sistema de medidas está constituido por un conjunto de termocuplas conectadas a un módulo de adquisición de datos ADAM 4018 y un solarímetro Eppley modelo PSP colocado sobre un plano paralelo al colector. Las termocuplas se utilizan para medir la

temperatura del aire ambiente, del agua a la entrada y a la salida del sistema y de distintos puntos del colector. El caudal de agua se midió con una probeta graduada y un cronómetro.

Con los datos de las mediciones obtenidos para distintos valores de radiación incidente y temperatura ambiente se graficaron los puntos que representan la relación entre la eficiencia y el cociente entre la diferencia de temperatura de entrada menos la ambiente sobre la radiación incidente para distintas condiciones.

La eficiencia instantánea se calculó con la siguiente expresión (Duffie y Beckman, 1991):

$$\eta_i = Q_u / A_c G_T \quad (1)$$

con

$$Q_u = m c_p (T_s - T_e) \quad (2)$$

donde:

η_i = eficiencia instantánea del colector

Q_u = calor útil (W)

A_c = área de colección (m²)

G_T = radiación solar sobre el plano inclinado (W/m²)

m = caudal de agua (kg / s)

c_p = calor específico del agua (J / (kg C))

T_s = temperatura del agua a la salida del colector (C)

T_e = temperatura del agua a la entrada del colector (C)

Los ensayos para el colector con placa de policarbonato se realizaron entre las horas 11 y 15 de un día claro de invierno. Durante ese tiempo el colector y la placa reflectora se mantuvieron en una posición fija, con orientación nor-noroeste. El caudal de agua se varió muy poco, entre 0,06 y 0,07 kg/s y la temperatura del agua de entrada varió entre 30 y 40 C en todo el transcurso del ensayo. Al comienzo, la temperatura ambiente fue de 13,5 C y la radiación normal al plano del colector fue de 350 W/m². A partir de allí la temperatura y la radiación aumentaron hasta alcanzar valores de 32 C y 700 W/m² respectivamente.

Los valores más altos de la relación $(T_e - T_a) / G_T$ corresponden a las primeras horas del ensayo. Durante ese tiempo la radiación solar incidió oblicuamente sobre el plano y la radiación proveniente de la placa reflectora incidió mínimamente sobre el colector. La relación de concentración aumentó a medida que la dirección de la radiación se aproximó a la normal en correspondencia con valores menores de la relación $(T_e - T_a) / G_T$.

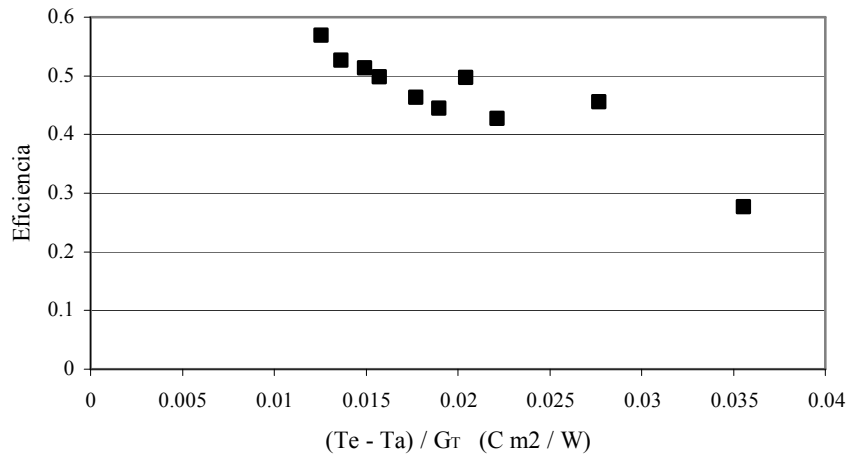


Figura 5. Resultado del test de eficiencia para el sistema con placa colector de policarbonato alveolar

La eficiencia del colector fue aumentando a medida que aumentó la temperatura ambiente como consecuencia de la disminución de las pérdidas térmicas. Su cálculo se realizó tomando como referencia la radiación incidente sobre el plano del colector, sin concentración. Se estima que la alinealidad de los puntos obtenidos (figura 5) se debe a la variación de la relación de concentración para cada ángulo de incidencia de la radiación.

Las condiciones para el ensayo del colector con bolsa de PVC fueron parecidas. Se realizó durante un día claro en el cual la temperatura ambiente varió entre 13 y 30 C y la radiación sobre el plano estuvo entre 300 y 700 W/m². El caudal de agua tomó valores entre 0,008 y 0,009 kg/s y la temperatura de entrada varió entre 30 y 38 C. La dispersión de los puntos obtenidos es menor y los puntos ajustan bastante bien a una recta. Estos resultados se observan en la figura 6.

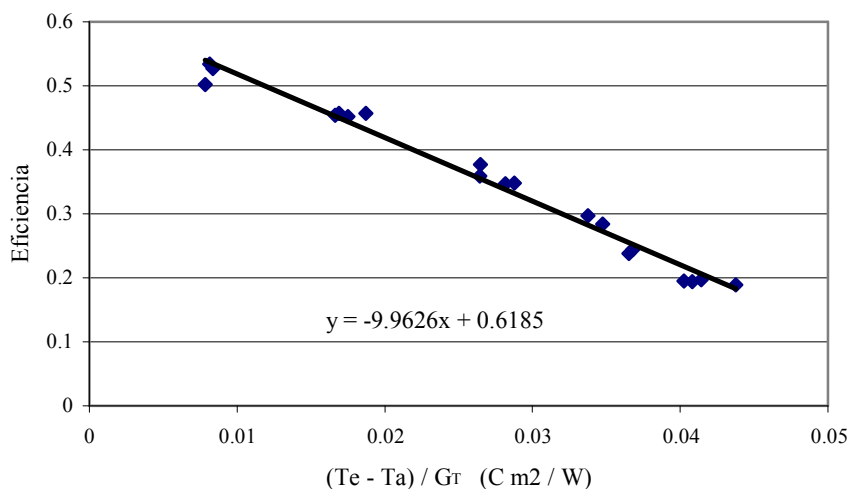


Figura 6. Resultado del test de eficiencia para el sistema con placa colectora de PVC

CONCLUSIONES

Las eficiencias obtenidas para ambos tipos de colectores son interesantes en relación al costo de los sistemas. Esto se debe a que en ambos casos existe una gran área de contacto entre el agua y la superficie colectora. La eficiencia del colector de policarbonato es un poco más alta, lo que se puede atribuir a el efecto de concentración producido por la placa reflectante.

La construcción del colector de policarbonato resultó complicada por la dificultad que presenta conseguir un sellado estanco en las conexiones de la placa con los caños. El colector con bolsa de PVC no presentó complicaciones constructivas.

Si bien todavía no se realizaron ensayos de larga duración, se puede estimar que la durabilidad del colector de policarbonato puede ser limitada debido al efecto que puede producir un sobrecalentamiento en las uniones con silicona y sobre el policarbonato.

Se espera una mayor durabilidad en el colector de bolsas de PVC. En él las conexiones con los caños son bridas y roscas convencionales y el PVC tiene una probada resistencia a las acciones de la radiación y de las temperaturas altas.

REFERENCIAS

Gea M., Sánchez B., Mendoza P., Caso R. y Saravia L. "Colector solar plano de policarbonato alveolar". Comunicación en la reunión de ASADES 2005.
Duffie J. and Beckman W. (1991) Solar Engineering Thermal Processes. 2a Edición, pp. 139-141. Wiley Interscience. New York

ABSTRACT:

Solar flat plate collectors of plastic material were built. The best efficiency-cost relation compatible with a reasonable duration was looked. Two designs were studied: one with collector plate of alveolar polycarbonate and another one with plate of PVC bag. A bank of tests was built and both collectors efficiency was determined. An analysis of the advantages and disadvantages of each collector was made.

Keywords: Solar flat plate collectors, low cost, plastic collector plate.