

CALEFON SOLAR DE BAJO COSTO CON COLECTOR PLASTICO PLANO CONSTRUIDO EN PARTE CON ELEMENTOS DE DESCARTE: PRIMEROS RESULTADOS EXPERIMENTALES

Busso, Arturo J., Aeberhard, Arturo F.
Dpto de Termodinámica y Maquinas Térmicas - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Nordeste.
Av. Las Heras 727 – 3500 Resistencia – Chaco – Argentina.
Tel: +54-3722-436298 – email: ajbusso@ing.unne.edu.ar

RESUMEN

Los primeros datos experimentales obtenidos con un calefón solar de bajo costo con colector plástico de cinco ramales son comparados con los obtenidos con un prototipo de un solo ramal. Se plantean las posibles causas que explicarían las diferencias encontradas entre ambos, así como también se exponen alternativas para mejorar la performance del sistema.

Se presentan también los resultados obtenidos al comparar dos sistemas operando a igualdad de condiciones a excepción del material utilizado como colector; uno PVC negro y el otro hierro galvanizado cubierto con pintura negro mate.

ANTECEDENTES

En un trabajo anterior (Busso, *et al*, 1998) hemos expuesto las primeras conclusiones acerca de la viabilidad técnica de emplear un colector totalmente construido en plástico y con botellas de gaseosas de descarte como cubierta transparente para calentamiento de agua.

Posteriormente, se realizó un análisis económico del sistema simulándose diferentes modelos de extracción de agua, determinándose que el período de amortización varía desde los 7 meses hasta un máximo de casi 24 meses dependiendo del régimen de extracción requerido (Busso, 1998).

Se concluyó además que, en todos los casos, se hace necesario disponer de una fuente de energía suplementaria para lograr la temperatura de agua considerada normal para uso doméstico.

El presente informe presenta los primeros resultados experimentales obtenidos con un prototipo de cinco ramales y volumen de agua en tanque de 60 lts.

Se coteja además, el comportamiento de dos colectores de una rama construidos con materiales distintos, uno con tubo colector de PVC negro y el otro con tubo colector de hierro galvanizado. A excepción de los conductos colectores, ambos sistemas son idénticos y operan bajo igualdad de condiciones.

Desde el punto de vista económico, la ventaja mas notoria sería la reducción en los costos de inversión de mas de un tercio con respecto a las opciones comerciales para igual propósito que se pueden encontrar en el mercado.

Los resultados aquí presentados forman parte de un estudio exhaustivo encarado tendiente a obtener hechos concluyentes sobre las bondades y defectos del colector propuesto a fin de caracterizarlo y determinar maneras de optimizarlo.

MATERIALES Y METODOS

La fig.1 muestra el modelo experimental construido para los ensayos de campo. El colector esta compuesto por cinco ramales de 2 mts. de longitud cada uno similares al descrito en un trabajo previo (Busso, *et al*, 1998), conectados a un tanque de agua de fibrocemento de 100 lts. de capacidad por tubos de retorno.

La circulación del fluido es natural, por termosifón, prestandose particular atención al aislamiento térmico del tanque, cañerías de retorno y ramales principales de alimentación de los tubos colectores a fin de minimizar transferencias de calor hacia o desde el medio ambiente.

Respecto a este ultimo punto, el tanque se revistió con una capa de poliuretano expandido de 2" de espesor, las cañerías de retorno se enfundaron en tubo aislantes de espuma de goma y fueron revestidos con una capa de papel aluminizado.



Fig.1.- Vista del montaje del calefón solar.

Se construyó una estructura metálica desarmable como soporte para el tanque y colector que permite la regulación del ángulo de inclinación de este último elemento.

Todo el dispositivo fue montado en la terraza del Dpto. de Termodinámica con el colector formando un ángulo de 37° , orientado hacia el norte y con solo 60 lts. de agua en el tanque ya que el colector está constituido de solo cinco ramales lo que determina una distribución de la masa de agua en el sistema de 12 lts./ramal.

Dado que el sistema de adquisición de datos se encuentra con problemas técnicos, solo es posible el registro en forma automática y simultánea de datos de radiación solar. Por ello, el solarímetro EPPLY se conectó a fin de registrar la radiación solar sobre plano horizontal y el Fotovoltaico (propiedad de la UTN) para registrar la radiación solar sobre el plano del colector.

Las lecturas de temperatura del agua en el interior del tanque de almacenamiento se realizan mediante un par de termocuplas tipo K, ubicadas una, en la zona superior, y la otra en el fondo del mismo.

Desafortunadamente, la falta de registro automático de las temperaturas del agua en los diferentes puntos del sistema no permite contar con una imagen completa de la evolución de las mismas a lo largo del día, sino solamente, para períodos en que haya personal para realizarlas. Así mismo, no se pueden evaluar las pérdidas térmicas durante la noche.

Las lecturas de temperatura ambiente se realizan con un termómetro de mercurio de $-10\text{ }^\circ\text{C}$ a $100\text{ }^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Debido a que la toma de datos se realizó de manera manual, la frecuencia de la misma fue bastante irregular. No obstante ello, se trató en todo momento de mantenerla en aproximadamente cada 30 min., excepto en ocasiones especiales tal como la ilustrada en la fig.2. (intervalo entre las 14:00 y 17:00 hs).

Las determinaciones de velocidad de viento se realizaron solo en forma cualitativa ya que no se pudo montar el anemómetro durante el período medido. De todas formas, dichas observaciones sirven como referencia para relacionar la posible influencia del viento en las pérdidas térmicas del sistema.

RESULTADOS OBTENIDOS

La fig.2 presenta curvas de evolución de temperatura e intensidad de radiación solar obtenidas durante uno de los días medidos. La temperatura del agua se tomó en dos puntos del tanque acumulador, a 10 cm por debajo de la entrada del agua caliente al tanque, T_{sup} , y a 10 cm por encima del fondo del tanque, T_{inf} . El registro de intensidad de radiación solar se realizó en forma automática tanto en plano horizontal, Hor , como inclinado del colector, $Incl$.

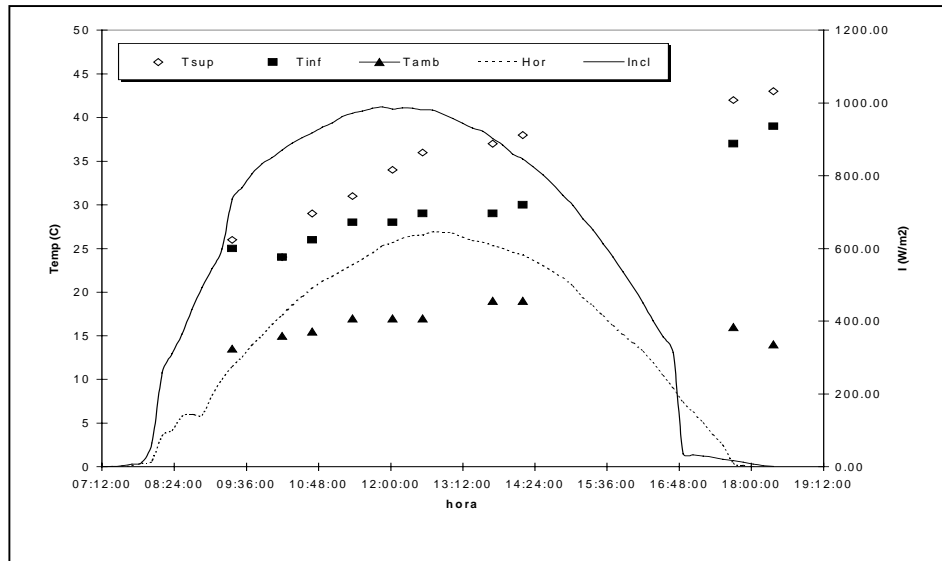


Fig.2.- Evolución de las temperaturas del agua y ambiente y de Intensidad de radiación solar incidente.

La Tabla 1. transcribe las condiciones ambientales representativas reinantes durante los días de registro así como los datos obtenidos que se presentan gráficamente en la Fig.3. Las temperaturas de agua y ambiente son temperaturas medias y la intensidad de radiación solar es la máxima registrada durante el día del ensayo.

Tabla 1.- Condiciones ambientales reinantes y datos registrados

Fecha	I_max (W/m ²)	T_agua	T_amb	Día	Viento
14/05/99	962	45	22	Claro	Calmo
21/05/99	986	41.5	19.5	Claro	Ventoso
31/05/99	989	42	16.3	Claro	Moderado

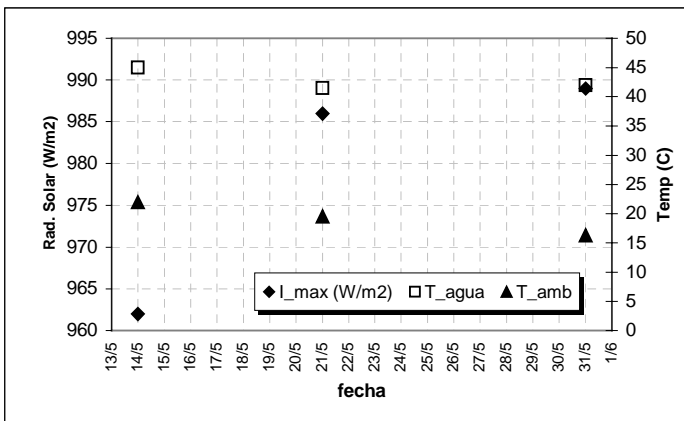


Fig.3.- Valores máximos de Intensidad de radiación solar y temperaturas medias registradas.

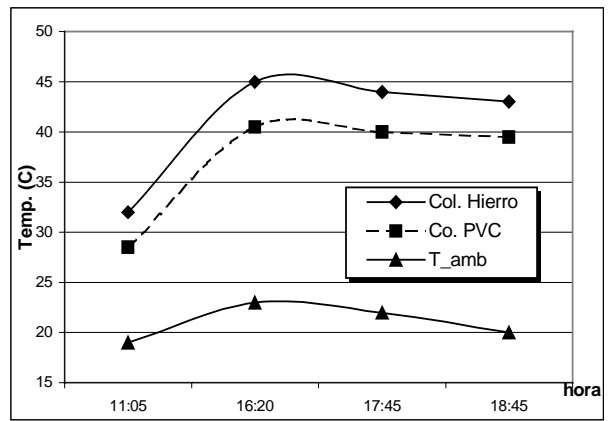


Fig.4.- Evolución de temperatura para tubo colector de distinto material, PVC y hierro galvanizado.

Ya que se cuenta con pocas observaciones experimentales, es aún prematuro sacar conclusiones definitivas acerca del sistema. No obstante ello, la tendencia de los datos (Fig.3) muestra que a pesar de que la radiación solar, I , aumentó, la temperatura media del agua en el interior del tanque disminuyó. Este efecto puede ser probablemente debido a mayores pérdidas térmicas por acción combinada de temperatura ambiente y viento. Al ser los datos de viento cualitativos, la evaluación de su influencia se torna difícil no siendo así el caso de la temperatura ambiente. Se nota que la temperatura media ambiente disminuyó progresivamente, siendo el día 31/05 el mas frío pero con mayor radiación solar incidente.

Se debe recalcar también que la masa de agua por ramal de colector aumentó respecto al prototipo de una sola rama testado anteriormente (Busso, *et al*, 1998), esto es, 10 lt/ramal contra 12 lt/ramal en el modelo actual. Por tanto, a igualdad de condiciones de operación, esta diferencia provocaría que el sistema con menor cantidad de agua alcance una temperatura 2.5 °C mayor que la que alcanzaría el otro sistema.

Este hecho, junto con una temperatura ambiente media ~5 °C más baja durante los ensayos, podrían ser algunas de las causas para que la temperatura media del agua alcanzada en el tanque fuera 7 °C menor que la alcanzada con el prototipo de una sola rama.

La temperatura media de agua de ~43°C, indicaría que para poder satisfacer el requerimiento normal de agua caliente de 50°C haría falta una fuente de energía suplementaria. Para solucionar esto se pueden plantear dos alternativas a fin de lograr una mayor ganancia de colección y aumentar así la eficiencia del calefón; 1.- Dada la modularidad del colector se podría en forma sencilla y barata aumentar la cantidad de ramales. 2.- Incorporar un tanque colector-acumulador (Fasulo, *et al*, 1997).

La Fig.4 muestra la variación de temperatura para dos calefones de un solo ramal. Ambos sistemas operan simultáneamente y son idénticos en su construcción a excepción del elemento colector, tubo de PVC negro en uno y tubo de hierro galvanizado tratado con pintura negro mate en el otro.

Se observa una completa concordancia en la evolución de dichas curvas manteniéndose una diferencia casi constante de 4 °C entre ellas.

CONCLUSIONES

Se expusieron los primeros resultados experimentales obtenidos con un prototipo de calefón solar de bajo costo con colector plástico de cinco ramales y se los comparó con los obtenidos con un prototipo de un solo ramal.

Se aprecia que las temperaturas alcanzadas están por debajo de las obtenidas con el prototipo de una sola rama.

En parte esto se explica por el hecho de haberse trabajado con mayor cantidad de agua por ramal, además de a una menor temperatura ambiente lo que induce mayores pérdidas térmicas en todo el sistema.

La temperatura media de ~43 °C alcanzada en el tanque de acumulación indica la necesidad de una fuente de energía suplementaria para lograr los 50 °C, temperatura esta considerada como requerimiento normal de temperatura de agua caliente para uso doméstico.

Como solución se plantean dos alternativas, una el aumento de la cantidad de ramales en el colector y la otra, la incorporación de un tanque colector-acumulador.

Las experiencias realizadas empleando PVC y hierro galvanizado como material colector indican, al menos en principio, una mejora de un 10%, en promedio, en la temperatura media final del agua en el tanque acumulador.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Forastier E., Palaszczuk R. E., Rodriguez Aguirre J. M., y Scaramellini J. C., alumnos de las carreras de Lic. En Física y de Ing. Electricista de la Fac. de Cs. Exactas de la UNNE, por la colaboración en la construcción de los prototipos, relevamiento de datos y sugerencias aportadas.

REFERENCIAS

Busso A., Aeberhard A., Figueredo G., (1998). Un Colector Solar Plano Construido con Elementos Plásticos de Descarte: Viabilidad Técnica y Construcción, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.2 N.1.

Busso A., (1998). Perspectiva Económica del Calefón Solar de Bajo Costo, GIDER – Grupo de Investigación de Energías Renovables, Informe Interno.

CENSOLAR (1991). Instalaciones de Energía Solar, Tomo III, Centro de Estudios de la Energía Solar, 2da. Edición.

Duffie J., Beckman W. (1991). Solar Engineering of Thermal Processes, 2da. Edición, Wiley, New York,.

Fasulo A., Perello D., Follari J. (1997). Un Colector Solar Acumulador, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.1 N.1.

Solar Hot Water, Heating and Cooling Systems, <http://www.greenbuilder.com/sourcebook/heatcool.html>