

## BANCO DE ENSAYOS Y CERTIFICACIÓN DE COLECTORES SOLARES PLANOS: AJUSTES PARA LA PUESTA A PUNTO DE SU FUNCIONAMIENTO

F. Garreta<sup>(1)(3)</sup>, C. Navntoft<sup>(1)(2)</sup>, R. Salinas<sup>(1)</sup>, E. Moure<sup>(1)</sup>  
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires  
Departamento de Ingeniería Civil - Laboratorio de Estudios sobre Energía Solar  
(UTN-FRBA-LESES), Mozart 2300, (1407) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina  
Tel.: (+5411) 4601-8112 (int. 7139) Fax: (+5411) 4638-8115 e-mail: [utnsolar@gmail.com](mailto:utnsolar@gmail.com)

### RESUMEN

En este trabajo se presentan los avances en la puesta en marcha y funcionamiento del “Banco de Ensayos y Certificación de Colectores Solares”, que se enmarca en las actividades realizadas en el Laboratorio de Estudios Sobre Energía, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional. Los objetivos del banco de ensayos se focalizan en contribuir a la mejora del diseño local de equipamiento solar y la homologación de rendimiento siguiendo especificaciones de la Norma IRAM 210002, apuntando a establecer una base de calidad confiable sobre la cual se pueda desarrollar un mercado solar térmico genuino. Actualmente se cuenta con el instrumental necesario para la realización de las primeras rutinas y la puesta a punto del funcionamiento del mismo según Normas. En breve, se espera realizar los ajustes necesarios para poder cumplimentar Normas Regionales e Internacionales. Se exponen las experiencias obtenidas en los primeros ensayos e inconvenientes encontrados en la operación.

**Palabras clave:** energía solar térmica, colectores solares, ensayos, certificación

### INTRODUCCIÓN

La crisis energética internacional y local que se ha desatado en los últimos años aparece como un nuevo motor para impulsar aún más las energías regenerativas. Si bien, en países desarrollados, el uso de energía solar se ha generalizado hasta conformar un mercado de significativa importancia, Argentina cuenta con importante oferta solar sobre la gran mayoría de la población, que desconoce los beneficios económicos y ambientales del aprovechamiento térmico de la radiación solar como efectivo reemplazo de recursos energéticos convencionales. En este marco, se impulsó el proyecto de investigación que desarrolló el equipamiento para ensayos de colectores solares y equipos compactos integrados bajo Normas, como herramienta de múltiples aplicaciones para acompañar el crecimiento de la actividad en la región.



Figura 1: Construcción de estructura de la plataforma para soporte del banco de ensayos en perfiles de hierro



Figura 2: Imagen desde el nivel cero de la estructura terminada, campus de la UTN-FRBA

En Argentina, a partir de los faltantes de energía y el riesgo de ausencia de suministro eléctrico en los últimos años, se crea la necesidad de buscar alternativas o seguridad energética. Por sus ventajas, la energía solar térmica comienza a ejercer cierto protagonismo dentro de la oferta local de energías renovables, constituyéndose en un recurso de fundamental importancia en la planificación y el trazado de estrategias de desarrollo.

<sup>(1)</sup> Investigador, Grupo de Energía Solar, UTN - FRBA

<sup>(2)</sup> Doctorando, Escuela de Posgrado, UNSAM

<sup>(3)</sup> Docente e investigador, Centro de Investigación, Hábitat y Energía, FADU – UBA

Para el emplazamiento del banco de ensayos, se diseñó y construyó una plataforma metálica elevada (figuras 1 y 2) que reúne las condiciones necesarias para contar con suficientes horas de sol para realizar rutinas con óptimas condiciones de sol durante todo el año (figuras 3 y 4). Debido a sus características, el proyecto ha sido seleccionado para recibir un subsidio del Ministerio de Ciencia y Técnica, para la adquisición de electrónica de apoyo.



Figura 3: Acceso a la plataforma desde el interior del Laboratorio de Ingeniería Civil – FRBA - UTN

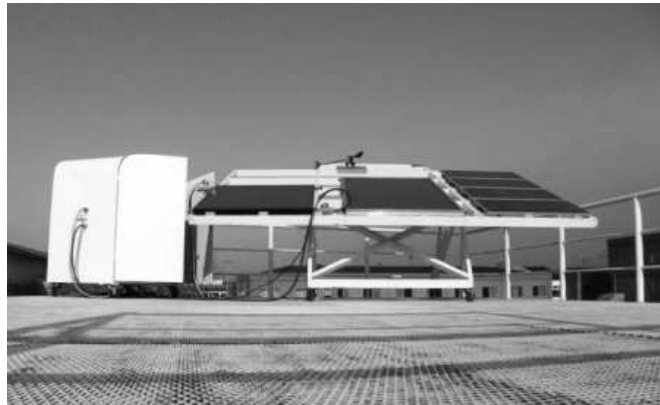


Figura 4: Banco de ensayos y móvil con cuadro hidráulico sobre plataforma metálica

## METODOLOGÍA

La metodología de realización de los ensayos sigue las pautas establecidas por la norma IRAM 210002 del año 1983. La misma establece la precisión con la que se deben realizar las mediciones de cada parámetro y los mismos fueron descriptos en [Garreta et al, 2007] y [Salinas y Garreta, 2007]. El elemento móvil con el instrumental electrónico está ubicado en la plataforma, a 30 metros de la computadora que almacena los datos. De esta manera el primero de los procedimientos realizados fue confirmar que no había pérdida o modificación de señal desde el adquisidor de datos hasta la computadora de registro. El primer paso en el aseguramiento de la calidad fue el uso de un cable mallado aterrado cuya sección transversal soporta hasta 210 mA por conductor. El cable tiene 4 conductores, de los cuales uno es el que lleva la señal, otro es el negativo y un tercero es la tierra del instrumento. A su vez estos cables se encuentran en una malla metálica que fue conectada a tierra de manera que los cables de electricidad cercanos no afecten la señal.

Para evaluar la calidad de la señal que enviaban las termocuplas, se utilizó un baño termostatzado y se midieron temperaturas de 0° C, 50°C y 70°C a las dos distancias en cuestión, es decir, cerca de la computadora de adquisición de datos y a la longitud total del cable de 30 metros. El mismo procedimiento se utilizó para evaluar la señal del radiómetro.

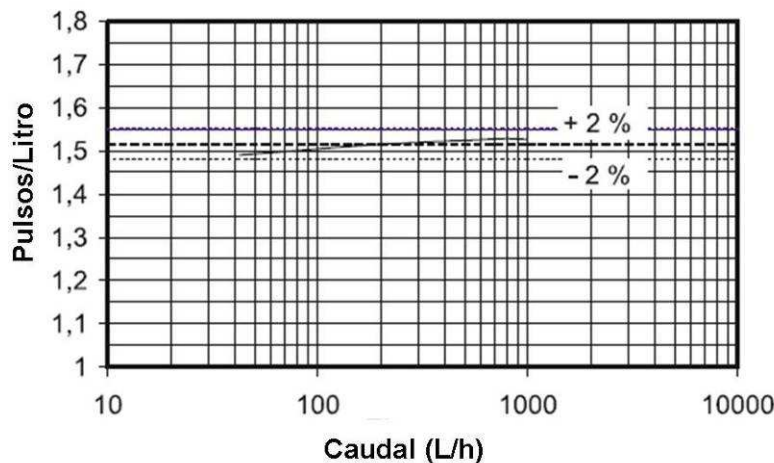


Figura 5. Características del caudalímetro del banco de ensayos. Permite operar entre caudales de 30 y 1000 L/h.

Para la regulación del caudalímetro de pulsos y su frecuencímetro asociado se utilizó otra metodología. Según las especificaciones del fabricante, el caudalímetro marca “Meister Stromungstechnik” modelo “DGHF-10”, Alemania, entrega 150 pulsos por litro con un error de  $\pm 2\%$  (Figura 5).

Previamente a contar con el actual equipamiento, y ante la necesidad de garantizar un caudal constante para los ensayos, se utilizó un tanque alimentado constantemente y un flotante mecánico para el control del nivel. Las variaciones de presión de la red eran absorbidas por este sistema y de manera que la salida de agua del tanque se encontraba siempre a la misma altura y presión, garantizando un caudal estable durante los ensayos. La medición del mismo fue realizada con una probeta de 1000 ml, tomando el tiempo que tardaba su llenado. El tiempo se midió con distintos caudales. Se realizaron cinco mediciones por

cada caudal evaluado. De esta manera se corroboraba que cada caudal era constante y que el sistema del tanque con el flotante estaba funcionando adecuadamente.

Dado que el caudalímetro arroja los datos en forma de pulsos, fue necesario contar con un pulsímetro o frecuencímetro que pueda traducir el número de pulsos a L/min o L/h. Luego de conectar el caudalímetro al frecuencímetro se midió el número de pulsos del fabricante y el número de pulsos reales del mismo y se estableció una constante de calibración que permite al instrumento traducir los pulsos en valores de caudales y a su vez, enviar estos al adquisidor de datos en una señal de 4 a 20mA.

Se realizaron ensayos con el colector lleno de agua y estáticos con el colector vacío (Figuras 6 y 7). En el primer caso, la circulación de agua en el colector ensayado es a través de una bomba. Una vez que se purga el aire en el circuito utilizando máxima velocidad en el agua y luego se regula el caudal a través de dos válvulas esclusas, una para recircular el agua en el cuadro de la bomba, y la otra para restringir el paso del líquido al sistema. El fluido en su interior queda presurizado y las variaciones de la densidad del mismo debido al aumento de temperatura son absorbidas por un vaso de expansión de 2lts. ubicado ad-hoc. Los ensayos estáticos fueron realizados siguiendo los procedimientos establecidos por la norma IRAM. Sin embargo, no estrictamente, ya que se apuntaba a optimizar el procedimiento y poner a punto los instrumentos. Las temperaturas medidas fueron tres, una a la entrada del colector, una a la salida del colector y otra del agua de entrada a sistema.



Figura 6: Ajuste de caudal en el cuadro hidráulico para ensayo de rutina de colector con agua



Figura 7: Colocación de termocuplas para ensayo de colector en vacío

Los datos de velocidad del viento y temperatura ambiente son adquiridos por la estación meteorológica marca Davis, modelo "Weather Wizard III", USA. El anemómetro se instaló en el banco, sobre una placa metálica que simula el plano del colector solar y en la misma pendiente. El equipo viene con un cable de extensión de 12 metros. Como ya se dijo anteriormente, la distancia que separa el banco de la computadora es de 30 metros, lo que hizo necesario prolongar el cable de datos. El cable de la estación meteorológica es un cable de telecomunicaciones convencional con la única diferencia que es de 4 conductores en vez de dos. Por otro lado, el fabricante especifica que la señal puede verse afectada si se utilizan longitudes de cable superiores a los 12 metros de extensión que ellos proveen. La extensión de los cables está adquirida, solo falta su instalación. Sin embargo, para evitar inconvenientes, los datos son anotados manualmente. Cuando se evalúe correctamente la calidad de la señal, los datos de la estación meteorológica se transmitirán directamente al adquisidor de datos en forma digital.

## RESULTADOS OBTENIDOS

La evaluación del desempeño de las termocuplas fue satisfactorio. El caudalímetro conectado al frecuencímetro, daba un error aproximado del 10% con respecto a la situación real. Para compensar esta situación la constante de calibración fue modificada de manera que ambos valores coincidan. Una vez evaluado, el mismo fue incorporado al circuito pero por alguna razón que está en estudio, no coinciden los valores que arroja el frecuencímetro con los valores reales. Esta cuestión se encuentra en estudio y será resuelta en los próximos meses.

Para evitar retrasos en el comienzo del funcionamiento del banco se realizaron ensayos con el sistema estático, es decir, en la situación en donde no es necesario evaluar el caudal. Se analizó un colector de origen brasileño de marca "Heliotek MK1" cuya curva de rendimiento es de 0,78-6AT/I. En la figura 8 se muestran los resultados de las mediciones realizadas con el circuito lleno y en condiciones estáticas.

Se observa un leve retraso en el aumento de las temperaturas del colector con respecto al aumento de la irradiancia. Esto se debe a que el colector se encontraba inclinado 15° mirando al norte. El sol no incide directamente sobre el colector hasta una hora después de haber salido. De aquí que el colector presente un retraso en el aumento de la temperatura. Por otro lado, hay ciertas sombras que se proyectan sobre el colector y no sobre el radiómetro a las primeras horas de la mañana. Estos factores en su conjunto explican el fenómeno observado.

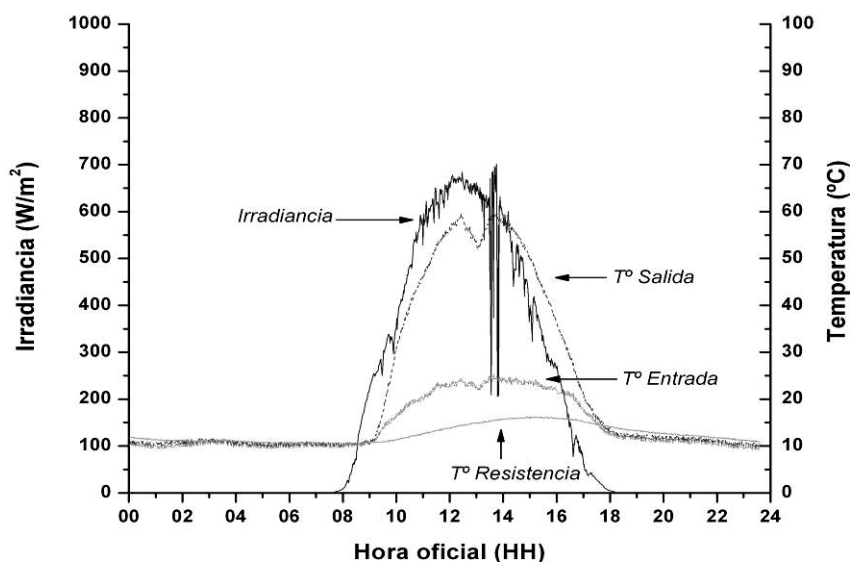


Figura 4. Curvas de los distintos parámetros medidos con el colector heliotek. La temperatura de la resistencia representa la temperatura del agua de red

## CONCLUSIONES

El equipamiento desarrollado tiene múltiples aplicaciones, desde la evaluación de prototipos diseñados hasta el trazado de curvas de eficiencia para modelos comerciales. En las distintas regiones donde el desarrollo de la energía solar se ha consolidado, los bancos de ensayos son instrumentos clave para el desarrollo y fortalecimiento de los mercados, así como también, para profundizar la investigación

Se presentaron los resultados de las primeras experiencias en el funcionamiento del banco de ensayos y certificación de colectores solares. La pérdida de las señales del adquisidor de datos debido a la longitud del cable de transmisión no es significativa, asegurando de esta manera que la calidad de los datos originales medidos no sufren distorsiones. El caudalímetro fue calibrado en condiciones controladas satisfactoriamente. Sin embargo en su integración al circuito de ensayos, los resultados no fueron satisfactorios aún. Esta situación está siendo estudiada y será solucionada a la brevedad. El resto del equipamiento del banco de ensayos funciona perfectamente y ya está en condiciones de evaluar distintos prototipos. Ya se han adquirido transmisores de presión para cálculo de pérdida de carga en placa. Queda por delante la etapa de optimización de los procedimientos previo a al certificación como laboratorio de ensayos por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA). Sin embargo, la validez de los resultados es adecuada para aquellos que deseen evaluar colectores en forma experimental. De esta manera, el banco de ensayos se encuentra abierto a la comunidad científica y a la brevedad estará abierto para su uso como herramienta de homologación de los colectores solares disponibles en el mercado.

## REFERENCIAS

- [1] F. Garreta, C. Navntoft, R. Salinas, E. Moure. (2007). Evaluación de eficiencia de colectores solares planos y sistemas térmicos integrados: construcción de banco de ensayos bajo normas. Actas ASADES 2007.
- [2] R. Salinas, F. Garreta. (2007). Equipamiento solar térmico y certificación de calidad. Actas ASADES 2007
- [3] Gallegos Grossi H., Righini R., Antelo O., curso "Aprovechamiento energético de la radiación solar", Universidad Nacional de Luján, 2002.
- [4] Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Norma 210002, "Colectores solares. Método de ensayos para determinar rendimiento térmico", 1983.

## ABSTRACT

In this work, the second phase of the project "Testing facilities and evaluation of the performance of solar collectors" is presented. This phase consists in testing the instruments, optimizing the operational procedures and guaranteeing the quality of the acquired data. The project is developed within the activities of the Laboratory for Studies on Solar Energy (LESES), Buenos Aires Regional Faculty of the National Technological University. The objectives of the project is to contribute to the improvement of local solar collectors designs and to evaluate their performance according to the national Standard IRAM 210002. The main goal is to establish a base of trustable quality that can support the development of a genuine solar thermal market. The necessary instrumentation to perform the tests is already installed and the first testing routines are being incorporated to optimize the functioning of the testing facilities. In the short term, the operational procedures will be adjusted to meet regional and international standards.

**Keywords:** Solar thermal energy, solar collectors, testing, certification