

## INSTALACIONES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA DISEÑO, MONTAJE, APRENDIZAJE Y EXPERIENCIA

Fabián Garreta, John Martin Evans y Silvia de Schiller  
Centro de Investigación Hábitat y Energía, CIHE, FADU, UBA  
Pabellón 3, 4to Piso, Ciudad Universitaria (1428), Capital Federal.  
Tel (011) 4789-6274 Fax (011) 4576-3205 e-mail: evans@fadu.uba.ar

**RESUMEN** - Durante los últimos tres años se gestionaron, proyectaron y ejecutaron cuatro instalaciones solares para agua caliente sanitaria en distintos puestos de una estancia en la provincia de Córdoba. Estos sistemas sirven a viviendas o como apoyo al personal afectado a las tareas cotidianas del campo. Se presenta una evaluación de los diseños realizados, los aciertos y dificultades encontrados y recomendaciones para futuras instalaciones.

**PALABRAS CLAVE:** Colectores solares planos, Agua caliente, Vivienda rural, Instalaciones no convencionales.

### INTRODUCCION

Las instalaciones solares de agua caliente sanitaria en zonas rurales permiten satisfacer una proporción importante de la demanda total de energía para agua caliente. El número limitado de instalaciones realizadas en estas zonas responde a problemas de costo inicial, de instalación y de integración con sistemas auxiliares de calentamiento de agua. Este trabajo presenta los resultados de la experiencia de realizar cuatro instalaciones con énfasis en las alternativas de resolución y procedimientos. La experiencia de ejecutar diversas instalaciones solares para agua caliente sanitaria en un mismo campo y con diferentes condicionantes obligó a proyectar variantes de los sistemas para responder a las condiciones específicas de cada situación y la incorporación del conocimiento y practica realizados en las instalaciones anteriores. A pesar de encontrarse dentro de las mismas condiciones climáticas, diversas condicionantes obligaron a buscar soluciones particulares para cada instalación. Adicionalmente a las resoluciones técnicas, se intentó lograr una mayor integración de los sistemas a las viviendas o edificios a medida que se solicitaban y ejecutaban las etapas siguientes. En este caso, la toma de conciencia sobre las posibilidades y los beneficios de utilizar tecnología solar para producir agua caliente no presentó ningún obstáculo con el comitente, la Fundación Pamela y Rachel Schiele (Corbella y Verner, 1998), que tenía amplia información sobre el tema, con dos instalaciones anteriores. Sin embargo, la adaptación y aceptación a los nuevos sistemas no fue tan sencilla con el personal administrativo del campo y los usuarios de las instalaciones, acostumbrados al uso abundante de leña como combustible en instalaciones convencionales existentes. En este trabajo se presentan las cuatro instalaciones, por orden cronológico de realización, con sus respectivas características y resultados particulares.

### CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES

**PUESTO 1:** La primera instalación reemplazó un sistema solar de dimensiones limitadas que solo suministraba agua caliente a una pileta de cocina que se encontraba en gravemente deteriorada. Este sistema no funcionaba correctamente debido a que el trazado de la cañería no favorecía la circulación natural por termosifón y tenía gran cantidad de incrustaciones en las cañerías. Al programa de uso existente se agregaron duchas y canillas en lavatorios.

Tabla 1. Cuadro de características: Instalación Puesto 1.

Prog. necesidad	Sistema proyectado	Componentes	Observaciones
Alimentación a baños, vestuarios y cocina del personal de la estancia, con uso intensivo: <ul style="list-style-type: none"><li>• 2 duchas</li><li>• 4 lavatorios</li><li>• 1 pileta de cocina</li></ul>	Circulación por termosifón. Sistema cerrado con tanque regulador de presión para el circuito de calentamiento y tanque regulador de presión para agua de consumo. Estructura de apoyo de los colectores, montada sobre las sobre-cargas de la cubierta.	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 colectores solares planos de placa, de 2.5m x 1m.</li><li>• Tanque de acumulación, 240Lts.</li><li>• 1 termotanque a leña de 80 l, vinculado al tanque de acumulación.</li><li>• Aislación térmica de polietileno expandido (esp. 10mm).</li><li>• Protección UV con cintas adhesivas aluminizadas</li></ul>	Originalmente el sistema funcionó con circuito abierto con la presión del tanque de reserva. Por la dureza del agua y el notorio avance de la corrosión en algunos componentes, se optó por cambiar el sistema de calentamiento, introduciendo un sistema con circuito cerrado e intercambiador de calor. Para racionalizar el consumo se colocaron canillas automáticas en los lavatorios.

**PUESTO 2:** Esta instalación corresponde a la vivienda del Puesto de la Entrada, que se encontraba en deshabitada. Dada la decisión del cliente de realizar las tareas de construcción para reacondicionar, ampliar y rehabilitar la vivienda con el personal de la estancia, se propuso la idea de apoyar los colectores sobre los muros de carga con una pendiente de 45 grados, aprovechando la orientación N del techo del sector nuevo a construir.

Tabla 2. Cuadro de características: Instalación Puesto 2.

Prog. necesidades	Sistema proyectado	Componentes	Observaciones
Alimentación a baño completo y cocina de vivienda de campo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ducha</li> <li>• 1 lavatorio</li> <li>• 1 pileta de cocina</li> </ul>	Circulación por termosifón. Sistema cerrado de calentamiento con tanque regulador de presión para el circuito de calentamiento y tanque regulador de presión para el agua de consumo. Apoyos de los colectores sobre muros de carga de la cubierta, proyectados con la orientación y pendiente necesarias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 colectores solares planos de placa, de 2.5m x 1m.</li> <li>• 1 tanque de acumulación de 240 l.</li> <li>• 1 cocina ‘económica’.</li> <li>• Cañerías de polipropileno termofundible.</li> <li>• Aislación térmica de polietileno expandido (espesor 10mm).</li> <li>• Protección UV con cintas adhesivas reflejantes.</li> </ul>	Se trató de integrar la instalación al edificio, aunque la necesidad de tener circulación natural en el sistema demandó mayor altura del tanque de acumulación y del tanque de reserva. La cocina ‘económica’ no favorece la circulación natural del circuito de calentamiento y será remplazada por un termotanque a leña.

**PUESTO 3:** Este Puesto fue remodelado y ampliado para cumplir funciones de vivienda y oficina de Guardafauna. El proyecto proponía aumentar la superficie cubierta de la vivienda para mejorar la calidad de vida de la familia, un matrimonio joven con dos hijos pequeños, y generar espacios de trabajo y oficina. El montaje del sistema se resolvió apoyando los colectores directamente sobre la cubierta del sector ampliado y el tanque acumulador sobre muros de carga.

Tabla 3. Cuadro de características instalación del Puesto 3

Prog. necesidades	Sistema proyectado	Componentes	Observaciones
Alimentación a baño completo y cocina de vivienda de campo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ducha</li> <li>• 1 lavatorio</li> <li>• 1 pileta de cocina</li> <li>• 1 pileta de lavar</li> </ul>	Circulación por termosifón. Sistema cerrado con un tanque regulador de presión para el circuito de calentamiento y agua de consumo. Apoyos de los colectores sobre la cubierta. Tanque acumulador sobre muros de carga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 colectores solares planos de placa, de 2.5m x 1m.</li> <li>• 1 tanque de acumulación de 240 l.</li> <li>• 1 termotanque a leña de 80Lts. alimentado desde el tanque de reserva y directo al consumo (válvulas de control).</li> <li>• Cañerías de polipropileno termofundible.</li> <li>• Aislación térmica de polietileno expandido (esp. 10mm).</li> <li>• Protección UV con cintas adhesivas reflejantes.</li> </ul>	El montaje se realizó tratando de evitar cañerías a la vista, buscando una resolución prolija del conjunto, obteniéndose una buena imagen del conjunto.

**PUESTO 4:** Esta intervención en este puesto se realizó para mejorar el funcionamiento del sistema existente, aumentar la superficie de captación y optimizar el trazado de las cañerías, ya que, según los usuarios, la instalación solo proporcionaba agua caliente en verano. En las tareas previstas no se incluyó el cambio del tanque de acumulación por uno nuevo, dada la difícil ubicación del existente dentro de un nicho de medidas reducidas con riesgo en el proceso de recambio.

Tabla 4. Cuadro de características: Instalación Puesto 4.

Prog. necesidades	Sistema proyectado	Componentes	Observaciones
Alimentación a baño completo y cocina de vivienda de campo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ducha</li> <li>• 1 lavatorio</li> <li>• 1 pileta de cocina</li> <li>• 1 pileta de lavar</li> </ul>	Circulación por termosifón. Sistema de calentamiento abierto, alimentado desde tanque de reserva en molino. La conexión de los colectores se realizó en serie. Los colectores se apoyaron directamente sobre la cubierta de chapa galvanizada con inclinación a 45 grados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 colectores solares planos de tubos, de 2.m x 1m.</li> <li>• 1 tanque de acumulación de 80 l.</li> <li>• 1 termotanque a leña alimentado desde el tanque de acumulación y directo al consumo.</li> <li>• Cañerías de polipropileno termofundible y latón.</li> <li>• Aislación térmica de polietileno expandido (esp. 10mm).</li> <li>• Protección UV con cintas adhesivas reflejantes.</li> </ul>	Durante el reacondicionamiento de los colectores solares se optó por suplementar el nivel de aislación original (50mm de lana de vidrio de 14Kg/m3) planchas rígidas de lana de vidrio de 12.5mm para mejorar el comportamiento térmico y la terminación.

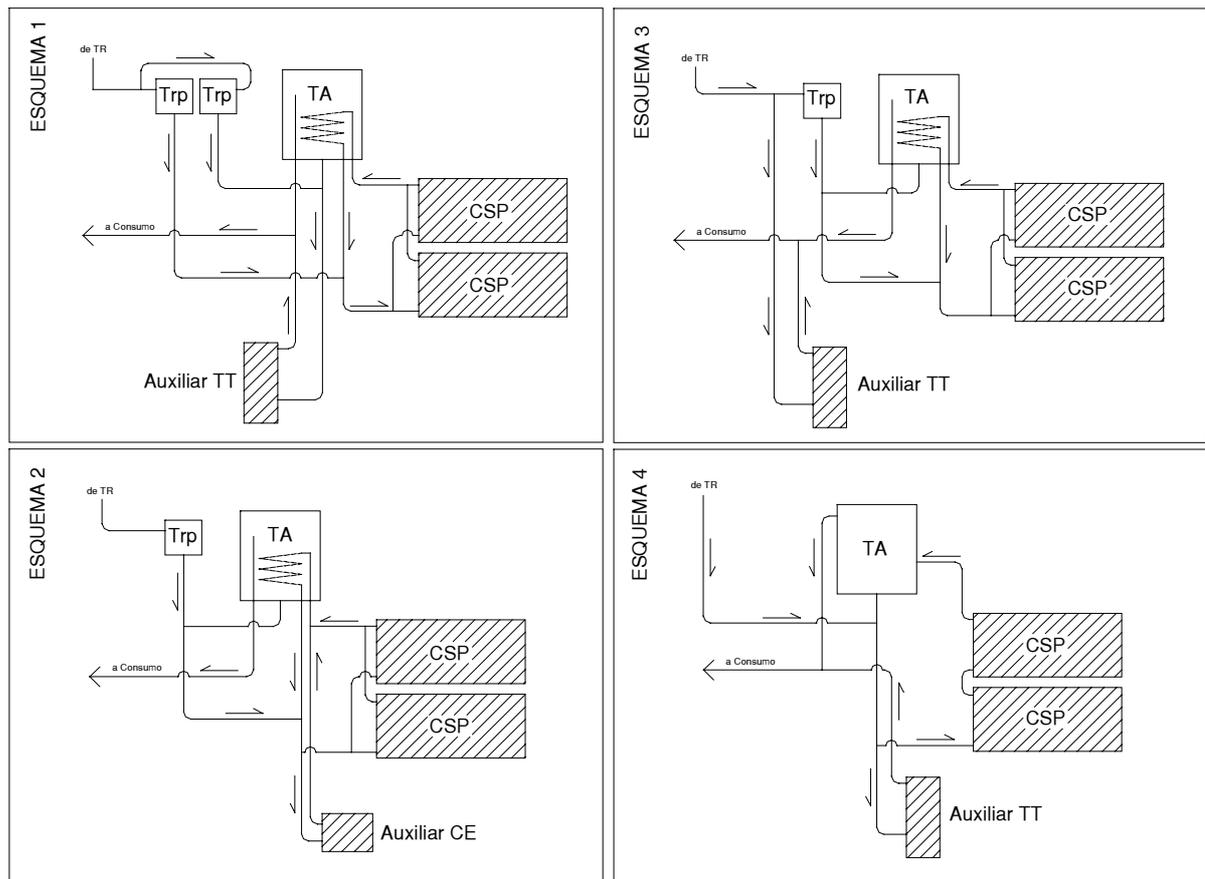


Figura 1. Esquemas de circuitos.

TR: Tanque de reserva; Trp: Tanque reductor de presión; TA: Tanque acumulador;  
 CSP: Colector solar plano; TT: Tanque a leña.; CE: Cocina económica

### TECNOLOGÍA UTILIZADA

En las primeras tres instalaciones, se instalaron colectores de placa de acero inoxidable, resistentes a heladas, con aislación liviana en la parte posterior y caja de chapa galvanizada. Los tanques instalados inicialmente fueron de acero inoxidable con un circuito presurizado. En las instalaciones con circuito separado, se adoptó un tanque de fibro-cemento de mayor resistencia a aguas agresivas.

Las cañerías utilizadas son de polipropileno termofundible (tipo Aqua System) de 1" de diámetro en los circuitos de calentamiento. Se colocó aislación térmica en vainas de polietileno expandido de 10mm de espesor, a lo largo de todas las cañerías del sistema de calentamiento. En una primera instancia, la aislación que había quedado expuesta a la intemperie fue protegida de la radiación ultravioleta con cintas aluminizadas. El rápido deterioro, verificado al cabo de unos meses, obligó a buscar nuevas soluciones optándose por pintar las cintas con esmalte sintético blanco brillante. Esto mejoró notablemente la situación. Otra alternativa fue pintura blanca para techos.

### RESULTADOS

Una vez concluida la primera instalación, los usuarios rápidamente notaron los beneficios de contar con agua caliente a temperatura adecuada durante todo el verano y gran parte de los equinoccios sin necesidad de encender los calentadores auxiliares, tanto para las duchas como para uso de la cocina y lavado de vajilla.

Durante las ejecuciones restantes y ante la aparición de inconvenientes por la gran agresividad del agua, se estudiaron posibles alternativas y soluciones nuevas para desarrollar, perfeccionar y aplicar a las intervenciones que les subseguían. Durante el tiempo que llevaron los montajes se pudieron verificar y evaluar las decisiones tomadas, el estado, funcionamiento, nivel de aceptación y velocidad de deterioro de las primeras instalaciones.

Los colectores de acero inoxidable utilizados en las tres primeras instalaciones muestran un buen funcionamiento, aunque la extrema dureza del agua del Puesto 1 provocó corrosión en los remaches del interior de las placas del colector. Esto obligó a realizar ajustes en el funcionamiento del sistema, transformando el circuito abierto del sistema de calentamiento por un circuito cerrado. Esta experiencia pautó las decisiones posteriores al proyectar y realizar las siguientes instalaciones, como medida real y precautoria, considerando que la calidad de agua de los pozos puede alterarse en el tiempo. Cabe aclarar que

los “quematutis” utilizados para calentar agua con leña también tienen una vida útil limitada con las aguas agresivas de la región y las altas temperaturas que alcanzan.

El funcionamiento del tanque acumulador presurizado, utilizado originalmente en el Puesto 1, era muy satisfactorio. Sin embargo, al cambiarlo a circuito cerrado dado los inconvenientes ocasionados por la calidad del agua, no se pudo mantener la misma condición de rendimiento. El nuevo tanque colocado es de fibrocemento, ventilado y de menor calidad general de terminación. Además, la necesidad de colocar tanques reguladores de presión con flotantes mecánicos generó mayor riesgo operativo y mayor mantenimiento, encontrándose algunos problemas en los flotantes por el ingreso de insectos.

La elección de cañerías y accesorios de polipropileno termofundible mostraron buenos resultados en general, no solo por la seguridad y precisión de las uniones, sino también por el comportamiento ante las duras condiciones de obra y uso. La aislación térmica de vainas de polietileno expandido de 10 mm, ofreció ventajas con respecto a otros materiales aislantes, en cuanto a la simpleza de colocación, continuidad y acabado. La colocación de cintas aluminizadas para proteger el aislante térmico de la radiación UV, no dió los resultados esperados al degradarse el material en seis meses por la acción del sol. Se optó entonces por pintar las cintas ya instaladas con esmalte sintético blanco, como así también las que se colocaron en las nuevas instalaciones. De todos modos, se considera necesario realizar controles y un mantenimiento de la protección al menos una vez al año. Otra alternativa probada con buenos resultados fue una pintura de caucho sintético color blanco de impermeabilización de techos.

Las instalaciones proyectadas permiten considerar varios objetivos simultáneamente:

1. Proveer agua caliente para higiene del personal que trabaja y vive en la estancia, mejorando las condiciones de confort y su calidad de vida.
2. Realizar la experiencia práctica del montaje de los sistemas, como complemento del conocimiento teórico.
3. Seguimiento y evaluación de los distintos sistemas, construidos de acuerdo a las características del agua y a las necesidades de los usuarios. Evaluación comparativa de los mismos.
4. Favorecer la difusión y el desarrollo de las instalaciones solares como una alternativa válida frente a sistemas de calentamiento de agua que utilizan energías convencionales, como los calentadores a leña, tanques de gas, etc.
5. Alcanzar adecuada integración de los sistemas para lograr mayor aceptación y menor impacto visual negativo.

El proyecto y montaje de estas cuatro instalaciones, diferentes entre sí, permitió ensayar diferentes configuraciones de sistemas, expresar la constante necesidad de adaptar cada instalación a las características particulares de los usuarios y de los condicionamientos propios de los recursos así como de la conformación física del lugar. Las necesidades a satisfacer la oferta de sol, calidad del agua, factibilidad de montaje, distancias a centros urbanos y nivel cultural de los usuarios, son algunos de los aspectos y variables a considerar al proyectar y presupuestar este tipo de instalaciones. Según la experiencia recogida, y a fin de facilitar la integración arquitectónica, es importante controlar el impacto visual que producen los sistemas de funcionamiento natural por termo-sifón (Evans y de Schiller, 1993), en especial si la colocación requiere adecuada pendiente.

## CONCLUSIONES

Se ha comprobado que los sistemas funcionan adecuadamente según lo proyectado. Sin embargo, se considera importante minimizar el trabajo “in situ” evitando las soluciones “artesanales”, no solo para disminuir tiempos sino también para reducir el margen de error en obra. Las instalaciones constituyen un elemento novedoso y un aporte para las demostraciones que se realizan a docentes y alumnos que visitan esta estancia de producción orgánica y su Reserva Natural, complementando las clases de ciencias naturales dictadas en las escuelas.

## REFERENCIAS

- Corbella, C y Verner, S. (1998), S. Educación ambiental y energías renovables: experiencia en una Reserva Natural, págs.10.17-10.21, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol 2, N° 2, 1998.
- Evans J. M., y de Schiller, S. (1993), *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*, Ediciones Previa, EUDEBA, Buenos Aires (Capítulo 7).

## SOLAR INSTALLATION FOR DOMESTIC HOT WATER DESIGN, INSTALLATION AND RESULTS

**ABSTRACT** – During the last three years, four solar installations for providing hot water on a farm in the Province of Cordoba have been designed and installed. These systems serve rural housing and kitchen quarters. The paper presents an evaluation of the designs developed, the positive features and the difficulties found as well as recommendations for future installations.