

# CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO CON ENERGÍA SOLAR

## AIR CONDITIONING FROM SOLAR ENERGY

Recibido: 2/11/06

Aceptado: 11/12/06

**José Pablo Delgado Marín**  
Ingeniero Industrial  
Agencia de Gestión de  
Energía de la Región de  
Murcia (ARGEM)

### RESUMEN

Las aplicaciones de producción de frío con energía solar, fundamentalmente con el fin de producir aire acondicionado para los edificios, están siendo muy deseadas y esperadas por el sector. En este caso, se describe una instalación piloto para calentar y refrigerar las salas de un Centro de Desarrollo Local. La característica fundamental de su diseño es su flexibilidad, que va a permitir que la instalación constituya un verdadero banco de ensayo para esta aplicación. Además, la máquina de absorción utilizada es de pequeña potencia y no requiere torre de refrigeración, con las ventajas que se describen a continuación.

**Palabras clave:** energía solar, refrigeración, refrigeración solar, absorción.

### ABSTRACT

*The applications of cooling production with solar thermal energy, fundamentally in order to produce air conditioning for buildings, are very wished and waited by the specialised sector. In this case, a pilot installation is described for heating and cooling the rooms of a Center for Local Development. The fundamental characteristic of this design is its flexibility, which is going to allow that the installation should constitute a real bank for testing this application. In addition, the used absorption machine is of a small power and does not need a cooling tower, with the advantages that are described later.*

**Key words:** Solar energy, cooling, solar cooling, absorption.

La energía solar térmica ha experimentado un desarrollo científico-tecnológico muy importante en los

últimos años. Tanto es así, que aplicaciones como la producción de agua caliente sanitaria o incluso la climatización de piscinas (tanto interiores como exteriores), se han extendido por todo el territorio nacional y ya conviven con el ciudadano, que conoce estos dispositivos y confía en su fiabilidad.

Sin embargo, en instalaciones con baja demanda energética en los meses estivales, la generación térmica debida a la radiación solar es mucho mayor que en otras épocas del año. Si el consumo de energía disminuye mucho en verano, las instalaciones solares se sobrecalientan pudiendo llegar a reducir su vida útil. Este sería el caso de las instalaciones que abastecen a sistemas de calefacción, que hacen que la superficie de captación solar sea amplia y, sin embargo, el consumo de calefacción es nulo en los meses de verano.

Por tal motivo, la producción de frío mediante energía solar sería muy bienvenida en este tipo de instalacio-

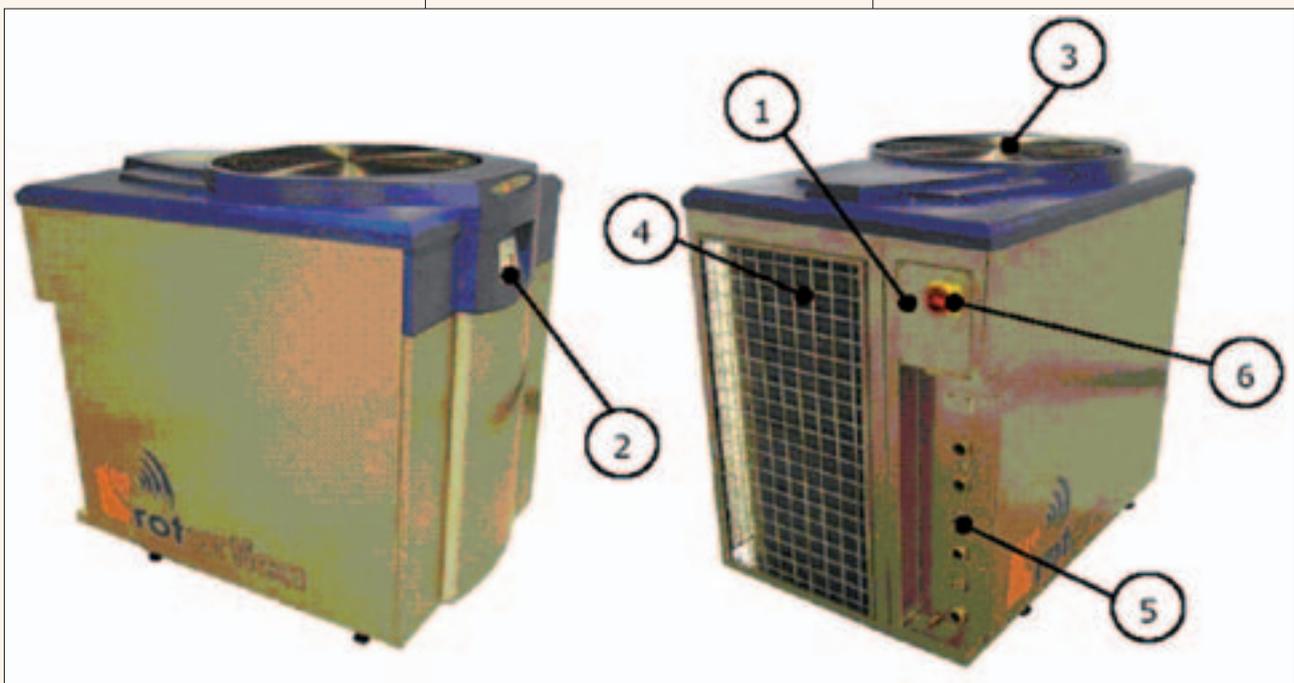


Figura 1.- Partes de la máquina de absorción Rotártica: 1. Caja de bornas; 2. Portamandos; 3. Ventilador; 4. Intercambiador; 5. Conexiones hidráulicas; 6. Parada de emergencia.

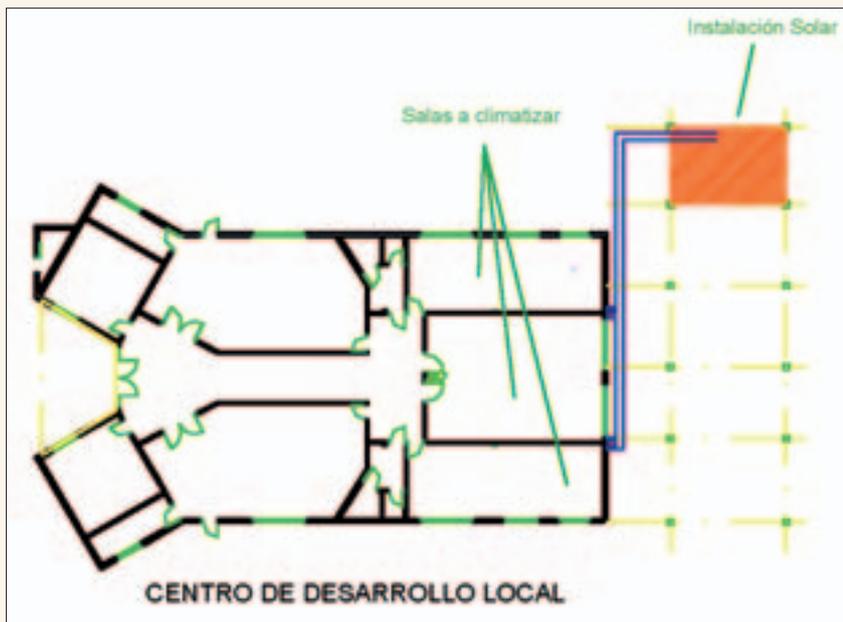


Figura 2.- Ubicación de la instalación y centro a climatizar.

nes de forma que, en invierno, se produce calor para calefacción mientras que en verano se produce frío para el aire acondicionado. El equipo que produce frío a partir del agua caliente generada por el sistema solar es la máquina de absorción.

Aunque hay ya un buen número de instalaciones de este tipo realizadas a lo largo y ancho del territorio nacional, los sistemas de absorción suelen estar unidos a voluminosas torres de refrigeración húmedas, que evacuan el calor sobrante del ciclo de absorción mediante la evaporación del agua. El funcionamiento de las torres de refrigeración entraña una serie de dificultades siendo las más importantes las siguientes:

- Consumo de agua.
- Problemas de corrosión y deposiciones calcáreas cuando el agua no está tratada.

- Necesidad de un mantenimiento.
- Posible foco de legionella.

La última de las dificultades se está convirtiendo en la más importante. En efecto, los problemas ocasionados en los últimos años por la difusión y contagio de la bacteria que produce la legionelosis ha supuesto un quebradero de cabeza para las autoridades sanitarias dando lugar a duras legislaciones que han hecho a muchos instaladores y propietarios disuadir de su uso.

Ante esta situación, y dado que las máquinas de absorción que actualmente existen en el mercado requieren obligatoriamente torres de refrigeración, la única salida para estos sistemas está en el rediseño del ciclo de absorción y la eliminación de este elemento. Esto es lo que han hecho un grupo de empresas en España diseñando una nueva máquina de ab-

sorción que no requiere torre de refrigeración sino un aerocondensador. Esta máquina se conoce comercialmente como *Rotártica*.

Además, los actuales sistemas de absorción, alimentados con agua caliente, tienen capacidades frigoríficas elevadas para las necesidades de una pequeña instalación solar (una vivienda unifamiliar, por ejemplo). Sin embargo, la máquina *Rotártica* dispone de una potencia frigorífica de 4,5 kW, potencia suficiente para satisfacer las necesidades de una vivienda (Fig. 1).

Con ello se abre todo un campo nuevo de aplicación de la energía solar ligando la producción de agua caliente sanitaria con la climatización de una piscina así como con la calefacción y refrigeración del inmueble.

Con el fin de desarrollar la puesta en marcha de este tipo de instalaciones, así como de conocer sus resultados reales, se firmó un acuerdo de colaboración entre **ARGEM**, **Rotártica** e **Isofotón** para desarrollar un proyecto piloto.

Por otro lado, también se ha firmado un Convenio entre **ARGEM** y el **Ayuntamiento de Puerto Lumbreras** para llevar a cabo la ubicación de este proyecto en dicho municipio.

El proyecto *Absorpilot* consiste en la instalación de un sistema de calefacción/climatización solar utilizando la máquina *Rotártica*. El local a climatizar es el Centro de Desarrollo Local de Puerto Lumbreras (Murcia), en el que se pretende climatizar tres de sus salas principales (dos de ellas de 45 m<sup>2</sup> cada una y la tercera de

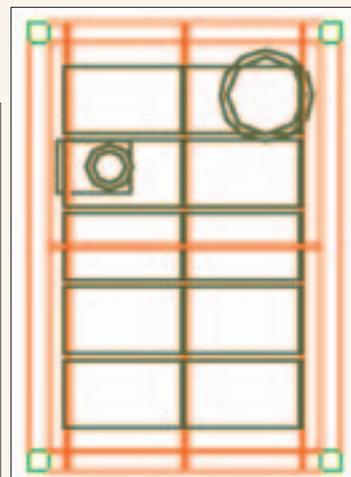
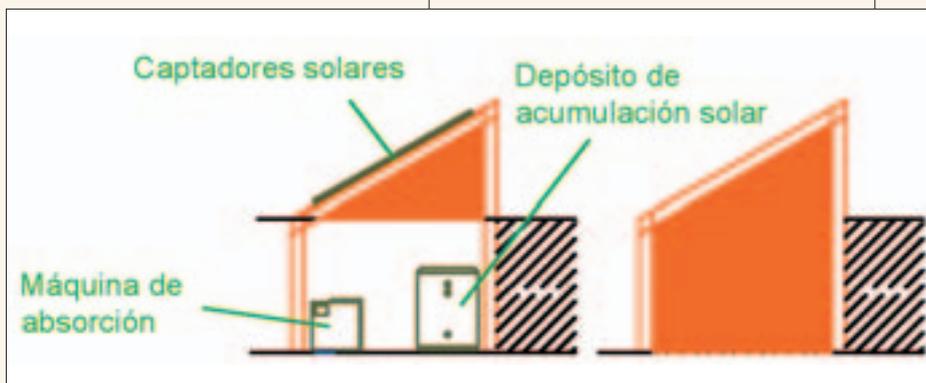


Figura 3.- Ubicación de los captadores, la acumulación y la máquina de absorción.



Figura 4.- Esquema de funcionamiento de la instalación.

70 m<sup>2</sup>). El generador térmico está basado en captadores de placa plana de la Compañía Isofotón, de nuevo diseño, con superficie de absorción selectiva y capaces de alcanzar temperaturas cercanas a los 100 °C.

Los captadores van alojados en una estructura soporte que sirve, a su vez, de habitáculo para proteger al sistema de acumulación y a la propia máquina de absorción. Todo ello de acuerdo con los esquemas de las Figuras 2, 3 y 4.

El sistema acumulador, de 1.500 litros de capacidad, está conectado directamente a los captadores de forma que entre ellos no existe ningún intercambiador de calor con lo que se mejora el rendimiento del generador. Esta estrategia a la hora de colocar

un solo depósito de inercia de agua caliente es una apuesta para simplificar este tipo de instalaciones. El agua acumulada en el depósito se puede utilizar directamente para calentar el local (a través de sendos *fan-coils* alojados en las salas) o para alimentar la máquina de absorción produciendo agua fría, que también alimentará los *fan-coils* del local.

Los niveles de caudal y temperatura requeridos por la máquina *Rotártica* se pueden ver en la figura 5. Para evitar en cualquier momento que una parada en la máquina de absorción pudiera provocar un sobrecalentamiento de la instalación, se ha previsto la instalación de un aerotermo, que entraría en marcha cuando el depósito de inercia haya alcanzado los 95 °C y no exista demanda térmica. Además de este sistema de segu-

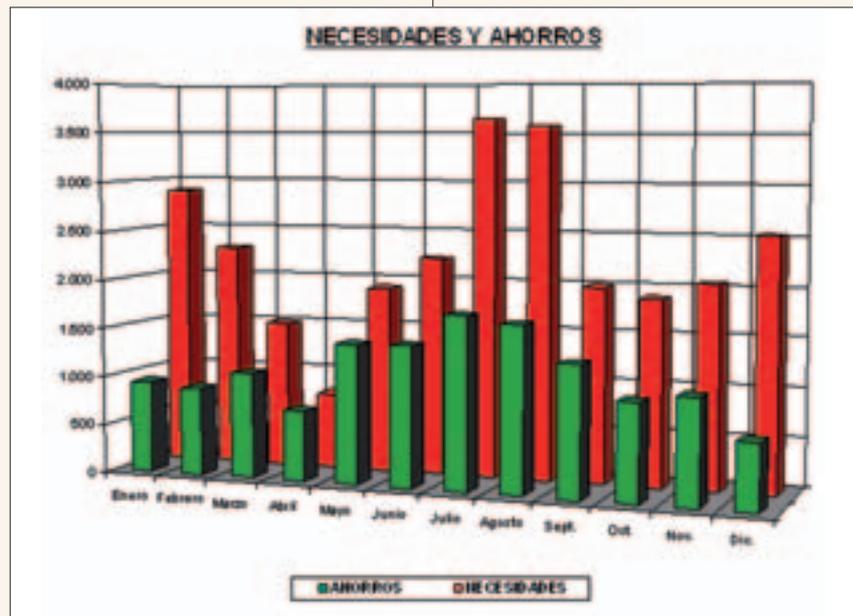


Figura 6.- Necesidades energéticas y ahorros conseguidos con la instalación.

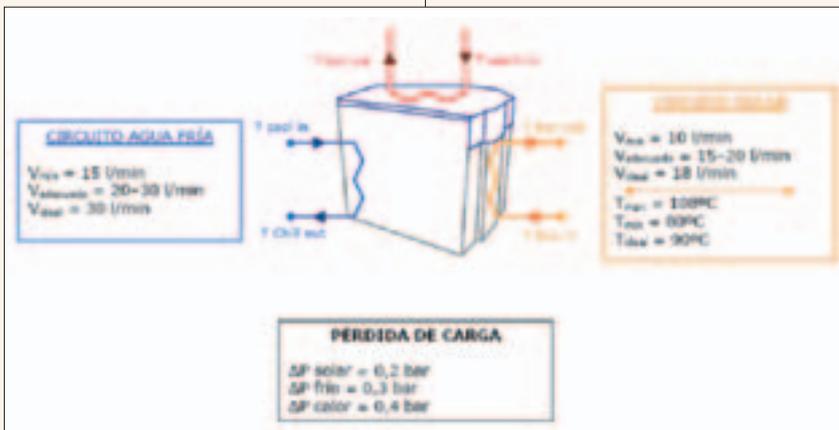


Figura 5.- Temperaturas y caudales de la máquina Rotártica.

ridad, el vaso de expansión del circuito se ha dimensionado de forma que la producción de vapor que se pudiera originar en los captadores, pueda ser absorbida por éste.

La aportación energética prevista por el sistema es del 50% de las necesidades de calefacción y climatización del local de acuerdo con la gráfica de la figura 6. El resto de la energía requerida será aportada mediante

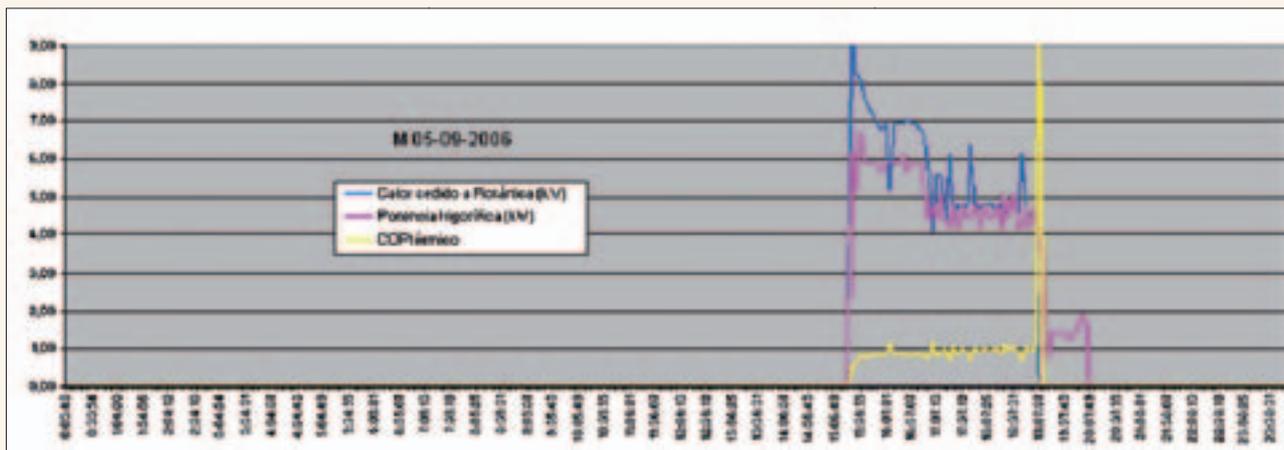


Figura 7.- Datos de funcionamiento de la instalación correspondientes al 5 de septiembre de 2006

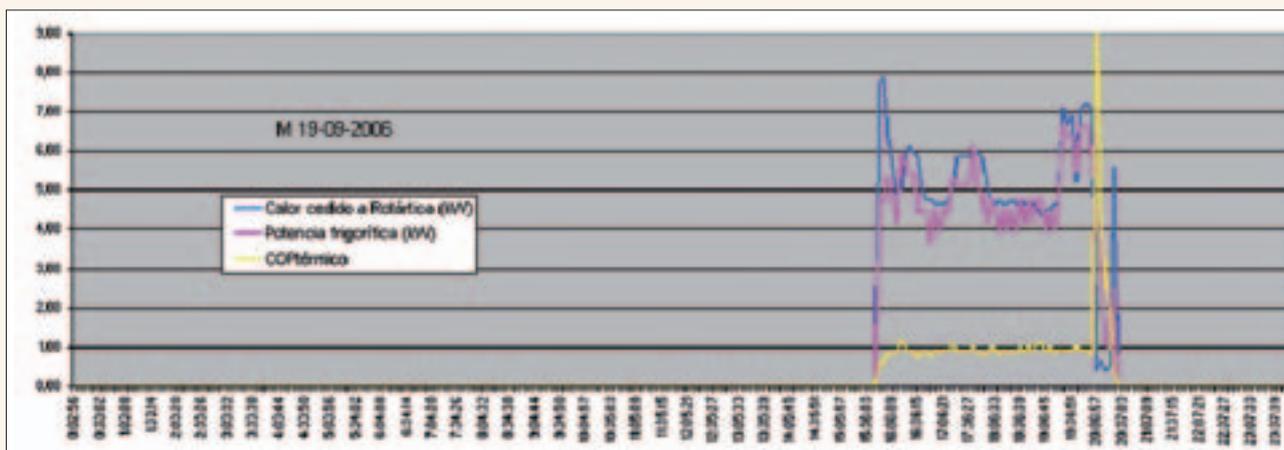


Figura 8.- Datos de funcionamiento de la instalación correspondientes al 19 de septiembre de 2006

una bomba de calor aire/agua, que suministrará agua fría y caliente a los fan-coils.

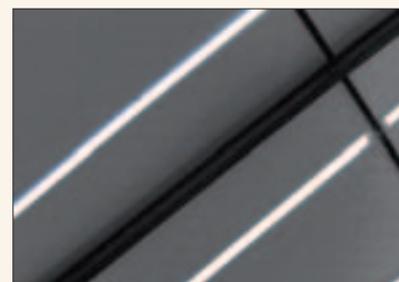
Las figuras 7 y 8 representan los datos recogidos por la monitorización del sistema cuando la instalación se encuentra funcionando en la época estival, es decir, produciendo frío. Corresponden a los días 5 y 19 de septiembre de 2006. Se puede obser-

var cómo el COP de la máquina de frío oscila entre 0,9 y 1,0, casi tres décimas superior al COP estándar de la máquina. La potencia frigorífica ofrecida se sitúa alrededor de los 4,5 kWf establecidos en las especificaciones técnicas aunque, en algunos momentos, la misma máquina llega a desarrollar hasta 6 kW<sub>f</sub>.

El presupuesto total de la instalación ha ascendido a 37.000 euros. El proyecto *Absoripilot* ha recibido una ayuda de la línea ICO-IDAE-2005, a modo de préstamo bonificado de 18.000 €, con una amortización parcial de 9.000 €, dentro del epígrafe correspondiente a energía solar, con marcado carácter innovador.

La empresa instaladora, **PJS Proyectos e Instalaciones** (perteneciente a AREMUR-FREMM), ha realizado todas las instalaciones de calefacción, refrigeración y energía solar.

El sistema de climatización está perfectamente monitorizado en tiempo real vía GMS. Para ello, **AM Auto-**



Colectores solares térmicos de placa plana de Isototón



Máquina de absorción Rotártica de 4,5 kWf.

**matización Industrial** ha desarrollado un programa informático específico para controlar los distintos parámetros críticos de la instalación con las consignas precisas para optimizar su funcionamiento. Este sistema se concibe de manera flexible de forma que la programación del autómata puede modificarse a conveniencia de los participantes en el proyecto, de forma que se pueda optimizar el funcionamiento de la instalación.

Todo ello hace de este proyecto piloto un auténtico banco de ensayos

de la máquina de absorción así como de los captadores desarrollados por **Isofotón** para tal fin de forma que no se requieran, en este tipo de aplicación, captadores de tubos de vacío, mucho más caros y delicados.

El Centro de Desarrollo Local de Puerto Lumbreras se convierte también de esta forma en un Centro de Formación sobre refrigeración solar, orientado a nuevos instaladores. También se podrá llevar a cabo, en dichas instalaciones, la realización de Cursos prácticos sobre cómo diseñar, montar y controlar este tipo de instalaciones.

Entre las **novedades** que representa la instalación, se pueden enumerar:

- Utilización de una máquina de absorción de pequeña potencia, 4,5 kWf para la producción de frío en pequeñas superficies ya que las máquinas de absorción existentes hasta el momento eran de potencias superiores a los 35 kWf.

- Eliminación de las torres de refrigeración húmedas para evacuar el calor sobrante del ciclo de absorción, sustituyéndolas por un intercambiador más un ventilador, evitando así el consumo de agua. También se evitan los problemas de focos de legionella, corrosión y deposiciones calcáreas.

- Eliminación de intercambiador de calor entre los colectores solares y el depósito de acumulación mejorando el rendimiento del sistema y disminuyendo los costes de la instalación.



Sistema de control y toma de datos, realizado por **AM Soluciones**.



Vista general de la instalación: acumulador, circuitos hidráulicos y máquina de absorción ejecutada por **PJS, Proyectos e Instalaciones**.

- Alimentación directa a los *fan-coils* con agua del circuito solar para producir calefacción en los meses invernales, sin intercambiador de calor, mejorando el rendimiento de la instalación.

También se podrían enumerar los **beneficios** que esta instalación supone para al Centro de Desarrollo Local de Puerto Lumbreras:

- Instalación pionera de climatización solar de pequeña potencia en la Región de Murcia, que, además, no utiliza torre de refrigeración húmeda.

- Instalación piloto experimental para nuevos desarrollos tecnológicos tanto para la máquina de absorción como para futuros captadores solares y la formación de instaladores de climatización y energía solar.

Mediante esta instalación se prevé una aportación energética del 50% de las necesidades de calefacción y climatización de los locales lo cual supondrá un ahorro del consumo por ese 50%.

Ejemplo de colaboración entre las empresas privadas **Rotártica**, Isofotón y PJS, la **Universidad Politécnica de Cartagena** y las Administraciones públicas, **Ayuntamiento de Puerto Lumbreras** y **ARGEM**, para desarrollar proyectos de I+D+i.

Disminución de emisiones contaminantes CO<sub>2</sub> a la atmósfera al utilizar una energía renovable como fuente de energía para el funcionamiento de la máquina.

#### BIBLIOGRAFÍA

- PEUSER F, REMMERS K, SCHNAUSS M. *Sistemas solares térmicos*. Progenisa.

- ALÁIZ, E. *Energía Solar, cálculo y diseño de instalaciones*. Sección de Publicaciones de la ETSII-Madrid.

- *Solar Thermal Markets in Europe 2003*. European Solar Thermal Industry Federation. [www.estif.org](http://www.estif.org)

- VV. AA. CLIMASOL, *Guía del aire acondicionado solar*. DG-TREN de la CE

- ARGEM. [www.argem.es](http://www.argem.es) ■