



**Congreso Nacional del Medio Ambiente**  
Cumbre del Desarrollo Sostenible

**COMUNICACIÓN TÉCNICA**

# Experiencias de refrigeración solar de pequeña potencia en la Región de Murcia

Autor: Rafael Martínez Sánchez

Institución: Agencia de Gestión de la Energía de la Región de Murcia

E-mail: [rafael.martinez@argem.es](mailto:rafael.martinez@argem.es)

Otros autores: Jose Pablo Delgado (ARGEM)



## RESUMEN:

La energía solar térmica ha experimentado un desarrollo científico-tecnológico muy importante en los últimos años. 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 mermar su vida útil. La producción de frío con energía solar sería muy bienvenida en este tipo de instalaciones. El equipo que produce frío, a partir del agua caliente generada por el sistema solar, es la máquina de absorción. Son ya un buen número las instalaciones de este tipo que se han llevado a cabo a lo largo del territorio nacional. Sin embargo, los sistemas de absorción suelen venir unidos a voluminosas torres de refrigeración húmedas, que entrañan una serie de dificultades (consumo de agua, corrosión y deposiciones calcáreas, necesidad de un mantenimiento, posible foco de legionella). Un grupo de empresas en España ha diseñado una nueva máquina de absorción que no requiere torre de refrigeración, sino un aerocondensador. Esta máquina recibe el nombre comercial de Rotártica. Esta máquina dispone de una potencia frigorífica de 4,5 kW. En este artículo se presentan 10 instalaciones singulares de refrigeración solar de pequeña potencia. Las instalaciones satisfacen las necesidades de refrigeración y calefacción de distintas dependencias en edificios ubicados en diferentes municipios de la Región de Murcia, en los que las condiciones climáticas son muy dispares. La mayoría de las instalaciones han sido equipadas con un completo sistema de monitorización que permite la adquisición de todos sus parámetros de funcionamiento, para almacenarlos y posteriormente poder analizarlos. De ellas se han obtenido datos de producción y de consumo que han servido para conocer más en profundidad los aspectos energéticos de este tipo de instalaciones. En la mayoría de los casos se consigue satisfacer alrededor del 40% de la demanda energética de los locales, ofreciendo unos niveles de fiabilidad destacables.



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 confían 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 mermar 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 con energía solar es muy bienvenida en este tipo de instalaciones. De forma que, en invierno se produce calor para la calefacción, mientras que en verano se produce frío para el aire acondicionado de los locales. El equipo que produce frío, a partir del agua caliente generada por el sistema solar, es la máquina de absorción.

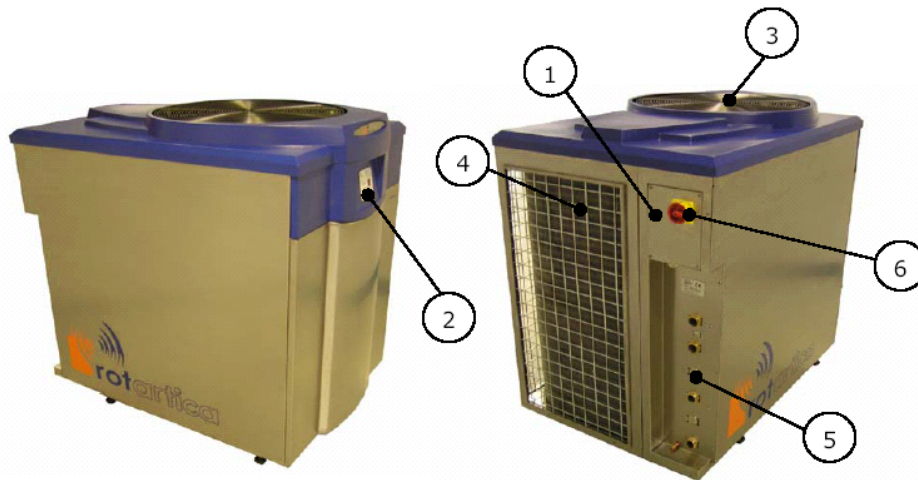
Son ya un buen número las instalaciones de este tipo que se han llevado a cabo a lo largo del territorio nacional. Sin embargo, los sistemas de absorción suelen venir unidos a voluminosas torres de refrigeración húmedas, que evacuan el calor sobrante del ciclo de absorción mediante la evaporación del 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 los últimos años, 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 que queda 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 absorción que no requiere torre de refrigeración, sino un aerocondensador. Esta máquina recibe el nombre comercial de Rotártica.

Hasta hace unos años los sistemas de absorción, alimentados con agua caliente, tenían capacidades frigoríficas elevadas para las necesidades de una pequeña instalación solar (véase 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.



**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.

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, Rotartica e Isofotón para elaborar un proyecto piloto.

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

El proyecto denominado ABSORPILOT consiste en la instalación de un sistema de calefacción/climatización solar utilizando la máquina Rotártica. El local a climatizar se trata del Centro de Desarrollo Local de Puerto Lumbreras en 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 70 m<sup>2</sup>). El generador térmico está basado en captadores de placa plana de la compañía Isofotón, con superficie de absorción selectiva, capaces de alcanzar temperaturas superiores a los 100°C.

Los captadores se encuentran 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.



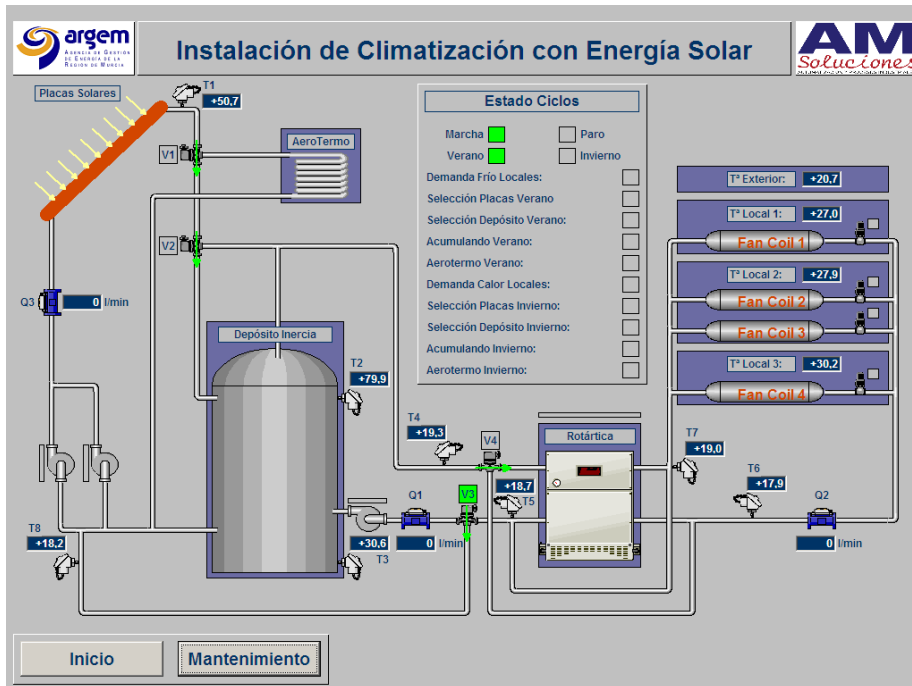


Figura 4. Esquema de funcionamiento de la instalación.

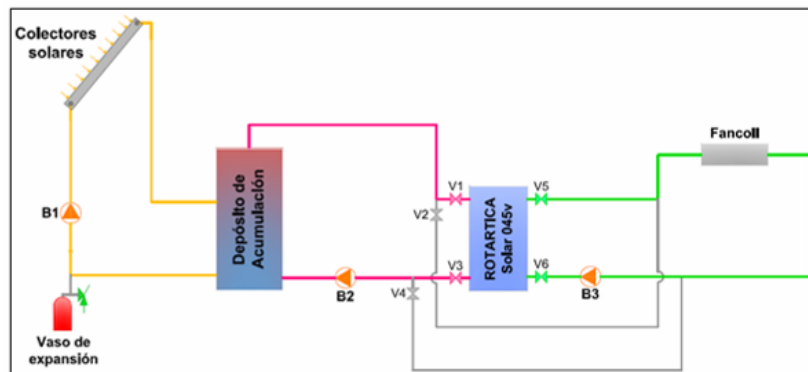


Figura 5. Funcionamiento de la instalación en verano.

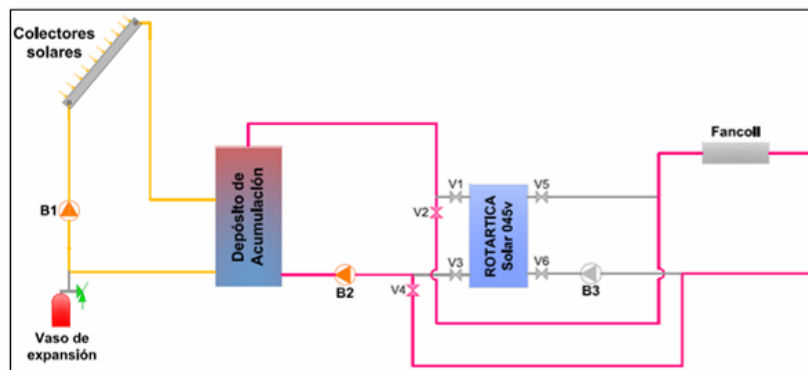
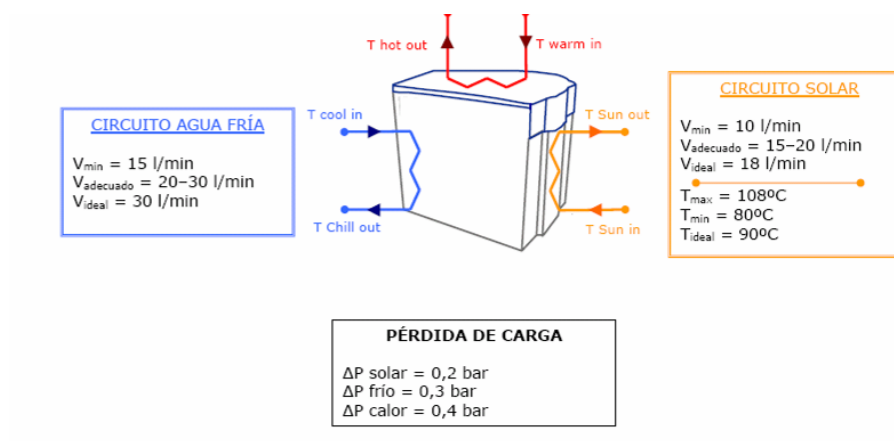


Figura 6. Funcionamiento de la instalación en invierno.

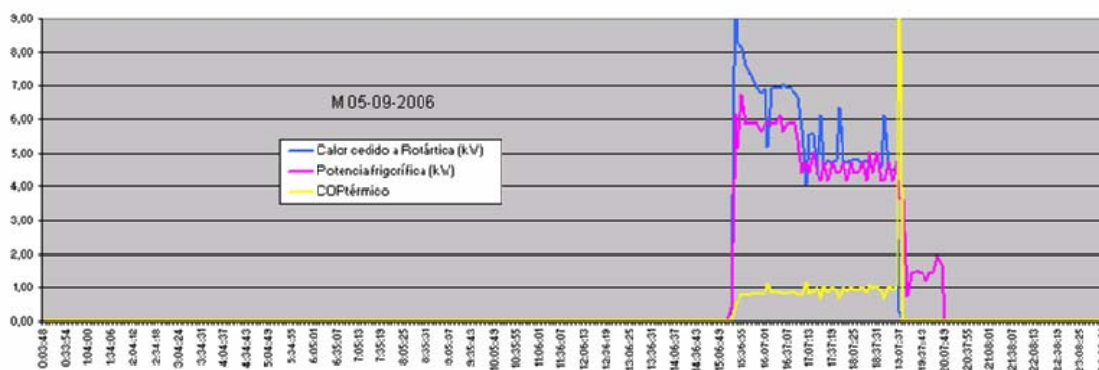
Los niveles de caudal y temperatura requeridos por la máquina Rotártica, se pueden observar en la figura 7. Para evitar en cualquier momento que una parada en la máquina de absorción pudiera provocar un sobrecalentamiento de la instalación, se ha previsto la instalación de un aerotermo, que entraría en marcha cuando el depósito de inercia haya alcanzado los 95°C, y no exista demanda térmica. Además de este sistema de seguridad, el vaso de expansión del circuito se ha dimensionado de forma que la producción de vapor que se pudiera originar en los captadores, pudiera ser absorbida por éste.



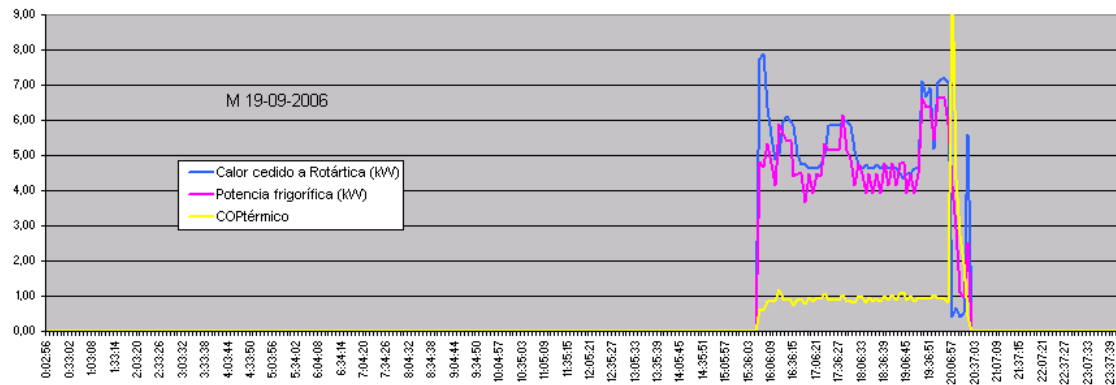
**Figura 7.** Temperaturas y caudales de la máquina Rotártica.

A través de este sistema fue previsto un aporte energético entre el 30 y el 50% de las necesidades de los locales, el resto de la energía requerida es aportada mediante una bomba de calor aire/agua, que suministrará agua fría y caliente a los fan-coils.

Las figuras 8 y 9 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 observar como 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 kW<sub>f</sub> establecidos en las especificaciones técnicas, aunque puntualmente, la misma máquina llega a ofrecer hasta 6 kW<sub>f</sub> de potencia.



**Figura 8.** Datos de funcionamiento de la instalación correspondientes al 5 de septiembre de 2006.



**Figura 9.** Datos de funcionamiento de la instalación correspondientes al 19 de septiembre de 2006

Después de varios años de recogida y análisis de datos se ha comprobado que el sistema es capaz de aportar un porcentaje medio del 46% de la demanda de las necesidades térmicas de los locales, obteniendo picos del 80% de la demanda.

El presupuesto total de la instalación ha ascendido a la cantidad de 37.000 euros. El proyecto ABSORPILOT 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.

El sistema de climatización está perfectamente monitorizado en tiempo real vía GMS. Para ello, se ha desarrollado un software 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 autómatas se puede modificar a conveniencia de los participantes en el proyecto, para que el funcionamiento de la instalación se pueda optimizar.

Todo ello hace de este proyecto piloto un auténtico banco de ensayos de la máquina de absorción Rotártica, 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 han llevado a cabo, en dichas instalaciones, la realización de cursos prácticos sobre cómo diseñar, montar y controlar este tipo de instalaciones.



**Figura 10.** Centro de Desarrollo Local de Puerto Lumbreras.

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

1. Utilización de una máquina de absorción de pequeña potencia,  $4,5 \text{ kW}_f$ , para la producción de frío en pequeñas superficies, ya que las máquinas de absorción existentes hasta el momento eran de potencias superiores a los  $35 \text{ kW}_f$ .
2. Eliminación de torres de refrigeración húmedas para evacuar el calor sobrante del ciclo de absorción, sustituyéndola por un intercambiador mas un ventilador, evitando así el consumo de agua. También se evitan los problemas de focos de "legionella", corrosión y deposiciones calcáreas.
3. Eliminación de intercambiador de calor entre los colectores solares y el depósito de acumulación mejorando así la eficiencia del sistema y disminuyendo los costes de la instalación.
4. 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.



**Figura 11.** Vista general de la instalación ABSORPILOT.

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

1. Primera instalación (pionera), de climatización solar de pequeña potencia en la Región de Murcia, que además no utiliza torre de refrigeración húmeda.
2. Instalación demostrativa, planta piloto experimental para nuevos desarrollos tecnológicos tanto para la máquina de absorción como futuros captadores solares, y formación para instaladores de climatización y energía solar.
3. Mediante esta instalación se prevé un aporte energético del 50% de las necesidades de calefacción y climatización de los locales, lo cual supondrá un ahorro del consumo por ese 50%.
4. Ejemplo de colaboración entre las empresas privadas ROTARTICA, ISOFOTON y PJS, la Universidad Politécnica de Cartagena y las Administraciones públicas, AYUNTAMIENTO DE PUERTO LUMBRERAS y ARGEM, para desarrollar proyectos de I+D+i.
5. 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.



**Figura 12.** Máquina de absorción.



**Figura 13.** Colectores solares.



**Figura 14.** Vista general de la instalación, acumulador, circuitos hidráulicos y máquina de absorción.



**Figura 15.** Sistema de control y adquisición de datos.

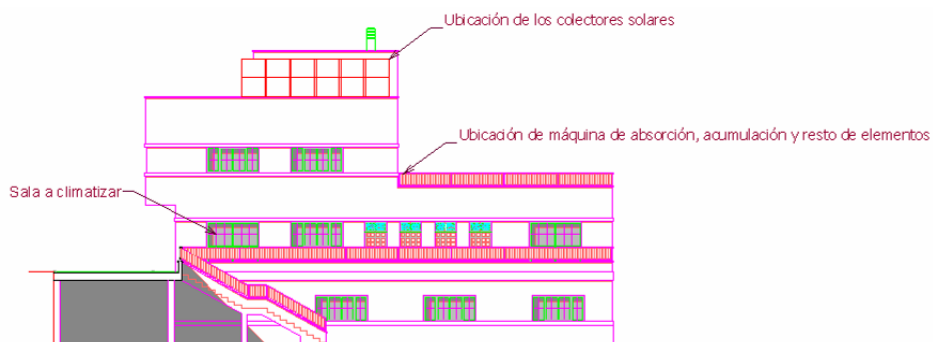
Tras los resultados obtenidos en la instalación ABSORPILOT, la Agencia de la Energía de la Región de Murcia decidió seguir investigando en el campo de la refrigeración solar con la construcción de nuevas instalaciones, fruto de ello nació el proyecto FRIOSOL MOLINA, de características similares al anterior pero con numerosas mejoras, con el objetivo de aumentar la producción térmica, disminuir el consumo eléctrico de la instalación y aumentando las posibilidades de monitorización y control.

El proyecto FRIOSOL MOLINA consiste en la instalación de un sistema de calefacción/climatización solar utilizando la máquina Rotártica. El generador térmico está basado en 12 captadores de placa plana de la compañía Roca modelo PS2, con una

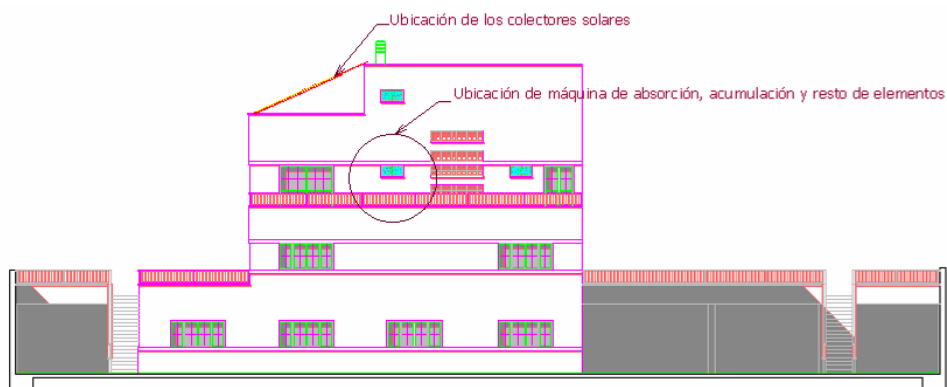
superficie total de captación de 24 m<sup>2</sup>, aumentando de esta forma la superficie de captación, que en el proyecto anterior era de 19 m<sup>2</sup>. Los captadores se encuentran alojados en una estructura soporte, integrada con el edificio y con otras tecnologías de energías renovables como paneles solares fotovoltaicos y un generador eólico para la producción de electricidad. Dicha estructura ha sido realizada por los alumnos de la escuela taller del Centro de Nuevas Tecnologías, Energías Renovables y Empleo de Molina de Segura para climatizar una de sus salas de formación, lugar en donde se ubica la instalación. Todo ello, de acuerdo con los esquemas de las Figuras 17, y 18.



**Figura 16.** Centro de Nuevas Tecnologías, Energías Renovables y Empleo de Molina de Segura.



**Figura 17.** Ubicación de la instalación y centro a climatizar.



**Figura 18.** Plano del centro y localización de la sala a climatizar.

El sistema acumulador, de 2000 litros de capacidad, a diferencia de ABSORPILOT está separado de los captadores por un intercambiador de calor. De esta forma, es posible disponer de dos circuitos independientes y dimensionar cada uno de ellos para sus condiciones particulares de presión y temperatura, concretamente se dispondrá en el circuito primario de una presión de trabajo considerablemente mayor a la del resto de la instalación (superior a 4 bar.) para aumentar la temperatura de producción de vapor y retrasar sus efectos, con esta estrategia el fluido anticongelante queda confinado en el circuito primario, evitando su introducción en la máquina de absorción y aumentando así la potencia suministrada al generador de la máquina de absorción.

En este caso se ha optado por un depósito de acumulación cilíndrico y superficie en la base reducida, para que su forma esbelta, ayude a producir una estratificación del agua caliente en su interior, con ello se conseguirá introducir al generador de la máquina de absorción agua caliente durante un mayor tiempo aumentando su rendimiento y consiguiendo mayor autonomía de funcionamiento.

Como novedad se plantea la posibilidad de no incorporar el fluido anticongelante realizando una recirculación con agua caliente por los colectores solares cuando la temperatura sea excesivamente baja, eliminando operaciones de mantenimiento y problemas de toxicidad.

El agua acumulada en el depósito se puede utilizar directamente para calefactar el local, a través de un fan-coil alojado en la sala, o para alimentar la máquina de absorción, produciendo agua fría entre 10°C-11°C, que también alimentará al fan-coil del local.

Para evitar en cualquier momento que una parada en la máquina de absorción pudiera provocar un sobrecalentamiento de la instalación, se ha previsto que la instalación entre en marcha cuando el depósito de inercia haya alcanzado los 95°C, y no exista demanda térmica, vertiendo la producción de calefacción o refrigeración sobre la sala a climatizar y áreas comunes del edificio, preclimatizando así estas zonas y disminuyendo las necesidades de climatización en los momentos posteriores en los que si exista demanda.

Además de este sistema de seguridad, el vaso de expansión del circuito primario se ha dimensionado de forma que la producción de vapor que se pudiera originar en los captadores, pueda ser absorbida por éste. Igualmente se ha dimensionado el vaso de expansión del resto de circuitos para contrarrestar la sobrepresiones de la instalación debidas a los cambios de temperatura en el fluido.



**Figura 19.** Vista general de las placas solares térmicas, junto con otras instalaciones de EERR del centro de Molina de Segura.



**Figura 20.** Vista general del campo de captación.



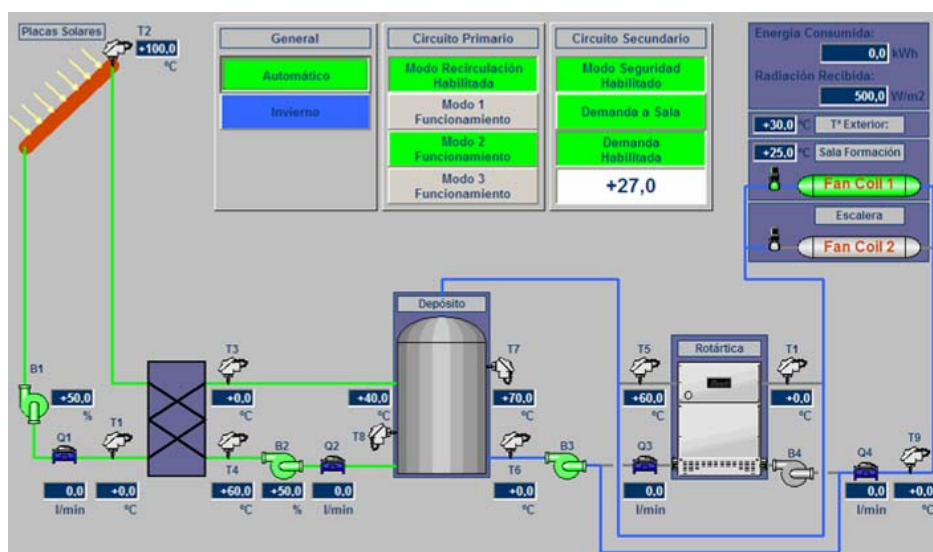
**Figura 21.** Vista general de la instalación FRIOSOL MOLINA.

Entre otras de las mejoras con respecto a la instalación ABSORPILOT, se encuentra la utilización de bombas de caudal variable en el circuito primario para poder adaptar su velocidad y el caudal aportado a los colectores solares en función de la radiación solar o de la diferencia de temperaturas existente entre el depósito y el generador térmico. Con este tipo de bombas se podrá regular el caudal del agua a su paso por los colectores a velocidades bajas consiguiendo una mayor temperatura del fluido y una disminución del consumo eléctrico de la instalación.

También se ha mejorado la adquisición de datos, instalando 11 sensores de temperatura, 2 sensores de presión monitorizados, aumentando la precisión de los caudalímetros y mediante la utilización de una célula solar calibrada para el control de las bombas de caudal variable.

El presupuesto total de la instalación ha ascendido a la cantidad de 50.000 euros.

El sistema de climatización está perfectamente monitorizado en tiempo real vía GMS. Para ello, se ha desarrollado un software específico para controlar todos los parámetros de la instalación, a partir de unas consignas preestablecidas para optimizar su funcionamiento.



**Figura 22.** Esquema de la instalación FRIOSOL MOLINA.

Todo ello hace de este proyecto piloto junto con la instalación ABSORPILOT que la Región de Murcia cuente con dos auténticos bancos de ensayos de la máquina de absorción Rotártica en instalaciones de tipologías diferentes y repartidas por la geografía de la Región.

El Centro de Nuevas Tecnologías, Energías Renovables y Empleo se convierte también de esta forma en otro centro de formación sobre refrigeración solar, orientado a nuevos instaladores y a la formación de los alumnos de sus talleres. 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 con respecto a la instalación ABSORPILOT, se pueden enumerar:

1. Bombas de caudal variable, controladas por el sistema SCADA en función de la medida de la radiación solar.
2. Introducción de un intercambiador de calor para disponer de dos circuitos independientes.
3. Presión de diseño del circuito primario superior a 4 bar.
4. Manómetro del circuito primario insertado en el control SCADA.
5. Eliminación de aerotermo y vertido de excedentes sobre el local o zonas comunes del edificio.
6. Posibilidad de eliminar el glicol reduciendo las operaciones de mantenimiento y problemas de toxicidad.
7. Instrumentación de mayor precisión.
8. Aumento del volumen de acumulación.
9. Aumento de la superficie de captación solar.
10. Uso de bajo caudal en las conducciones del circuito primario.

Con todas estas mejoras se pretende conseguir un aumento del rendimiento de las instalaciones con la máquina de absorción Rotártica y una mayor autonomía de funcionamiento.

Tras la realización de estas dos instalaciones, se llegó a un acuerdo entre IDAE, y ROTARTICA, para la construcción de 10 instalaciones de refrigeración solar en la Región de Murcia, proyecto denominado 10 ROTARTICAS MURCIA. Para ello ARGEM identificó 9 ubicaciones y ha llevado a cabo las tareas de diseño y dirección de obra. Dicho proyecto se está ejecutando en diversos puntos de la geografía de la Región, pudiendo de esta forma disponer de instalaciones de refrigeración solar demostrativas repartidas por todo el territorio murciano que sirvan de referencia a futuros proyectos, cada una de estas instalaciones posee diferentes tipologías de diseño, creando un gran banco de ensayos para las máquinas de absorción.

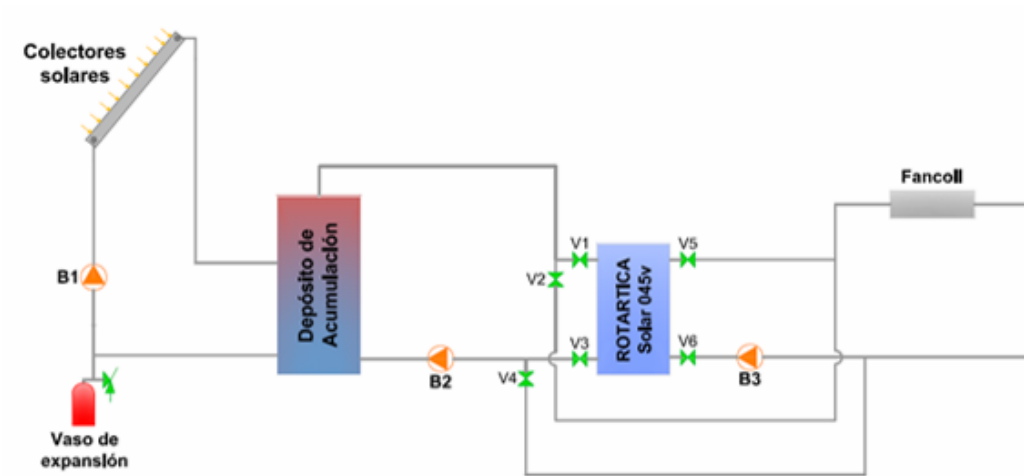


**Figura 23.** Ubicaciones de las instalaciones del proyecto 10 ROTARTICAS MURCIA.

Entre las diferentes tipologías adoptadas para este proyecto podemos encontrar las siguientes configuraciones:

### 1. Instalación con colectores planos, sin válvula termostática y sin A.C.S.

Este tipo de instalación se corresponde con el esquema de la figura 24, en el se puede apreciar como el agua caliente procedente de los colectores solares pasa directamente a un tanque de inercia de 1500 l. para posteriormente alimentar a la máquina de absorción o a Fan Coil. Este tipo de instalación es la adoptada en las ubicaciones del Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias (CIFEA) de Molina de Segura y en la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).



**Figura 24.** Esquema de una de las instalaciones del proyecto 10 ROTARTICAS MURCIA.



**Figura 25.** Campo solar del CIFEA de Molina de Segura.



**Figura 26.** Instalación del CIFEA de Molina de Segura.



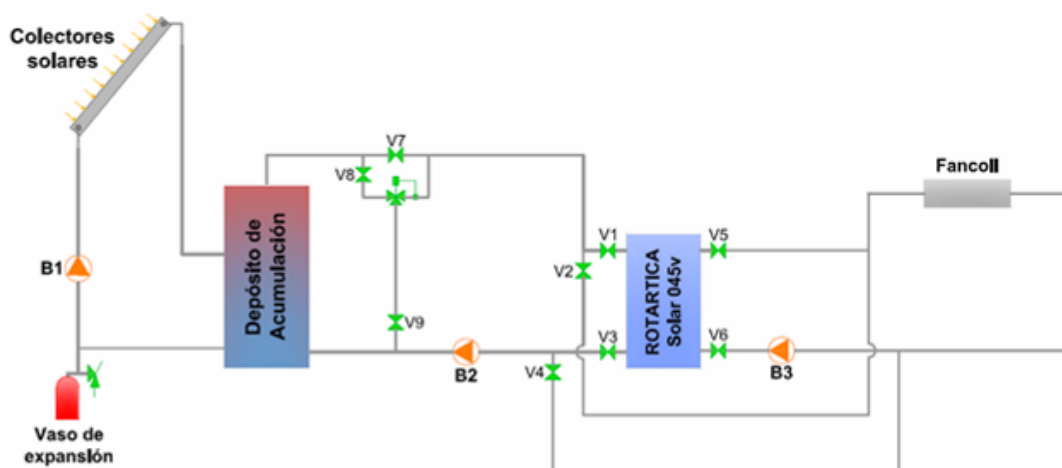
**Figura 27.** Campo solar de la UPCT.



**Figura 28.** Instalación de la UPCT.

## 2. Instalación de colectores planos, con válvula termostática y sin A.C.S.

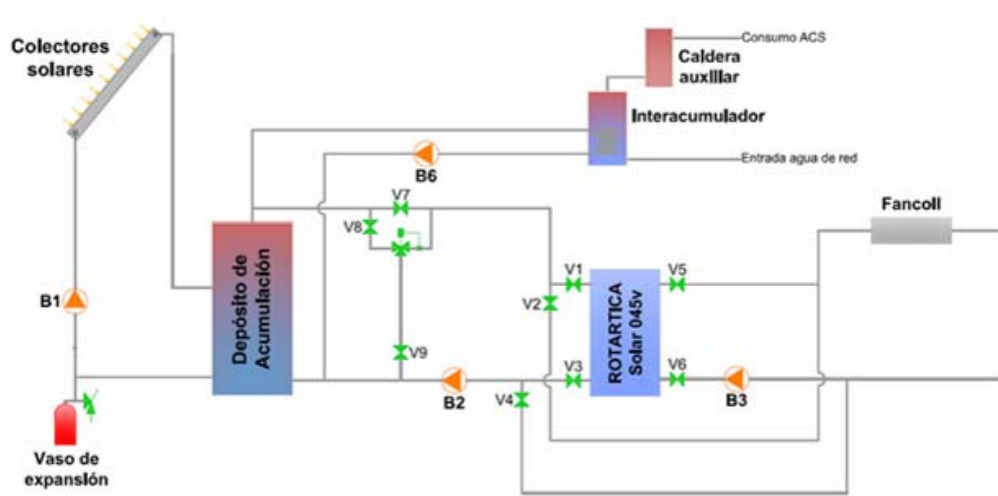
Este tipo de instalación corresponde al esquema de la figura 29, se trata de una configuración similar a la anterior pero se ha añadido una válvula termostática a la salida del depósito de inercia para evitar que funcionando en modo invierno, se pueda introducir agua excesivamente caliente al Fan Coil y mermar su vida útil. Esta configuración se puede encontrar en las instalaciones del Centro Regional de Industria y Energía y en el Centro de Agroecología y Medio Ambiente de Murcia.



**Figura 29.** Esquema de una de las instalaciones del proyecto 10 ROTARTICAS MURCIA.

## 3. Instalación de colectores planos, con válvula termostática y con A.C.S.

Este tipo de instalación se corresponde con el esquema de la figura 30, en esta ocasión se ha añadido un interacumulador de 300 l. que almacena energía cuando la temperatura del depósito de inercia llega a una determinada consigna, derivando el agua caliente procedente de los colectores solares al tanque de A.C.S. Este tipo de instalación se puede encontrar en el edificio del Servicio de Animales de Laboratorio de la Universidad de Murcia (UMU).



**Figura 30.** Esquema de una de las instalaciones del proyecto 10 ROTARTICAS MURCIA.



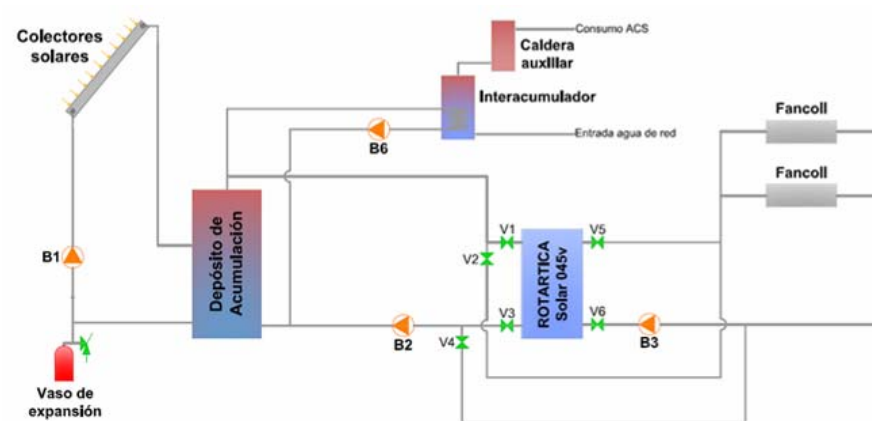
**Figura 31.** Campo solar de la UMU.



**Figura 32.** Instalación de la UMU.

#### 4. Instalación de colectores planos, sin válvula termostática y con A.C.S.

Este tipo de instalación se corresponde con el esquema de la figura 33, se trata de una configuración sencilla en la que se ha añadido un interacumulador para proveer a la ubicación de A.C.S. Se puede encontrar este tipo de instalación en el edificio de la Universidad Popular de Yecla.



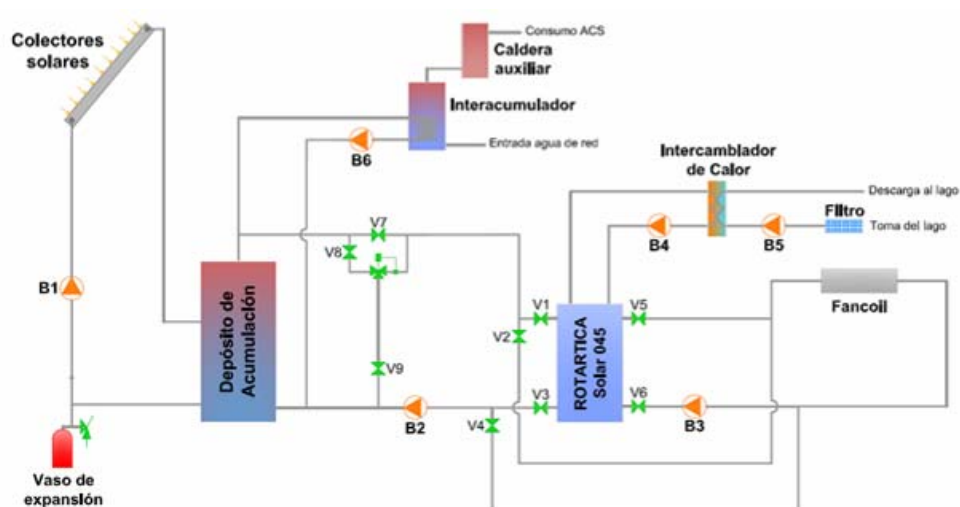
**Figura 33.** Esquema de una de las instalaciones del proyecto 10 ROTARTICAS MURCIA.



**Figura 34.** Campo solar de la Universidad Popular de Yecla.

## 5. Instalación de colectores de tubos de vacío, con válvula termostática, A.C.S. y sistema de disipación.

Esta instalación corresponde con el esquema de la figura 35, debido a la especial ubicación de esta instalación, en la Casa Club de golf La Princesa de la Manga Club Resort y a la proximidad de un lago artificial se optó por usar el modelo de Rotartica sin aerotermo integrado y disipar el calor sobrante del ciclo de absorción contra el lago artificial, además para favorecer la integración arquitectónica del edificio y minimizar el impacto visual del campo de golf se ha optado por la instalación de paneles de tubo de vacío de flujo directo, colocando estos horizontalmente sobre la cubierta del edificio y pasando inadvertidos desde cualquier punto en los alrededores de la ubicación. También se ha utilizado este modelo de instalación en el Centro Medioambiental y de Energía Solar Fuente de Columbares, vertiendo los excedentes de calor sobre piscinas al aire libre.



**Figura 35.** Esquema de una de las instalaciones del proyecto 10 ROTARTICAS MURCIA.



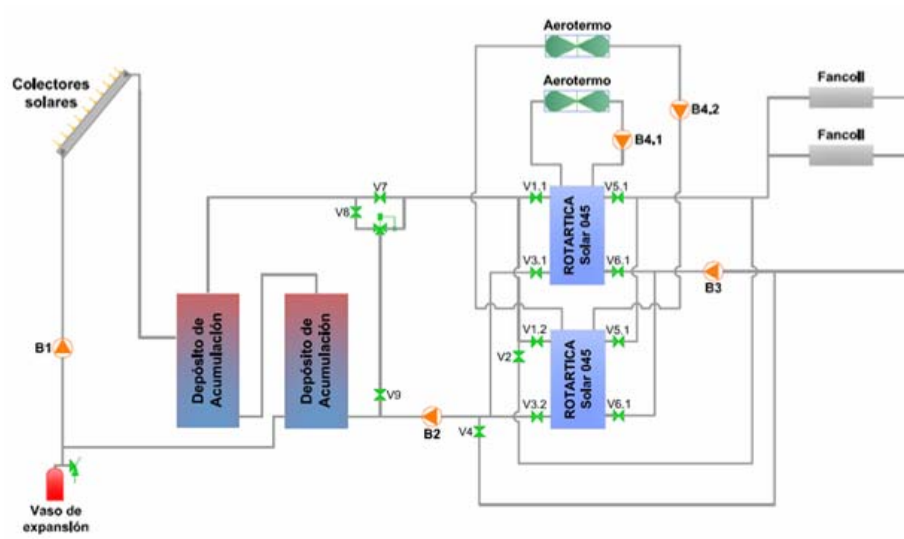
**Figura 36.** Casa Club de golf La Princesa.



**Figura 37.** Lago artificial donde se realiza la disipación del ciclo de absorción.

## 6. Dos instalaciones en paralelo con colectores de tubos de vacío, con válvula termostática, sin A.C.S. y sistema de disipación externo.

Por último debido a las necesidades térmicas de la Cámara de Comercio de Cartagena se optó por utilizar dos máquinas de absorción trabajando en paralelo y que pudiesen funcionar en cascada, para ello se han utilizado dos tanques de inercia de 1500 l. y un campo solar de tubos de vacío tipo Heat Pipe con una superficie de captación superior al de instalaciones anteriores, dicho esquema es el que corresponde con la figura 38. En este edificio los paneles solares se instalarán a modo de alero, dando sombra a las ventanas del primer piso del edificio que están situadas en la cara sur, haciendo uso de esta forma de técnicas de arquitectura bioclimática.



**Figura 38.** Esquema de una de las instalaciones del proyecto 10 ROTARTICAS MURCIA.

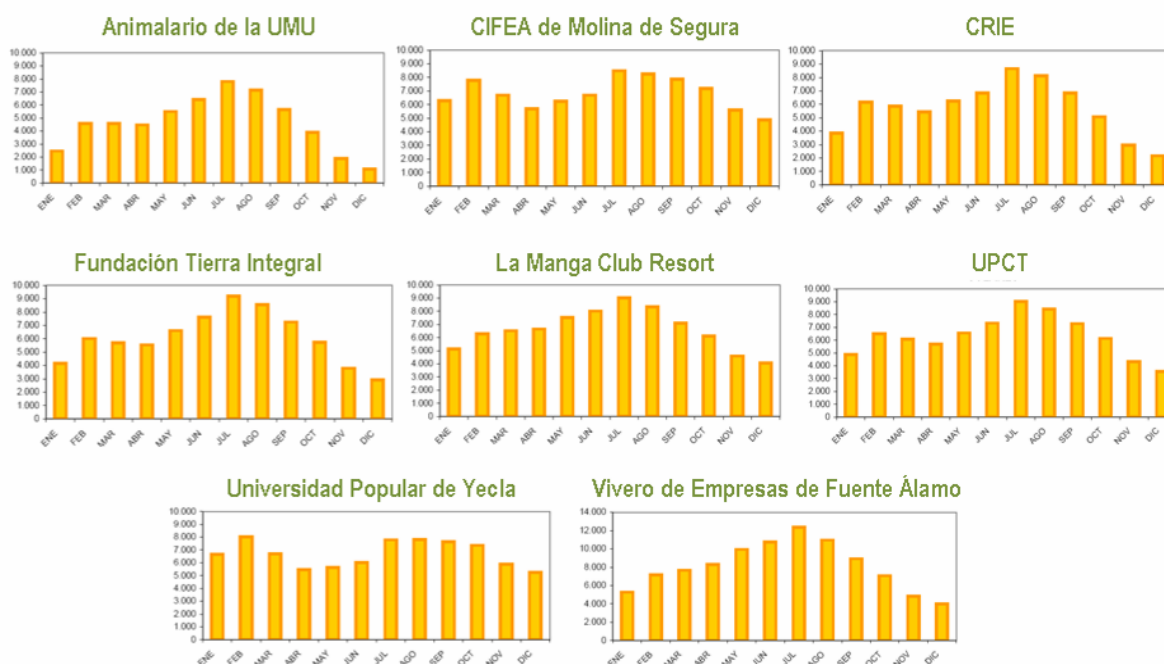


**Figura 39.** Vista de la fachada del edificio de la Cámara de Comercio de Cartagena donde se instalarán los paneles solares.

En la tabla 1 y figura 40 se muestran los colectores utilizados en cada una de las ubicaciones y la estimación de la energía a captar.

Instalaciones	Nº de colectores	Stotal (m2)	Tipo	Fabricante	Orientación	Inclinación
Animalario de la UMU	12	23,88	Placa plana	Giordano	- 25º sur	30º
CIFEA de Molina de Segura	12	26,46	Placa plana	Isofotón	-15º sur	40º
CRIE	12	26,46	Placa plana	Isofotón	28º sur	40º
Fundación Tierra Integral	10	25,10	Placa plana	Schüco	- 23º sur	30º
La Manga Club Resort	8	17,12	Tubo de vacío	Viessmann	sur	30º
UPCT	12	26,46	Placa plana	Isofotón	- 3º sur	35º
Universidad Popular de Yecla	12	26,46	Placa plana	Isofotón	31º sur	45º
Vivero de Empresas de Fuente Álamo	14	33,60	Tubo de vacío	BH Solar	- 43º sur	20º

**Tabla 1.** Colectores utilizados en cada ubicación con indicación de la tecnología, fabricante, superficie, orientación e inclinación.



**Figura 40.** Estimación de la energía a captar en cada una de las instalaciones

Actualmente ARGEM sigue fomentando las instalaciones solares con nuevos proyectos y diferentes tecnologías, este es el caso de un proyecto denominado CLIMATEWELL ABSORCIÓN, en el que se prevé utilizar una máquina de absorción de la casa Climatewell integrada en una instalación solar para abastecer parte de las necesidades de refrigeración y calefacción del gimnasio de la piscina climatizada, situada en las instalaciones de la Universidad de Murcia, vertiendo el calor sobrante del ciclo termodinámico al vaso de la piscina, con lo que se reducirán las necesidades de climatización de dicha piscina. Esta instalación tendrá una potencia de 10 kW con una



superficie de colectores de 30 m<sup>2</sup>, y se estima que evitará a la atmósfera cada año la emisión de 16 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Queda demostrado con estas 13 experiencias y proyectos piloto que ARGEM apoya el desarrollo de la refrigeración solar, siendo esta una ayuda para reducir el consumo energético en las zonas del sur y el levante de España en donde a diferencia de otros climas, el mayor consumo energético en la climatización se produce en los meses de verano, época en la que se puede disponer del recurso abundante y gratuito de la radiación solar.