

## ABSORCIÓN ROTATIVA, BASE DE UN PRODUCTO COMERCIAL, QUE HACE POSIBLE LA REFRIGERACIÓN SOLAR EN EL SECTOR TERCIARIO Y MERCADO RESIDENCIAL.

### INTRODUCCIÓN

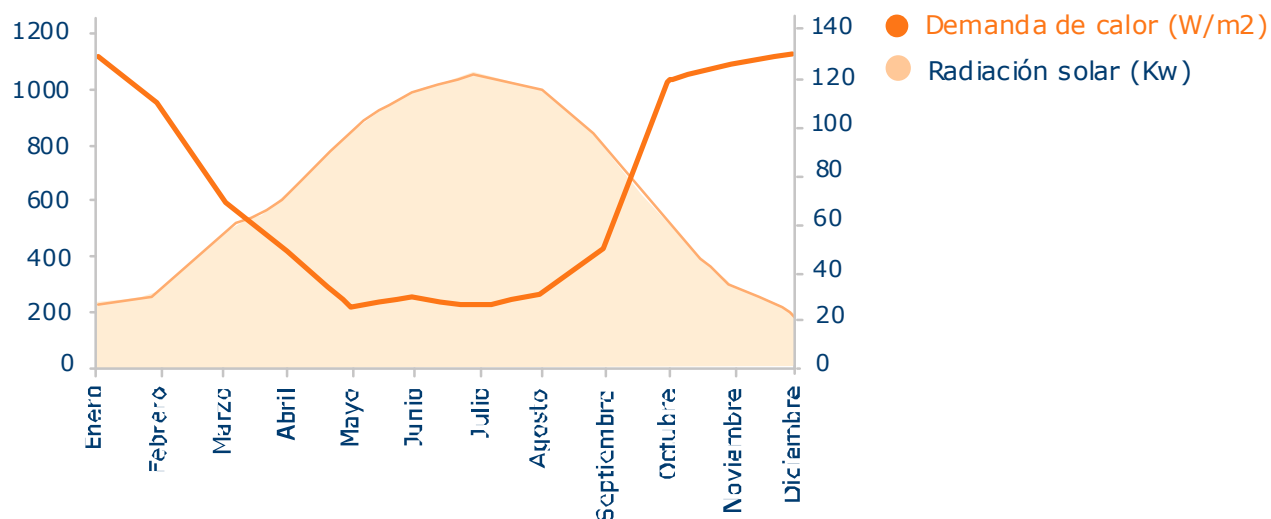
Entre 1999 y 2003, las ventas de Aire Acondicionado anuales han aumentado más de un 31% en el mundo y más de un 43% en Europa. Si se centra la mirada en España, el crecimiento ha sido mucho más espectacular y sólo entre 2002 y 2003 las ventas se han duplicado.

Este espectacular aumento ha supuesto un consumo equivalente de electricidad, notándose una debilidad manifiesta del sistema de red eléctrico. En España se sucedieron varias caídas de tensión entre primavera de 2004 y verano del mismo año, que han originado situaciones críticas.

Además de los problemas con la red eléctrica, no es menos importante la amenaza del cambio climático debido a la gran demanda energética y en particular de confort, de la sociedad actual. Por todo esto, uno de los grandes retos en la actualidad radica en lograr un mayor equilibrio con el medio ambiente pero sin perder el grado de confort ni el consumo, de forma que los indicadores de la economía global no se vean afectados.

### ENERGÍAS RENOVABLES

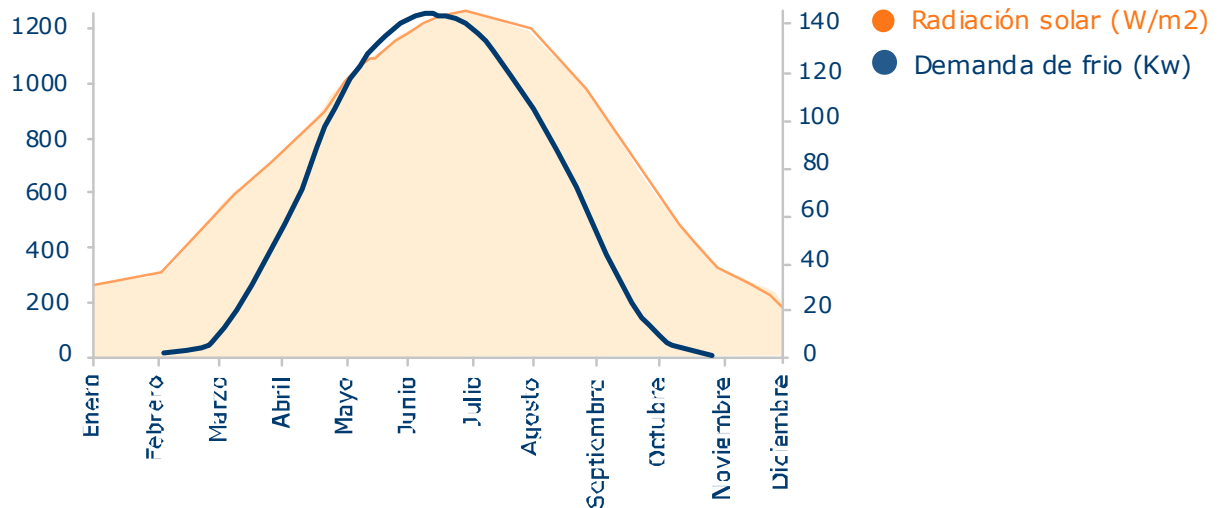
La Energía Solar Térmica es una alternativa al uso de fuel oil o cualquier tipo de calderas que usen combustibles fósiles, pero hasta hoy en día y sobre todo para aplicaciones domésticas, solamente es útil para aplicaciones de ACS y calefacción con lo que la demanda y la disponibilidad de energía no concuerdan como se observa en la siguiente gráfica.



Ejemplo de cargas y necesidades (según variables, tipo casa, latitud, etc.)

### REFRIGERACIÓN SOLAR

La Refrigeración Solar es una aplicación que puede optimizar el uso de la Energía Solar Térmica y multiplica sus posibilidades y aprovechamiento pues como se observa en la siguiente gráfica hace mayor uso del calor proveniente del sol cuando en más cantidad se dispone, es decir, en verano.



Ejemplo de cargas y necesidades (según variables tipo de casa, latitud, etc.)

La Refrigeración Solar consiste básicamente en convertir un foco de calor (por ejemplo agua caliente proveniente de colectores solares térmicos) en frío que se podrá transmitir a una estancia generando confort (Aire Acondicionado).

La paradoja de dar frío con el calor, que tan ideal parece, ha visto obstaculizado su desarrollo debido a diferentes limitaciones técnicas. Actualmente la situación del mercado nos muestra una oferta para grandes superficies (potencias por encima de 35kW), pero existe un vacío para la demanda existente en el sector de la vivienda, o cualquier superficie menor. Además, las aplicaciones basadas en el ciclo de absorción por LiBr (las más numerosas) requieren en su totalidad Torre de Refrigeración con todo lo que esto acarrea en cuanto a elevado mantenimiento, riesgo de Legionelosis, etc., además de una gran infraestructura para su instalación y un mantenimiento muy costoso con una periodicidad elevada.

### **ABSORCIÓN ROTATIVA**

Con el objetivo de ampliar las posibilidades y bonanzas que proporciona la Refrigeración Solar, se ha desarrollado en la empresa ROTARTICA, S.A. una tecnología que realmente acerca la limitación de funcionamiento práctico de los equipos de absorción, hasta los albores de los resultados ideales que marca la termodinámica con su primer y segundo principio. Estamos ante la ABSORCIÓN ROTATIVA, que como base de un producto comercial, hace posible la Refrigeración Solar en el sector terciario y mercado residencial.

La diferencia tecnológica que confiere la Absorción Rotativa a los equipos Rotartica respecto a otras unidades de absorción de bromuro de litio y agua, está basada en la peculiaridad que el ciclo entero gira con el fin de intensificarlo y aumentar el rendimiento siendo el efecto más notorio en el rendimiento la no necesidad de conectarlo a una torre de refrigeración, aún siendo un ciclo estándar de LiBr y agua. La eficiencia que posibilita la rotación, no sólo en transmisión de calor, sino especialmente en la transferencia de masa, permite completar el ciclo termodinámico de absorción sin perder grado en lo que a concentración de refrigerante se refiere, permitiendo así un gradiente térmico entre los focos frío y caliente (evaporador y condensador) más elevado de lo normal.

En resumen son dos principalmente los efectos destacados del giro del ciclo de absorción:

1. El buen mojado de los intercambiadores, tanto los de calor, evaporador, como los de calor y masa, generador y absorbedor, lo que revierte en el incremento de ambos coeficientes de transferencia de calor y masa.
2. La película de líquido de mojado de esos intercambiadores es extremadamente delgada, del orden de micras de espesor, lo cual facilita la transmisión de calor en las películas de líquido al medio líquido de transporte de calor.



De izqda. a dcha.: R SOLAR 045v y R SOLAR 045

### **INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN SOLAR Y BOMBA DE CALOR -IDAE-**

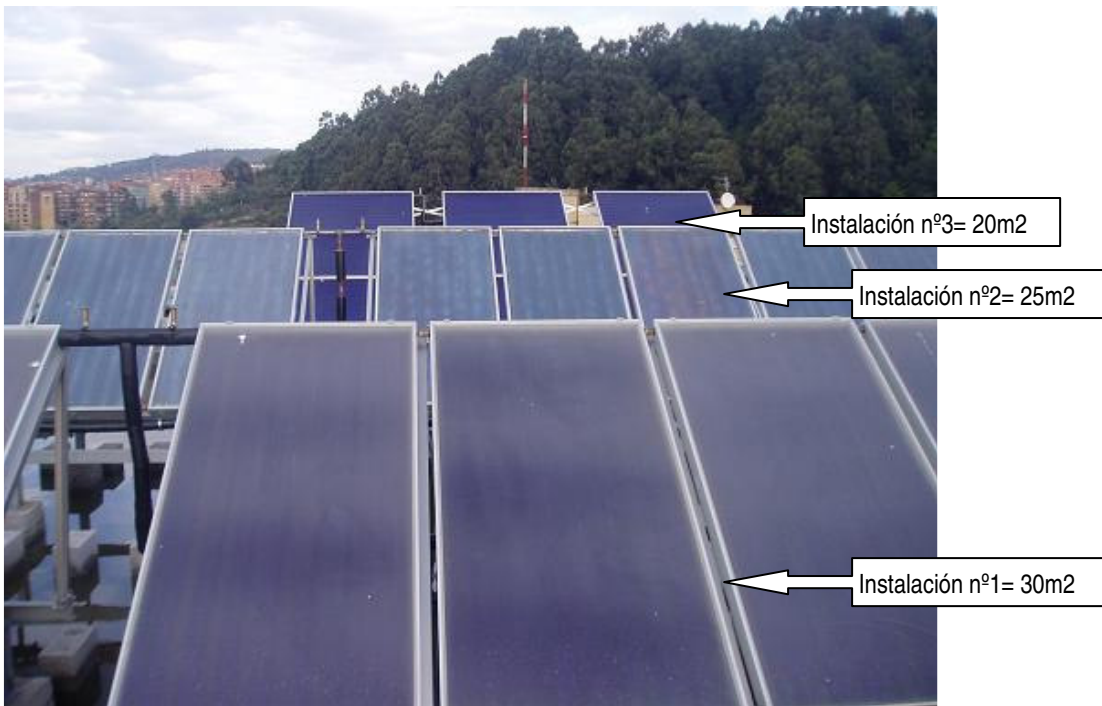
De entre todas las experiencias en campo que se han realizado hasta el momento en toda España, destaca la realizada por iniciativa del IDAE en la planta de Rotartica en Basauri (Vizcaya), para la climatización (frío y calor) de oficinas, salas de reuniones y laboratorios de Rotartica, S.A.



Planta de refrigeración y bomba de calor en Basauri

En concreto, son tres las instalaciones realizadas, utilizando tres aparatos Rotartica y en todos los casos se ha optado por activarlas térmicamente a través de colectores solares térmicos planos. Los principales elementos utilizados son como se describe a continuación:

- Instalación nº1  
*Unidad climatizadora*= R SOLAR 045v. Unidad de sólo frío, con disipación de foco caliente incluida y ubicación exterior. Potencia nominal de refrigeración 4,5kW.  
*Colectores Solares*= 30m<sup>2</sup> de colectores planos de fabricación nacional
- Instalación nº2  
*Unidad climatizadora*= R SOLAR 045v. Idem nº1  
*Colectores Solares*= 25m<sup>2</sup> de colectores planos de fabricación nacional
- Instalación nº3  
*Unidad climatizadora*= R SOLAR 045. Unidad climatizadora de frío con posibilidad de bomba de calor. Ubicación interior o exterior. Potencia nominal de refrigeración 4,5kW  
*Colectores Solares*= 20m<sup>2</sup> de colectores planos importados



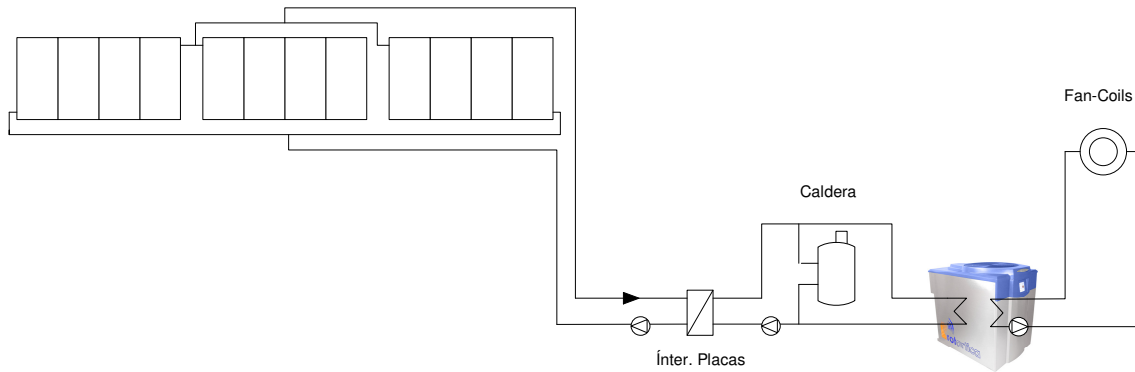
Campo solar para refrigeración y bomba de calor en Basauri

Cada una de las tres instalaciones se basa en diferentes filosofías y con el ánimo de que sirvan como referente e instalación tipo para diferentes casuísticas que se puedan dar en próximos casos reales.

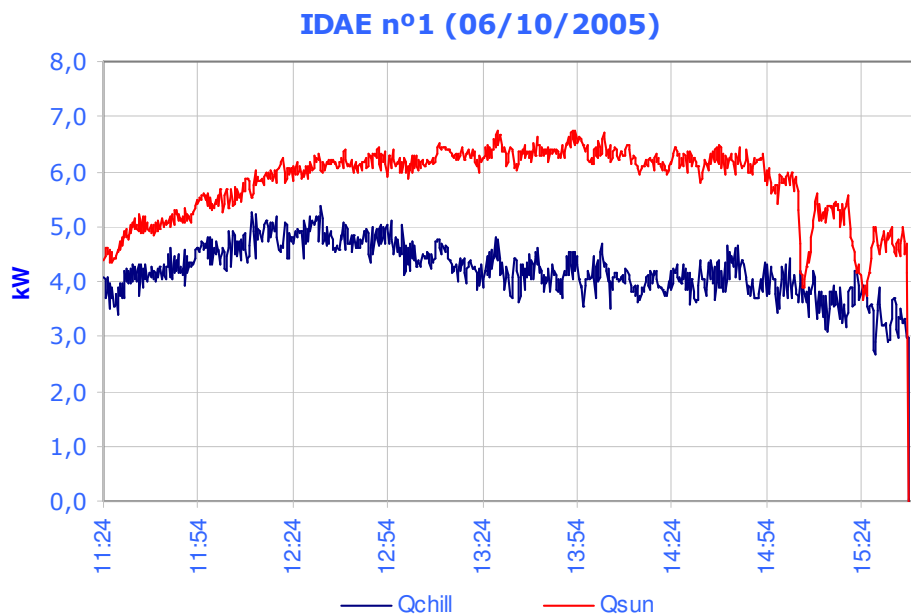
*Las tres instalaciones son independientes con motivos de experimentación y su funcionamiento va entrando en cascada en función de la demanda que marque la*

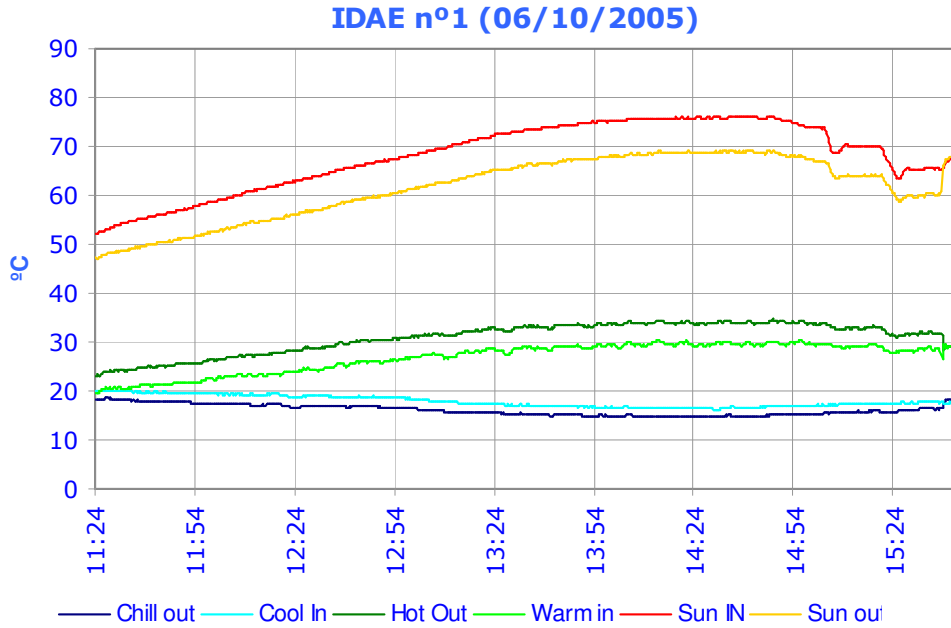
carga térmica. A continuación se describe de manera gráfica las características de cada una de sus instalaciones:

**Instalación 1:** Frío solar directo y apoyo con caldera de gas. En este caso, el circuito primario calienta a través de un intercambiador de placas, un secundario que da servicio a la unidad Rotartica. Se ha instalado una caldera en paralelo para las ocasiones en que se requiera frío sin que haya sol.

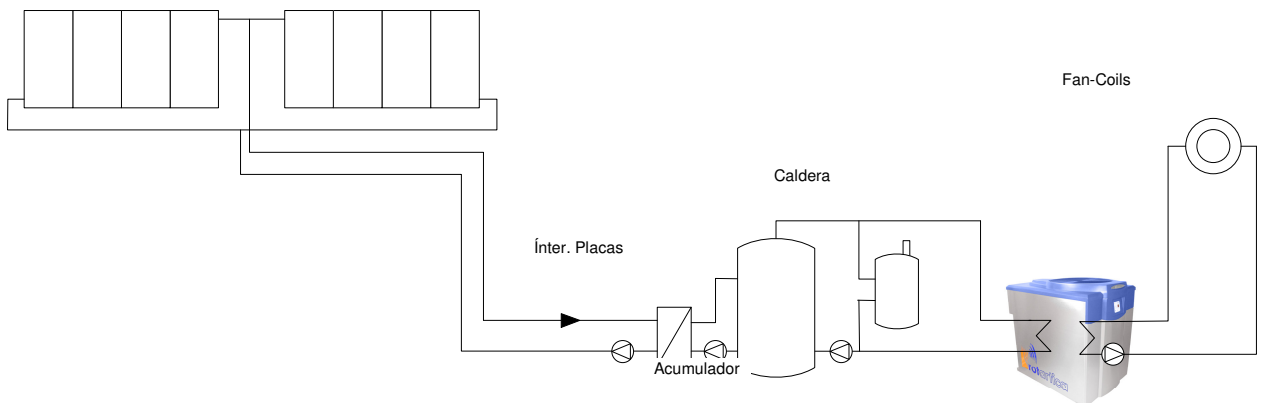


Las instalaciones se han puesto en marcha entre los meses de Septiembre y Octubre de 2005, con lo que no han podido ser testados en la temporada más calurosa, pero aún así, las oficinas de Rotartica han registrado demanda de frío en algunos días concretos y por lo tanto ya se cuentan con algunos resultados. A continuación se incluye un ejemplo de los datos obtenidos concretamente el 6 de Octubre.





**Instalación 2:** Frío solar contra tanque y apoyo con caldera de gas. Es una instalación similar a la anterior, con la diferencia de un acumulador añadido, que da servicio a la unidad Rotartica. Para las ocasiones en que el acumulador no está en condiciones de dar servicio y hay una demanda por parte de las oficinas, entra la caldera en paralelo.



**Instalación 3:** ROTARTICA funcionando como bomba de calor = Calefacción y Refrigeración solar con equipo de absorción y apoyo con caldera de gas. Éste es el aprovechamiento más completo y consta de las siguientes posibilidades:

**Modo Verano nº1:** Frío solar DIRECTO, como en la instalación nº1

**Modo Verano nº2:** Frío solar a través de acumulador

**Modo Verano nº3:** Frío directamente con caldera

**Modo Verano nº4:** Disipación de captadores contra tanque o derivando al aerotermo cuando no hay demanda de frío. La unidad Rotartica permanece apagada.

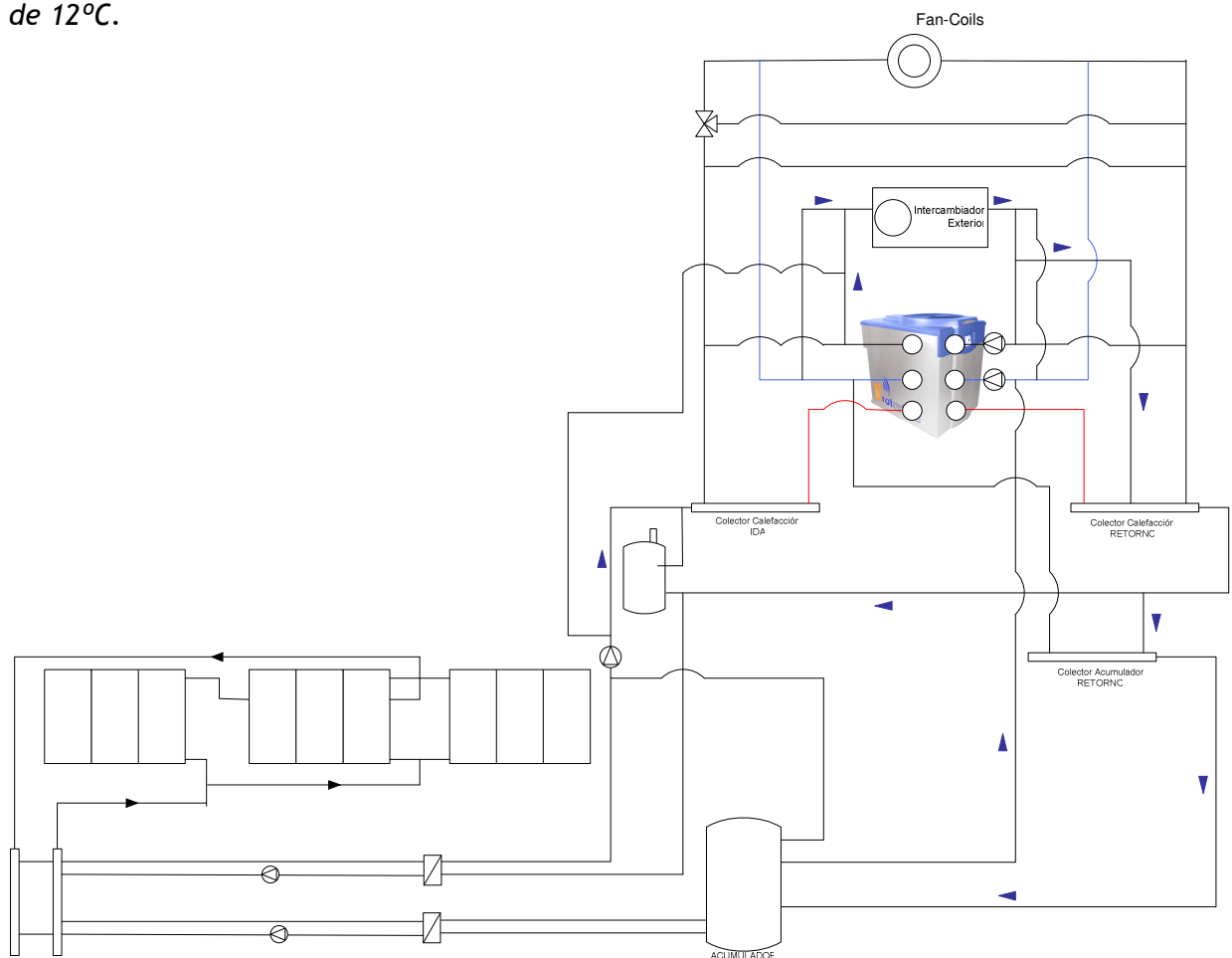
**Modo Invierno nº1:** Calefacción solar directa, utilizando la energía producida por los colectores y con la unidad Rotartica fuera de servicio

**Modo Invierno nº2:** Calefacción solar contra tanque, con la unidad Rotartica apagada

**Modo Invierno nº3:** Calefacción con caldera con la unidad Rotartica apagada

**Modo Invierno nº4:** La unidad Rotartica está encendida, y su circuito proveniente del condensador (circuito disipado en verano) da servicio a los fan-coils para calentar las oficinas. La bomba de calor es alimentada por la caldera (del cual se obtiene un rendimiento entre el 20 y 60% superior) y el foco frío se dirige al acumulador, donde los paneles no permiten que el agua descienda de los 15°C (límite inferior de funcionamiento de la bomba de calor). Por lo tanto, esta es la forma utilizada en las ocasiones en que la temperatura exterior es menor a 15°C.

**Modo Invierno nº5:** Al igual que en el caso nº4, la unidad Rotartica está encendida, y su circuito proveniente del condensador (circuito disipado en verano) da servicio a los fan-coils para calentar las oficinas. La bomba de calor es alimentada por la caldera (del cual se obtiene un rendimiento entre el 20 y 60% superior) y en este caso, el foco frío se dirige al exterior (intercambiador externo). Por lo tanto, esta es la forma utilizada en las ocasiones en que la temperatura exterior está por encima de 12°C.



Basauri, 19 de octubre de 2005

Xabier Gorritxategi (ROTARTICA, S.A.)

Rakel Loubet (ROTARTICA, S.A.)

Iñigo Aldekoa-Otalora (ROTARTICA, S.A.)