



Fundación de  
la Energía de  
la Comunidad  
de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy



Europe

[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

PROYECTOS EMBLEMÁTICOS V EN EL ÁMBITO DE LA ENERGÍA

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS V



# EN EL ÁMBITO DE LA ENERGÍA



Dirección General de Industria,  
Energía y Minas  
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA  
Y HACIENDA  
**Comunidad de Madrid**  
[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

# **PROYECTOS EMBLEMÁTICOS V EN EL ÁMBITO DE LA ENERGÍA**



Depósito Legal: M -

DISEÑO E IMPRESIÓN:



Tel: 91 612 98 64

# AGRADECIMIENTOS

La Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, ha elaborado la quinta edición de la Guía de Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía.

En el desarrollo de esta publicación se ha contado con la colaboración y ayuda de los propietarios e instaladores de los proyectos que aparecen en la misma. Con su aportación, se consigue dar una visión actual de los diferentes proyectos relacionados con el ahorro y la eficiencia energética, así como con el uso de las energías renovables, con el fin común de lograr un desarrollo sostenible de la Comunidad de Madrid.

En la elaboración de esta publicación han colaborado las siguientes entidades:

Ayuntamiento de Madrid  
Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón  
BBVA  
Calordom S.L.  
Coca Cola España  
De Lapuerta + Asensio  
EDF Fenice  
Empresa Municipal de Transportes de Madrid  
ENERES Sistemas Energéticos Sostenibles  
Enersis Solar Ingeniería  
Fundación Colección Thyssen Bornemisza  
Grupo Ortiz  
Hines  
Honeywell, S.L.  
Lledó Energía  
Martifer Solar  
N2S  
Repsol  
Ruiz-Larrea & Asociados  
Wintersun Capital Solar, S.L.



# ÍNDICE

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>PROYECTOS EMBLEMÁTICOS</b>	<b>10</b>
<b>2.1.</b>	<b>SISTEMA DE TELECONTROL DEL ALUMBRADO PÚBLICO DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID</b>	<b>12</b>
<b>2.2.</b>	<b>PLANTA DE TRIGENERACIÓN PARA UNA INDUSTRIA LÁCTEA</b>	<b>14</b>
<b>2.3.</b>	<b>NUEVA SEDE DE COCA COLA EN MADRID</b>	<b>16</b>
<b>2.4.</b>	<b>INSTALACIÓN GEOTÉRMICA EN LA NUEVA SEDE DEL BBVA</b>	<b>18</b>
<b>2.5.</b>	<b>DEPÓSITO DE AUTOBUSES A GAS NATURAL DE LA EMT EN SANCHINARRO</b>	<b>20</b>
<b>2.6.</b>	<b>INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED DE 2.000 kW</b>	<b>22</b>
<b>2.7.</b>	<b>CASA DE CULTURA DE ALCOBENDAS</b>	<b>24</b>
<b>2.8.</b>	<b>OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA FUNDACIÓN COLECCIÓN THYSSEN BORNEMISZA</b>	<b>26</b>
<b>2.9.</b>	<b>AULA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL DE POZUELO DE ALARCÓN</b>	<b>28</b>
<b>2.10.</b>	<b>ESTUDIO DE AHORRO ENERGÉTICO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS</b>	<b>30</b>
<b>2.11.</b>	<b>INSTALACIÓN DE BIOMASA PARA CALEFACCIÓN</b>	<b>32</b>
<b>2.12.</b>	<b>INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA UNA NAVE DE PINTURA EN UNA INDUSTRIA DE AUTOMOCIÓN</b>	<b>34</b>
<b>2.13.</b>	<b>NUEVO TEATRO INFANTIL Y CENTRO CULTURAL DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID</b>	<b>36</b>
<b>2.14.</b>	<b>NUEVA SEDE DEL GRUPO ORTIZ EN EL ENSANCHE DE VALLECAS</b>	<b>38</b>
<b>2.15.</b>	<b>INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y GESTIÓN DE CONSUMOS ELÉCTRICOS EN UN HOTEL</b>	<b>40</b>
<b>2.16.</b>	<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y DE CLIMATIZACIÓN EN EL CENTRO COMERCIAL ZIELO SHOPPING POZUELO</b>	<b>42</b>
<b>2.17.</b>	<b>PRIMERA ESTACIÓN DE SERVICIO SOSTENIBLE DEL MUNDO</b>	<b>44</b>
<b>2.18.</b>	<b>HEMICICLO SOLAR. EDIFICIO BIOCLIMÁTICO DE 92 VPPA EN MÓSTOLES</b>	<b>46</b>
<b>2.19.</b>	<b>MAYOR PARKING FOTOVOLTAICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO 1</b>	<b>SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROYECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID</b>	<b>52</b>
	<b>INFORMACIÓN DE ESTA GUÍA</b>	<b>54</b>



1

PRESEN

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS V  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA

# PRESENTACIÓN

NTACION







# 1 PRESENTACIÓN

El Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012 tiene como dos de sus objetivos principales la promoción del uso de recursos energéticos propios de origen renovable, así como la aplicación de tecnologías que permiten el fomento del ahorro y la eficiencia energética con la finalidad de contribuir al abastecimiento energético, enmarcados en dos campañas denominadas **“Madrid Ahorra con Energía”** y **“MadridSolar”** con la triple finalidad de difundir, concienciar e implicar a los ciudadanos en las ventajas, la tecnología y las ayudas existentes.

Promover el uso de energías renovables muestra a la sociedad la posibilidad de obtener energía de forma sostenible, disminuyendo los efectos medioambientales de las actividades de generación de energía y, como efecto paralelo, sugiere que se debe hacer un uso racional de la misma, reduciendo el consumo y mejorando de este modo el entorno.

En el ámbito del ahorro y la eficiencia energética, el objetivo es conseguir un 10% de ahorro del consumo de energía sobre el escenario tendencial en el año 2012. Esta línea estratégica es tan importante o más que la anterior por sus efectos positivos a corto plazo, el rendimiento económico de las medidas y su impacto positivo sobre el medio ambiente.

En este sentido, la eficiencia energética cobra especial relevancia como herramienta para influir sobre el panorama energético y mitigar los riesgos a los que nos enfrentamos a corto y medio plazo. Las políticas energéticas actuales consideran la eficiencia energética como una herramienta clave para cambiar la tendencia en la evolución del consumo global de energía, permitiendo el desarrollo y el crecimiento económico del país, sin afectar a

otras variables como el bienestar social o la productividad.

En el contexto actual, la energía es un activo estratégico en la actividad económica de cualquier país. El funcionamiento de la sociedad es difícilmente imaginable si no dispusiéramos de los recursos energéticos suficientes para mantener los estándares de calidad de vida, la capacidad de producción o incluso mantener la compleja red de movilidad actual.

Aunque el petróleo, el carbón y el gas natural continuarán siendo la fuente de una parte importante de la energía mundial y de la Unión Europea hasta bien entrado el siglo XXI, existe un creciente consenso sobre el hecho de que nos estamos adentrando en un periodo en el que el coste total de nuestra adicción a los combustibles fósiles está empezando a actuar como un lastre para la economía global.

El conjunto de proyectos que aparecen descritos en esta quinta edición de **“Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía”** muestran que es posible el uso de fuentes renovables para la generación de energía, así como multitud de posibilidades para aumentar la eficiencia energética de nuestros edificios de viviendas, oficinas, centros de ocio, etc. De esta forma, es posible disminuir la dependencia energética de las fuentes convencionales, ayudando a satisfacer las necesidades energéticas de la Región.

Con la publicación de esta guía se pretende que los proyectos que en ella aparecen sirvan de referencia y animen a los responsables de otras instalaciones a la aplicación de medidas similares enfocadas al ahorro y la eficiencia energética, así como al aprovechamiento de las energías renovables.

2

**PROYEC  
EMB**

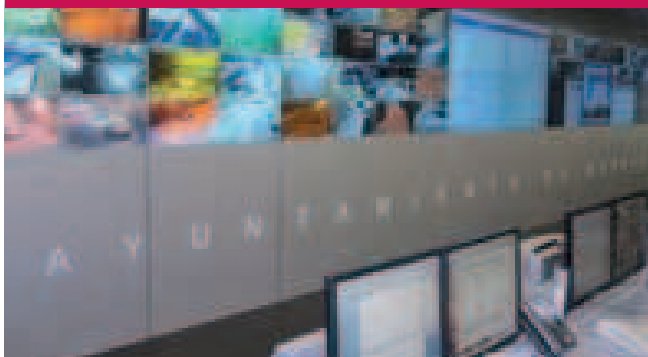
**PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS V  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA**

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS

CTOS  
LEMÁTICOS



## 2.1 SISTEMA DE TELECONTROL DEL ALUMBRADO PÚBLICO DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID



### **Sistema de telecontrol del alumbrado público del Ayuntamiento de Madrid.**

**Situación:** Complejo Azca

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2011

#### **Participantes:**

- Urbalux, S.A.
- Etralux, S.A.
- Imesapi, S.A.
- Sice S.A.
- Citelum S.A.

### **Introducción**

Mediante la implantación del sistema de telecontrol, el Ayuntamiento de Madrid da un gran paso en la gestión del alumbrado público dependiente de este municipio, haciéndola mas eficiente, tanto desde el punto de vista de la detección y resolución de averías como desde el punto de vista del control del consumo eléctrico, lo que se traducirá sin duda en una significativa mejora en el servicio que se le presta al ciudadano.

El sistema de telecontrol se ha instalado inicialmente sobre un total de 2.400 centros de mando de instalaciones dependientes del Departamento de Alumbrado Público ubicados por toda la ciudad, lográndose así la gestión remota del 90% de los centros de mando que existen en la actualidad, todos ellos de dife-

rente tipología y antigüedad, 48 de los cuales controlan el alumbrado de túneles o pasos inferiores, 565 son subterráneos y los 1.787 restantes están situados en superficie.

El sistema de telecontrol que se ha implantado permite conocer el estado de los centros de mando y actuar sobre los mismos en tiempo real, herramienta fundamental para poder llevar a cabo una correcta gestión del alumbrado público, reduciéndose así los tiempos de respuesta ante averías. El sistema genera alarmas de manera inmediata ante las siguientes incidencias:

- Fallo en circuitos.
- Fallo de tensión de compañía.
- Decremento del consumo (como consecuencia de la existencia de lámparas fundidas o cable robado).
- Incremento del consumo (debido principalmente a conexiones no autorizadas a la red).

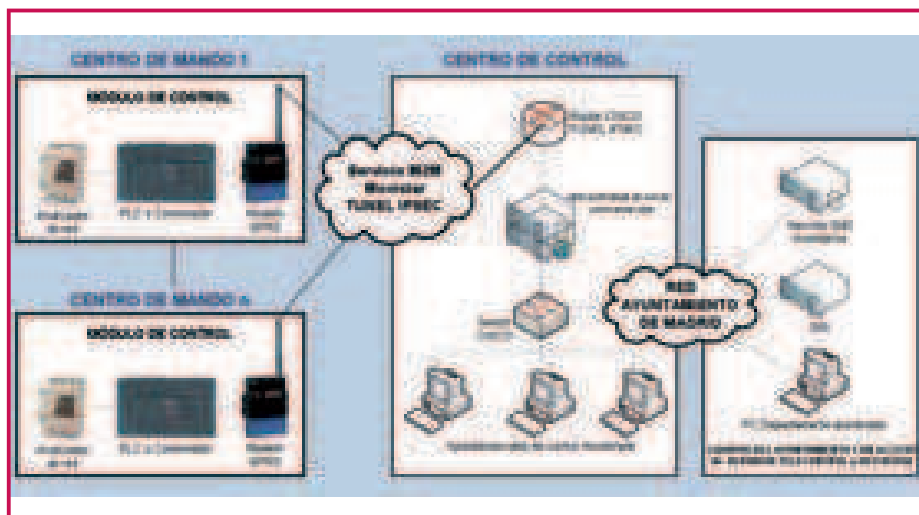
Asimismo permite obtener, en modo remoto, determinados parámetros eléctricos de las instalaciones para su posterior análisis, entre los que se encuentra el registro de los consumos eléctricos, lo que va a suponer un mayor control sobre el gasto energético de las instalaciones de alumbrado público.

Desde el punto de vista de la arquitectura del sistema, decir que se trata de un sistema abierto, en cuanto a que permite la integración de módulos de control de distintos fabricantes. Cada uno de los módulos de control consta de una unidad central (PLC o controlador), un analizador de red y un modem GPRS, comunicándose éstos con el servidor, situado en el centro de control, a través de protocolos de comunicación estándar y cumpliendo las especificaciones de las aplicaciones informáticas desarrolladas por el Ayuntamiento de Madrid.

### **Arquitectura del hardware**

La arquitectura planteada en el esquema adjunto se compone de tres niveles diferenciados:

- **Centros de mando:** en cada centro de mando se ha instalado un módulo de control el cual está formado por un analizador



**Arquitectura del hardware**

miento de Madrid sea único e independientemente del fabricante del que se trate. Este aspecto es importante ya que, aunque los sistemas de telecontrol instalados en los centros de mando pueden ser de diferentes fabricantes, desde el centro de control se tratan de la misma manera y se obtiene de cada uno de ellos la misma información considerada como básica.

de redes (para la toma de medidas eléctricas), un controlador o PLC (para la gestión de alarmas, eventos y almacenamiento de las medidas eléctricas) y un módem GPRS (para establecer las comunicaciones con el servidor).

- **Servidores:** los servidores instalados en el centro de control comunican con los diferentes centros de mando, almacenan la información recibida y la procesan con un software que permite una gestión de alto rendimiento del sistema.
- **Clientes:** los clientes se encuentran ubicados tanto en el centro de control como en las dependencias del Ayuntamiento que se designen. Desde éstos se puede tratar y visualizar la información almacenada en los servidores, así como generar informes y recibir las alarmas y eventos acontecidos.

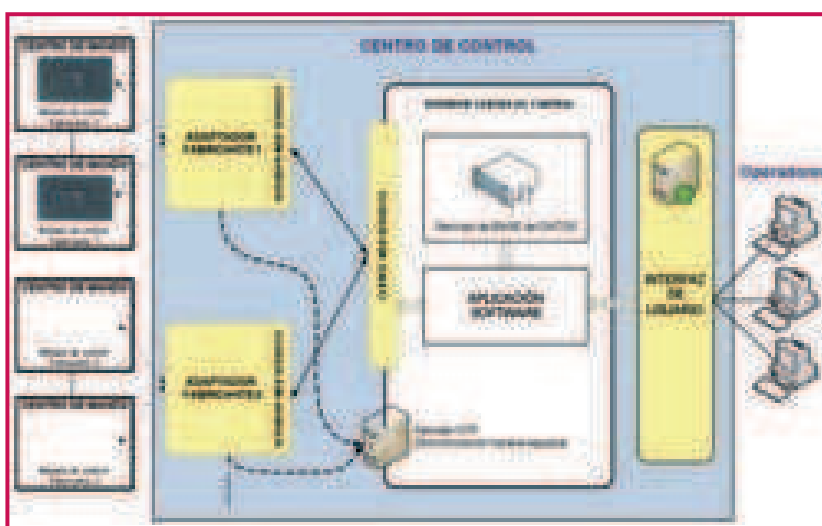
Los servidores instalados en el centro de control comunican con los diferentes centros de mando a través de los drivers adaptadores, los cuales actúan de intermediarios entre los módulos y el centro de control para hacer posible la uniformidad del sistema.

Para conseguir dicha uniformidad se han definido unos servicios web que integran todos los fabricantes en sus adaptadores (como servidores de los mismos) en los que se contemplan las necesidades de comunicación con los módulos para obtener de ellos el máximo partido.

Por lo tanto, toda solicitud a un módulo de control desde la aplicación desencadenará una serie de servicios web al adaptador correspondiente, el cual será el encargado de comunicar con el módulo y devolver la información solicitada.

## Arquitectura del software

La arquitectura de comunicaciones a nivel software se establece según el esquema adjunto. En el centro de control los módulos de control realizan el intercambio de información, en una primera instancia, con el driver adaptador del fabricante correspondiente. Este driver adaptador consiste en un módulo software que ha implementado cada fabricante de los módulos de control y que hace posible que el protocolo de telecontrol empleado por el Ayunta-



**Arquitectura del software**

## 2.2 PLANTA DE TRIGENERACIÓN PARA UNA INDUSTRIA LÁCTEA



### Planta de trigeneración para una industria láctea.

**Municipio:** Zarzalejo

**Fecha de puesta en marcha:** 2010

**Participantes:**

- EDF Fenice
- Corporación Agroalimentaria Peña Santa

### Introducción

La fábrica de productos lácteos de Zarzalejo, propiedad del Grupo Central Lechera Asturiana, es una instalación de elaboración de nuevos productos para el mercado de la alimentación.

Dicha instalación, estratégicamente ubicada por su cercanía a un gran mercado consumidor y como punto para la distribución de sus productos a escala nacional, presenta problemas derivados de las deficiencias existentes en la red eléctrica local y, consecuentemente, en el suministro suficiente y seguro de energía.

A tales efectos, EDF Fenice, como Empresa de Servicios Energéticos (ESE), ha construido y opera la planta de trigeneración asociada a la industria láctea de tal forma que pueda optimizarse la viabilidad operacional y económica de ésta.

### Objetivo

El consumo total de la industria láctea objeto del proyecto supera los 3 MWh, potencia

que le permite trabajar con todas sus líneas de producción de forma simultánea. Sin embargo, dado el estado de la infraestructura eléctrica de la zona, el máximo consumo posible autorizado es de 2,5 MWh.

Así mismo, y debido a la ubicación de la industria como gran consumidor en un final de línea, se hace muy difícil encontrar una posible solución al problema mediante el suministro de energía desde otro punto de la red.

Por otra parte, debido a las particularidades ambientales y demográficas de la zona, así como de la antigüedad de la red y de las dificultades para su ampliación, se producen cortes y microcortes de manera muy frecuente.

Dados los requisitos muy exigentes, derivados del proceso de pasteurización, donde cualquier corte de suministro implica una pérdida de la producción y largos periodos de trabajo en proceso de limpieza de equipos y tuberías, es preciso minimizar los efectos derivados de los frecuentes cortes en el suministro de energía.



### Datos básicos

Dadas las limitaciones del emplazamiento, y con el fin de no sobrepasar el volumen edificado, se ha optado por la utilización de equipos contenedorizados.

En el caso del motor de gas, está ubicado en un único módulo-contenedor el cual contiene, junto con el generador y transformador elevador, los cuadros de mando y control.

Por su parte, la máquina de absorción también está contenedorizada, incluyendo en el mismo paquete la torre de refrigeración.



### Datos generales del módulo motor-generador

Potencia eléctrica	1.415 kW
Consumo de gas	2,27 kWh/kWh
Rendimiento eléctrico	44,05%
Temperatura gases escape	390 °C
Caudal gases escape	7.491 kg/h
Tensión generador	690 V
Combustible	Gas natural

El módulo de absorción tiene como objetivo la producción de agua fría para los procesos productivos de la industria láctea. Está constituido por un generador, un intercambiador de solución, una máquina de absorción, un condensador y un evaporador, siendo la solución utilizada de Bromuro de Litio.

### Datos generales del módulo de absorción

Potencia frigorífica	515 kW
Entrada agua evaporador	12 °C
Salida agua evaporador	7 °C
Entrada agua caliente	93 °C
Salida agua caliente	75 °C
Caudal de agua	35,8 m³/h

Con objeto de cubrir lo mejor posible parte de las necesidades de vapor de la industria láctea, los gases de escape del módulo del motor se conducen a una caldera pirotubular mixta, con una zona de recuperación y otra convencional con quemador de gas.

Por requerimientos del Reglamento de Aparatos a Presión, y puesto que por el recinto de la industria circula personal ajeno a la trigeneración, la caldera debe contar con cerramiento. Dicha circunstancia ha sido aprovechada para la realización de un edificio anexo que incluye las salas de media y del transformador auxiliar.

### Datos generales de la caldera mixta

	Lado recuperación	Lado convencional
Carga del motor	100%	-
Presión de vapor	13 bar g	13 bar g
Temperatura de vapor	192 °C	192 °C
Caudal de vapor	725 kg/h	3.575 kg/h
Temp. alimentación	60 °C	60 °C
Consumo de gas	60 kWpci	2.750 kWpci

Respecto al sistema eléctrico, está constituido por celdas de media tensión conectadas directamente a la sala de media de la fábrica.

La energía producida por la planta de cogeneración, descontados los consumos propios, es exportada a la red, dentro del marco legal de generación en Régimen Especial.

Para un correcto funcionamiento en isla, y dado que el consumo excede la potencia que puede suministrar la trigeneración, ha sido necesario realizar una actuación en baja tensión. Así, se ha diseñado una solución para el deslastre de cargas no prioritarias en caso de fallo de red.



Con este objeto, se ha realizado un estudio de la industria láctea, seleccionando de todo los procesos aquellos que, por su características, se consideran sensibles o estratégicos, reduciéndolos hasta que su nivel de consumo energético sea de un máximo del 90% de la potencia de la trigeneración, de modo que, en caso de fallo de red, el conjunto motor-generador no se vea sobrecargado.

La planta de trigeneración, además de suponer para la industria láctea unos ahorros sustanciales en sus gastos totales, permite garantizar el suministro de energía eléctrica hasta los niveles que aseguren su funcionamiento con el 100% de sus líneas productivas en operación.

Por último, destacar que este proyecto ha contado con una subvención por parte de la Comunidad de Madrid dentro del programa de ayudas para la promoción de actuaciones de ahorro y eficiencia energética.

## 2.3 NUEVA SEDE DE COCA COLA EN MADRID



### Nueva sede de Coca Cola en Madrid.

**Lugar:** C/ Ribera del Loira, 20

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2009

#### Participantes:

- Coca Cola España
- Ferrovial-Agroman
- De Lapuerta + Asensio. Arquitectos

**Fotos:** Ronald Halve

#### Descripción

Se trata de dos edificios conectados en la plataforma de acceso con amplios espacios libres, que se abren hacia el espacio de eventos, acotado por un corazón acristalado, a la M40.

Esta nueva sede de Coca Cola ha conseguido la certificación Leed (líder en eficiencia energética y diseño sostenible) en su categoría Oro. Este sello, concedido por el US Green Building Council, promueve la construcción responsable a través de aspectos como parcela sostenible, diseño, materiales, calidad ambiental, innovación en tecnología y procesos y eficiencia energética en agua, energía y atmósfera.

Con más de 7.500 m<sup>2</sup> repartidos en cuatro plantas, el edificio madrileño logra el Leed Oro en el área CI (Commercial Interiors), convir-

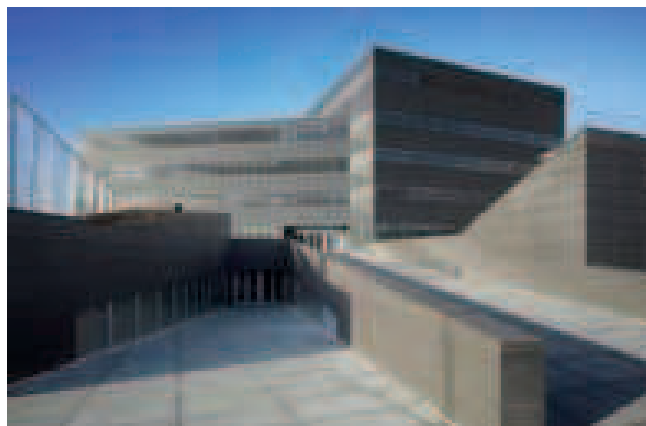
tiéndose en la primera sede corporativa en su totalidad que consigue esta acreditación.

Diseñado por el Estudio de Arquitectura De Lapuerta + Asensio y construido por Ferrovial, el edificio fue concebido con criterios de sostenibilidad. En la construcción se emplearon cerca de un 20% de materiales reciclados, ecológicos y bajos en compuestos orgánicos (evitando la extracción de nuevos recursos naturales) y fomentando su procedencia local (favoreciendo la economía de la zona y evitando las emisiones derivadas de su transporte).

Destaca la ausencia de plástico PVC en la edificación, donde las pinturas, adhesivos y sellantes son ecológicos y toda la madera, tanto de mobiliario como de carpintería interior, cuenta con la certificación FSC (Forest Stewardship Council), que asegura su gestión sostenible en origen.

#### Fachadas

El edificio está orientado para optimizar la entrada de luz natural. El aumento del perímetro exterior con su forma, permite tener siempre menos de 8 m desde fachada a puestos de trabajo.



El acristalamiento de la fachada ha sido diseñado para alcanzar un valor de transmitancia térmica, factor solar y transmisividad luminosa coherentes con la máxima eficiencia.

La protección solar pasiva en fachadas cuenta con las siguientes características:

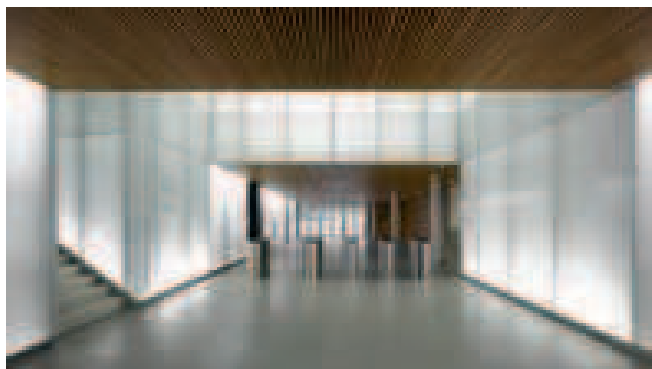
- Toldos en la doble piel.
- Estores en todas las carpinterías: interiores de color claro y con alta reflexión para no ab-

sorber el calor del exterior, e interiores oscuros con baja transmisión para absorber el calor antes de que entre la radiación del interior.

- Vidrios con serigrafía adaptada a las diferentes orientaciones. Hasta 3 versiones de serigrafía en función de la orientación de la fachada.

### **Eficiencia en la iluminación**

En cuanto a alumbrado, se han instalado captores y luminarias de fibra óptica solar en las salas de reuniones y escaleras interiores, y la iluminación de fachada y de las zonas comunes, como espacios exteriores, salón de actos, cafetería, etc., se ha realizado con más de 500 leds. El resto de la iluminación es fluorescencia o de bajo consumo.



Los sensores y regulación de intensidad y apagado de las luminarias junto a fachada, son exigencia de la actual normativa.

### **Climatización**

La climatización y ventilación se realiza mediante un sistema de impulsión por falso suelo que ahorra energía por un aumento del CEE de la enfriadora al trabajar a mayor temperatura de evaporación (impulsión del aire a 19 °C vs. 13 °C). Se trata de un sistema a baja velocidad, por lo que las necesidades de espacio son algo mayores, pero las de consumo menores.

Los ventiladores de los climatizadores requieren menor presión estática y consumen menos comparados, por ejemplo, con un sistema de caudal variable.

También se recupera el calor del aire de extracción mediante un sistema de recuperación

por baterías (eficiencia energética de este sistema > 50%).



Se han instalado climatizadores con free cooling que permiten utilizar la capacidad del aire para enfriar el aire interior sin utilizar los sistemas de refrigeración, por ejemplo, a primeras horas de la mañana de la primavera o verano. Los sistemas de free cooling permiten un ahorro energético estimado del 17-19%.

### **Utilización de energías renovables**

La instalación de paneles solares térmicos y fotovoltaicos es la que marca la normativa: 16 paneles solares para captación solar y uso en agua caliente sanitaria que suponen el 70% de la energía necesaria y 140 módulos fotovoltaicos con un total de 24 kWp de potencia.

### **Reducción del consumo de agua**

El consumo de agua se ha reducido en torno a un 40% gracias a diversos mecanismos de ahorro:

- Reutilización y depurado de aguas grises y pluviales para su uso en cisternas y riego.
- Empleo de las especies de bajo consumo de agua, con plantas autóctonas y alóctonas adaptadas utilizadas en la jardinería.
- Sistema de riego por goteo enterrado eficaz (no se pierde el agua de evaporación en verano).
- Detectores de humedad y de lluvia.
- Se riega el 100% con agua depurada de pluviales y procedente del consumo de aguas grises del edificio, no utilizando agua de la red de agua potable.

## 2.4 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA EN LA NUEVA SEDE DEL BBVA



Herzog y de Meuron. Arquitectos / BBVA

### Geotermia en la nueva sede del BBVA.

**Lugar:** Las Tablas

**Municipio:** Madrid

**Propiedad:** BBVA

### Descripción

La nueva sede del BBVA en Las Tablas se plantea como un proyecto de calidad, emblemático para Madrid y que “crea Ciudad”.

Se trata de un complejo edificatorio con más de 250.000 m<sup>2</sup> construidos distribuidos en superficie bajo rasante destinada a parking y superficie sobre rasante destinada a oficinas.

### Compromisos y objetivos

La estrategia de BBVA se basa en un compromiso con Madrid y el medio ambiente.

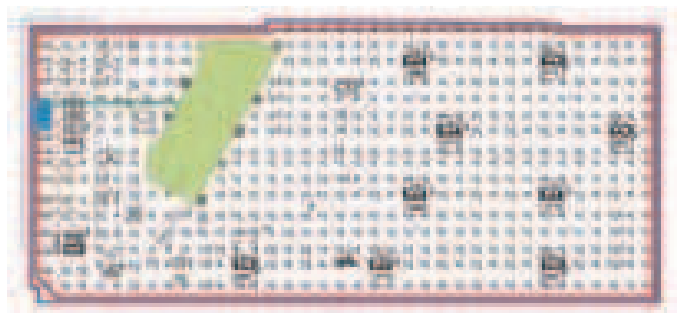


Objetivo: Conseguir certificación LEED oro. Fuente: BBVA

### Energías eficientes

La concepción energética del edificio es un aspecto fundamental para conseguir los objetivos de eficiencia y sostenibilidad, y en este sentido se ha considerado muy importante la integración en el edificio de sistemas de intercambio y generación de energía a partir de fuentes renovables. El edificio incorpora sistemas de aprovechamiento de aguas, recuperación de energía, trigeneración, aprovechamiento solar e intercambio geotérmico ligado a la producción térmica con bomba de calor geotérmica y a la climatización con sistemas de temperatura moderada mediante vigas frías.

Se plantea aprovechar el enorme potencial de intercambio geotérmico de las estructuras enterradas del edificio, que, en este caso, son más de 7.000 m<sup>2</sup> de muros pantalla y más de 30.000 m<sup>2</sup> de soleras y losas, con un potencial total aproximado de 600 kW térmicos, como intercambiador. El aprovechamiento de los elementos de la cimentación supone una muy significativa reducción del impacto de la instalación y de su coste, y la plena integración de este sistema térmico de carácter renovable en la masa del edificio. El intercambiador geotérmico se ejecuta termooactivando, incorporando circuitos de agua para extraer o ceder calor, los muros de contención, las losas y las soleras construidos como cimentación del edificio, en contacto con el terreno.

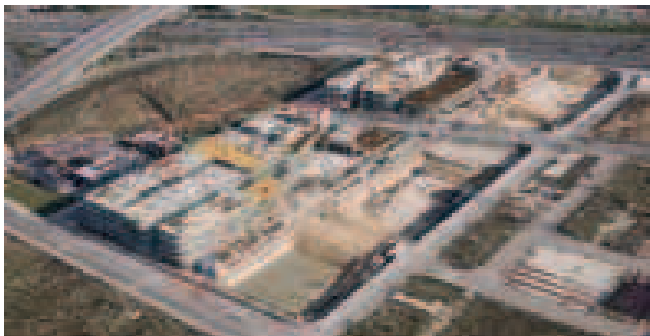


Pantallas termoactivas, en rojo, losas termoactivas, en verde, y sala de bombas de calor geotérmicas, azul; en los niveles subterráneos del edificio. Fuente JG / ENERES-ENERCRET

En el proyecto se asignó un sector del edificio al sistema de climatización con intercambiador geotérmico, en el que se plantean dispositivos de viga fría para la climatización con temperaturas moderadas y alto rendimiento con baja potencia.

La potencia total del sistema finalmente proyectado es de aproximadamente 250 kW para refrigeración y 270 kW para calefacción.

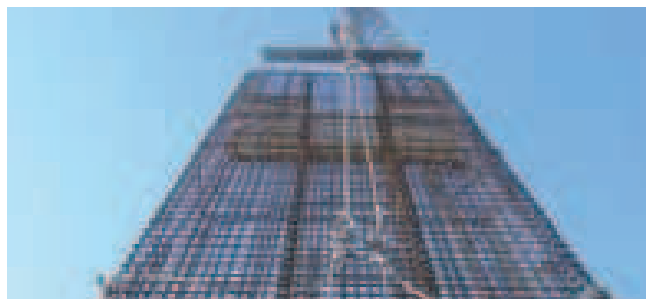




**Vista general de las obras en ejecución. Fuente: BBVA**

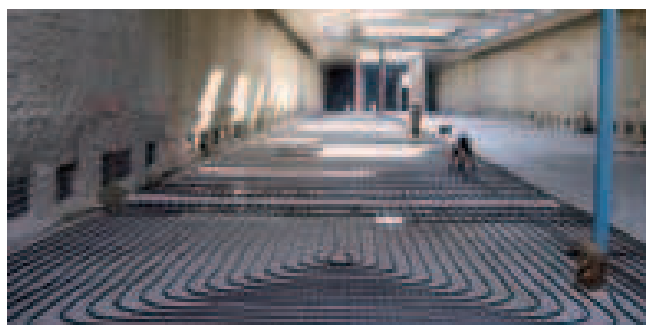
El diseño, cálculo y simulación del intercambiador geotérmico contempla la geometría, masa, configuración de las estructuras y cimentaciones que se utilizarán y también el régimen de uso del edificio, en este caso administrativo con una amplia banda horaria, así como el sistema de transferencia de calor a utilizar en la climatización, en este caso vigas frías, y, por supuesto, las características del terreno con el que se va a generar el intercambio térmico, terreno arenoso/arcilloso compacto sin presencia de agua pero con una buena conductividad térmica, 2,2 (W/mK), según los resultados del TRT. En estas condiciones, la capacidad de intercambio de los muros pantalla está en torno a 25 kW/m<sup>2</sup> y la de las losas en torno a los 15 kW/m<sup>2</sup>. De la potencia total de intercambio, el 65% procederá de pantallas termoactivas y el 35% de losas.

ción, replanteo, supervisión y verificación de geometrías, conexiones, anclajes, limpieza y condiciones de presión, simultáneo e integrado en el proceso de ejecución de las estructuras termoactivas. La ejecución requiere de personal técnico experto en cálculo, diseño y ejecución para asegurar una perfecta integración en los elementos de hormigón, lo que garantizará un adecuado rendimiento y muy bajo mantenimiento.



**Ejecución de un tramo de muro pantalla termoactivo, sistema ENERCRET. Fuente: ENERES-ENERCRET**

La adecuada integración de los dispositivos inerciales con los sistemas de bomba de calor geotérmica y las unidades de tratamiento y climatización por viga fría, bajo la gestión de un sistema de control específicamente diseñado, hace que el sistema de intercambio geotérmico y climatización opere según un régimen armónico de temperaturas moderadas según el cual el rendimiento de los equipos es muy alto.

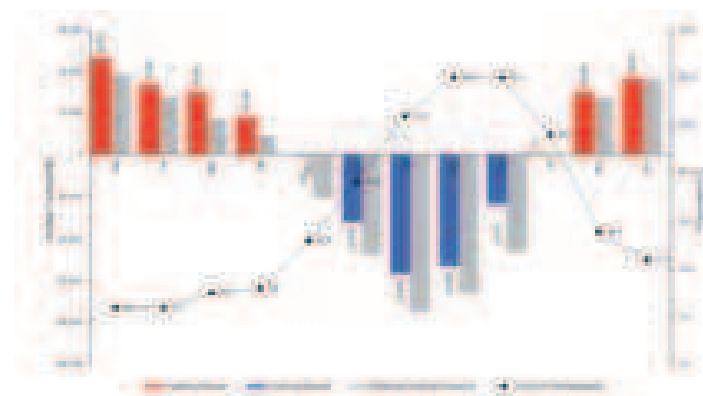


**Ejecución de un tramo de losa termoactiva, sistema ENERCRET. Fuente: ENERES-ENERCRET**

## Ahorro energético y beneficios

La reducción del consumo energético respecto a un sistema convencional se estima en un 50-60% del consumo de energía primaria y una reducción del 3-5% de emisiones de CO<sub>2</sub>.

La reducción de los costes de mantenimiento de la instalación se cifra en torno a un 50%. Los parámetros de confort higrotérmico y calidad ambiental conseguidos son óptimos.



**Tabla mensual de cobertura energética de las necesidades de calefacción y refrigeración, y temperatura del agua en el intercambiador geotérmico. Fuente: JG / ENERES-ENERCRET**

La cobertura de la demanda energética de aproximadamente 3.000 m<sup>2</sup> de espacios de oficinas del edificio queda completamente cubierta con las pantallas y una parte de las losas y soleras del edificio, con un bajo coste de ejecución y sin necesidad de incorporar elementos de intercambio complementarios.

La ejecución de pantallas y losas termoactivas responde a un cuidadoso protocolo de planifica-

## 2.5 DEPÓSITO DE AUTOBUSES A GAS NATURAL DE LA EMT EN SANCHINARRO



### Depósito de autobuses a gas natural de la EMT en Sanchinarro.

**Lugar:** Avda. Francisco Pi y Margall, 5

**Municipio:** Madrid

**Fecha de inauguración:** noviembre 2010

#### Participantes:

- Propiedad: Empresa Municipal de Transportes de Madrid
- Constructora: UTE Acciona Velasco
- Ingeniería: Ingeniería Collado
- Instalador integrador: Imeyca

#### Descripción

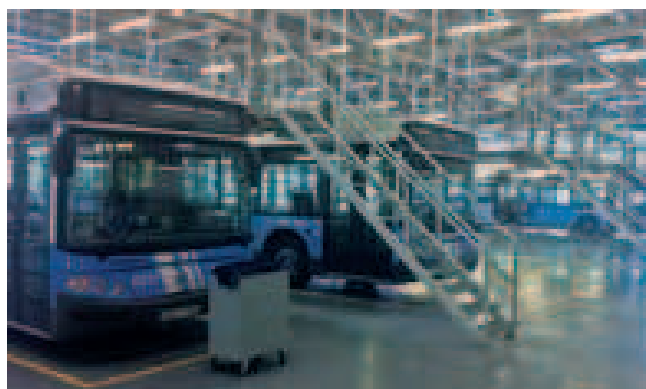
La estación de autobuses de Sanchinarro ocupa una parcela con una superficie total de 59.000 m<sup>2</sup>. En esta superficie se encuentran ubicados varios edificios:

- Edificio principal: 11.500 m<sup>2</sup> de superficie construida, distribuida en plantas sótano, entreplanta, baja, primera y cubierta, alberga talleres para autobuses a gas, oficinas, vestuarios, garaje-aparcamiento y cuartos de instalaciones.
- Edificio de repostado: 5.500 m<sup>2</sup> de superficie, distribuida en plantas baja y primera, alberga los puntos de repostado de gas para autobuses, pudiendo repostar 150 autobuses a la hora. El tiempo de repostado de cada vehículo ronda los cuatro minutos, igualando así los tiempos de repostado habituales en vehículos diesel. Se incluye en este edificio el lavado rápido de los mismos.

- Edificio de instalaciones: 800 m<sup>2</sup> de superficie, distribuida en plantas sótano, baja y primera, alberga cuartos de instalaciones generales, como centros de seccionamiento, grupos de presión de las instalaciones de protección contra incendios y agua fría.

Estos edificios están comunicados entre sí mediante una galería subterránea visitable de 100 m de longitud y por la que discurren todas las canalizaciones de las distintas instalaciones que los tres edificios comparten.

El depósito de autobuses a gas se hace necesario para posibilitar el incremento de la flota de autobuses que utilizan el gas natural como combustible, con el fin de reducir la contaminación ambiental en la ciudad de Madrid. Para completar esta finalidad, los edificios y sus instalaciones se han diseñado teniendo siempre en cuenta las premisas de ahorro energético, confort, salubridad y respeto al medio ambiente.



#### Ahorro energético

Este punto se realiza mediante el control exhaustivo del funcionamiento de las instalaciones, de forma que, sin reducir el confort de las personas que usan el edificio para desarrollar su trabajo, se consiga recortar el gasto en electricidad.

Para ello, se ha implantado un sistema de control y gestión instalado por IMEYCA y al que ha sido otorgado con el primer Premio a la Mejor Instalación Inmótica de la Comunidad de Madrid, que, entre otras, tiene las siguientes funciones:

- **Control general de alumbrado.** El 90% de las estancias incorporan detectores de pre-

sencia con el fin de reducir el funcionamiento del alumbrado.

- **Regulación constante del nivel de luz.** Todas las estancias que tienen luz natural están equipadas con detectores de presencia que incorporan la función de regulación constante.
- **Sistema de iluminación.** Los controles anteriores son posibles porque todo el alumbrado instalado es de tecnología DALI, con el fin de poder controlar el nivel de luminosidad aportado a cada zona.
- **Sistema de calefacción.** El sistema de calefacción instalado es mediante suelo radiante con agua a baja temperatura, en el cual el agua no supera 40 °C.



- **Sistema de climatización.** Sólo se ha instalado en zonas de oficinas y despachos mediante un sistema VRF con tecnología Inverter. En talleres se han instalado sistemas evaporativos.
- **Control zonal de climatización.** Los circuitos del suelo, así como las unidades interiores de aire acondicionado y los sistemas evaporativos, están controlados individualmente por un termostato o sonda. En los sistemas evaporativos, este control también vigila la humedad ambiente. En despachos y vestuarios con ventanas, la calefacción/climatización sólo funciona si las ventanas están cerradas. Excepto en despachos, se han instalado sondas de temperatura sin mandos.
- **Paneles solares.** El calor generado por estos paneles se destina a reducir el aporte de

calor de las calderas, tanto en el ACS como en calefacción.

## Confort y salubridad

Con el fin de que las instalaciones anteriormente descritas proporcionen un nivel de calidad del aire que no altere la salud de las personas, los mecanismos de control se centran en las siguientes instalaciones:

- **Control de la temperatura del aire de ventilación.** Este aire se prepara mediante climatizadores para no crear pérdidas en calefacción/climatización en caso de ser necesario. También recuperan el calor o el frío del aire viciado mediante recuperadores.
- **Control de la humedad del aire de ventilación.** La humedad relativa del aire de las zonas climatizadas se vigila mediante un sistema de humectación por el que pasa el aire de ventilación.

## Respeto al medio ambiente

Este aspecto ha sido de máximo interés en el diseño de los edificios. Así, por ejemplo:

- El combustible de las máquinas de climatización es gas natural.
- El aire de ventilación se devuelve al exterior filtrado y tras extraer aproximadamente el 80% del calor o frío que se le aplicó de forma artificial.
- El agua de lavado de los autobuses se recoge para su posterior reciclado.
- Para suplir la falta de zonas verdes, se han diseñado partes de cubierta ajardinada y jardines verticales.





## 2.6

### INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED DE 2.000 kW



#### Planta fotovoltaica en la cubierta del Centro Logístico del Grupo Cortefiel.

**Municipio:** Aranjuez

**Fecha de puesta en marcha:** junio 2010

**Participantes:**

- Wintersun Capital Solar, S.L.
- Labor Solis, S.L.

#### Descripción

En la calle Paseo del Deleite, en Aranjuez, está ubicada la plataforma logística que el Grupo Cortefiel dispone en la Comunidad de Madrid, cuyo recinto ocupa una superficie aproximada de 70.000 m<sup>2</sup>. El propietario de este inmueble es General Electric Real State.

Wintersun Capital Solar, una empresa perteneciente al grupo Labor Solis, es el promotor y propietario de una instalación solar fotovoltaica de 2.000 kW en la cubierta de esta plataforma logística. La superficie de la cubierta es de 40.000 m<sup>2</sup>.

Labor Solis, compañía especializada en energías renovables y gestión de proyectos, ha sido el contratista encargado de la construcción "llave en mano" de la instalación.

Hasta la fecha, ha instalado 7,3 MW de potencia energética en distintas tecnologías re-

novables (solar fotovoltaica, térmica y biomasa) y cuenta con 1,5 MW adicionales en fase de construcción. Además, también se dedica al mantenimiento de la mayoría de las instalaciones que ejecuta.



La instalación ejecutada en Aranjuez se trata de una instalación solar fotovoltaica conectada a red de 2.000 kW (la potencia instalada es de 2.208 kWp).

Se han instalado 9.600 módulos fotovoltaicos de 230 Wp cada uno.

Los módulos fotovoltaicos están distribuidos en estructuras de doble bancada (2 módulos por bancada). La estructura es fija y los módulos están orientados al sur con una desviación de 5° y una inclinación de 25°.



Las desviaciones de la orientación y la inclinación respecto a los óptimos producen unas pérdidas del 3% aproximadamente (según el pliego de condiciones técnicas de conexión a red del IDAE).



## Resultados

La energía inyectada en la red por esta instalación asciende a un total de 3.010.555 kWh/año. Se obtiene una relación de 1.467 kWh producidos por cada kilovatio pico instalado.

La generación fotovoltaica evita la quema de combustibles fósiles para producir electricidad. Esto implica disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera que tienen consecuencias medioambientales muy negativas.

Unas de las más perjudiciales son:

- El efecto invernadero (provocado por las emisiones de CO<sub>2</sub>).
- La lluvia ácida (provocada por las emisiones de SO<sub>x</sub>).

Se estima que por cada kWh generado con combustibles fósiles se emiten un promedio de 1,05 kg de CO<sub>2</sub> y 2,94 g de SO<sub>x</sub>.

Así pues, las emisiones ahorradas con esta instalación son:

- 3.150 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>.
- 8.821 kg de emisiones de SO<sub>2</sub>.

El coste de la ejecución material de este proyecto ha sido finalmente de 6 millones de euros.

En este proyecto se muestra que el uso de las energías renovables no sólo es una respuesta necesaria al deterioro medioambiental, sino que el desarrollo tecnológico conseguirá en menos tiempo del que pensamos que las energías renovables sean más eficientes, económicas y robustas que las fuentes de energía convencionales.

## Ficha técnica

Instalación Solar Fotovoltaica	
Potencia total instalada	2.208.000 Wp
Nº de módulos fotovoltaicos	9.600
Potencia de cada módulo fotovoltaico	230 Wp
Estructura de los módulos	Fija
Nº de transformadores	2 transformadores de 1.000 kVA
Nº de inversores	4 inversores de 500 kW
Monitorización	Sistema completo que permite incluso el control remoto de determinados puntos de la instalación

## 2.7 CASA DE CULTURA DE ALCOBENDAS



### **Casa de Cultura Carlos Muñoz Ruiz.**

**Lugar:** C/ Mariano Sebastián Izuel

**Municipio:** Alcobendas

#### **Participantes:**

- Martifer Solar
- Martifer Aluminios
- FCC Construcciones

**Arquitecto:** Fernando Parrilla

#### **Descripción**

Si usted ha visitado recientemente Alcobendas, seguro que ha reparado en un vanguardista edificio multicolor que alberga, desde hace unos meses, la Casa de Cultura Carlos Muñoz Ruiz. Lo que tal vez le haya pasado desapercibido es que esta moderna construcción representa también un hito estético y técnico en la integración arquitectónica de paneles fotovoltaicos, convirtiendo a la Casa de Cultura de Alcobendas en un referente nacional e internacional de la comunidad del diseño y la técnica al servicio de la generación de Energía Limpia.

Para enfrentarse a este ambicioso proyecto, Martifer Solar ha aprovechado las sinergias dentro de su grupo empresarial, Martifer Group, asociándose con Martifer Aluminios para hacer realidad esta obra que le ha permitido confirmarse como uno de los líderes en integración fotovoltaica en España.

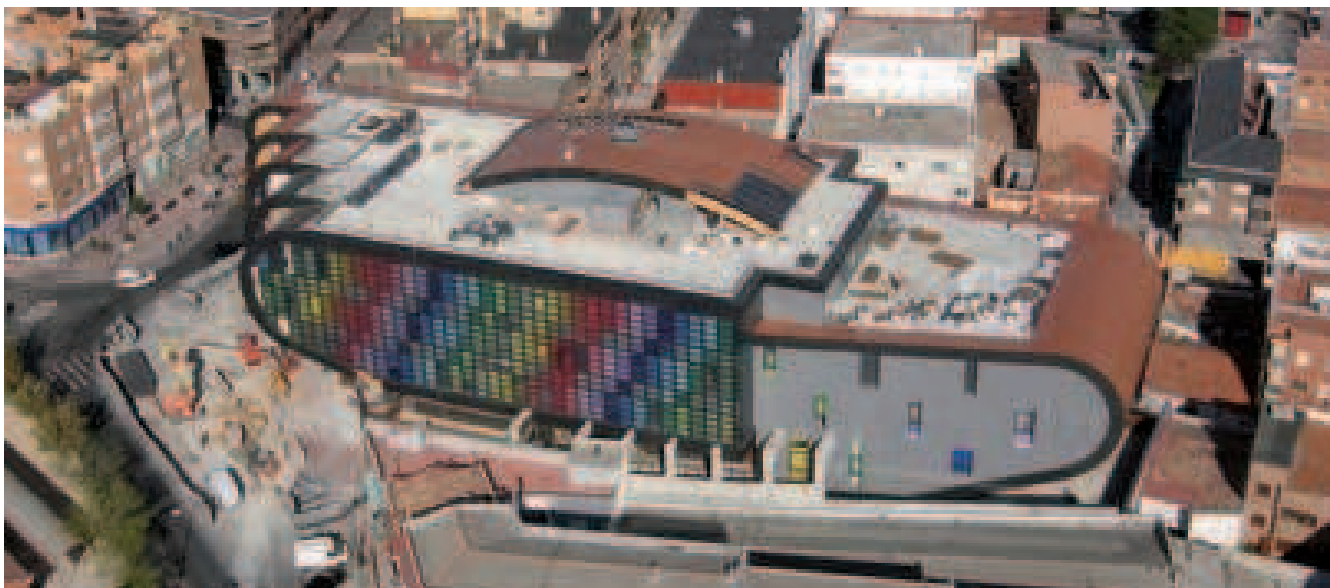
El primer reto al que los técnicos tuvieron que enfrentarse fue el de construir una fachada policromada, pero transparente, que, además, pudiera generar electricidad fotovoltaica de manera eficiente. Para ello, Martifer Solar desarrolló en exclusiva para la Casa de Cultura el diseño de cada uno de los módulos fotovoltaicos empleados, y confió su construcción a la empresa Saint-Gobain.

Cada uno de estos módulos solares consta de dos hojas de cristal con un 45% de opacidad, que implementan, en función del formato de cada panel, hasta 15 células solares multicristalinas que les permiten abarcar un rango de potencias entre los 13,8 y los 53,8 vatios, dependiendo de su forma y tamaño. Esta producción energética implica que el conjunto de la fachada producirá hasta 14.815,6 kWh/año de energía solar fotovoltaica, evitando de este modo la emisión de 9 t de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

La envolvente, cuya solución técnica y ejecución son obra de Martifer Aluminios, se ha llevado a cabo mediante un sistema de aluminio de la marca Technal, creando una doble piel que permite que la fachada respire y pueda así mantener la temperatura óptima para el mejor funcionamiento de los módulos.



En la parte exterior se fijaron los módulos sin color, montando en el interior otro acristalamiento que integra los paneles coloreados que confieren al edificio su peculiar efecto “arco-iris” que va cambiando en función de la hora del día y del punto de vista desde el que se observa. Esta innovadora solución permite que el muro-cortina de paneles actúe como capa aislante del edificio, regulando además la presión atmosférica en el interior del mismo y reduciendo, por tanto, sus necesidades de consumo de energía.



El desafío técnico y estético para conseguir integrar los 542 módulos solares que componen la fachada, más otros 22 para los tres lucernarios con los que cuenta el edificio, manteniendo la depurada línea estética del mismo, implicaba la necesidad de ocultar el cableado, un problema que se ha resuelto escondiendo detrás de los marcos un perfil de aluminio adicional para guiar los cables.

También el sistema de limpieza de los vidrios ha conseguido solventarse al dotar a la estructura con unos filtros de limpieza que, además, absorben la humedad del aire del interior.

La fachada de la Casa de Cultura de Alcobendas está ya completamente conectada a la red eléctrica, convirtiendo su potencia en energía útil mediante tres inversores centrales monofásicos del tipo SMC 6000<sup>a</sup> de SMA Solar Technology AG. También los paneles de los tres lucernarios aprovechan al máximo su rendimiento suministrando su energía a un inversor Sunnyboy 1100 de 1 kW de potencia.



Martifer Solar, empresa que también ha desarrollado en la Comunidad de Madrid la instalación solar integrada más alta del mundo, la Torre de Cristal del Pº de la Castellana, ha aunado en esta ocasión su diseño y su tecnología con la arquitectura de vanguardia, poniéndose al servicio de la localidad de Alcobendas en su compromiso con la Energía Limpia y convirtiendo la Casa de Cultura Carlos Muñoz Ruiz en un ejemplo de integración fotovoltaica, saber hacer técnico y eficiencia energética.

## Resultados

Datos energéticos	
Potencia nominal de la fachada fotovoltaica	19 kW
Potencia pico	22,84 kWp
Producción anual de energía limpia	14.815,6 kWh
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas	9 t/año
Paneles solares instalados totales	564
Fachada	
Azimut	-51°
Inclinación módulos	90°
Potencia pico generador fotovoltaico	21,67 kWp
Número de módulos	542
La potencia de los módulos oscila entre 13,8 y 42,5 Wp	
Lucernarios	
Azimut	-39°
Inclinación módulos	30°
Potencia pico generador fotovoltaico	1,17 kWp
Nº de módulos	22
La potencia de los módulos oscila entre 47,2 y 58,3 Wp	

## 2.8

### OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA FUNDACIÓN COLECCIÓN THYSSEN BORNEMISZA



#### Instalación para la mejora de la eficiencia energética en la Fundación Colección Thyssen Bornemisza.

**Lugar:** Pº del Prado, 8

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2011

#### Participantes:

- Honeywell, S.L.

#### Descripción

El objetivo del proyecto es la reforma del sistema de climatización de la Fundación Colección Thyssen Bornemisza (en adelante el Museo) para la mejora de su eficiencia energética.

El Museo Thyssen-Bornemisza fue inaugurado en el año 1992 y ampliado en 2004. En él se exponen cerca de 1.000 obras de arte en más de 15.000 m<sup>2</sup> climatizados. Su considerable afluencia de público, más de 800.000 visitantes en 2009, lo convierten en uno de los Museos más visitados y prestigiosos de Madrid.

El Museo pretendía inicialmente, mediante la implantación de este proyecto, reducir al menos en un 20% el consumo de energía actual

del sistema de producción y distribución de agua fría con las consiguientes reducciones en las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Otro objetivo adicional era la eliminación del refrigerante R-22 de los actuales grupos frigoríficos, sustituyendo dichos equipos por otros nuevos de mejor rendimiento y con refrigerante sin fecha de caducidad de acuerdo con la legislación vigente.

En este sentido, Honeywell, como **Empresa de Servicios Energéticos** especializada en dar soluciones a sus clientes, bajo el modelo de **Ahorros Garantizados** presenta una solución flexible que se adapta totalmente a las necesidades de ejecución del Museo y que las resuelve en toda medida.

La instalación actual de producción y distribución de agua enfriada consta de los siguientes equipos principales:

- 3 enfriadoras agua-agua.
- 3 bombas de primario.
- 3 bombas de condensación.
- 3 torres de refrigeración.
- 1 bomba de recuperación de calor a intercambiadores de post-calentamiento.
- 5 conjuntos de bombeo secundario.

Esta instalación, excepto alguno de los circuitos de bombeo, trabaja 24 horas al día, 365 días al año.

Se identifica claramente que la refrigeración, la ventilación y la humectación del aire representan un consumo mayoritario del edificio, por lo que se centra la propuesta en los dos primeros, ya que el Museo estaba desarrollando medidas de ahorro en lo referente a la humectación.

Además de la problemática inicial planteada, al inspeccionar la instalación se detectaron otros problemas como:

- Desequilibrio de caudales de circuitos 1º y 2º.
- Configuración de bombeo 1º y 2º.

Para dar respuesta a todas las necesidades, Honeywell planteó las siguientes soluciones:



- Sustitución de las **enfriadoras con refrigerante R-22** por otras con refrigerante ecológico **R-134a**, compresores de tornillo, rendimiento mínimo estacional de 6,13 y equipadas con tarjeta de comunicaciones **LonTalk**. Se instalan contadores de energía eléctrica y térmica para estas enfriadoras, y estos contadores se integran en el sistema de gestión centralizada para determinar el rendimiento efectivo de las unidades y la contabilización del consumo energético del sistema.



- Distribución de **agua enfriada a caudal variable** añadiendo variadores de frecuencia en las bombas de distribución y contaje energético de las mismas.
- Sustitución de las **torres de refrigeración**, regulando la temperatura de agua de condensación e instalación de contadores de agua, sin olvidar detalles tan importantes como el tratamiento acústico o el antilegionela.
- Sustitución de los ventiladores de impulsión de las UTA's principales por **ventiladores de alto rendimiento**.

Todo ello controlado desde una plataforma **Scada** (EBI) con capacidad de integración ilimitada, y con una transparencia y flexibilidad de diseño que permite a fabricantes externos compartir la red de comunicaciones con protocolo estándar TCP/IP LAN.

Por último, se dota al sistema de control Honeywell EBI con el módulo **Energy Manager**, específicamente diseñado para facilitar la gestión energética de edificios, la administración y gestión de medidores de energía, el cálculo automático de eficiencia energética y la localización de ahorros potenciales.

Este módulo será pues la **herramienta** fundamental para la **monitorización energética**

y facilitará las labores de **medida y verificación del rendimiento energético**.

Antes de ejecutar la instalación, se llevó a cabo una auditoría de detalle para determinar:

- 1º Línea base de consumo.
- 2º Determinar los ahorros basándose en esa línea y a la solución propuesta.

Finalmente, se legalizó toda la reforma en la Dirección General de Industria, Energía y Minas y se gestionaron las subvenciones, proporcionando al cliente un servicio completo "llave en mano".

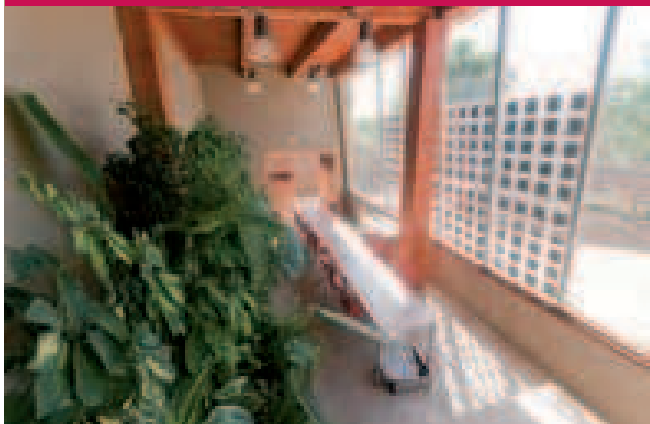
### Beneficios – Impactos positivos

- Reducción del consumo energético en la factura de electricidad, con la consiguiente reducción de costes de energía.
- Reducción de los costes de operación.
- Cumplimiento de compromisos medioambientales.
- Reducción de riesgos de mal funcionamiento.
- Sustitución de equipos obsoletos.
- Mejora de las condiciones de confort.
- Integración de todos los equipos en el sistema de control.
- Control y seguimiento estacional del consumo.

### Resultados

Reforma para la mejora de la eficiencia	
Consumo antes de la reforma	1.864.591 kWh/año
Consumo después de la reforma	1.312.980 kWh/año
Ahorro de energía	551.611 kWh/año
% de ahorro de energía	29%
Coste de energía antes de la reforma	149.944 €/año
Coste de energía después de la reforma	107.918 €/año
% de ahorro coste energía	28%
Consumo ventiladores actuales	770.705 kWh/año
Consumo ventiladores alto rendimiento	595.105 kWh/año
% ahorro consumo ventiladores	22%

## 2.9 AULA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL DE POZUELO DE ALARCÓN



### Integración de energías renovables en la construcción del Aula de Educación Ambiental de Húmera.

**Municipio:** Pozuelo de Alarcón

**Fecha de puesta en marcha:** mayo 2010

#### Participantes:

- Aula de Educación Ambiental. Concejalía de Educación del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón
- Antonio Baño Nieva – Arquitecto

#### Descripción

El Aula de Educación Ambiental de Pozuelo (CREAS) responde a dos objetivos básicos; por un lado, la construcción de un edificio capaz de albergar actividades de conocimiento y difusión de los valores y principios de la sostenibilidad, y, por otro, el carácter ejemplar de las actuaciones arquitectónicas:

- La eficacia energética.
- La utilización de materiales y sistemas constructivos de bajo impacto ambiental.
- La gestión eficaz de residuos de construcción y demolición.
- La facilidad de mantenimiento y la flexibilidad de espacios y usos.
- Adecuado tratamiento del agua.

Todo el diseño del edificio se orienta a dar respuesta a la gestión eficaz de recursos y energías.

### Gestión de la energía: estrategias pasivas

- Arquitectura bioclimática, medioambiental, sostenible o simplemente razonable, para lograr situaciones de confort reduciendo la factura energética del edificio.
- Aprovechamiento del efecto invernadero.
- Estrategias pasivas de refrigeración.

### Propuesta de eficacia energética

CREAS es un ejemplo de que la sostenibilidad puede ir de la mano de la edificación. Y es que el ritmo de consumo de recursos no puede superar la capacidad de los sistemas naturales para reponerlos. Este edificio consume del orden de los 15 kWh.

El conjunto del edificio se orienta al sur con una leve desviación este, que no altera sustancialmente las condiciones de invierno y mejora las de verano. El semi-enterramiento de la fachada norte, aprovechando el talud natural del terreno, permite en primera instancia reducir las pérdidas energéticas en su parte más desfavorable, así como disponer de masa térmica como almacén energético.



Las actividades habituales se concentran en las fachadas orientadas al sur, lo que permite beneficiarse de la iluminación natural y de la radiación solar. Para ello, se diseñan estrategias de captación por invernaderos. El almacén térmico está situado en el suelo que, dotado de una importante inercia térmica, permite compaginar la estrategia pasiva de captación con los aportes de energía complementaria que se efectúan por suelo radiante, sistema gobernado por una caldera de biomasa. Se disponen también prolongaciones de la cubierta y de las paredes laterales, que actúan como parasoles horizontales y verticales.

Como regulador de la captación/protección solar se incorporan de manera activa especies vegetales de carácter autóctono y hoja caduca, que permitirán el soleamiento de invierno y la umbría en verano.



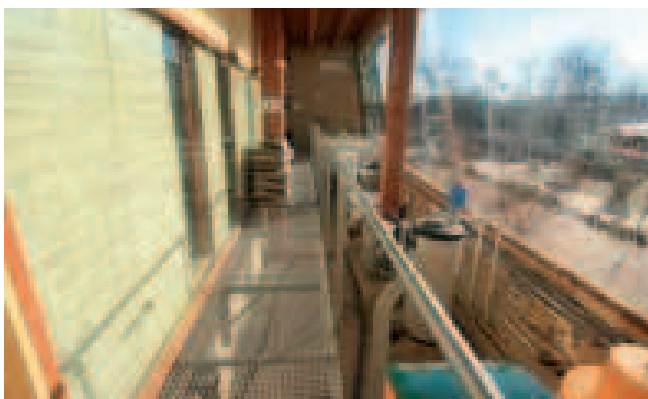


En la fachada de los módulos donde se albergan los cuartos húmedos y la maquinaria, así como los sistemas de control de las instalaciones, se han dispuesto tubos de vacío que constituyen los captadores solares térmicos encargados de mantener el sistema de agua caliente sanitaria. Podrían albergar también posibilidades de refrigeración solar a través de la incorporación de máquinas de absorción.

La construcción se realiza con materiales de bajo impacto ambiental: aislamientos de corcho y lana de roca, MLE y fábrica de ladrillo cerámico como sistemas portantes, carpinterías de madera y técnicas de tierra adaptadas (BTC y tapia), entre otros.

### Instalaciones sostenibles

El edificio emplea una batería de medidas que contribuyen a la mejora de la eficiencia de los sistemas: 1) uso de la luz natural, 2) generación de energía solar fotovoltaica y eólica, 3) empleo de lámparas de bajo consumo en los equipos de iluminación, 4) calefacción por invernaderos y muro Trombe complementados por caldera de biomasa de alta eficiencia energética y sistema de distribución de calor de baja temperatura mediante suelo radiante, y 5) refrigeración por inercia térmica complementada por convección natural del aire de ventilación cruzada del edificio y ventilación inducida a través de tubos enterrados.



### Gestión del agua

Las aguas pluviales y de drenaje se conducen desde la cubierta y elementos de recogida hasta un depósito de polietileno enterrado de 10.000 litros de capacidad. El agua acumulada, mediante conducción independiente, se lleva a los inodoros, así como para riego y limpieza.

Las aguas residuales se conducen a un filtro verde de plantas macrófitas depositadas en un canal situado en una planicie inferior a unos 25 m del acceso principal al aula, para que tras su depuración, sean devueltas al terreno a través de zanjas filtrantes.

### Uso de energías renovables

El Centro cuenta con los siguientes sistemas:

- Equipo solar térmico con dos paneles de tubo de vacío de 2,16 m<sup>2</sup> cada uno.
- Colector tipo parrilla de 12 tubos de vacío.
- Caldera de biomasa (pellets) de 32 kW.
- Tanque para el circuito radiante.
- Paneles solares fotovoltaicos autónomos (con baterías) integrados en fachada con una potencia de 600 Wp.
- Sistema fotovoltaico de venta a red de 5 kW.
- Aerogenerador sobre estructura de 12 m de altura y potencia de 1.500 Wp.



## 2.10 ESTUDIO DE AHORRO ENERGÉTICO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS



**Estudio de ahorro energético para el edificio de oficinas de la Dirección General de Industria, Energía y Minas.**

**Lugar:** C/ Cardenal Marcelo Spínola, 14

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2009

**Participantes:**

- Lledó Energía

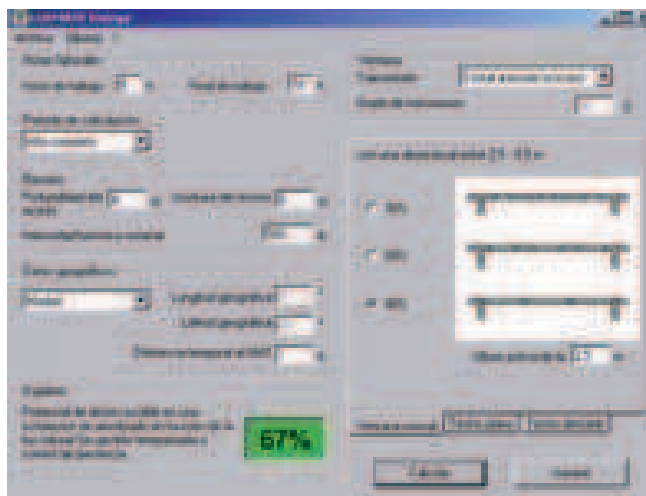
### Descripción

Con el objetivo de optimizar los consumos energéticos, se ha realizado una profunda renovación y mejora de los sistemas de iluminación presentes en las oficinas de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.

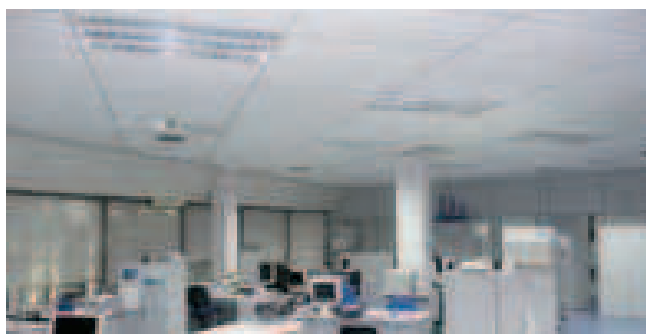
Así, en cada despacho perimetral del edificio el sistema responde regulando los balastos de cada zona para mantener los niveles solicitados. El control automático sobre los balastos de los despachos se realiza mediante un sensor interior instalado en el techo de cada recinto, mientras que el control automático sobre el resto de los balastos se realiza mediante un heliómetro instalado en la cubierta del edificio.

### Ahorro en iluminación

Para obtener el cálculo del ahorro en iluminación, se ha partido de los datos de ahorro energético en una habitación por aporte de luz natural obtenidos del programa de cálculo Energy. Se introducen los datos correspondientes a una habitación tipo de 4 m de ancho, 5 m de profundidad y 2,5 m de alto con ubicación en latitud Madrid, cristalera plena y un coeficiente de transmisión del 30%, obteniéndose un resultado del ahorro del 67%. El programa tiene en cuenta latitud y longitud para calcular horas de insolación, así como intensidad solar.



La potencia de iluminación instalada es de 11,9 W/m<sup>2</sup>.



Todo el ahorro de energía para iluminación se puede extrapolar al ahorro energético en climatización, ya que esta potencia que se ahorra en iluminación se traduce en aporte térmico que no se realiza, y, por lo tanto, no se tiene que contrarrestar con el sistema de climatización en los meses de verano.

### Memoria de funcionamiento

Para el control de la iluminación interior se han instalado módulos DALI-TLC, que son ca-

paces de controlar dos canales de 25 luminarias cada uno independientemente. Estos módulos regulan las luminarias en función de la cantidad de luz natural externa recogida por el sensor de luz interior.

En cada sala se han instalado pulsadores, además de detectores de presencia que actúan en paralelo con los pulsadores, mientras que en las áreas abiertas se han instalado dos pulsadores.

Estos pulsadores son leídos por los módulos LM-4UAS capaces de gestionar hasta cuatro pulsadores por módulo.

Para el control de las luminarias, se han instalado módulos LM-DALIS, que son capaces de controlar hasta 64 luminarias.

Asimismo para el control de los detectores de presencia se han instalado módulos LM-4AWS, capaces de controlar cuatro detectores de presencia por módulo.

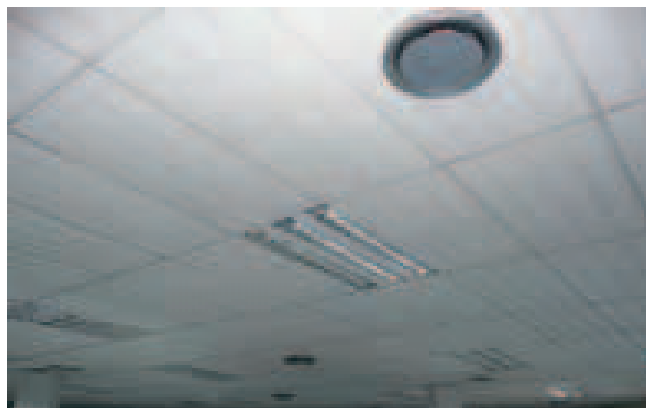


### Tipo de luminaria

Las luminarias utilizadas son de aluminio especular de 8,6 kg de peso y un tamaño de 597 x 1.197 mm. Las partes ciegas entre componentes ópticos están fabricadas en chapa de acero termoesmaltada en color blanco.

La conexión eléctrica se realiza a clema de tres polos sin necesidad de herramientas, con sistema de conexión rápida sin enhebrado de cable. Presentan un montaje empotrado en los distintos tipos de techos, apoyándose en los perfiles o en los anclajes de montaje rápido que permiten una regulación precisa de la luminaria.

La óptica está formada por lamas longitudinales y transversales parabólicas en aluminio especular de altas prestaciones, libre de irisaciones y con una pureza del 99,98%.



### Ahorros por prolongación de vida de las lámparas fluorescentes

La vida media de las lámparas fluorescentes en función del tipo de balastos es la siguiente:

Tipo de balasto	Período de vida
Magnético	2.000 h (encendidos y apagados frecuentes)
Magnético	7.000 h (encendido permanente)
Electrónico	10.000 - 12.000 h (según marcas)
Digital DALI o DSI	15.000 - 20.000 h (según marcas)

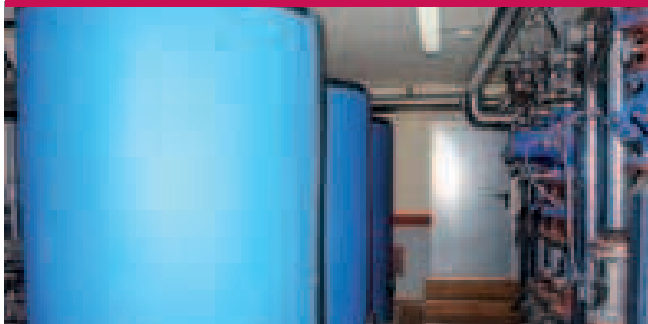
Como media, se puede estimar que el uso de balastos digitales prolonga la vida de las lámparas en un 70% respecto al uso de balastos electrónicos.

### Ahorros por mantenimiento

El ahorro de tiempos de mantenimiento por el uso de un sistema centralizado se puede estimar en un 40%.

Por supuesto, siempre hay que tener en cuenta que, además del ahorro energético, el usuario va a disfrutar de un sistema de confort de alumbrado con niveles de luminosidad constantes, evitando los problemas de deslumbramiento. Es decir, aumento del confort para una mayor productividad y un menor nivel de quejas de mantenimiento.

## 2.11 INSTALACIÓN DE BIOMASA PARA CALEFACCIÓN



**Calefacción y agua caliente sanitaria central a 104 viviendas de 100 m².**

**Lugar:** C/ Simón Hernández

**Municipio:** Móstoles

**Fecha de puesta en marcha:** 2010

### **Participantes:**

- Calordom, S.L.
- Combustibles Cabello, S.L.
- Mancomunidad de propietarios

### **Descripción**

En el año 2011 en la Comunidad de Madrid, 5.500 viviendas en comunidades de vecinos tienen la calefacción mediante calderas que utilizan como combustible biomasa, tipo hueso de aceituna o similares (cáscara de almendra, pepita de uva, etc.).

Se trata de un combustible natural, ecológico y de origen no fósil. Es una fuente de energía inagotable, sin impacto medioambiental, fácilmente almacenable y de bajo coste.

El suministro de dicho biocombustible está adaptado para una descarga segura, rápida y limpia en el silo de almacenaje. La duración media de la descarga del biocombustible al silo, en este caso, es de 30-40 minutos.

El consumo de biocombustible para calefacción y agua caliente sanitaria para esta instalación es de, aproximadamente, 450 toneladas de hueso de aceituna al año.

En la instalación existe un medidor volumétrico en el silo de almacenamiento, de forma que avisa cuando la capacidad de combustible almacenado es inferior a 1/4.

El combustible se transporta mediante ocho tornillos sinfines flexibles desde el silo hasta las tolvas, compuestos por moto-reductor, espiral, incluyendo boca de entrada y salida, así como las sondas que sincronizan los trabajos de cada uno de ellos.

La combustión para calefacción y agua caliente sanitaria se realiza en dos calderas LCBIODOMO 500 (potencia total 1.162 kWh) fabricadas en España. Son de tipo atmosféricas de triple paso de humos con recuperador de calor en las chimeneas, donde el biocombustible se inyecta a un sistema de afloración para ser combustionado con el comburente primario y secundario. El rendimiento de este sistema varía entre 88-91%.

La temperatura del agua de circulación para calefacción está regulada por dos válvulas de tres vías progresivas y reguladoras de caudal, dos válvulas de dos vías y una centralita electrónica domótica de control que gestiona y supervisa en tiempo real 63 puntos de la instalación que permiten regular el paso y la temperatura del fluido caloportador entre 40 °C y 80 °C, dependiendo de la temperatura exterior y la zona del edificio a calefactar.

La temperatura del agua de circulación para agua caliente sanitaria está regulada por una válvula de tres vías progresivas y reguladoras de caudal, dos válvulas de dos vías y una centralita electrónica domótica de control que gestiona y supervisa en tiempo real 26 puntos de la instalación que permiten regular el paso y la temperatura del fluido caloportador entre 55 °C y 60 °C, dependiendo de la demanda. El agua caliente sanitaria se produce y almacena en cuatro interacumuladores Buderus de 1.000 l de almacenaje cada uno y una producción de 1.550 l/h cada uno. La producción total de agua caliente sanitaria es de 6.200 l/h.

Quincenalmente se realiza una medición de control y mantenimiento de los parámetros de funcionamiento y regulación de la instalación (temperaturas, rendimiento, gases, etc.).



Antes de la transformación



Después de la transformación

## Resultados

El uso de biomasa como biocombustible para producción térmica doméstica supone el uso de una energía renovable no contaminante y 100% autosuficiente, es decir, no precisa de ningún otro combustible convencional fósil de apoyo.

En este caso, se deja de emitir a la atmósfera 500 t de CO<sub>2</sub>.

En el aspecto económico, ha supuesto a la mancomunidad de vecinos un ahorro de 27.800 € anuales, con un servicio más racional y cómodo.

Asimismo, contaban con un sistema de carbón arcaico y sin repuesto ni garantías, con lo que la modificación de la sala de calderas era imperiosa.

Las opciones para dicho cambio suelen ser gas natural, gasóleo, o la finalmente consensuada, biomasa.



## Beneficios

Una de las ventajas de utilizar biomasa como biocombustible térmico doméstico es que el calor no deja de ser un combustible sólido, existiendo un calor residual constante y gratuito. Además, la biomasa presenta las siguientes ventajas:

- No entraña riesgo de explosión por sí solo al no ser inflamable.
- No condiciona un solo proveedor.
- No contamina.
- Se trata de un producto inagotable y de carácter nacional.
- Los precios no están sujetos a conflictos mundiales geopolíticos, por lo que se hacen muy estables.

Actualmente, es el mayor edificio de Móstoles que utiliza biomasa para el 100% de sus necesidades térmicas en calefacción y agua caliente sanitaria.

En este mismo barrio, está en proceso de ejecución un edificio vecino de 220 viviendas, con una potencia a instalar de 1.581 kWh.

La empresa Calordom, S.L. realizó la instalación, puesta en marcha y mantenimiento de estas instalaciones, y la empresa Combustibles Cabello provee el combustible.

Calordom, S.L. ha resultado galardonada en los Premios de Medio Ambiente 2004 de la Comunidad de Madrid y en los Premios 100 mejores ideas empresariales 2010 de Actualidad Económica, así como numerosos reconocimientos a la excelencia en la eficiencia energética y el desarrollo en energías renovables y alternativas.



## 2.12 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA UNA NAVE DE PINTURA EN UNA INDUSTRIA DE AUTOMOCIÓN



### Instalación de climatización para una nave de pintura en una industria de automoción.

**Lugar:** Avenida de Aragón, 402

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2010

#### Participantes:

- EDF Fenice
- IMESAPI
- GAITAN

### Introducción

El proyecto consiste en la modernización y mejora en el diseño de los equipos y sistemas auxiliares vinculados a la climatización de una nave donde se realiza el proceso de pintura de cabinas de camiones, dentro de la factoría de Iveco España.

Más concretamente, se trata de climatizar los puestos de trabajo del personal (pasillos, laboratorio, salas de control, salas técnicas, sala de mezcla de pinturas, etc.). Dicho proyecto presenta la peculiaridad de haberse realizado dentro de la única fábrica de camiones pesados existente en España, cuyos vehículos se destinan tanto al mercado nacional como al internacional.

Esta nueva instalación es un proyecto significativo por el tipo de industria asociado, su complejidad, sus exigencias técnicas y por el volumen de la edificación a climatizar.

### Situación previa al proyecto

El proyecto planteado tiene como objeto realizar una renovación y rediseño de unas instalaciones existentes, de tal modo que permitan incrementar la calidad del producto, mejorar las condiciones de trabajo y reducir las emisiones y el consumo de energía.

Las mencionadas instalaciones de climatización existentes contaban con una antigüedad de más de treinta años, careciendo los equipos de tratamiento térmico del aire de recuperador estático del aire caliente de extracción. Esto hacía que los índices de eficiencia del proceso de calefacción fueran muy bajos.

Por otra parte, el interior de la nave no presentaba compartimentación entre las diversas zonas productivas y auxiliares, climatizándolas de forma global, con lo que se sometía una misma temperatura y renovación de aire a zonas con presencia permanente de personal y a otras donde no existía o era puntual. También, y debido a la obsolescencia de las instalaciones, se carecía de sistema de control, siendo la operativa totalmente manual en lo que se refiere al aporte de frío y de calor.

Otro punto de ineficiencia energética venía dado por el fluido calefactor (agua sobrecalentada), que compartía un mismo circuito para usos de climatización y para proceso. Esto obligaba en los meses de verano a estar utilizando un circuito de agua diseñado para consumos mucho mayores.

### Nueva instalación de climatización

Las nuevas instalaciones de climatización se han diseñado con el objeto de procurar el bienestar de los diferentes trabajadores en las diversas áreas de la nave, dando cumplimiento además tanto con lo establecido en lo referente a la seguridad, como con los objetivos marcados en ahorro energético.

Las instalaciones contemplan también una renovación adecuada del aire en función del número de personas y la actividad que realizan, sin olvidar las características interiores del local y de los materiales que lo componen.

Para ello, se han sustituido los 4 antiguos grupos de climatización, de idénticas características, por 5 nuevos grupos, cada uno de ellos diferente a los demás y con características técnicas especialmente definidas para el área que deben climatizar.

Al ser mayor el número de equipos nuevos a implantar y al incrementarse el peso total de cada una de las unidades de climatización, se ha hecho necesario la realización de un importante refuerzo de la estructura de la nave.

Dada su gran altura (12 m) y longitud de las cerchas (más de 20 m), los trabajos de refuerzo de estructura en altura han sido muy complicados, añadiendo el hecho de que la accesibilidad es muy limitada al estar ocupada la superficie de la nave por equipos productivos.

Para el suministro de aire caliente de calefacción, los equipos de climatización utilizan como fluido portante agua sobrecalentada a 160 °C y 16 bar de presión.

Los equipos seleccionados para sustituir a los ya existentes utilizan refrigeración adiabática mediante humectación por atomización.



El proyecto no se ha limitado a la renovación de las unidades de climatización, sino que, además, se han instalado más de 760 m de nuevas tuberías de agua sobrecalentada de distintos diámetros, así como más de 3.000 m de conducciones de aire de diferentes secciones.

Datos del proyecto	
Superficie de actuación	6.700 m <sup>2</sup>
Volumen a climatizar	38.000 m <sup>3</sup>
Potencia térmica total	1.800 kWt
Potencia frigorífica total	1.200 kWf

El funcionamiento de la instalación de climatización abarca todo el año, trabajando de la siguiente manera:

- Calefacción: noviembre – abril.
- Climatización: mayo – octubre.



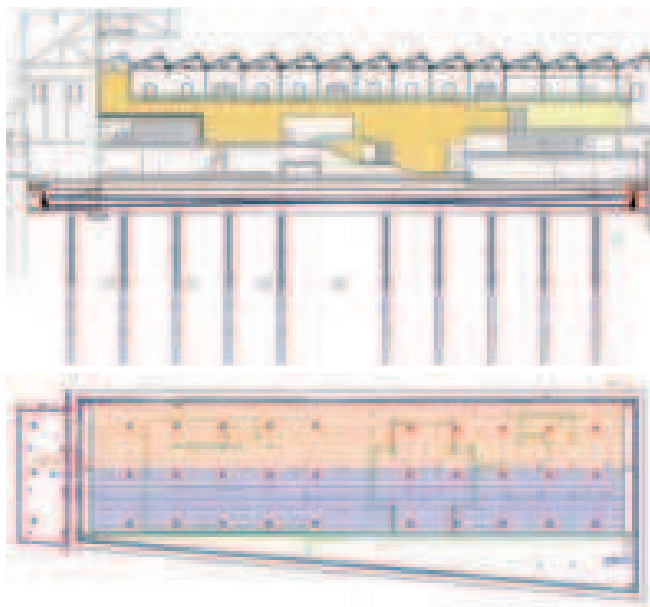
## Conclusiones

Debido a la obsolescencia de los equipos instalados, los cuales carecían de recuperación de calor, al calorifugado deficiente y al ensuciamiento interior de las tuberías, el ahorro energético conseguido alcanza unos valores muy altos, del orden del 34%. El ahorro de energía ha supuesto como consecuencia una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> estimadas en más de 290 t/año.

Climatizadora	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Renovaciones de aire (vol/h)	Zonas
1	51.000	2	Laboratorio, sala de control general, zona de reparos, sala de descanso
2	37.000	4	Pasillo de entrada, zona de limpieza, zona de sellado, pasillo de emergencias
3	19.000	20	Sala limpia, pasillo de salida, zona de lijado
4	60.000	30	Sala de mezcla de pintura (área ATEX)
5	20.000	2	Pasillo de zona de cataforesis



## 2.13 NUEVO TEATRO INFANTIL Y CENTRO CULTURAL DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID



Sección y planta del edificio con los intercambiadores geotérmicos aire-tierra y aire-agua superpuestos. Fuente: Eneres

**Lugar:** Cuartel de Daoiz y Velarde. C/ Alberche s/n. Distrito de Retiro

**Municipio:** Madrid

**Propiedad:** Ayuntamiento de Madrid

### Participantes:

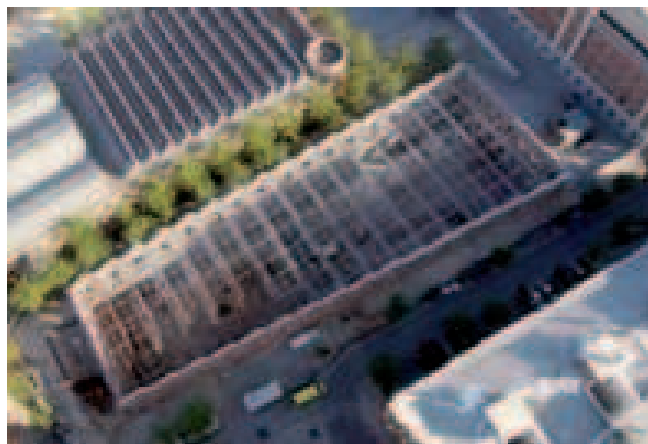
- Fernández Molina Obras y Servicios
- ENERES Sistemas Energéticos Sostenibles
- Rafael de la Hoz. Arquitectos

### Descripción

Se trata del proyecto y obra de recuperación de una antigua nave de los antiguos cuarteles en el complejo de Daoiz y Velarde para su re-conversión en Teatro Infantil y Centro Cultural.

El hecho de que el edificio esté destinado a ser usado por niños, un grupo sensible y activo, que por su acelerado metabolismo intercambia energía y aire con el medio en proporciones mucho mayores que la población adulta, exige un estricto cuidado de las condiciones higrotérmicas y de la calidad del aire de los

espacios interiores. Por esa razón, se presta especial atención en este edificio a los dos grandes vectores de la eficiencia energética: la climatización y la renovación de aire. A ellos se aplican con excelentes resultados, en términos de calidad y eficacia en la cobertura energética, sistemas de intercambio geotérmico.

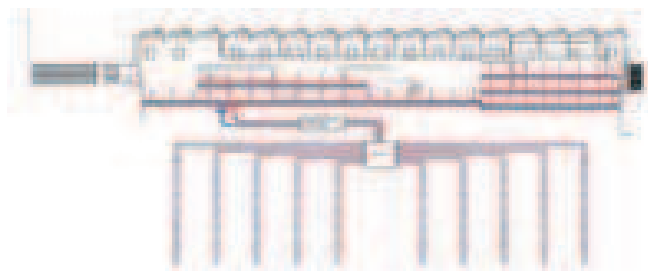


Vista aérea general de la nave a rehabilitar. Fuente: Eneres

### Climatización geotérmica y termoactiva

Para cubrir la totalidad de la demanda energética del edificio en climatización la actuación contempla la construcción de 33 intercambiadores verticales geotérmicos con una profundidad de 157 m y bombas geotérmicas con una potencia en calefacción de 174 kW y 127 kW en refrigeración.

Con el fin de asegurar un rendimiento óptimo del sistema energético, la climatización se resuelve tanto para la calefacción como para la refrigeración, utilizando las losas del forjado del edificio como losas termoactivas, 7.200 m<sup>2</sup>, en todas las dependencias del edificio, que al igual que el terreno, trabajan en bandas ajustadas de moderada temperatura, acumulando mucha energía a baja potencia y asegurando un excelente nivel de confort radiante a los usuarios.



Losas termoactivas e intercambiadores geotérmicos. Sistema inercial, radiante e integrado de climatización del edificio. Fuente: Eneres

## Tratamiento del aire

Un aporte fundamental para la eficiencia energética y la calidad ambiental asociada a la renovación de aire es la instalación de intercambio tierra-aire, construida sobre la red de intercambio vertical y constituida por dos intercambiadores de idénticas características, correspondiendo cada uno a una red de tuberías de PVC, sistema AKWADUT de Rehau de diámetro 315 mm, formada por 12 tubos de 80 m de longitud, enterrados a una profundidad mínima de 1 m bajo la losa de cimentación del edificio. La red de tubería está conectada a galerías colectoras, que, a su vez, alimentan las unidades de tratamiento de aire a través de recuperadores rotativos de alto rendimiento.

24.000 m<sup>3</sup>/h de aire de renovación se introducirán desde el exterior en esta red de conductos enterrados y, por intercambio con el terreno circundante, captará o cederá calor al mismo antes de distribuirse a través de las UTAs en el interior del edificio, a temperaturas aproximadas a las de confort interior con el consiguiente ahorro de energía en la climatización.



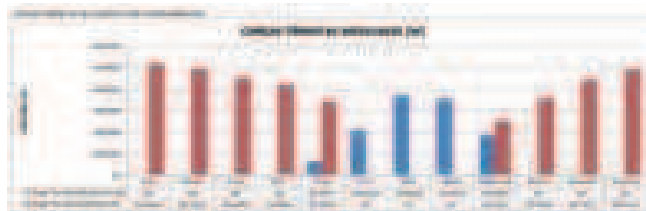
**Esquema de funcionamiento del sistema de renovación de aire con pretratamiento geotérmico y recuperación de energía.**  
Fuente: Eneres



**Ejecución de los intercambiadores geotérmicos verticales del sistema de climatización y los intercambiadores geotérmicos horizontales del sistema de pretratamiento del aire de renovación.** Fuente: Eneres

## Beneficios – Impactos positivos

La aplicación de criterios y medidas eficientes para el pretratamiento del aire de aportación y la recuperación de la energía del aire expulsado en este edificio, supone un enorme factor de reducción de la demanda. Prácticamente se reducen las necesidades de aporte energético a 1/3 de la demanda original sin aplicar estos dispositivos.



**Distribución mensual de la energía demandada por el edificio para calefacción y refrigeración en un periodo anual.**  
Fuente: Eneres



**Distribución mensual de la energía demandada por el edificio para calefacción y refrigeración en un periodo anual una vez incorporados el pretratamiento de aire y el recuperador de calor. Reducción de 2/3 de la demanda.** Fuente: Eneres

La cobertura de la demanda resultante con los dispositivos de intercambio geotérmico asociados a las bombas de calor y los dispositivos inerciales de climatización radiante a baja temperatura, permite resolver la calefacción y la refrigeración con un consumo energético de, aproximadamente, un 40% del que tendría un sistema convencional con caldera y enfriadora. La combinación de ambos factores resulta en una reducción del consumo energético en climatización en el edificio de, aproximadamente, un 70%.

Además del importante ahorro energético y de emisiones conseguido en la climatización y la renovación del aire, aproximadamente un 70%, la reducción estimada de los costes de mantenimiento de la instalación se cifra en torno a un 60% a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio.

Los parámetros de confort higrotérmico y de calidad ambiental conseguidos son óptimos. En espacios de este tipo y para usuarios infantiles, son considerablemente mejores que los que se consiguen con los sistemas tradicionales todo aire.

## 2.14 NUEVA SEDE DEL GRUPO ORTIZ EN EL ENSANCHE DE VALLECAS



### Nuevo edificio de oficinas del Grupo Ortiz.

**Lugar:** Ensanche de Vallecas

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2010

#### Participantes:

- Grupo Ortiz

#### Descripción

El proyecto constituye un importante reto tecnológico para Ortiz, tanto de cara a la consecución de un óptimo diseño desde el punto de vista energético y funcional, como por el empleo de nuevas energías sostenibles.

Las dos premisas que se han tenido en cuenta para fijar el objetivo del diseño final han sido:

- El mayor ahorro y eficiencia energética en los edificios está en aquella energía que no se consume.
- La aplicación de tecnologías eficientes y el uso racional del edificio.

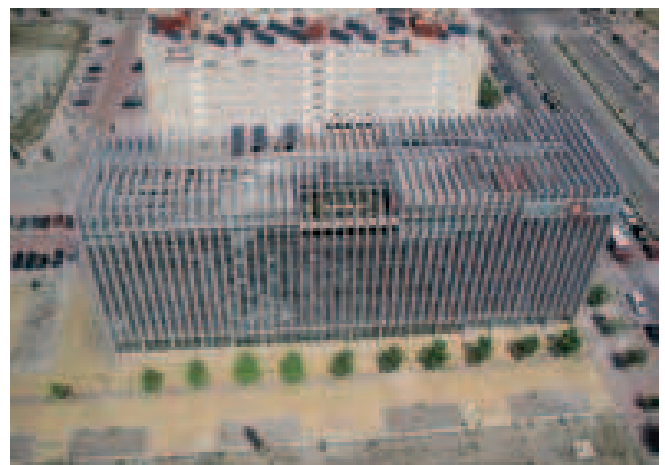
El conjunto arquitectónico lo constituyen tres edificios, con una superficie unitaria de 9.000 m<sup>2</sup>, que están integrados en la zona del Ensanche de Vallecas, paralelos a la M-45 y cuya ocupación se inició en julio de 2010.

Algunas de las medidas pasivas que permiten lograr estos objetivos son las siguientes:

- Reducción de cargas térmicas externas:
  - Dimensionamiento adecuado de huecos.
  - Reducción de la insolación en verano.
  - Aprovechamiento de la luz solar.
  - Captación de la radiación solar en invierno.
  - Uso de sistemas inerciales.
- Reducción de cargas térmicas internas:
  - Ventilación nocturna, reduciendo el 8% de las cargas térmicas internas.
  - Uso de sistemas de iluminación artificial eficientes.
  - Regulación de la intensidad lumínica en función de la luz exterior.

La singularidad de la envolvente con el uso de una sucesión de grandes pórticos de hormigón, conforman la imagen de un prisma de vidrio que alberga en su interior los diferentes usos que requería el programa funcional.

Estos pórticos cumplen la doble misión de proporcionar un control selectivo de la radiación solar, amortiguando los efectos negativos del soleamiento, como el exceso de radiación en verano y los posibles deslumbramientos, conformando parte de la estructura del edificio.

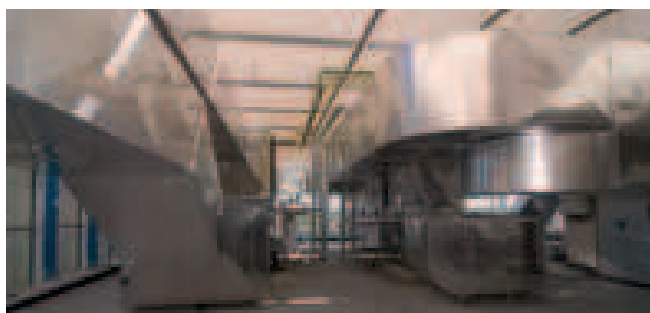


El edificio se encuentra conectado verticalmente por dos núcleos de comunicaciones e instalaciones mediante paneles estructurales prefabricados de hormigón.

Al margen de las medidas pasivas que contienen los edificios, se han incorporado medidas activas:

## Empleo de energías con alta eficiencia

- Turbinas de microgeneración a gas natural con potencias de 130 kWe y 260 kWt. La energía térmica se utiliza, en función de la época climática, para alimentar las unidades enfriadoras de absorción, para calefacción en invierno o para calentar el ACS de consumo.
- Enfriadoras de agua por sistema de absorción con potencia unitaria de 75 kW. Los equipos usan como fluido frigorífico una mezcla de agua y LiBr, estando alimentados en su lado caliente por un flujo de agua con una temperatura media comprendida entre 80 y 85 °C.
- Utilización de torres de refrigeración en el circuitos de UTA's y fan coils en las épocas climáticas favorables, logrando valores de COP equivalentes mayores a 6.



## Empleo de energías renovables

- Intercambiador geotérmico tierra-aire con una potencia máxima de 45 kW. El aire se capta del exterior, se canaliza hasta 18 m de profundidad, y mediante un haz de tubos enterrados, se preenfía en las épocas cálidas o precalienta en las frías, para ser impulsado al edificio.
- Paneles solares térmicos de alto rendimiento

para uso en equipos de refrigeración de agua por absorción y para la producción de ACS.

- Paneles solares fotovoltaicos con una potencia de 12 kWp.

## Otras medidas de eficiencia energética

- Recuperación de energía en la extracción, siendo adiabática en épocas cálidas.
- Uso de free cooling en climatizadores con un ahorro estimado de 125 MWh/año.

Al aire impulsado al edificio se le aporta vapor de agua para evitar los niveles bajos de humedad, que conllevan un incremento de electricidad estática y la presencia de lipoatrofia en los usuarios.

Para la obtención de conclusiones sobre la rentabilidad de cada una de las energías, se está procediendo al registro de datos, monitorizando los tres edificios y pudiendo valorar, por un lado, los parámetros energéticos (eficiencia y emisiones de CO<sub>2</sub>) y, por otro, los datos económicos de consumo.

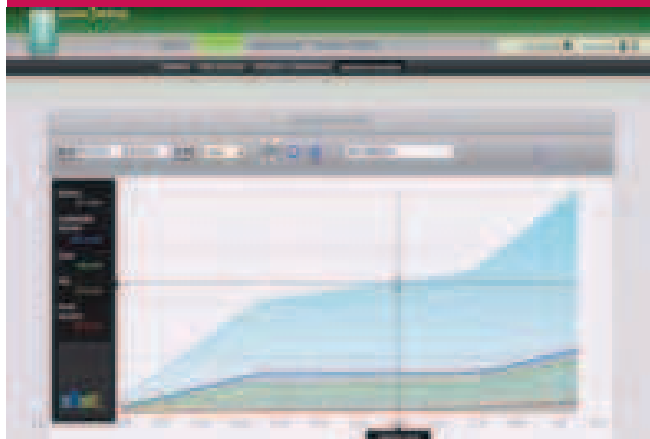


El ahorro global de energía se estima que esté entre el 25% y el 30%, sobre el edificio básico.

Resumen energético	
Producción anual de energía eléctrica global	Cogeneración: 300 MWh Fotovoltaica: 30 MWh
Producción anual de energía solar térmica	150 MWh
Producción anual de energía térmica de cogeneración	650 MWh
Producción anual de energía térmica de refrigeración por el sistema de absorción	295 MWh
Ahorro energético anual por geotermia	64 MWh
Ahorro energético anual por uso de free cooling	125 MWh
Producción directa anual de agua fría por medio de las torres de refrigeración	20 MWh
Resumen del proyecto	
Coste aproximado de cada edificio	14.000.000 €
Coste total de las mejoras aplicadas	1.570.635 €
Suvencción recibida (Acción Estratégica de Energía y Cambio Climático - 2008)	392.658,75 €



## 2.15 INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y GESTIÓN DE CONSUMOS ELÉCTRICOS EN UN HOTEL



### Instalación de un sistema de monitorización y gestión de consumos eléctricos en un hotel.

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** septiembre 2010

**Participantes:** N2S

### Introducción

El problema energético en el ámbito de la edificación en el sector terciario, y más concretamente en los hoteles, es un problema complejo que conjuga múltiples variables, no sólo técnicas, sino de negocio. No obstante, muestra un potencial de ahorro significativo de hasta el 30%. Una de sus claves es realizar un diagnóstico inicial completo y que éste tenga continuidad, utilizando para ello un sistema de medida distribuida que permita tener el control sobre el consumo, de forma capilar y en tiempo real, antes y después de aplicar mejoras o medidas de eficiencia energética. Así, se consigue medir su impacto y, al mismo tiempo, identificar oportunidades de ahorro relacionadas con la propia gestión de las instalaciones.

### Descripción

El proyecto se ha desarrollado en un hotel urbano del centro de Madrid. Se trata de un edificio

con unos cincuenta años de antigüedad, con diez plantas sobre el nivel de calle y una planta subterránea destinada a parking de clientes. El hotel cuenta con 90 habitaciones, salones para conferencias, cocinas y lavandería. La ocupación se mantiene en valores muy regulares, en torno al 80% durante gran parte del año, siendo levemente inferior en los meses de julio y agosto.

El objetivo del proyecto ha sido implantar un sistema que permita a los gestores del hotel monitorizar los principales consumos eléctricos (climatización; iluminación de zonas comunes; sala de máquinas; ascensores; cocinas; etc.) con el fin de implementar actuaciones o medidas de ahorro y eficiencia energética. Para ello, se han instalado una serie de sensores distribuidos por todo el edificio, dedicados a recoger los principales parámetros de funcionamiento de la instalación (tensión, intensidad, potencia, coseno  $\phi$ , armónicos, etc.).

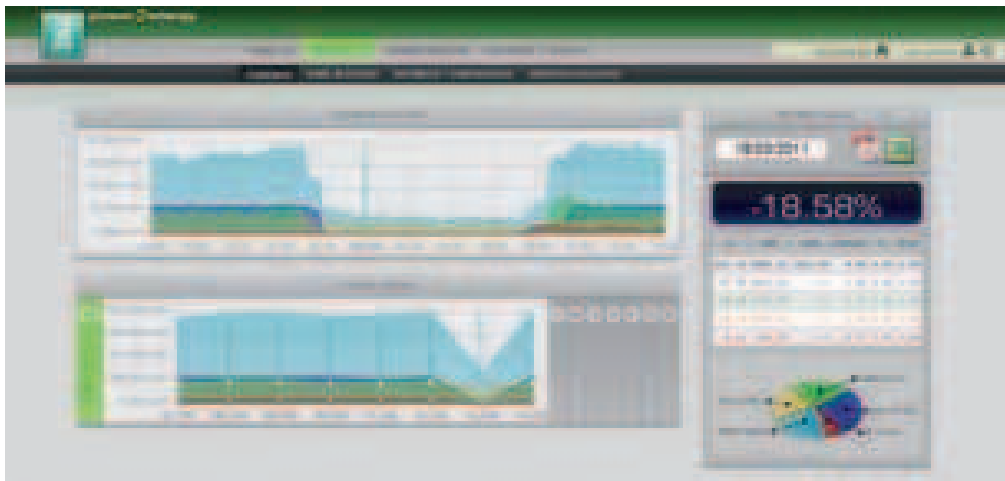
Empleando la instalación eléctrica existente como parte de la malla de comunicaciones, se han transmitido los datos en tiempo real a un servidor externo; mediante una aplicación web, el usuario tiene acceso a toda la información desde cualquier terminal y en todo momento.

### Características de la solución

**Instalación eficiente:** el despliegue se realiza de forma rápida y segura, garantizando una puesta en marcha del sistema y un mantenimiento eficiente de la solución.

### Funcionalidades:

- Estado de cada grupo de consumo:
  - Monitorización del consumo.
  - Datos en tiempo real y acumulados.
  - Soluciones de ahorro real previa sustitución de equipos.
  - Coste real por unidad de consumo.
- Comparación de consumos:
  - Valores teóricos.
  - KPI's o valores externos predeterminados.
  - Periodos.
- Generación automática de informes:
  - Definidos por el cliente.
- Sistema de alertas configurado a medida:
  - Envío automático a responsable predefinido.
  - Actuación remota vía PC o móvil.



- Identificación de acciones de mejora (objetivo de reducción):

- Consumo energético.
- Emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Solución evolutiva y escalable:** gran facilidad para integrar nuevos sensores y/o actuadores que completen la instalación sin generar molestias al normal desarrollo de la actividad del cliente.

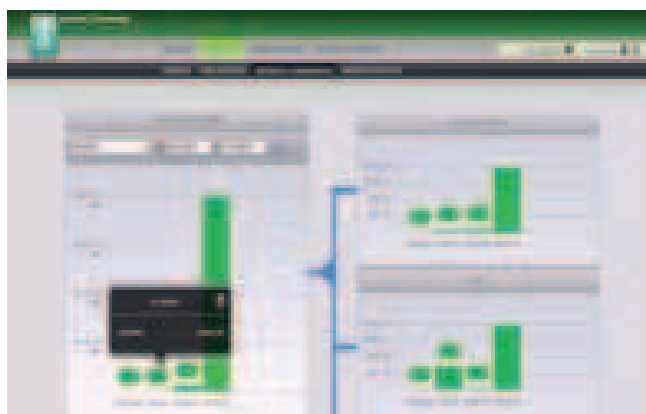
## Resultados

Una vez implantada la solución, comenzó la monitorización de los consumos y el análisis de los datos obtenidos; tras unas pocas semanas se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1. Potencia demandada:** los valores registrados de potencia demandada por la instalación mostraron que el valor de potencia contratada era significativamente superior; con estos datos se procedió a efectuar un análisis minucioso cuya conclusión fue la revisión de la potencia contratada.
- 2. Energía reactiva:** la monitorización de los valores de energía reactiva y del coseno  $\phi$  mostraron datos superiores a los arrojados por el sistema propio de la batería de condensadores. Se detectó un problema de dimensionamiento y mantenimiento, y se procedió a la revisión de la batería de condensadores.
- 3. Fallos de funcionamiento:** el sistema monitoriza de forma independiente varios de los principales consumos en cocina y ascensores. El análisis de los datos demostró la ineficiencia de uno de los ascensores de clientes (con un funcionamiento eficaz y

aparentemente normal) y detectó un fallo en el sistema de encendido del horno.

- 4. Mala gestión de instalaciones:** se monitorizó individualmente el consumo de la iluminación en zonas de personal y se cuantificó el coste real; con estos datos se puso en marcha una campaña de concienciación de los empleados y se instaló un sistema de detectores de presencia en los pasillos entre cocina y otras dependencias.
- 5. Optimización de procesos:** entre los elementos que se monitorizaron en cocinas se encuentran las cámaras frigoríficas; la aplicación permitió visualizar los picos de consumo cada vez que se abren para la recepción de los pedidos de proveedores y actuar en consecuencia, proponiendo un horario para estas tareas. Esta acción concreta supuso una reducción del 20% del consumo semanal en las cámaras.



## Impacto de ahorro esperado

La experiencia acumulada por N2S en las instalaciones ya realizadas indica que se pueden lograr ahorros de hasta el 15% sin necesidad de implementar nuevas medidas de sustitución, cambio o mejora en instalaciones o equipamientos.



## 2.16 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y DE CLIMATIZACIÓN EN EL CENTRO COMERCIAL ZIELO SHOPPING POZUELO



### Instalación fotovoltaica y de climatización en Zielo Shopping Pozuelo.

**Municipio:** Pozuelo de Alarcón

**Fecha de puesta en marcha:** noviembre 2009

#### Participantes:

- Propiedad: Hines
- Ingeniería de instalaciones: Ingenieros JG
- Instalación fotovoltaica: OpciónDos

#### Descripción

El centro comercial se encuentra ubicado en el casco urbano de Pozuelo de Alarcón, entre la Avenida de Europa y la Vía de las Dos Castillas. Tiene seis plantas, tres bajo rasante destinadas a aparcamiento y tres sobre rasante destinadas a locales comerciales. En la última planta se encuentran los locales de restauración con terrazas en la cubierta del edificio.

El edificio tiene una superficie total construida de 55.715,90 m<sup>2</sup>, distribuidos de la siguiente forma:

Superficie comercial:	14.827,00
Mall:	7.713,17
Aparcamiento:	27.494,15
Servicios comunes:	863,49
Escaleras y rampas:	4.818,08

Los locales comerciales se reúnen en torno a una gran plaza central o mall que recorre verticalmente todo el edificio y que se extiende

hasta el nivel -3, permitiendo el acceso de la luz natural en todo el inmueble y unas inmejorables líneas de visión interiores.

Zielo ha sido elegido el mejor centro comercial pequeño en el último Congreso Bianual de la Asociación Española de Centros Comerciales. Además, es el primer centro comercial en Europa en recibir la certificación LEED-CS Oro, otorgada por el United States Green Building Council, que es la de mayor prestigio mundial en el reconocimiento de la sostenibilidad de la edificación.

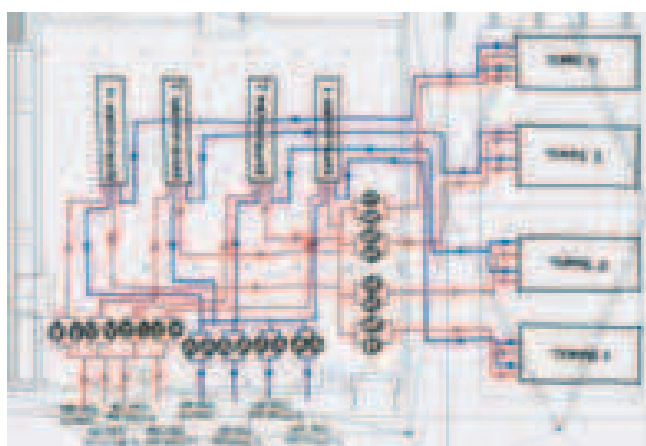


### Sistema de climatización y ACS

Con el objetivo de reducir los costes de explotación y mantenimiento, se ha centralizado la producción de calor y frío, de forma que se permita una gestión que optimice energéticamente las instalaciones.

La producción de frío consta de cuatro enfriadoras condensadas por agua de 1.088 kW cada una. El enfriamiento de agua de condensación se garantiza mediante cuatro torres de refrigeración.

La producción de calor se realiza mediante dos calderas de baja temperatura de 1.400 kW cada una.



Esquema de la sala de máquinas de frío

La distribución de agua se resuelve mediante cuatro circuitos, uno de ellos sirve para suministrar agua a los 11 climatizadores de zonas comunes y los otros tres para el suministro de los caudales necesarios para la climatización de los locales comerciales.

Se ha instalado un dispositivo de recuperación de energía del aire de extracción de tipo estático con un rendimiento superior al 40% exigido. Es de tipo estático puesto que las condiciones exteriores de Madrid favorecen el funcionamiento de este sistema frente a los entálpicos. La impulsión está regulada de tal forma que existe sobrepresión y, además, los ventiladores cuentan con variadores de frecuencia para poder modificar el caudal de impulsión en función de las temperaturas interiores y de la ocupación.

Asimismo, se han instalado sondas de calidad del aire para poder aumentar o disminuir el caudal de aire de renovación en función de la ocupación de las distintas plantas y, de este modo, conseguir un mínimo consumo energético sin disminuir la calidad del aire.

Para la producción de ACS se han instalado colectores solares térmicos que cubren el 70% de la demanda. El agua calentada en el circuito solar se almacena en dos depósitos. Como energía de apoyo se han instalado termoacumuladores eléctricos.



Esquema de principio de la instalación de ACS

## Sistema de gestión

El sistema de gestión controla de forma integrada las instalaciones de climatización y ACS, gestiona toda la iluminación de zonas comunes, recibe alarmas de todos los equipos, permite la programación de horarios y registra los consumos de los locales comerciales mediante los contadores de energía instalados.



## Instalación fotovoltaica



Vista de los paneles fotovoltaicos en cubierta

El edificio incorpora un sistema de captación y transformación de energía solar mediante paneles situados en la cubierta del mall central. Con una potencia instalada de 175 kWp se duplica la demanda establecida en el Código Técnico de la Edificación. La producción fotoeléctrica se transforma a media tensión antes de su volcado a la red.



Vista aérea de Ziello Shopping Pozuelo

La instalación está compuesta por 726 módulos policristalinos de 240 Wp de la marca Canadian Solar y ocho inversores de corriente 21000H de la marca SMA más uno de 1700, para llegar a una potencia nominal de 170 kWn.

Así, la producción eléctrica estimada es de 256.914 kWh/año, lo que equivale a cerca del 10% del consumo del centro comercial.

La instalación está ubicada sobre el novedoso sistema de cubierta textil que permite aislamiento térmico con una adecuada luminosidad. De este modo, los módulos ayudan al aislamiento térmico ya que generan sombreado en las horas pico del día.

Para completar la instalación, se ha implantado en los mobiliarios multimedia la aplicación Pixol que permite comunicar al público los principales datos de producción de la instalación (energía generada, ahorro de CO<sub>2</sub>, etc.) y se expresan equivalencias que ayudan a comprender estas cifras en nuestro entorno diario.

## 2.17 PRIMERA ESTACIÓN DE SERVICIO SOSTENIBLE DEL MUNDO



**Primera estación de servicio sostenible del mundo.**

**Lugar:** C/ Alberto Aguilera

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** abril 2011

**Participantes:**

- Repsol

### Introducción

La estación de servicio, situada en la emblemática calle de Alberto Aguilera de Madrid, es la primera del mundo certificada por BREEAM, método líder internacional de evaluación y certificación de sostenibilidad de edificios. El edificio tiene un diseño singular, aprobado por la Comisión de Patrimonio Histórico del Ayuntamiento de la capital.

La estación ha sido construida bajo parámetros de ecoarquitectura con un nuevo concepto de sostenibilidad, empleando múltiples materiales reciclados. Así, por ejemplo, en la fabricación de las paredes interiores se han utilizado más de 7.000 periódicos reciclados y se ha empleado lana de oveja como aislante. El mobiliario de la tienda reutiliza plásticos y virutas de madera y algunos elementos se han reutilizado, como las tulipas diseñadas por Norman Foster que provienen de otra estación de servicio de la compañía.

También la gestión de esta singular estación de servicio será sostenible: es eficiente energéticamente gracias a que incorpora elementos como un depósito que recoge agua de lluvia para el riego y los aparatos sanitarios, o un sistema de control de consumos domotizado. Además, es una de las primeras estaciones de servicio del mundo con iluminación 100% LED, que dura 5 veces más y reduce el consumo energético en un 80%.



Otros aspectos destacables de la estación de servicio son los siguientes:

- Climatización clase A.
- Doble piel de cristal para refrigeración.
- El uso de agua de lluvia en los urinarios permite ahorrar unos 11.000 litros de agua al año.
- Punto de reciclaje con 6 contenedores para diferentes materiales.
- Aparcamiento para bicicletas y vestuario para ciclistas.
- Poste de recarga de vehículo eléctrico.
- Surtidor de biodiesel B20.
- Paneles solares para la alimentación de los rótulos.



La instalación cuenta también con la certificación de accesibilidad universal AENOR, sumándose a las otras dos estaciones en España, todas ellas de la red Repsol, que cuentan con este reconocimiento. El diseño es accesible tanto para trabajadores como para usuarios, lo que constituye un avance en el campo de la accesibilidad. Tanto en accesibilidad como en sostenibilidad se ha querido ir un paso por delante de la legislación, utilizando las mejores prácticas posibles que han servido como aprendizaje para otras instalaciones.



### Certificación BREEAM

La certificación BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology*) es el método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la edificación líder en el mundo y técnicamente más avanzado. Se trata de un conjunto de herramientas avanzadas y procedimientos encaminados a medir, evaluar y ponderar los niveles de sostenibilidad de una edificación.



Evalúa impactos en diez categorías: gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, residuos, uso tecnológico del suelo, contaminación e innovación.

La certificación BREEAM lleva más de 20 años en el mercado de la edificación sostenible, más de 1.000.000 de edificios registrados, 200.000 certificados y una red de 4.700 asesores independientes.

Una edificación BREEAM como la nueva estación de servicio de Repsol, cuenta con una estructura saludable y productiva para sus ocupantes y eficiente en los recursos que emplea. Se caracteriza por la economía de consumo en agua, energía y materiales, ofreciendo a la vez un alto grado de confort.

### Accesibilidad

Repsol es pionera en la adecuación de su oferta y espacio en estaciones de servicio a clientes con movilidad reducida y otras limitaciones. Esta filosofía está presente en todas las actividades de la compañía, que se ha posicionado como un referente en España por su continuo esfuerzo para mantener los mejores estándares de accesibilidad en las estaciones de servicio y oficinas propias.



La compañía ha iniciado la segunda fase de su proyecto para convertir en accesibles más de 500 estaciones de servicio de su red. Gracias a esta iniciativa, la compañía contará con la mayor red de estaciones de servicio accesibles de España y una de las más grandes de Europa.

La compañía ha recibido numerosos reconocimientos en este ámbito, el más reciente fue el pasado mes de marzo, cuando Repsol y su Fundación fueron galardonadas con el premio Discapnet de la Fundación Once por su compromiso con las personas con discapacidad y su labor para la integración de este colectivo.



## 2.18

### HEMICICLO SOLAR. EDIFICIO BIOCLIMÁTICO DE 92 VPPA EN MÓSTOLES



#### **Hemiciclo Solar. Edificio bioclimático de 92 VPPA en Móstoles.**

**Municipio:** Móstoles

**Arquitectos:** Ruiz-Larrea & Asociados

**Propiedad:** Instituto Municipal del Suelo de Móstoles

**Constructora:** UTE Fatecsa-Terratest

#### **Hemiciclo solar**

El edificio consiste en un bloque de viviendas de alquiler para jóvenes, con una dotación de 1.000 m<sup>2</sup> edificables para locales comerciales y aparcamientos en planta sótano. Promovido por el Instituto Municipal de Suelo de Móstoles, se buscaba una propuesta ejemplar en cuanto a criterios de alta eficiencia energética y menor consumo de no renovables, teniendo además que proponer espacios de alto valor de relación social capaz de integrar distintos grupos de origen cultural, social y étnico.

El edificio es un bloque unitario, orientado al sur y dotado de una ligera curvatura que acentúa el aprovechamiento energético de la captación de radiación solar a modo de un hemiciclo solar. El bloque aparece como un volumen nítido, limpio y sereno que contiene en su interior y manifiesta en su exterior una estructura orgánica que responde a las solicitudes programáticas, estéticas y energéticas.

El zócalo separa los usos públicos y privados permitiendo, a la vez, que la planta baja fun-

cione como un verdadero filtro en el espacio público de la plaza y que, finalmente, pueda crearse un espacio público protegido de la lluvia en invierno y del Sol en verano por una marquesina recubierta, en su parte superior, por paneles colectores.

#### **Soluciones tipológicas**

Las viviendas son pasantes, optimizando su crujía y engarzando su geometría a los sistemas pasivos de ahorro energético, que, por un lado, permiten en periodos de verano la ventilación natural cruzada a través de las mismas por la captación de vientos frescos y, además, permite dotar a todas las viviendas de una galería sur para la captación de la radiación solar en periodo de invierno.



#### **Estrategias bioclimáticas e innovaciones**

La envolvente es un elemento de suma importancia, ya que se especializa dependiendo de la orientación y de las características de confort de los espacios interiores.

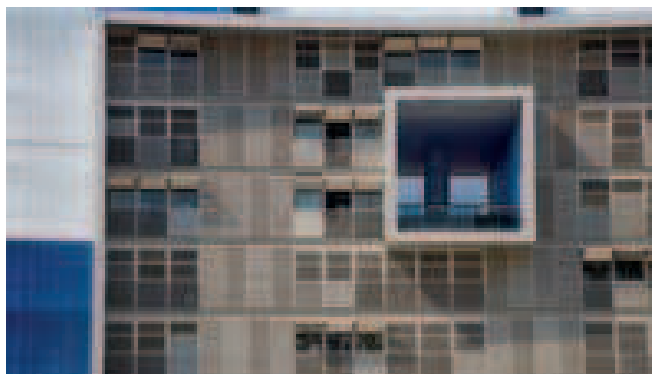
#### **Captación de radiación solar. Caldera solar**

Hacia el sur, la piel permite aprovechar todas las potencialidades energéticas de la radiación solar mediante una franja de galerías acumuladoras acristaladas que, por efecto invernadero, funcionan como auténticas calderas solares durante el invierno. Así, se produce un aumento considerablemente de la temperatura del aire que se conduce hacia el interior de cada vivienda por un conducto en el falso techo, homogenizando su confort interior. De esta manera, el aire que ingresa desplaza las masas de aire frío hacia el exterior, que es conducido mediante aireadores ubicados en las zonas inferiores de las carpinterías hacia la galería sur. Con esta circulación de aire se logra acumular calor en la estructura del edificio, apoyándose en su gran inercia térmica, que se mantiene “permanentemente caliente”. Este sistema es un apoyo al sistema de calefacción por



radiadores de pared que son alimentados por una caldera centralizada de bajo consumo energético.

Durante el verano, estos espacios acristalados se protegen con celosías levadizas de lamas orientables cuyo diseño permite un óptimo comportamiento energético a lo largo del año.



Por su parte, hacia el norte la envolvente cumple funciones de atenuación del salto térmico, barrera acústica y protección contra los vientos fríos y la lluvia. Así, las viviendas se sitúan entre dos colchones térmicos que mejoran su comportamiento energético.

### Climatización y renovación de aire por sistemas de conductos enterrados

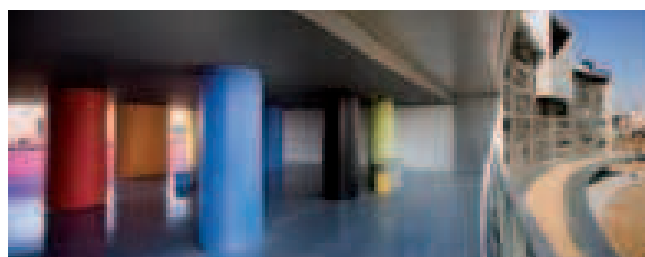
Se ha diseñado un sistema de conductos enterrados con el objetivo de proporcionar al edificio renovación de aire y como sistema de refrigeración pasiva en épocas estivales. Este sistema se apoya por una instalación mecánica de tratamiento de aire (UTA) que proporciona los caudales requeridos por las viviendas.

La estrategia es aprovechar la propiedad geotérmica del terreno como intercambiador de calor aire-tierra. Así, el aire exterior captado por 10 bocas ubicadas estratégicamente en la zona norte del edificio, que presenta las mejores condiciones exteriores por la sombra generada por el propio edificio y su condición de área ajardinada, ingresa el flujo de aire a través de 48 conductos circulares a una profundidad de 4,5 m bajo la losa de fundación del sótano. Este aire, en verano, se enfría por el terreno que envuelve los conductos y, por el contrario, en invierno, lo precalienta. Finalmente, el aire preacondicionado pasivamente se conduce a una UTA que asegura sus condiciones térmicas e higiénicas y lo distribuye a cada vivienda mediante un conducto vertical.

## Integración de energías renovables

Cumpliendo con las exigencias de contribución solar para producción de ACS, se ha diseñado una integración de 55 captadores térmicos planos en la marquesina sur de la planta baja, instalados con una inclinación de 30° para un óptimo rendimiento. Por la propia forma del edificio, en verano se arroja sombra sobre la marquesina evitando el sobrecalentamiento de los captadores coincidiendo, además, con el periodo de baja demanda de consumo.

Por otro lado, a pesar que la contribución fotovoltaica para energía eléctrica no es obligatoria para los edificios de uso residencial, se ha incluido una superficie de paneles fotovoltaicos instalados con una inclinación de 20° sobre una estructura metálica en la cubierta, evitando todo tipo de obstrucciones solares que repercute fuertemente en una producción de energía limpia sin contaminantes.



## Resultados

La integración del sistema de conductos enterrados como mecanismo para el tratamiento del aire de renovación, combinado con el resto de estrategias de ahorro pasivo y generación activa de energía, permiten prever una reducción de la demanda energética importante con el consiguiente ahorro y una reducción sustancial de las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejora de los parámetros de confort con respecto a un edificio convencional de referencia.

	Consumo energético (kWh/año)		
	Edificio tradicional	Hemiciclo solar	Ahorro
Calefacción	7.500	3.000	40%
ACS	2.500	1.750	70%
Electricidad	2.500	900	36%
Aire acond.	300	90	30%
Otros sistemas	500	100	20%

## 2.19 MAYOR PARKING FOTOVOLTAICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID



### Instalación solar fotovoltaica de 1,25 MW.

**Lugar:** Hospital Infanta Leonor

**Municipio:** Madrid

**Fecha de conexión:** diciembre 2010

#### Participantes:

- Vallecas Solar
- Enertis Solar Ingeniería

#### Descripción

El proyecto consiste en la integración de una instalación solar fotovoltaica sobre el aparcamiento principal del Hospital Infanta Leonor, localizado en la villa madrileña de Vallecas. Ha sido desarrollado bajo la modalidad contractual EPC (engineering, procurement and construction) por Enertis Solar, S.L. entre julio y noviembre de 2010.

El proyecto respeta las 778 plazas existentes, cubriendo un total de 11.850 m<sup>2</sup> de superficie de parking, mediante la implantación de marquesinas a doble ménsula.

La singularidad de la ubicación de este proyecto (estacionamiento principal de un hospital) ha obligado a extremar la calidad en la ejecución de los trabajos, coordinándolos semanalmente con la empresa concesionaria Hospital de Vallecas S.A. habiendo sido necesario establecer los siguientes aspectos:

- Minimización de impactos a usuarios del parking y del Hospital.
- Establecimiento de medidas de protección

antipolvo y antirruido durante la obra.

- Programación de las tareas de obra mediante zonificación de áreas de tránsito.
- Elaboración de un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC) de los módulos fotovoltaicos realizado en el laboratorio acreditado de Enertis Solar S.L. ubicado en San Sebastián de los Reyes. Dicho Plan asegura el rendimiento de la planta, y, en consecuencia, su rentabilidad durante la vida útil. Por otro lado, garantiza la trazabilidad completa de los módulos en planta, facilitando las labores de operación y mantenimiento.

### Beneficios – Impactos positivos

Esta instalación se encuentra situada en un punto de consumo intensivo de electricidad, por lo que se favorece la generación distribuida. Por tanto, se genera electricidad allí donde se necesita, evitando pérdidas en el transporte.

La solución presentada consiste en que los propios módulos fotovoltaicos hacen de elemento constructivo sombreante, evitándose así la utilización de chapas metálicas u otros elementos.



El impacto visual es mínimo, puesto que las marquesinas se orientan según el trazado del parking y presentan una inclinación de 10° a favor de la pendiente existente. Así mismo, los centros transformadores de la energía generada se sitúan en la parte trasera.

Se ha mejorado la iluminación existente concentrada en cuatro luminarias por otra más eficiente y de tecnología led, distribuida en 150 puntos del parking.

Gracias al desarrollo de esta instalación, se ha mejorado notablemente la vigilancia del parking habiéndose implantado un avanzado



sistema de seguridad mediante cámaras inteligentes, fibra óptica y conexión directa a un centro de control.

Al sombrear las plazas de aparcamiento se favorece el confort térmico en los vehículos durante los meses más calurosos del año.

### Características técnicas relevantes

#### Marquesinas:

- Se ha respetado la superficie de aparcamiento inicial (778 plazas), con movilidad plena para los vehículos.
- Se estandariza el diseño de los pórticos instalados en dos modelos (uno alto y otro bajo) en aras a una mayor optimización en la construcción y montaje de los mismos.
- Se ha utilizado perfilera de acero galvanizado de gran resistencia mecánica y corrosiva.
- Para evitar perforaciones, se ha optado por un anclaje tanto mecánico como químico en los pilares de la estructura.

#### Campo generador:

- El campo fotovoltaico se divide en 8 subcampos, cada uno de ellos de 35-36 series de 24 módulos, que totalizan 6.768 paneles de tecnología cristalina de 230 Wp.
- Los módulos han sido suministrados en su totalidad con tolerancia positiva y control de calidad realizado en el laboratorio acreditado de Enertis Solar S.L., con resultados incluso superiores tras dichos controles.
- Todo el sistema de cableado está diseñado para que no sea ni accesible ni visible, discurrendo por el techo del piso inferior del parking.

#### Inversores:

- Se han instalado 2 inversores de 625 kW de potencia cada uno, estando compuestos por 4 etapas de potencia independientes, integrados en la misma envolvente que los trans-

formadores de media tensión, que elevan la tensión hasta los 15 kV.

- Están situados estratégicamente en la parte trasera por 3 razones: se minimiza el impacto visual, se mantienen sombreados (mayor refrigeración a favor del rendimiento) y se minimiza el cableado.



#### Otros aspectos técnicos y de integración arquitectónica:

- Se ha realizado un minucioso estudio topográfico del pavimento con el fin de garantizar una inclinación homogénea de toda la cubierta fotovoltaica, corrigiendo las imperfecciones superficiales.
- Se han instalado, excepcionalmente, dos pararrayos y una estación meteorológica para monitorización y toma de datos.
- Los módulos fotovoltaicos, al no superponerse a una chapa metálica, posibilitan una mayor ventilación en meses calurosos, facilitando las operaciones de mantenimiento.

### Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Potencia pico total	1.553,16 kWp
Potencia nominal	1.250 kW
Número de módulos	6.768
Inversores	2 x 625 kW
Superficie	11.850 m <sup>2</sup>
Producción anual	2.184.518 kWh
Energía equivalente	873 hogares
CO <sub>2</sub> evitado (t/año)	2.079

# **ANEXO 1**

SITUACIÓN  
GEOGRÁFICA  
DE LOS PI  
EN LA CO  
DE MADRI

ANE

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS V  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA

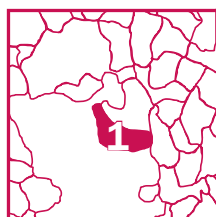
# **SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROYECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID**

# EXO 1





# SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROY



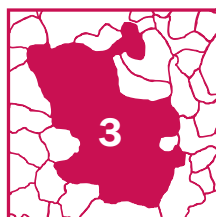
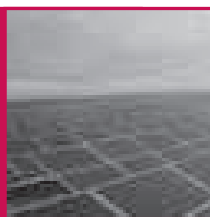
**Alcobendas**

**Casa  
de Cultura**



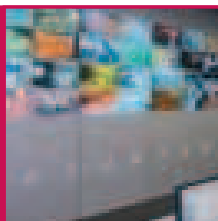
**Aranjuez**

**Instalación  
solar  
fotovoltaica**

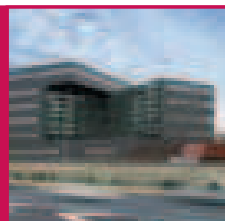


**Madrid**

**Sistema de telecontrol  
del alumbrado público**



**Nueva sede de  
Coca Cola**



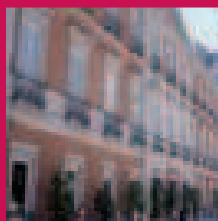
**Instalación Geotérmica**



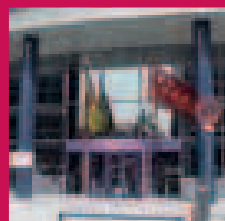
**Depósito  
de autobuses  
a gas natural**



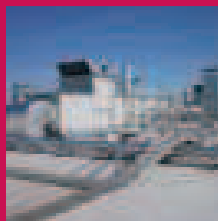
**Obras para la  
mejora de la  
eficiencia energética**



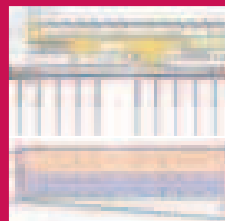
**Estudio de ahorro  
energético**



**Instalación de  
climatización**



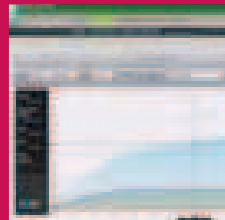
**Nuevo teatro infantil  
y centro cultural**



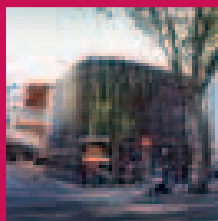
**Nueva sede del  
grupo Ortiz**



**Instalación  
de un sistema  
de monitorización  
y gestión de  
consumos eléctricos**



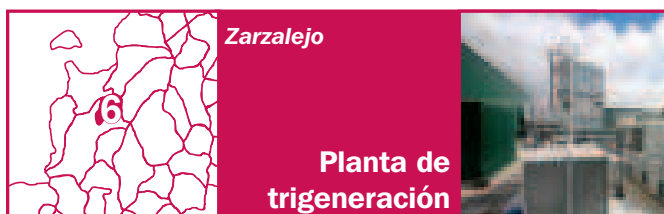
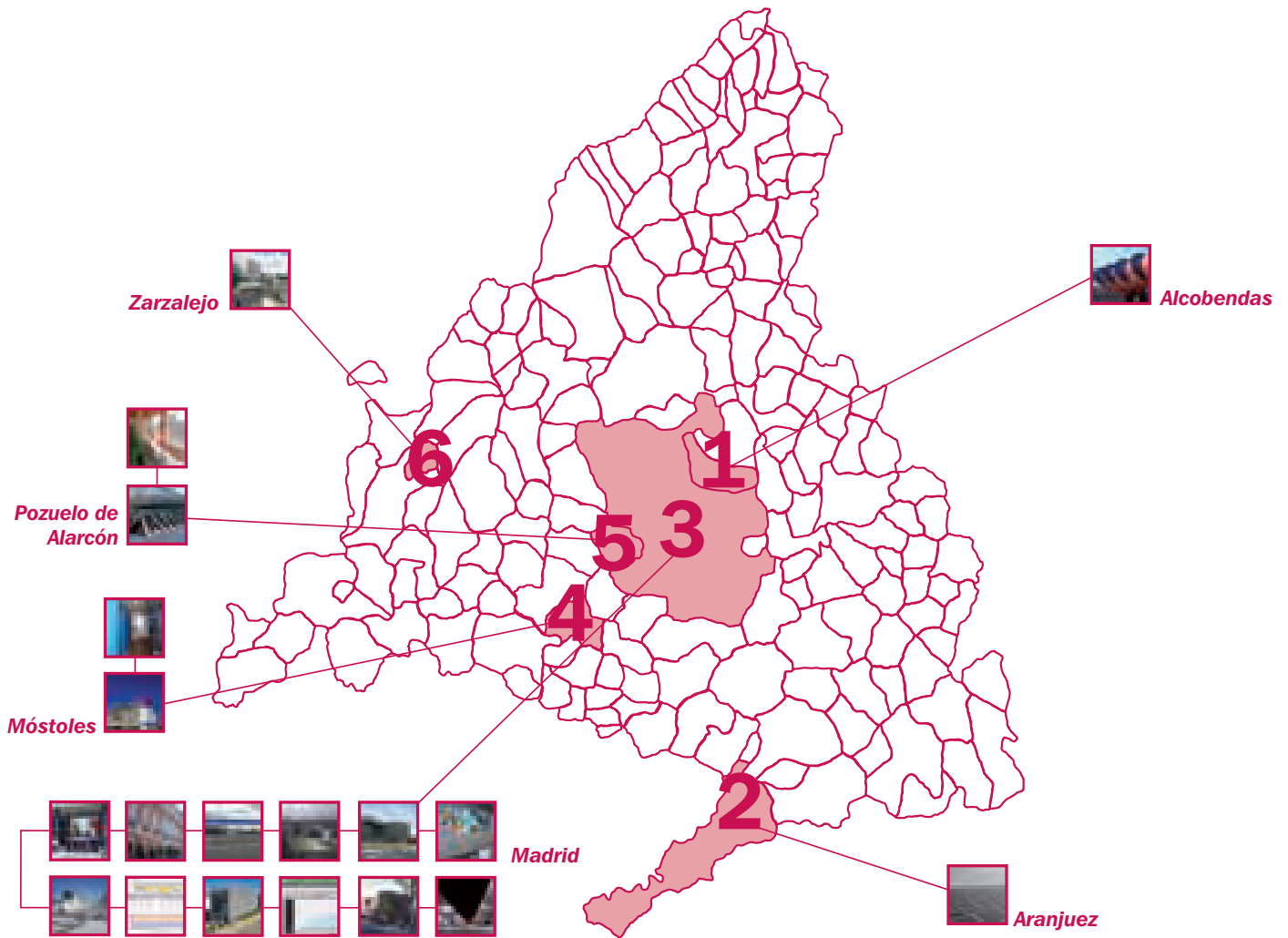
**Primera estación de  
servicio sostenible**



**Parking fotovoltaico**



# ECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID



# INFORMACIÓN ACEF

Esta Guía es descargable en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

(Consejería de Economía y Hacienda, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)



[www.madrid.org](http://www.madrid.org)  
[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

# ROCA DE ESTA GUÍA

# RCA DE ESTA GUÍA

[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)



SI DESEA RECIBIR MÁS EJEMPLARES DE ESTA PUBLICACIÓN EN FORMATO PAPEL PUEDE CONTACTAR CON:

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid  
[dgtecnico@madrid.org](mailto:dgtecnico@madrid.org)

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid  
[fundacion@fenercom.com](mailto:fundacion@fenercom.com)

