



Fundación de  
la Energía de  
la Comunidad  
de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy



Europe

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

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS IV



PROYECTOS EMBLEMÁTICOS IV EN EL ÁMBITO DE LA ENERGÍA

## EN EL ÁMBITO DE LA ENERGÍA



La Suma de Todos

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

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



Depósito Legal: M-45480-2009

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 una nueva Guía de Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía, siendo ésta su cuarta edición.

En el desarrollo de esta publicación se ha contado con la colaboración y ayuda de los propietarios y beneficiarios de ayudas, así como de los 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 guía, han colaborado las siguientes entidades:

Acciona Instalaciones  
Ayuntamiento de Alcalá de Henares  
Ayuntamiento de Alcobendas  
Ayuntamiento de Soto del Real  
Baltimore Aircoil Int.  
Calordom S.L.  
Capsolar CST  
CB Richard Ellis  
DISA  
EADS  
Empresa Municipal de la Vivienda de Rivas-Vaciamadrid  
Empresa Municipal de Transporte de Madrid  
ENERES Sistemas Energéticos Sostenibles  
ENERGIUM  
ESDRAS Automática, S.L.  
Martifer Solar  
Metro de Madrid  
Repsol Comercial de Productos Petrolíferos, S.A.  
Saunier Duval  
Unibail – Rodamco  
Uponor



# ÍNDICE

# NDICE

<b>1.</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>PROYECTOS EMBLEMÁTICOS</b>	<b>10</b>
<b>2.1.</b>	<b>INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN CUBIERTA DE NAVE INDUSTRIAL</b>	<b>12</b>
<b>2.2.</b>	<b>INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN URBANA CON ACUMULACIÓN DE FRÍO EN LA CIUDAD DEPORTIVA DEL REAL MADRID</b>	<b>14</b>
<b>2.3.</b>	<b>INSTALACIÓN DE BIOMASA PARA CALEFACCIÓN</b>	<b>16</b>
<b>2.4.</b>	<b>INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TERMODINÁMICOS EN VIVIENDA UNIFAMILIAR (ACS, CALEFACCIÓN Y PISCINA)</b>	<b>18</b>
<b>2.5.</b>	<b>BIOETANOL EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO DE LAS TABLAS</b>	<b>20</b>
<b>2.6.</b>	<b>MINIBUSES ELÉCTRICOS EN LAS LÍNEAS M1 Y M2 DE LA EMT</b>	<b>22</b>
<b>2.7.</b>	<b>REHABILITACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	<b>24</b>
<b>2.8.</b>	<b>PLANTA FOTOVOLTAICA EN EL C.C. EQUINOCCIO</b>	<b>26</b>
<b>2.9.</b>	<b>INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL EN LA ROZAS DE MADRID</b>	<b>28</b>
<b>2.10.</b>	<b>LA INSTALACIÓN SOLAR INTEGRADA MÁS ALTA DEL MUNDO</b>	<b>30</b>
<b>2.11.</b>	<b>EDIFICIO ATRIO</b>	<b>32</b>
<b>2.12.</b>	<b>FUJY - ARQUITECTURA POR NATURALEZA</b>	<b>34</b>
<b>2.13.</b>	<b>INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN URBANIZACIÓN FUENTE LUCHA</b>	<b>36</b>
<b>2.14.</b>	<b>PISCINA CUBIERTA MUNICIPAL DE SOTO DEL REAL</b>	<b>38</b>
<b>2.15.</b>	<b>ESTACIÓN DE SERVICIO INNOVACIÓN CARABANCHEL</b>	<b>40</b>
<b>2.16.</b>	<b>SISTEMA DE BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICO PARA LA ESTACIÓN DE PACÍFICO DE METRO DE MADRID</b>	<b>42</b>
<b>2.17.</b>	<b>CERTIFICACIÓN LEED CI DE LAS OFICINAS DE CB RICHARD ELLIS</b>	<b>44</b>
<b>2.18.</b>	<b>APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO EN LA FACTORÍA DE EADS EN GETAFE</b>	<b>46</b>
<b>2.19.</b>	<b>CENTRO DE ENSAYOS Y FORMACIÓN DE SISTEMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LA EDIFICACIÓN</b>	<b>48</b>
<b>2.20.</b>	<b>INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA EN EL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DEL CEIP "HENARES"</b>	<b>50</b>
<b>2.21.</b>	<b>INSTALACIÓN DE LÁMPARAS LED EN ALUMBRADO PÚBLICO DE QUIJORNA</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO 1</b>	<b>SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROYECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID</b>	<b>56</b>
	<b>INFORMACIÓN DE ESTA GUÍA</b>	<b>58</b>



# 1

**PRESEN**

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

# PRESENTACIÓN







# 1 PRESENTACIÓN

Los proyectos recogidos en esta nueva edición de “Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía” muestran que es posible el uso de fuentes renovables para la generación de energía y disminuir la dependencia energética de las fuentes convencionales, de forma que ayuden a satisfacer las necesidades energéticas de toda la Región.

Este conjunto de proyectos manifiestan que el uso de recursos renovables puede integrarse en nuestra vida cotidiana como una forma complementaria de obtención de energía, en algunos casos, y, en otros, muestran que se pueden satisfacer las necesidades energéticas de instalaciones convencionales ya existentes.

En general, las fuentes primarias de energía empleadas en los países occidentales son, básicamente, cuatro: los derivados del petróleo, el gas natural, la energía nuclear y el carbón. Teniendo en cuenta que las reservas existentes de los dos más usados (derivados del petróleo y gas natural) no superarán los 40 y los 70 años, respectivamente, el ritmo actual de consumo y que, lejos de consumir cada vez menos energía, el mundo aumenta año a año su gasto energético, es prioritario concienciar del uso racional de los recursos naturales y utilizar energías renovables.

Actualmente, el abastecimiento de las necesidades energéticas de la Comunidad de Madrid, prácticamente en su totalidad, está caracterizado por tener una dependencia externa muy elevada de la energía transformada, motivo por el cual, se propone incrementar la generación con garantía de potencia dentro de nuestra Región, aprovechar los recursos propios de origen renovable y el fomento de la eficiencia y el ahorro energético.

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 permitan el fomento del ahorro y la eficiencia energética con la finalidad de contribuir al abastecimiento energético.

Este Plan pretende duplicar la contribución de las energías renovables en el conjunto del abastecimiento energético de la Región. Para ello, dedica un importante esfuerzo al fomento del uso de recursos renovables y la implantación de instalaciones de energía solar fotovoltaica y térmica, aprovechamiento de la energía procedente de residuos, obtención de energía de la biomasa, aprovechamiento de la energía geotérmica, etc.

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.

El Gobierno de la Comunidad de Madrid viene prestando especial atención a los dos ejes principales de su estrategia energética, con programas específicos de ayudas económicas para su implementación, enmarcados en dos campañas denominadas: **“Madrid Ahorra con Energía”** y **“MadridSolar”** con la triple finalidad de difundir, concienciar e implicar a los ciudadanos de las ventajas, la tecnología y las ayudas existentes.

2

PROYEC  
EMB

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS IV  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS

CTOS ,  
LEMÁTICOS



## 2.1 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN CUBIERTA DE NAVE INDUSTRIAL



### Instalación solar fotovoltaica de 180 kW

**Lugar:** Calle Madrid 3. Pol. Industrial Albresa

**Municipio:** Valdemoro

**Fecha de conexión:** Mayo - 2008

#### Participantes:

- Unión Detallistas Españoles S. Coop. Unide
- Acciona Instalaciones

#### Descripción

En el polígono industrial de Albresa, en Valdemoro, está ubicada una de las plataformas logísticas que Unide S. Coop. dispone en la Comunidad de Madrid.

Unide es la organización cooperativa de detallistas del sector alimentario más grande de España. Con más de 50 años de experiencia, dispone en la actualidad de casi 1.760 supermercados y autoservicios distribuidos por todo el territorio nacional, en su mayoría bajo las enseñas comerciales de MAXCOOP, GAMA y UDACO. Además, gestiona 10 Cash & Carry orientados a la restauración.

Sólo en la Comunidad de Madrid tiene 434 socios que explotan 926 puntos de venta con 187.490 metros cuadrados y cuenta con dos Plataformas Logísticas: una de temperatura controlada de 12.366 m<sup>2</sup> y otra de productos secos de 28.000 m<sup>2</sup>.

Siempre ha mantenido un compromiso con el mantenimiento y preservación del medio ambiente, colaborando con el reciclaje y la recogida de cartón y envases de sus establecimientos.

En este sentido, aporta anualmente para este concepto más de 50.000 € a través de Ecoembes, además de dedicar casi 110.000 € para el tratamiento y recogida de residuos en sus almacenes.

Otro ejemplo de este compromiso es la instalación solar fotovoltaica que se empezó a acometer en el segundo semestre de 2007 y que finalizó en el segundo trimestre del año siguiente, vertiendo a la red una media anual de 234.660 kWh.

La instalación está formada por un generador fotovoltaico de 213.840 Wp compuesto por 1.296 módulos fotovoltaicos.

Estos módulos están dispuestos en estructuras que permiten la inclinación y orientación más favorable. Así, se encuentran colocados en lamas con orientación sur y una inclinación de 15° sobre la horizontal.

Toda la producción eléctrica así generada se transforma de corriente continua a corriente alterna mediante dos inversores de 90 kW, elevándose posteriormente su tensión para ser inyectada a la red eléctrica de distribución en media tensión.



Con esta iniciativa de generación de electricidad de origen renovable, Unide contribuye al ahorro de emisiones contaminantes, colaborando de esta manera a la mejora medioambiental de la zona.



La ingeniería, construcción y puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica, ha sido ejecutado por Acciona Instalaciones, S.A., pudiéndose realizar el seguimiento y control de la misma gracias a un sistema de monitorización, lo que permite un mayor control del funcionamiento de la instalación y de su mantenimiento en tiempo real.

## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	1.296
Potencia total	213,840 kWp
Energía generada	234.660 kWh/año
Emisiones evitadas	218,23 t CO <sub>2</sub> /año
Nº de árboles equivalentes	18.069

## Beneficios – Impactos positivos

Una instalación de esta potencia puede llegar a producir unos 234.660 kWh/año, re-

duciendo el uso de combustibles fósiles y evitando la emisión de gases de efecto invernadero. Esta producción energética, originada con una central térmica de carbón, hubiera provocado la emisión de, aproximadamente, 218 toneladas de CO<sub>2</sub> y 2,3 toneladas de SO<sub>2</sub>.

Estas disminuciones en las emisiones, traducidas a datos más tangibles, equivalen a 1 millón de kilómetros recorridos por un coche o, utilizando otra equivalencia, dicha instalación solar fotovoltaica podría cubrir la demanda energética de 67 hogares medios.

La inversión necesaria para la realización de este proyecto ha sido de casi 1,3 millones de euros, de los cuales la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid perteneciente a la Consejería de Economía y Hacienda ha subvencionado 200.000 €, lo que supone más de un 16% del total de la inversión.



## 2.2 INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN URBANA CON ACUMULACIÓN DE FRÍO EN LA CIUDAD DEPORTIVA DEL REAL MADRID



### Instalación de refrigeración urbana con acumulación de frío

**Lugar:** Ciudad Deportiva del Real Madrid

**Municipio:** Madrid - Valdebebas

**Fecha de puesta en marcha:**

Octubre - 2005

**Participantes:**

- Ingeniería: Proteico
- Instalador: Tecair
- Fabricante torres de refrigeración y tanques de acumulación de frío: Baltimore Aircoil Int

### Descripción

La nueva Ciudad Deportiva del Real Madrid se encuentra situada en Valdebebas, junto al Ifema, y ocupa 120 hectáreas de extensión, 10 veces superior a la anterior. Estas instalaciones dan cabida a 11 campos de fútbol, 9.000 m<sup>2</sup> de vestuarios, 3.000 m<sup>2</sup> de gimnasios, una catedral multimedia, etc.

Para hacer frente a la demanda total de frío de los distintos edificios que configuran el complejo, se consideraron diferentes alternativas:

- Instalaciones individuales (con condensación por aire) para cada uno de los edificios.
- Instalación centralizada de producción de agua fría a +7,0 °C para todos los edificios.
- Producción centralizada de agua helada (+ 0,5 °C) y distribución de la misma por todo el recinto de la ciudad deportiva (District Cooling).

Después de un concienzudo análisis técnico-económico realizado por Proteico se optó por la última alternativa que ofrecía importantes ventajas:

- Sensible reducción del tamaño de los grupos de enfriamiento de agua.
- Al eliminarse las puntas de demanda de frío diurnas trasladándolas a la noche, se consigue aplanar la curva de demanda obtenida.
- Menor potencia eléctrica instalada (la demanda diaria se reparte durante las 24 h del día).
- Disminución del consumo de energía eléctrica al realizarse la producción del hielo en horas nocturnas, lo que permite operar al equipo frigorífico en condiciones muy favorables gracias al uso de torres de refrigeración en vez de aerocondensadores.
- Notable incremento del C.O.P. (eficiencia energética).
- Notable reducción de los costes de explotación debido, por un lado, al menor consumo de energía eléctrica (44%) y, por otro lado, al menor coste de la energía (60%).
- Se dispone de “un almacén de frío” de reserva.

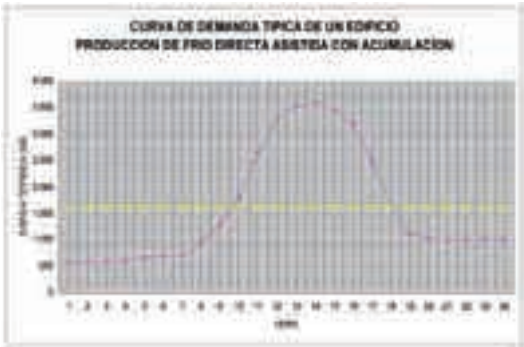




Planta de Producción de Frío	
Potencia frigorífica instalada	2.755 kW
Grupos de enfriamiento de agua (convencionales)	2
Potencia unitaria	920 kW
Temperaturas del agua	+12/+6 °C
Grupos de enfriamiento de agua glicolada (al 30%)	1
Potencia unitaria	915 kW
Temperaturas del agua glicolada	-2,3/-6,5 °C
Tanques de acumulación de hielo (fusión externa)	3
Capacidad de acumulación de frío unitaria	4.000 kWh
Capacidad total de acumulación	12.000 kWh
Tiempo de formación de hielo (en condiciones de diseño)	14 h
Temperatura de salida del agua helada del tanque	+0.5 °C
Sistema de condensación	Agua de torre

**Nota:** Capacidad de almacenamiento de “Frío” de los tanques equivalente a la producción frigorífica de los (2) grupos de enfriamiento de agua convencionales durante un periodo de 7,45 h.

La característica diferencial de este sistema reside en el hecho de que la producción de frío correspondiente a la demanda-punta diurna se realiza, en su mayor parte, durante la noche, almacenándose en forma de hielo.



Durante el día, cuando se produce la demanda de frío, el agua de retorno caliente (+ 12 °C) se enfría en una primera etapa (+ 6 °C) en plantas enfriadoras convencionales. A continuación, se vehicula hacia los tanques de acumulación de hielo donde experimenta una segunda y definitiva etapa de enfriamiento (+ 0,5 °C). En ese momento, el agua es finalmente impulsada al sistema, iniciándose así un nuevo ciclo.

Con la estrategia operativa utilizada se consigue desplazar el consumo de energía eléctrica requerido por la planta de producción de frío durante el día, al periodo nocturno, en que la compañía de electricidad aplica la tarifa “valle” de coste reducido, con el consecuente notable ahorro económico. También se reduce el impacto ambiental (menos emisión de CO<sub>2</sub>).

Este sistema permite, en las épocas del año menos calurosas, atender la demanda de frío tan sólo con la fusión del hielo acumulado en los tanques, sin necesidad de poner en marcha los grupos de enfriamiento de agua convencionales.



Estrategia Operativa				
Periodo del año	Verano		Primavera-Otoño	
	Producción	Demanda	Producción	Demanda
Horario diario (aprox.)	22:00 – 11:00	11:00 – 20:00	22:00 – 11:00	11:00 – 20:00
Grupos enfriadores de agua	Parados	Operativos	Parados	Parados
Enfriador de glicol	Operativo	Parado	Operativo	Parado
Bombas de agua helada	Paradas	Operativas	Paradas	Operativas
Bombas de glicol	Operativas	Paradas	Operativas	Paradas
Torre de enfriamiento de agua	Operativa	Operativa	Operativa	Operativa

## 2.3 INSTALACIÓN DE BIOMASA PARA CALEFACCIÓN



**Calefacción central a 180 viviendas de 100 m<sup>2</sup> en los meses de invierno**

**Lugar:** Avda. Segunda 2-4-6-8-10

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2008

**Participantes:**

- Calordom S.L.
- Combustibles Cabello S.L.
- Comunidad de propietarios

### Descripción

En el año 2008, en la Comunidad de Madrid, 3.000 viviendas dispuestas 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 descargar la biomasa de forma segura, rápida y limpia en el silo de almacenaje.

En este caso, la duración media de la descarga del biocombustible al silo es de 60-90 minutos.

El consumo de biocombustible para calefacción es, aproximadamente, de 300 toneladas de hueso de aceituna al año.

En la instalación existe un medidor volumétrico situado en el silo de almacenamiento, de forma que avisa cuando la capacidad de combustible almacenado es inferior a 1/3.

El combustible se transporta mediante unos tornillos sinfines flexibles desde el silo hasta las tolvas, compuestos por moto-reductor, espiral y que incluye también la boca de entrada y salida.

La combustión para calefacción se realiza en dos calderas LASIAN HKN 500 de 581 kWh (potencia total de 1.163 kWh) fabricadas en España. Son calderas de tipo atmosféricas de triple paso de humos con recuperador de calor en las chimeneas, donde el biocombustible es inyectado 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 2 vías, una válvula de tres vías progresiva y una centralita electrónica que permiten el paso del fluido caloportador entre 40 °C y 80 °C, dependiendo de la temperatura exterior.



El control de todo el sistema se realiza de forma automática por una centralita que comanda todos los procesos.

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

## 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 en particular, se deja de emitir a la atmósfera la quema de 6.500.000 kg de carbón.

En el aspecto económico, el cambio ha supuesto a la comunidad de vecinos un ahorro de 30.000 € anuales, con un servicio más racional y cómodo.

Así mismo, la comunidad de propietarios contaba 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 - Impactos positivos

Una de las ventajas de utilizar la biomasa como biocombustible térmico doméstico es que el calor no deja de ser un combustible sólido y, por lo tanto, existe un calor residual constante y gratuito.

Otras características propias del uso de la biomasa son las siguientes:

- 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 cual se hacen muy estables.

Actualmente es el edificio de la Comunidad de Madrid más grande que utiliza biomasa para el 100% de sus necesidades térmicas en calefacción.

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

Además, Calordom S.L. resultó galardonada en los Premios de Medio Ambiente 2004 de la Comunidad de Madrid.

**Sala de calderas – Año 2007**



**Sala de calderas – Año 2008**



## 2.4 INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TERMODINÁMICOS EN VIVIENDA UNIFAMILIAR (ACS, CALEFACCIÓN Y PISCINA)



### Instalación de paneles solares termodinámicos en vivienda unifamiliar

**Lugar:** C/ Isla de Lanzarote, 1

**Municipio:** Soto del Real

**Fecha de puesta en marcha:** Mayo - 2008

#### Participantes:

- Fabricante: Capsolar CST
- Instaladora: Recliman

#### Descripción

El propietario se puso en contacto con el fabricante de equipos solares termodinámicos Capsolar CST con objeto de reducir el consumo energético de su vivienda que, hasta entonces, contaba con una caldera de gasóleo.

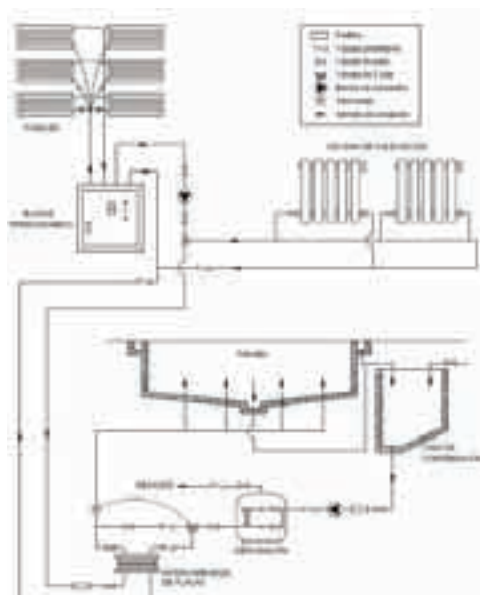
El cliente se inclinó por este tipo de tecnología ya que le permitía dejar de utilizar su antigua caldera, debido a que los paneles solares termodinámicos trabajan las 24 horas del día, los 365 días de año.

Su rendimiento se basa en el aprovechamiento de la energía que nos rodea, ya sea en forma de radiación solar, fenómenos meteorológicos o la temperatura ambiente que en un amplio rango puede ser captada.

Se procedió a la toma de datos para poder dimensionar correctamente los equipos adecuados:

- Calefacción: suelo radiante.
- Superficie útil: 160 m<sup>2</sup>.
- Número de dormitorios: 4.
- Número de personas: 6.
- Consumo de ACS: 50 l por persona / día.

Al visitar la vivienda se observó que disponía, además, de una piscina exterior que sólo era utilizada en los meses de julio y agosto debido a la baja temperatura del agua en la zona.



Tras esta observación y el estudio energético de la vivienda y de las condiciones climatológicas de la zona, se le ofreció al cliente la instalación de dos equipos independientes, uno para ACS y otro para calefacción y piscina, garantizando el suministro de agua caliente y calefacción sin necesidad de utilizar la antigua caldera de gasóleo, la cual resultaba cara y molesta (ruidos, vibraciones y suciedad).

El equipo de ACS (modelo CST 300) está formado por un solo panel solar termodinámico, un depósito de acumulación de 300 litros y un pequeño bloque termodinámico (40 cm x 40 cm x 20 cm). Este equipo, al poder trabajar tanto de día como de noche, garantiza el suministro diario de más de 300 litros de agua a 55 °C.



Para la calefacción se instaló un equipo CST 12, formado por 12 paneles y un bloque termodinámico (85 cm x 75 cm x 42 cm). Este equipo es capaz de mantener la vivienda con una temperatura de 22 °C durante todo el invierno, ya que es capaz de funcionar con temperaturas inferiores a -10 °C. Además, con una sencilla modificación en la instalación de la piscina, se consiguió ampliar la temporada de baño al calentar el agua hasta 25 °C.

Los dos bloques termodinámicos y el depósito de acumulación de ACS se instalaron en el sótano de la vivienda, junto a la antigua caldera, al ser el lugar más idóneo por su ubicación y cercanía a las tomas de ACS y suelo radiante.



Los paneles solares termodinámicos se dispusieron en dos filas sobre el tejado de la vivienda, orientados al sur. Debido a que no sólo trabajan captando la radiación directa del sol, se decidió instalarlos con la misma inclinación que el tejado por motivos estéticos. Así, no es posible ver los paneles desde la calle.

Principio de funcionamiento

La energía solar termodinámica basa su funcionamiento en el ciclo de Carnot inverso, según el cual, mediante la aplicación de un trabajo, se consigue captar el calor del foco frío para llevarlo al caliente, es decir, se basa en conseguir extraer calor del exterior (foco frío) para introducirlo en el interior de la vivienda (foco caliente). En este proceso es necesario aportar energía.

El foco caliente es la vivienda o local que se quiere calentar y el foco frío lo representa el ambiente exterior. El trabajo lo aporta el compresor que, gracias al calor captado por los

paneles, es capaz de aportar mucha más energía de la que consume.

Ahorro energético y económico

Tras pasar la primavera y el otoño disfrutando de la piscina y lo más duro del invierno con calefacción gracias a la Energía Solar Termodinámica, el cliente ha experimentado un notable ahorro económico no sólo por el menor consumo energético, fruto de aprovechar la energía que nos brinda el medio ambiente, sino también porque los equipos no necesitan de mantenimiento (no existe peligro por sobrepresión ni por congelación).

También hay que destacar el gran descenso experimentado en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

	ACS		CALEFACCIÓN	
Sistema	Capsolar	Caldera gasóleo	Capsolar	Caldera gasóleo
Consumo (kWh)	956,8	4.017,4	8.314	22.172
Emisiones CO <sub>2</sub> (kg/año)	324,3	1.068,6	2.819	5.897

Conclusiones

Se ha conseguido abastecer de ACS, calefacción y ampliar la temporada de baño de la piscina a través de una energía limpia, barata y respetuosa con el medio ambiente.



## 2.5 BIOETANOL EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO DE LAS TABLAS



### Surtidor de bioetanol E-85 en la estación Shell de Las Tablas

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2008

**Participantes:**  
- DISA

### Antecedentes

En el año 1933 se constituyó en Santa Cruz de Tenerife la Sociedad Distribuidora Industrial, S.A. (DISA) con el objetivo de desarrollar en las Islas Canarias (única área del territorio nacional excluida del Monopolio de Petróleos) una red de distribución de combustibles derivados del petróleo. Desde entonces hasta la actualidad, ha ido extendiendo y desarrollando sus negocios en diferentes áreas, como estaciones de servicio, gas, aviación y energías renovables.

DISA es licenciataria Shell y propietaria de las estaciones de servicio de dicha marca en el territorio nacional desde diciembre de 2004, y ha apostado por la innovación tecnológica y la constante mejora de servicio a sus clientes.

Una de las iniciativas para mejorar este servicio durante 2008 ha sido poner en funcionamiento el primer surtidor de combustible ecológico: el bioetanol E-85 (85% de bioetanol y 15% de gasolina) en Madrid y, en concreto,

en la estación Shell de Las Tablas. Este surtidor es pionero en la Comunidad de Madrid.

El bioetanol es un alcohol que se obtiene a partir de plantas ricas en azúcares, principalmente cereales, maíz, caña de azúcar o remolacha, y también de residuos de la madera o paja de trigo. Estos últimos se llaman de segunda generación y son los que se están imponiendo en el mercado, favoreciendo más aún la sostenibilidad.

### Beneficios – Impactos positivos

El uso de bioetanol Shell E-85 requiere FFV (Flexi Fuel Vehicles), disponibles en el mercado. El bioetanol E-85 tiene un menor poder calorífico en comparación con la gasolina de 95 octanos, lo que se traduce en un incremento de consumo del 20%, aproximadamente.

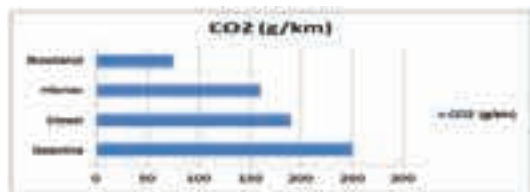
Combustible	Poder caloríf. (MJ/kg)	Densidad (kg/l)	Consumo (l/km)
Gasolina	42,900	0,752	0,071
E-85	29,070	0,788	0,106
Etanol puro	26,750	0,794	

**Fuente:** Análisis del Ciclo de Vida de Combustibles alternativos para el Transporte. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Ministerio de Medio Ambiente, 2005.

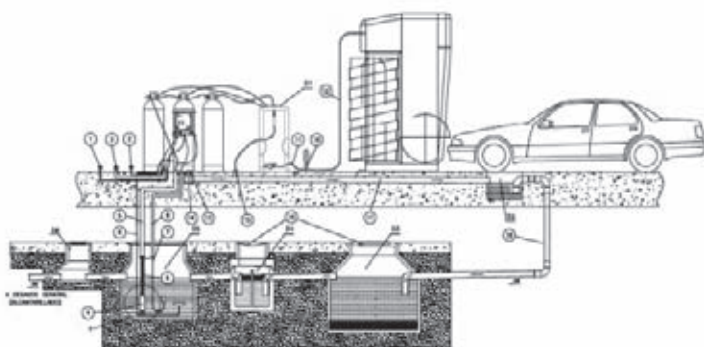
Su utilización contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, favoreciendo la lucha contra el cambio climático y el cumplimiento del Protocolo de Kyoto.

Evita la emisión de 170 g de CO<sub>2</sub> por cada km recorrido en comparación con la G95, lo que significa un 90% menos. También evita la emisión de 144 g de gases de efecto invernadero por cada km recorrido en comparación con la G95, es decir, un 70% menos.

Por último, señalar que reduce la dependencia de los combustibles fósiles y fomenta el desarrollo del sector agrícola.



**Fuente:** Ford et le développement durable, 30 mayo 2006.



REF	Descripción
ACONETIAS Y CONDUCCIONES	
1	Acometida general agua red
2	Acometida aire
3	Acometida eléctrica
4	Electrobomba alimentación reciclador
5	Conducto agua pre-tratada
6	Manguera agua bomba
7	Manoplas eléctricas detectores de nivel/bomba
8	Conducto manguera detectores y bomba
9	Tubería aire suspensión
10	Electrobombas alimentación
11	Sedite agua reciclado
12	Conducto agua reciclado
81	Depósito agua reciclada
TUBERÍAS DESAGÜE	
13	Chimenea general reciclador
14	Arqueto registro con sumidero aliviano (fuerza)
15	Tubo desague agua reciclado
16	Escape de gases
17	Tubería desague reciclador
18	Tubería desague general
INFRAESTRUCTURA DE PRE-TRATAMIENTO	
20	Depósito ararero en plato
21	Depósito colector de lodos
24	Separador de hidrocarburos
25	Depósito agua pre-tratada
26	Arqueto para toma de muestras

## Conclusiones

El automóvil es el agente que más influye en la calidad del aire. Es responsable del 75% de las emisiones de los dos elementos contaminantes que más se deben reducir en las ciudades: óxidos de nitrógeno y partículas en suspensión, y también del 51% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Todos los automóviles con motores Flexi Fuel están preparados para usar este combustible ecológico que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.



Esta estación de servicio tiene, además, otros importantes rasgos de sostenibilidad, como son la instalación de paneles fotovoltaicos (con una potencia máxima de 45 kW), equipos de lavado dotados con sistemas de ahorro y tratamiento del agua, detección de fugas y máxima recuperación de vapores (Fase I en el aprovisionamiento de productos en la Estación

de Servicio y Fase II que se realiza en cada uno de los depósitos de combustible de los vehículos de los clientes que utilizan este establecimiento para suministro de carburante).

Un aspecto aún más importante es que se trata de un centro de empleo que integra a trabajadores con discapacidad. Sin duda, en su conjunto, es una estación ejemplo de desarrollo sostenible tanto en el plano energético como en el social.

Dentro de las mejoras de servicio al cliente, DISA, además de la línea desarrollada de los biocarburantes, apuesta por los productos de mejor rendimiento y calidad para el medio ambiente como las marcas Shell V-Power Diesel y Shell V-Power gasolina, carburantes desarrollados por Shell en sus laboratorios, que aportan mejoras en estos aspectos.





## 2.6 MINIBUSES ELÉCTRICOS EN LAS LÍNEAS M1 Y M2 DE LA EMT



### Minibuses eléctricos en las líneas M1 y M2 de la EMT

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2008

**Participantes:**

- EMT

### Descripción

Desde comienzos de 2008 se han puesto en servicio en Madrid unos minibuses eléctricos para dar servicio a zonas de la capital, dentro de su centro histórico, que, por sus especiales características, nunca antes habían contado con transporte público.

EMT de Madrid cuenta con una flota de 20 minibuses eléctricos, marca Tecnobus modelo Gulliver, que dan servicio a dos líneas que circulan por la almendra central de la capital. Estas dos líneas, de nueva creación, son las denominadas M1 y M2.

Con la línea M1 (Sevilla - Glorieta de Embajadores) se unen mediante autobús plazas emblemáticas de la ciudad de Madrid como son la Plaza de Canaletas, Jacinto Benavente, Tirso de Molina, Lavapiés, Embajadores y Cascorro.

La línea M2 (Sevilla - Argüelles) une la calle Alcalá a la altura de Sevilla con la calle Alberto Aguilera esquina con Princesa a través de calles casi peatonales como son la Calle del Pez, de los Reyes y Amaniel, en su recorrido de ida, y de las calles Conde Duque, Noviciado, Espíritu Santo y del Barco, en su recorrido de vuelta.

Las calles por las que circulan estos autobuses no habían tenido cobertura hasta la creación de estas líneas. Además, hay que indicar que en su recorrido no se ven alteradas las condiciones de los vecinos, al no emitir ningún gas contaminante y producirse únicamente el sordo ruido de rodadura que producen los neumáticos sobre el asfalto. Ello es debido a la tecnología eléctrica empleada en este tipo de minibuses, con cero emisiones acústicas y de gases.

Las características técnicas de los vehículos son las siguientes:

- Longitud total: 5,32 m.
- Anchura total: 2,035 m.
- Altura: 2,850 m.
- Distancia entre ejes: 3,08 m.
- Tara: 3.800 kg (aprox.).
- Masa máxima autorizada: 6.280 kg.

Esta carga es suficiente para llevar 7 clientes sentados y 18 de pie, más un cliente de movilidad reducida en silla de ruedas.



Todos los pulsadores de solicitud de parada son accionables por cualquier persona con discapacidad física, así como fácilmente visibles por su contraste con los elementos de la carrocería donde van colocados. Además del espacio para silla de ruedas, existen dos butacas reservadas para personas de movilidad reducida, con pulsadores de solicitud de parada en sus proximidades.

El motor eléctrico que mueve el autobús tiene una potencia máxima en su tracción delantera de 27,2 kW (37 C.V.), con un par máximo de 137,3 Nm, alcanzando una velocidad máxima de 32 km/h, suficiente para las calles por las que circula.

Para hacer funcionar este motor eléctrico el autobús cuenta con dos módulos de acumuladores de Ni/NaCl de alto rendimiento denominados “Zebra”, con una capacidad unitaria de 418 Ah, que suministran una energía total almacenada de 71 kWh a 85 V de tensión. El peso de cada módulo es de casi 300 kg y van situados en la parte trasera del vehículo.

Las baterías deben funcionar en un rango de temperaturas entre 240 y 330 °C. A 270 °C, temperatura nominal de trabajo, tienen una pérdida energética por calor de tan sólo 128 W.

Para cargar las baterías “Zebra”, el vehículo dispone de dos conectores (uno por batería) y un tercer conector para transmisión de datos.



El sistema es totalmente automático. El “software” embarcado se encarga de evaluar el nivel de carga de cada batería en todo momento y de suministrar la energía necesaria.

Para la recarga diaria de los acumuladores de estos minibuses se ha construido una estación de carga en el moderno Centro de Operaciones de Carabanchel. La energía eléctrica utilizada se obtiene de la planta de placas de células fotovoltaicas de 100 kVA existente en las azoteas del edificio del Centro de Carabanchel, con lo que el funcionamiento de los autobuses Gulliver es totalmente limpio para la ciudad de Madrid, sin emitir ningún contaminante, ni por los autobuses ni por la generación de la energía que los mueve.



Los autobuses están dotados de suspensión neumática regulable en altura para facilitar el acceso de personas de movilidad reducida, así como de aire acondicionado y calefacción.

El puesto de conducción es totalmente ergonómico, con los pulsadores situados en el cuadro de instrumentos al alcance de la mano, así como la bandeja portamonedas eléctrica para el pago de billetes sencillos y la instalación de una mampara de protección del conductor contra las agresiones.

Todos los autobuses Gulliver, al igual que el resto de la flota de la EMT tienen Sistema de Ayuda a la Explotación, así como localización por GPS y radio. Además, tienen un panel informativo de paradas para los viajeros y dos validadoras de billetes, una para tarjetas sin contacto y otra para billetes magnéticos.

La inversión realizada en el material móvil, en la estación de carga y en la parte correspondiente de las placas fotovoltaicas ha sido superior a los 6 millones de euros.

### **Beneficios – Impactos positivos**

Desde los inicios de la prestación del servicio en las mencionadas líneas M1 (febrero - 08) y M2 (octubre - 08), se han recorrido más de 117.000 km, transportándose más de 320.000 personas y todo ello con una velocidad comercial de 6 km/h, que es una cifra muy satisfactoria dadas las características de las calles por las que se circula y el tipo de transporte que se ha logrado implantar. Ello ha permitido ahorrar unos 35.000 l de gasóleo que se habrían consumido en caso de realizar este transporte con autobuses convencionales, con la consiguiente reducción también de contaminantes reglados y gases de efecto invernadero.

## 2.7 REHABILITACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



### Rehabilitación de un edificio de oficinas para la eficiencia energética

**Ubicación:** C/ Apolonio Morales, 29

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2009

**Propiedad:** Fernández Molina Obras y Servicios

#### Participantes:

- ENERES Sistemas Energéticos Sostenibles
- Manuel Mallo, Luis de Pereda. Arquitectos
- Instituto Europeo de Innovación IEI
- Integral Park Systems IPS

#### Descripción

Este caso es un modelo de intervención en la rehabilitación de un edificio de oficinas de 800 m<sup>2</sup> de superficie en una zona residencial y terciaria de alto nivel en Madrid. Construido en 1989, el edificio acusaba una obsolescencia total en sus sistemas de climatización y era muy deficiente en su interacción con el medio: no estaba concebido para obtener aprovechamiento energético pasivo, carecía de un adecuado aislamiento, tenía unos niveles bajos de estanqueidad, no recuperaba energía en sus sistemas de ventilación y el sistema de climatización era ineficiente y contaminante.

En el proceso de rehabilitación se ha actuado eliminando todos los sistemas de instalaciones,

divisiones interiores, fachadas y cerramientos y conservando al 95% la estructura y la cubierta del edificio, que tenía un claro potencial termooactivo, en particular en los forjados.

El edificio se replantea en primer lugar con nuevas soluciones de fachada y cubierta que refuerzan el aislamiento y la estanqueidad, resolviendo los puentes térmicos, y dotándolo de dispositivos mecanizados, lamas y huecos practicables, que permiten desarrollar estrategias pasivas de bajo coste, como el control de la captación solar como aporte de energía e iluminación natural, y la realización de ventilación directa nocturna para refrigerar el edificio, según escenarios de mínimo coste y máxima eficiencia, todo ello bajo la gestión de un sistema de control.

Como criterio de partida se establece que los diversos dispositivos irán activándose para entrar en juego, integrados o escalonados, en función de la optimización del consumo energético.

El edificio no cuenta con un buen soleamiento en invierno a causa de la altura de los edificios colindantes, pero sí puede captar radiación solar difusa en toda la cubierta y, mediante paneles termodinámicos, generar un volumen muy significativo de aire caliente que, a través de las unidades de tratamiento de aire, se incorpora al edificio.

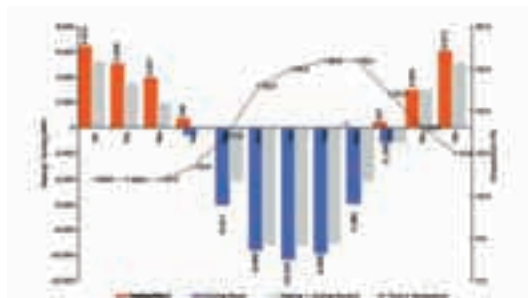


Todos los huecos están dotados con vidrios de baja emisividad y juntas estancas entre la carpintería y la estructura del edificio.

Se instalaron captadores en cubierta que canalizan e introducen luz natural a las zonas interiores de cada planta reduciendo las cargas y consumos correspondientes a la iluminación artificial.

Se calculó la distribución mensual de energía demandada por el edificio en función de su uso

y ocupación, de su régimen de funcionamiento y de las cargas previstas. La distribución de la demanda mensual se aportó como dato de partida en el cálculo y la simulación del funcionamiento del terreno como dispositivo termoactivo acumulador e intercambiador de energía.

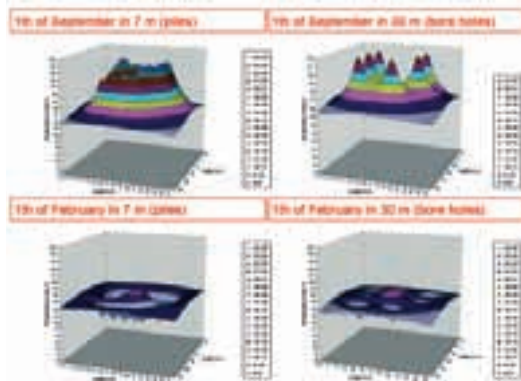


Resultados de la generación mensual de frío y calor desde el sistema de intercambio geotérmico.

La construcción de un aparcamiento mecánico bajo el patio trasero del edificio dio pie a la construcción de un vaso contenedor de 6 metros de profundidad con pilotes de 10 metros que fueron activados para su uso como intercambiadores geotérmicos. El aparcamiento mecánico, IPS Parklift 440, es, en sí mismo, un dispositivo de alta eficiencia energética. Reduce el volumen de obra en un 33% y el consumo energético en un 80% respecto a una solución convencional para el mismo aparcamiento.

En un terreno arenoso compacto con corrientes de agua de aforo considerable a partir de 4 metros de profundidad, 23 pilotes termoactivos de 10 m de longitud intercambian el 25% de la energía demandada por el edificio. El 75% restante se obtiene con 6 intercambiadores verticales de 100 m de profundidad. Sin duda, la presencia de agua a poca profundidad y la porosidad del terreno han favorecido la capacidad de refrigeración, que era más crítica que la de calefacción. El régimen de temperaturas en el suelo oscila entre 14 °C tras el invierno y 26 °C tras el verano.

El sistema de climatización del edificio se completa con el uso de dos bombas de calor geotérmicas de 25 kW, y sistemas inerciales de acumulación o absorción de energía asociados al uso de la masa de los forjados en todo el edificio. El total de masa de hormigón activada en el edificio es, aproximadamente, 210.000 kg.



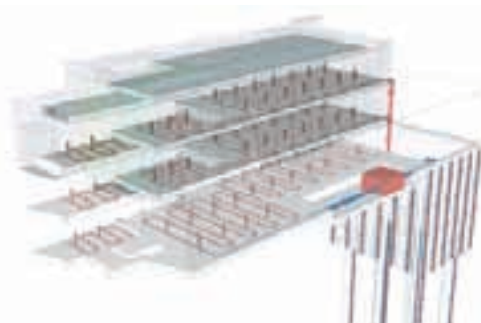
Gráficas de la simulación de las temperaturas del terreno en torno al intercambiador geotérmico.

En verano, durante el periodo nocturno, la libre circulación de agua, y, en su caso, las bombas de calor geotérmicas, funcionarán para enfriar los forjados de manera que el edificio al día siguiente se encuentre preenfriado. En invierno, las bombas de calor geotérmicas funcionarán para mantener calor en los forjados y evitar picos de arranque a la mañana siguiente.

La adecuada integración de los dispositivos inerciales con los sistemas de bomba de calor geotérmica y las unidades de tratamiento de aire del edificio, bajo la gestión de un sistema de control específicamente diseñado, permite la adecuación a eventuales puntas de demanda.

## Beneficios – Impactos positivos

La reducción del consumo energético del edificio respecto a la situación original se cifra en un 87%, la reducción de los gastos de consumo eléctrico en un 75% y los costes de mantenimiento de la instalación en un 63%. El consumo de energía estimado para la climatización del edificio es de 15 kWh/m<sup>2</sup>/año.



Esquema del sistema termoactivo de captación geotérmica y climatización del edificio.



## 2.8 PLANTA FOTOVOLTAICA EN EL C.C. EQUINOCCIO



### Planta fotovoltaica en el Centro Comercial Equinoccio

**Municipio:** Majadahonda

**Fecha de puesta en marcha:** 2008

**Participantes:**

- Unibail - Rodamco

### Descripción

Algunas de las características más representativas de la instalación fotovoltaica situada en el Centro Comercial Equinoccio son:

- **Originalidad, creatividad e imaginación.** Es la primera instalación de láminas flexibles de silicio amorfo sobre un sistema de impermeabilización vanguardista, integrado y totalmente garantizado en la Comunidad de Madrid, siendo una solución perfecta para este tipo de cubiertas.
- **Integración de las instalaciones con el entorno.** La instalación no ha necesitado de ningún soporte adicional estructural para su montaje y, al tratarse de una “alfombra solar”, la integración visual y arquitectónica es completa. La solución global se adapta al edificio como si fuera su piel.
- **Grado de autoabastecimiento conseguido.** El grado de autoabastecimiento es

completo, ya que, al tratarse de un Centro Comercial, donde existen grandes consumos de energía, esta energía no sale en ningún caso del mismo Centro, consiguiendo un perfecto autoconsumo entre locales y zonas comunes. La generación eléctrica del sistema fotovoltaico cubre, aproximadamente, un mes de consumo en el Centro.

- **Valor y contenidos tecnológicos.** La instalación cuenta con un sistema de comunicación de los datos de producción *online* a través de dos pantallas de TV de 42”, instaladas de cara al cliente y una comunicación directa, también a través de Internet, para el seguimiento del rendimiento de la planta.

El sustrato de las láminas fotovoltaicas es una solución suiza ampliamente reconocida de impermeabilización, cuya garantía cubre la estanquidad total de la cubierta durante 20 años, aportando un chasis duradero a lo largo de la vida de los captadores fotovoltaicos de más de 25 años.

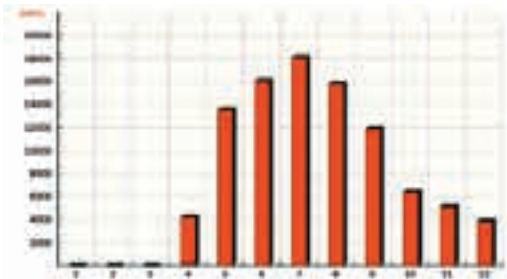


- **Impacto y repercusión social.** La dotación de las dos pantallas de TV sirve de soporte para desarrollar una divulgación clara de la instalación y de sus beneficios ambientales como energía renovable, con una correlación directa en toneladas de CO<sub>2</sub>, árboles, coches, producción en el día y producción acumulada año y desde su puesta en marcha. La actualización de los datos es *online* con la planta en tiempo real y de forma visual y comprensible.



### Rendimiento

Año 2008



Año 2009



### Ficha técnica

Instalación Solar Fotovoltaica	
Potencia pico total	97,92 kWp
Potencia nominal	84 kW
Nº de módulos	180 paneles de 544 W (Solar Integrated Technologies)
Impermeabilización	Sarnafil (Sika)
Inversores	4 uds SMC 21000HV (SMA)
Monitorización	Web'log Pro Ethernet (Meteocontrol)
Sistema multimedia al público	2 pantallas de 42", servidor, instalación y afiliación (Pixol)
Producción anual estimada	125.000 kWh
Presupuesto	762.250 €



Esta instalación ha recibido el Premio a la Mejor Instalación Solar Fotovoltaica de la Comunidad de Madrid.

## 2.9 FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL EN LAS ROZAS DE MADRID



### Instalación solar fotovoltaica en una vivienda de Las Rozas de Madrid

**Ubicación:** Camino Tomillarón

**Municipio:** Las Rozas de Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** Septiembre - 2008

#### Participantes:

- Propietarios de la vivienda
- ESDRAS Automática, S.L.

#### Descripción

La instalación, que está situada sobre la cubierta de un chalet adosado, consta de 56 paneles de 1,58 metros de largo por 0,81 metros de ancho con células de silicio mono-cristalino capaces de generar una potencia de 180 Wp.

Como suele ocurrir en muchas instalaciones sobre cubierta de vivienda, la orientación del tejado no es la óptima.

En esta vivienda, el tejado presenta un azimut de  $-61^\circ$  (es decir, está orientado  $61^\circ$  hacia el este) y un ángulo de inclinación de  $15^\circ$  respecto a la horizontal. Para mejorar el rendimiento dentro los límites de la disposición de la casa, como se aprecia en las fotos, una parte de la instalación (8 paneles) ha sido girada.

Este giro con eje paralelo al plano superior de la cubierta cambia tanto el azimut,  $\alpha$ , como la inclinación,  $\beta$ .

El objetivo del diseño fue determinar el ángulo de giro tal que produce una posición de los paneles que tenga las menores pérdidas respecto a la orientación que capta la máxima energía solar.

De esta forma, se encuentra un ángulo óptimo,  $\theta$ , que minimiza las pérdidas combinadas por inclinación y azimut.

Para la orientación del presente tejado, el ángulo óptimo  $\theta$  ha sido de, aproximadamente,  $28^\circ$ .

#### Resultados

La instalación, con una potencia total en continua de 10.080 Wp, se conecta a la red mediante un conjunto de 3 inversores monofásicos con una potencia suma nominal de 9,15 kW a la frecuencia de 50 Hz.

Se estima que generará 13.203 kWh al año.



#### Beneficios - Autoabastecimiento energético

Una de las características más sobresalientes de esta instalación es el grado de autoabastecimiento energético que se consigue en la vivienda.

En la tabla siguiente se muestran los datos del consumo eléctrico que se produce en la casa, disponiendo también de los datos de consumo de gas natural.



PERIODO	Consumo electricidad (kWh)	Consumo de gas (kWh)	Consumo total (kWh)	Generación electricidad (kWh)	Auto-abastecimiento
Enero-Febrero	812	6.208	7.020	1.272	18,1%
Marzo-Abril	607	5.247	5.854	2.416	41,3%
Mayo-Junio	608	2.448	3.056	3.139	102,7%
Julio-Agosto	547	700	1.247	3.203	256,8%
Sept-Octubre	648	525	1.173	2.116	180,4%
Nov-Diciembre	729	1.574	2.303	1.057	45,9%
<b>TOTAL</b>	<b>3.951</b>	<b>16.702</b>	<b>20.653</b>	<b>13.203</b>	<b>63,9%</b>

Estos últimos datos provienen en realidad de una conversión matemática, dado que el consumo de gas natural se mide en m³. Para esta conversión se utiliza el poder calorífico del gas a la presión de suministro a la vivienda que, según la compañía distribuidora, es de 12,242 kWh/m³.

Así, en términos de energía consumida y generada por todas las fuentes, la casa consume un total de 20.653 kWh al año. De ellos, 16.702 kWh en forma de gas natural y 3.951 kWh en forma de electricidad.

Por otro lado, se estima una producción de energía de 13.203 kWh en forma de electricidad.

La generación de energía eléctrica es, por lo tanto, superior a su consumo, siendo así incluso en los meses de invierno.

Luego, a nivel de autoabastecimiento eléctrico, se alcanza el 100%.

Por otro lado, en términos globales, la instalación fotovoltaica llega a generar el 63,9% del consumo de energía de la vivienda si se incluye la energía requerida para la calefacción y el agua caliente que actualmente se aporta en forma de gas natural.

### Beneficios – Impacto térmico favorable

El tejado de la casa, con sus dos planos y la pared vertical en la zona de la terraza, es, en su conjunto, una superficie soleada de 109 m².

Esta superficie está recubierta por teja asfáltica negra, uno de los materiales de construcción con mayor coeficiente de absorción de la radiación solar.

La radiación recibida a lo largo del año por la cubierta alcanza los 163.647 kWh.

Los paneles solares, con una superficie total de 71 m², reciben al año 122.723 kWh.

En su función de apantallamiento, la instalación de los paneles supone reducir en, aproximadamente, 61,1% la energía recibida al año por la cubierta de teja.

Con una separación de 29 centímetros que se ha dejado entre los paneles y las tejas, la temperatura máxima que alcanza la superficie de la cubierta se reduce drásticamente en verano.

Sin embargo, dada la propagación del calor a lo largo de la estructura de la casa, la temperatura máxima que se alcanza en el piso superior sólo se espera que tenga una disminución de 6 °C.

Aunque esta reducción es aparentemente pequeña, las condiciones de habitabilidad se mejoran sustancialmente, pues la temperatura máxima del piso superior en verano pasa de 37 °C a 31 °C. Esto influye favorablemente también en el resto de la casa, con una disminución significativa en el número de horas de uso del aire acondicionado.



## 2.10 LA INSTALACIÓN SOLAR INTEGRADA MÁS ALTA DEL MUNDO



### La instalación solar integrada más alta del mundo: Torre de Cristal

**Ubicación:** Paseo de la Castellana

**Municipio:** Madrid

#### Participantes:

- Martifer Solar
- Saint-Gobain

#### Descripción

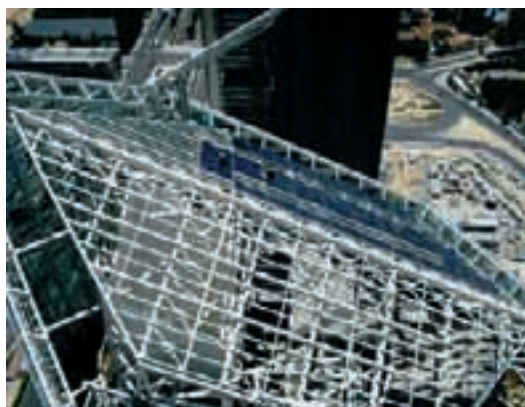
El skyline de Madrid está cambiando, las torres que se sitúan en las antiguas instalaciones deportivas del Real Madrid, en la zona norte del Paseo de la Castellana, son las responsables de ello. De estos emblemáticos edificios, uno de los más bellos es la Torre de Cristal que, a su imponente diseño, une también su respeto por el medio ambiente. Martifer Solar se ha encargado de la instalación y de la ingeniería de su cubierta, situada en la cima del edificio a 245 metros.

La cubierta de integración arquitectónica, completamente adecuada a la estética del edificio, usa silíceo policristalino con tecnología vidrio-vidrio. A día de hoy, esta instalación de la Torre de Cristal es el proyecto solar fotovoltaico más alto del mundo sobre un edificio.

La implementación de la cubierta ha supuesto un gran reto de ingeniería y de instalación. La

altura y las características del edificio hizo que se necesitaran alpinistas para llevar a cabo la instalación de los vidrios que contienen las células fotovoltaicas, de 120 kilos de peso cada uno. Esto ya habla de las dificultades del trabajo, a las que hubo que sumar las fuertes corrientes de aire que tuvieron que soportar los trabajadores en esa altura. Además, los ingenieros desarrollaron un laborioso proceso de dimensionado de la instalación para buscar la mejor eficiencia aprovechando la integración total en el edificio.

La empresa La Veneciana de Saint-Gobain se encargó del diseño y suministro de los vidrios fotovoltaicos. Se trata de dos capas de vidrio entre las cuales se fijan las células solares fotovoltaicas de silíceo policristalino. La cubierta, de 285 m<sup>2</sup>, genera más de 32 kW pico de energía solar fotovoltaica destinados al mantenimiento del edificio, contribuyendo a su abastecimiento y autosuficiencia energética.



#### Dimensionado

El proyecto de la Torre de Cristal ha necesitado un dimensionado especial porque, al tratarse de integración arquitectónica, prima siempre la estética, aunque sin dejar de lado la parte técnica ni la productiva.

Toda instalación solar fotovoltaica presenta los mismos componentes, pero en un proyecto integrado esos componentes tienen que estar incluidos dentro del propio montaje, dada la importancia de la estética. Por lo tanto, a la hora de dimensionar el proyecto se debe pensar en cómo deben ir distribuidos los cables y las conexiones.



Los cables deben ir canalizados de una forma cuidadosamente estudiada para que no se vean en ningún momento.

De hecho, en cualquier proyecto donde la instalación solar está integrada de forma armónica dentro del edificio, no debe haber ningún elemento distorsionador de la imagen de conjunto del edificio o de la estructura ornamental. En la Torre de Cristal sólo se puede ver el vidrio fotovoltaico, porque cumple una razón estética además de producir electricidad, y este vidrio está montado sobre una cubierta trapezoidal que es el signo distintivo de este edificio, hecho que redundará aún más en que la estética sea tan importante.

Los cables de conexión se llevan por los carriles de drenaje de la estructura de aluminio que soporta los paneles. Todas las series de paneles interconectados se conducen a través de estos carriles hasta llevarlos a un punto común, donde se canalizan de una manera integrada hasta la sala de equipos, permaneciendo el cableado en todo momento oculto a la vista.

La unión entre paneles también ha sido especialmente diseñada. Como los conectores estándares son voluminosos y no caben en los carriles de drenaje que los ocultarían, hubo que adaptarse a la complejidad del montaje y optar por buscar la mejor solución para esta instalación, consistente en un manguito de empalme de una aleación de cobre cubierto por una manga termorretráctil que, mediante la aplicación de calor y de materiales especiales, asegura un correcto aislamiento de la unión.

Al usar los canales de drenaje, hubo que asegurarse de que el aislamiento fuera el más

adecuado para evitar cualquier tipo de problema eléctrico.

El dimensionado también se adecuó perfectamente a los aspectos de seguridad para garantizar que la obra no tendrá incidencias técnicas y que las inclemencias meteorológicas no afectarán ni a su diseño técnico ni a sus componentes.

## Montaje

Lo más complicado del montaje fue la altura a la que está la instalación, la localización, en lo más alto del edificio, y la falta de accesibilidad, ya que sólo se llega por la parte de arriba de la cubierta. Para todo el montaje se debió recurrir a alpinistas, que se encontraron con muy poca capacidad de movimiento y condiciones climatológicas extremas de frío y viento.

Los vidrios se subieron a la cubierta mediante grúa en dos tramos, del suelo a la parte alta del edificio, y de allí a la cubierta. La grúa utilizó unas ventosas especiales, comúnmente aplicadas en el montaje de vidrios, para subirlos hasta la ubicación donde los alpinistas los colocaban y anclaban mediante discos de aluminio anodinado con junta de teflón. Estos discos van atornillados a la perfilería de aluminio y colocados en cada una de las cuatro esquinas del vidrio. El trabajo resultó de gran complejidad técnica.



La Torre de Cristal cuenta ahora con una instalación solar fotovoltaica, perfectamente integrada arquitectónica y técnicamente en su estructura, de 32 kW pico, convertida en electricidad aprovechable mediante 6 inversores.

## 2.11 EDIFICIO ATRIO



### Edificio Atrio, sede de la Empresa Municipal de la Vivienda de Rivas-Vaciamadrid

**Ubicación:** Avda. José Hierro, 36

**Municipio:** Rivas-Vaciamadrid

#### Participantes:

- Empresa Municipal de la Vivienda

#### Descripción

El edificio Atrio es un inmueble de 5.928 m<sup>2</sup> formado por dos cuerpos paralelos de tres plantas, destinados a oficinas y unidos entre sí por un atrio central con cubierta acristalada.

Los cuerpos contienen sendos núcleos destinados a circulaciones verticales, aseos, locales de servicio y canalizaciones, siendo el resto de su superficie de libre disposición. Se comunican por pasarelas abiertas en cada nivel.

El edificio cumple una función destacada como articulador urbano. Frente al mismo se desarrolla un espacio a modo de plaza como transición entre el exterior y el interior, área de estancia y espera.

La idea del edificio se ha desarrollado según los siguientes criterios de sostenibilidad:

- Integración medioambiental: adecuación a la topografía. Transparencia paisajística.

- Iluminación natural: profundidad máxima de 7,5 m para los puestos de trabajo.



- Ventilación natural: módulo de 2,5 m de ventana corrida incorporando una practicable.
- El atrio como amortiguador térmico y acústico entre el exterior y el interior.
- Fachada ventilada.
- Materiales reciclables.
- Uso de nuevas tecnologías: domótica, energía fotovoltaica, etc.

La aplicación de estas estrategias ha permitido un sustancial ahorro energético, aproximadamente, de un 30% del gasto total.

#### Atrio central

El atrio es el corazón espacial, funcional y ambiental del edificio. Permite lograr la iluminación natural de una parte de las oficinas, se convierte en centro de circulación y estancia informal.

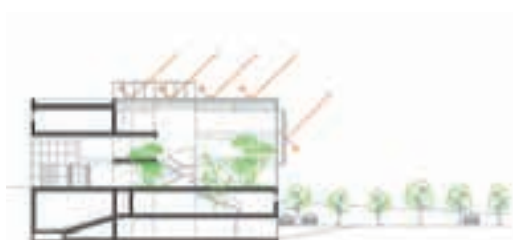


Tiene dos niveles de uso: el de acceso al edificio y, en el primer nivel bajo rasante, como vestíbulo del salón de actos.





Los puentes de unión de los cuerpos del edificio actúan como balcones hacia el mismo. Su cubierta es acristalada con vidrios aislantes de seguridad y baja emisividad y lamas exteriores motorizadas de control solar regulables. De este modo, en invierno podrá funcionar como invernadero acumulando calor, mientras que en verano las lamas exteriores protegerán la cubierta del soleamiento.



RÉGIMEN DE VERANO



RÉGIMEN DE INVIERNO

## Fachada

La piel del edificio se ejecutó mediante muro cortina de aluminio.

Las zonas opacas se componen de trasdós de ladrillo directamente apoyado en el forjado, aislamiento proyectado exteriormente ignífugo de color gris y estructura metálica sujeta al trasdós que recibe las piezas de vidrio templado.

Las zonas transparentes de la fachada tienen estructura fijada a los cantos del forjado, con huecos practicables y acristalamiento aislante.

Las fachadas orientadas al este, sur y oeste están provistas de lamas de control solar motorizadas y controladas domóticamente a través de sensores a fin de asegurar la mayor luminosidad natural y evitar la incidencia directa de los rayos solares en las zonas de trabajo.

Una cámara de aire vertical y continua impide el paso de la humedad desde el exterior al interior, por lo que su funcionamiento es el de una fachada ventilada.

## Instalación fotovoltaica

La instalación fotovoltaica genera electricidad que se inyecta en la red. Las instalaciones de venta a red funcionan automáticamente en paralelo con la red eléctrica convencional.

Se han instalado 180 módulos fabricados con células de silicio de 140 Wp con una potencia total de 25.200 Wp.



Los 180 módulos se conectan entre sí formando 18 grupos de 10 módulos en serie para conseguir la tensión de trabajo del inversor.

## 2.12 FUJY - ARQUITECTURA POR NATURALEZA



### Proyecto piloto de FUJY – Arquitectura por naturaleza

**Municipio:** El Escorial

**Fecha de construcción:** 2005

#### Participantes:

- Uponor
- Arquitecto: Luca Lancini

#### Descripción

El proyecto piloto de FUJY - Arquitectura por naturaleza es una vivienda unifamiliar sostenible, de diseño, con los últimos avances tecnológicos.

La construcción utiliza diferentes sistemas para garantizar un bajo impacto ambiental durante su ciclo de vida útil: construcción, uso y posible reciclaje/reutilización.

Las principales características de esta construcción arquitectónica son:

- Integración urbanística en el paisaje gracias al diseño bioclimático.
- Uso de materiales, acabados y mobiliario interior seguros y renovables.
- Integración en el proyecto de diferentes sistemas pasivos.
- Sistema integrado de control de la eficiencia energética de las instalaciones.
- Acceso sin barreras arquitectónicas.
- Sistema de climatización eficiente (paneles solares, caldera de condensación, etc.).

- Aplicación domótica integrada en las instalaciones de la casa.
- Ahorro de energía y agua.

#### Estructura

Se trata de una vivienda unifamiliar aislada construida con ladrillo termo-acústico y estructura de madera multicapa certificada.

#### Diseño bioclimático

El diseño de la vivienda permite aprovechar las características climáticas de la zona a favor del confort interior y del ahorro de energía.

Por esta razón, el tratamiento de cada fachada es diferente: transparente pero selectiva hacia el sur, cerrada hacia el norte, protegida hacia el este y el oeste.

Así, en invierno, se aprovecha el calor del sol para calentar las estancias por medio de los invernaderos situados en la fachada sur. En verano, se protege de los rayos del sol y se refresca aprovechando la convección natural y la impulsión de aire fresco procedente de la fachada norte.

#### Calor y frescor confortable

Según las necesidades, los invernaderos permiten calentar o refrescar las estancias.

El uso de lamas de protección solar y de voladizos en los balcones acentúa el funcionamiento bioclimático de los invernaderos.

#### Aislamiento selectivo

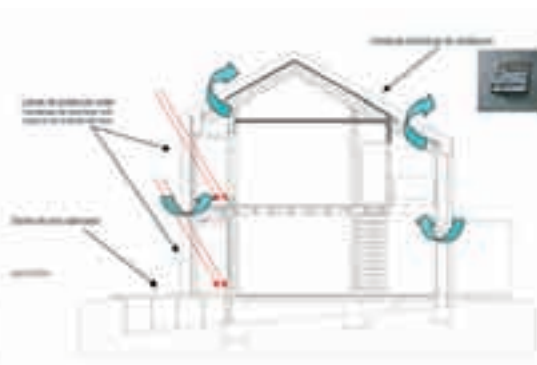
Destaca el uso de carpintería de aluminio con ruptura de puente térmico, cristales con filtros selectivos de control solar y auto limpieza, así como las persianas de seguridad aislantes.

#### Sistema de climatización eficiente

Para la climatización de la casa se hace uso del precalentamiento por convección natural de los invernaderos, suelo radiante frío/calor con caldera modulante electrónica a condensación, paneles solares térmicos, intercambiador de calor y enfriadora a gas propano.



Invierno



Verano

El control térmico inalámbrico de cada estancia adecua automáticamente la temperatura del suelo radiante a las necesidades específicas de cada estancia.

### Ahorro de agua

Se recogen las aguas pluviales para uso no potable: lavadora, lavavajillas, cisternas y riego, además de la instalación de grifos temporizados mecánicos y electrónicos, y la depuración de las aguas grises y negras para riego.

### Ahorro de electricidad

El ahorro eléctrico se consigue mediante la instalación de un sistema de iluminación eficiente, del encendido y apagado automático de las luces de los servicios y zonas de paso por medio de detectores de presencia, electrodomésticos de alto rendimiento, sistema diferenciado de iluminación según horas de uso previstas y secadora solar con cristales opacos.

### Diseño y funcionalidad

La casa está provista de sistema de recogida selectiva de residuos integrado en el mobiliario, electrodomésticos eficientes, grifería electrónica y revestimientos que garantizan la máxima higiene para la cocina.

El baño está adaptado para minusválidos, y hace uso de grifos temporizados, detectores de presencia y reciclado del agua pluvial para llenar las cisternas.

### Acabados interiores, seguridad y confort

Las paredes y los falsos techos interiores en seco están realizados de yeso con papel reciclado. Las tarimas, puertas y panelajes son de madera, utilizando barnices y pinturas naturales.

Con el sistema integral de seguridad con domótica aplicada, el uso de cristales antitotín y las persianas automáticas de seguridad, se garantiza la protección contra robo, incendio e inundación de todas las estancias.

La luz natural está presente de forma controlada en todas las estancias para permitir el máximo confort y evitar el deslumbramiento.





## 2.13 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA URBANIZACIÓN FUENTE LUCHA



### Instalación solar fotovoltaica en la urbanización Fuente Lucha

**Lugar:** Urbanización Fuente Lucha

**Municipio:** Alcobendas

**Fecha de puesta en marcha:**

Primavera - 2009

#### Participantes:

- Ayuntamiento de Alcobendas
- Emvialsa (Empresa Municipal de la Vivienda)
- Envac Iberia, S.A.

#### Descripción

Este proyecto está constituido por una planta de generación de energía eléctrica a partir de paneles solares fotovoltaicos con una potencia de 45 kW, que se sitúa sobre una cubierta de madera en el edificio de la Central de Recogida Neumática de Residuos de la Urbanización Fuente Lucha.

Es de destacar la morfología de la cubierta solar que se apoya sobre una pérgola de madera y que al estar sobre un pequeño promontorio domina toda la urbanización y es visible en todo el entorno, potenciando de esta manera el efecto modelizador de la misma y reforzando su carácter de edificio emblemático desde el punto de vista ambiental. Los datos principales de la instalación son:

- Superficie útil de 433,8 m<sup>2</sup> con 324 paneles solares y 45 kW de potencia total.
- Paneles situados sobre una pérgola de madera con inclinación doble de 26° y 40°.
- Paneles solares tipo RWE SHOTT ASE – 165 GT FTMC de 165 Wp cada uno, con dimensiones 1.620 x 810 x 50 mm.
- Cada panel está compuesto de 72 células solares de silicio policristalino de 152 x 152 mm.
- Eficiencia energética del 15 - 16%.
- 9 inversores de 5 kW de salida de la marca Fronius, con una tensión de entrada regulada entre 150 y 400 V.



- Sistema de protección por fusibles (uno por cada serie, siendo 36 en total) y por protectores de sobretensiones (uno por cada 4 series, siendo 9 en total).



Aunque la promoción de las obras era titularidad de Emvialsa (Empresa Municipal de la Vivienda de Alcobendas), por tratarse de un edificio destinado a instalaciones de recogida de residuos y considerando que se habían adjudicado a Envac Iberia S.A., fue la citada empresa la encargada de su construcción.



## Resultados

Los resultados obtenidos por esta instalación son los siguientes:

- La producción estimada de la planta es de 75.914 kWh/año.
- La inversión total ha sido de 301.950 € en concepto de presupuesto de ejecución material.

Si se tienen en cuenta los gastos generales, beneficio industrial e IVA, el presupuesto total asciende a la cantidad de 417.802 €.

- Se prevé un plazo de amortización de 10 años (ejecución material).
- Al evitar el consumo de la misma cantidad de energía mediante combustibles fósiles, se está ahorrando la emisión de alrededor de 60 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>, de unas 120 toneladas anuales de NO<sub>x</sub> y de 225 toneladas de SO<sub>x</sub> (si el combustible utilizado fuera diesel).
- Además, se ahorra el equivalente a 15 toneladas de combustible fósil cada año.

- Si se considera que el consumo medio de un hogar español es de 2.125 kWh, la producción de electricidad de esta planta es equivalente al consumo medio de unas 35 viviendas.

### Instalación Solar Fotovoltaica

Nº de módulos	324
Potencia total	45 kWp
Energía generada	75.914 kWh/año
Emisiones evitadas	60 t CO <sub>2</sub> /año

En cuanto a los resultados obtenidos, debe indicarse que la planta aún no está funcionando con operatividad total, puesto que es una obra que se ha recepcionado recientemente y todavía no se dispone de resultados suficientes para elaborar y evaluar un histórico de producción mensual.

Este proyecto ha recibido una mención especial dentro de los Premios a la Mejor Instalación Solar Térmica y Solar Fotovoltaica de la Comunidad de Madrid.

## 2.14 PISCINA CUBIERTA MUNICIPAL DE SOTO DEL REAL



### Aspectos bioclimáticos utilizados en el funcionamiento de la piscina cubierta municipal de Soto del Real

**Lugar:** C/ La Orden con C/ Viñas

**Municipio:** Soto del Real

**Fecha de puesta en marcha:** Julio - 2009

#### Participantes:

- Comunidad de Madrid
- Construcciones Ortiz

#### Descripción

Como punto de partida, en todo momento, el Ayuntamiento de Soto del Real, por mediación de las Concejalías de Medio Ambiente, Deportes y Nuevas Tecnologías, ha demandado de esta instalación el mayor ahorro energético y criterio de desarrollo sostenible posibles.

Por estas razones, se han incorporado los siguientes sistemas:

- Sistemas de energía solar.
- Calderas con combustible de biomasa.
- Sistema de recogida y separación de residuos sólidos.

De esta forma, se han seleccionado tanto sistemas activos como pasivos, ambos tendentes a la obtención del mayor ahorro de energía.

#### Sistemas activos

A iniciativa municipal, han sido seleccionados los sistemas de energía solar como parte de una actuación ejemplarizante que facilite la concienciación medioambiental y refleje, públicamente, el compromiso del Ayuntamiento con el medio ambiente.

Por ello, se eligió una instalación solar térmica de colectores solares con el fin de reducir el consumo energético del sistema de calderas.

Este ahorro se destina a precalentar el agua caliente sanitaria de las duchas de vestuarios, a calentar parcialmente el agua de las piscinas y a calentar el fluido de la instalación de calefacción por suelo radiante.

La instalación está diseñada para cubrir el 70% de las necesidades de ACS y cerca del 40% de las necesidades de las piscinas.

Se compone de 42 colectores de alto rendimiento con una superficie útil unitaria de 1,9 m<sup>2</sup>, ubicados longitudinalmente en la cubierta plana de los vestuarios, sobre una estructura metálica diseñada a tal efecto. Los depósitos solares de acumulación se ubican en el sótano.



Las calderas empleadas para el calentamiento del agua de los vasos, del ACS y de la calefacción por suelo radiante utilizan biomasa como combustible, generada a través de la gestión de residuos procedentes de las podas del municipio.

Las dos calderas, una de 100 kW y otra de 150 kW, se encuentran situadas en su respectiva sala en el sótano, junto a la sala de bombas.



Debajo de la sala de bombas se encuentra el depósito de biomasa, que se abastece mediante unos tornillos sinfín desde una plataforma de descarga dotada de compuerta basculante, situada en el exterior. Y así, desde el depósito, otros dos tornillos sinfín alimentan directamente las calderas.

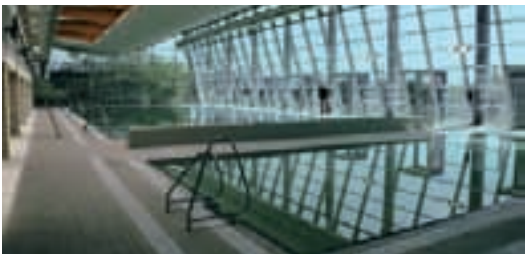
También se cuenta con un depósito para el almacenamiento de agua de lluvia recogida de la cubierta, cuya finalidad, entre otras, es la de cubrir el riego de la zona verde.

Por último, se han instalado temporizadores en los grifos de los lavabos y duchas, así como mezcladores termostáticos en estas últimas, a modo de calorifugar las tuberías.

Sistemas pasivos

Uno de los puntos iniciales a destacar es la orientación sur de la instalación deportiva, pensada para obtener las máximas ganancias térmicas por aprovechamiento de energía solar mediante efecto invernadero.

En segundo término, se ha requerido que la forma de la sección del edificio regule el control del balance energético en las diferentes épocas del año, protegiendo de los rayos solares en verano y, sin embargo, debido a la menor inclinación de los mismos en invierno, permitiendo la radiación en el interior del edificio.



En período invernal, también se aprovechan las ganancias por efecto Trombe a través de un solado de tonos oscuros a lo largo de la fachada sur.

Esto posibilita la acumulación en el espesor del solado y hormigones pendientes (de gran inercia térmica) del calor aportado por la radiación solar incidente en el mismo.

Este efecto se pretende aprovechar también con la apertura del lucernario longitudinal, a través del cual se conseguirán grandes ganancias térmicas en los periodos necesarios, utilizándose, a su vez, el muro que divide el recinto de vasos de los vestuarios formado por un bloque de hormigón como acumulador de calor.

En época de estío, se propicia la ventilación cruzada con las aperturas de huecos en fachada y en cubierta.

También se han colocado aislamientos de gran capacidad en la envolvente exterior de la edificación, incluidos los acristalamientos de vidrios de baja emisividad y de tipo Climalit.

Finalmente, se ha optado por la defensa de la iluminación natural en todos los espacios de uso continuado, en aras de un mayor ahorro en energía eléctrica.

Resultados

La Piscina Cubierta, como proyecto pionero en España en cuanto a ahorro energético se refiere, integra los últimos avances tecnológicos combinándose con los más modernos sistemas de aprovechamiento de energías renovables existentes en el mercado (placas solares, calderas de biomasa, sistemas de recogida de agua de lluvia para riego, etc.).

El desarrollo sostenible, las nuevas tecnologías y las energías renovables, vinculadas con una vida saludable a través del fomento del deporte, se han convertido en puntos primordiales para el Ayuntamiento de Soto del Real, el cual aboga por un entorno natural y por proyectos innovadores para poder garantizar un medio ambiente de calidad a los ciudadanos.

Datos de la Instalación	
Superficie construida	2.375,88 m <sup>2</sup>
Dimensiones de las piscinas:	
Piscina de natación	25 m x 12,5 m
Piscina de enseñanza	12,5 m x 6 m
Normativa aplicable	Decreto 80/1998



## 2.15 ESTACIÓN DE SERVICIO INNOVACIÓN CARABANCHEL



### Estación de Servicio Innovación Carabanchel

**Lugar:** Avenida de la Peseta, 6

**Municipio:** Madrid

**Fecha de terminación:** Diciembre - 2008

#### Participantes:

- Repsol Comercial de Productos Petrolíferos, S.A.
- Amara, S.A.

#### Descripción

Repsol contribuye al desarrollo sostenible, asumiendo un firme compromiso social y medioambiental como valores esenciales de trabajo, implementando los últimos avances en eficiencia energética, accesibilidad, incremento de la seguridad o gestión eficiente del agua.

Prueba de este compromiso de Repsol es la ejecución en 2008 de un proyecto pionero y ejemplar en la Unidad de Estaciones de Servicio de Repsol. Como resultado, se inauguró la Estación de Servicio Innovación Carabanchel, en la que se han incorporado las últimas tecnologías en seguridad, medio ambiente, eficiencia energética, racionalización en el consumo de agua, gestión, marketing y accesibilidad.

Se trata de un proyecto que aúna más de 40 iniciativas, basado en tres principios

fundamentales: el trabajo en equipo, la búsqueda del desempeño óptimo en lo social y en lo ambiental y la máxima repercusión posible en la imagen de marca.

#### Impactos positivos

En lo referente a eficiencia energética, cabe destacar los siguientes puntos:

- Utilización de la tecnología LED para la iluminación de diferentes zonas y elementos, incluyendo carteles, paneles informativos y báculos.

Iluminación mediante LED	
Consumo anual sin LED	28,330 kWh
Consumo anual con LED	16,405 kWh
Ahorro energético anual	11,925 kWh
Reducción del consumo	42%
Emisiones evitadas	5,4 t de CO <sub>2</sub> /año

- Sistema de ahorro de electricidad que actúa equilibrando el desfase entre corriente y tensión mediante cruces de bobinados en los transformadores que controlan el balance en la carga, consiguiendo ahorros superiores al 10% del consumo.



- Autómata de control para gestión del sistema energético: iluminación, climatización y equipos de frío. Esta tecnología permite regular los apagados y encendidos de forma automática (iluminación interior, exterior, etc.), la temperatura de las cámaras de frío y el aire acondicionado.
- Telemetría para control del consumo horario de luz. La información se envía vía sms



a una web. Permite obtener consumos horarios que sirven de base para establecer mínimos técnicos de consumo, comparándolos con otras estaciones de servicio de características similares, optimizando las instalaciones. Así mismo, permite establecer planes de eficiencia energética y controlar los objetivos fijados.

- Paneles solares fotovoltaicos y térmicos para la producción de electricidad y agua caliente, respectivamente.



Los edificios y la marquesina que integran la estación de servicio se presentan como una alternativa idónea para la ubicación de los paneles solares, obteniendo una rentabilidad medioambiental y económica, y sirviendo de ejemplo de las necesidades y ventajas de la explotación y generación de energía mediante fuentes renovables. Este proyecto conjuga en una misma instalación la convivencia de los paneles solares fotovoltaicos y térmicos.

Los módulos fotovoltaicos se han instalado en la cubierta de las marquesinas y de los edificios, ocupando un total de 571 m<sup>2</sup>. El diseño vanguardista permite dar servicio a cada punto de suministro mediante la disposición de una marquesina por cada isleta. La inclinación de los paneles solares en la cubierta de las marquesinas permite la generación de electricidad fotovoltaica sin tener que prescindir de la estética de la marca.

La instalación se conecta a la red de la compañía de distribución eléctrica de la zona a una tensión de 380 V y 50 Hz en corriente alterna. Se inyecta a la red toda la energía solar producida.

Instalación Solar Fotovoltaica	
Número de módulos	344
Superficie colectora	571 m <sup>2</sup>
Potencia total	75,6 kWp
Energía generada	99.080 kWh/año
Emisiones evitadas	45 t CO <sub>2</sub> /año

Por otro lado, los paneles solares térmicos se instalan para la generación y consumo de agua caliente sanitaria en el edificio y en el centro de lavado.

Instalación Solar Térmica		
	Edificio	Boxes
Número de colectores	2	12
Superficie colectora	5 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>
Inclinación/orientación	60° sur	60° sur
Acumulador	200 l	2.000 l
Ahorro combustible (año)	2.500 kWh	2.900 l Gasóleo
Emisiones evitadas (año)	1,1 t CO <sub>2</sub>	9,3 t CO <sub>2</sub>
Fuente de apoyo	Calentador eléctrico	Caldera de gasóleo
Consumo cubierto	100%	70%

En lo referente a la gestión eficiente del agua, cabe destacar las siguientes iniciativas:

- Control telemático para el consumo de agua.
- Instalación recicladora con sistema de ozono para el agua de puentes y boxes de lavado, llegando a reciclarse el 80% del agua utilizada.
- Grifería electrónica con detector de presencia.



Este proyecto ha recibido una mención especial dentro de los Premios a la Mejor Instalación Solar Térmica y Solar Fotovoltaica de la Comunidad de Madrid.

## 2.16 SISTEMA DE BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICO PARA LA ESTACIÓN DE PACÍFICO DE METRO DE MADRID



### Sistema de bombas de calor geotérmico para la estación de Pacífico de Metro de Madrid

**Lugar:** C/ Doctor Esquerdo esquina C/ Pedro Bosch

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** las perforaciones y conexiones horizontales fueron realizadas de marzo a diciembre de 2008. La instalación de la sala técnica y la puesta en marcha se realizó desde el principio del verano de 2009, y se terminó a finales de septiembre de este mismo año.

#### Participantes:

- Metro de Madrid
- Termoterra
- IFTec Geoenergía
- FCC

#### Descripción

Este proyecto consiste en la implantación de una instalación de intercambio energético basado en bombas de calor geotérmico para la climatización de las futuras oficinas subterráneas y los dos andenes de la estación de Pacífico de Metro de Madrid.

Debido al gran volumen de instalaciones de las que dispone, Metro de Madrid está planeando

alternativas en cuanto al suministro energético de las mismas, con un doble propósito: incrementar la eficiencia en el uso de la energía y aumentar la seguridad del abastecimiento.

Las fases iniciales del proyecto consistieron en la realización de estudios previos de hidrogeología de la zona para determinar la viabilidad del terreno y sus características en cuanto a temperatura, conductividad térmica media y profundidad del nivel freático. Esta información se obtuvo a través de un sondeo exploratorio y ensayos de respuesta térmica (ERT) en el mismo.

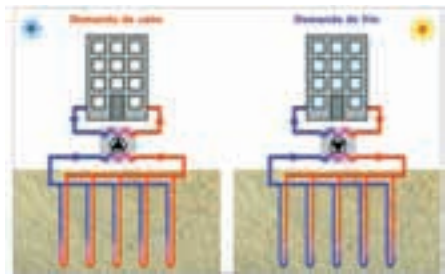
El método geotérmico seleccionado fue la implantación de un sistema de bombas de calor geotérmico mediante sondeos de bucle cerrado.

Los sistemas mediante el aprovechamiento de la energía geotérmica presentan una serie de ventajas respecto a los sistemas tradicionales, tales como ahorros energéticos y de emisiones de CO<sub>2</sub> en torno al 50%, reducción de la contaminación acústica, incremento de la vida útil de las instalaciones y bajos costes de mantenimiento.



El intercambiador de calor terrestre (ICT) consiste en 32 sondeos de una profundidad media de 145 metros, que se encuentran conectados en 8 grupos según el sistema Tichelmann. Se realizaron, además, tomas de medida de temperatura en los sondeos del ICT.

Este intercambio de calor se lleva a cabo mediante sondas geotérmicas de polietileno de alta densidad (HDPE) PEAD 100 SRD 11 que conectan las bombas de calor con el subsuelo mediante un bucle cerrado. Las sondas se instalan en los sondeos correctamente selladas con una lechada de cemento-bentonita, especialmente fabricada para el relleno de sondeos geotérmicos.



El ICT del sistema instalado se utiliza con 2 bombas de calor no reversibles y una bomba de calor reversible, con una potencia total de frío de 120 kW y potencia total de calor de 20 kW.

Un factor clave durante el diseño y la realización del sistema geotérmico en el Metro de Madrid ha sido el equilibrio energético en el terreno.

Para un funcionamiento sostenible del sistema geotérmico es necesario que exista equilibrio energético. En el caso de que sólo exista disipación de calor en el subsuelo daría lugar a un incremento de las temperaturas en el terreno y, como consecuencia, una reducción gradual de la eficiencia del sistema geotérmico.

Dado que Metro de Madrid no tiene por sí mismo suficiente necesidad de calefacción, son necesarias alternativas para el destino del calor excedente.



Para restaurar el equilibrio energético se ha encontrado la posibilidad de disipar el calor sobrante del terreno en invierno mediante el uso del calor directo y aplicarlo de forma útil para:

- Tratamiento de aire primario (pre-calentamiento).
- Tratamiento del aire en los andenes (usando los fancoils).
- Cortina de aire en el vestíbulo de entrada.

**Beneficios - Impactos positivos**

Mediante la utilización del sistema de bombas de calor geotérmico para la climatización de andenes y oficinas, se conseguirá un importante ahorro de energía y una menor dependencia del suministro eléctrico de la red.

Se estima que, por cada kW de energía eléctrica consumido por este tipo de sistemas, se puede generar, como mínimo, 4 kW de refrigeración o 4 kW de calefacción, mientras que en los sistemas convencionales de climatización, por cada kW de potencia eléctrica se generan, aproximadamente, 2 kW de refrigeración o 2,3 kW de calefacción.

La fiabilidad que ofrece el suministro de energía a través de un vector energético como la geotermia, así como su ahorro energético derivado, permite adecuarse a los objetivos del Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia Española de Eficiencia Energética (E4).

**Resultados**

Características del sistema de bombas de calor	
Potencia mínima de calor suministrada	20 kW
Temperatura suministrada a carga máx.	≥ 40 °C
COP promedio (calefacción)	≥ 3,6
Potencia mínima de frío suministrada	120 kW
Temperatura suministrada a carga máx.	≤ 10 °C
COP promedio (refrigeración)	> 4,0
Demanda anual de frío	130 MWh
Demanda anual de calor	20,5 MWh
Energía anual consumida	40 MWh
Ahorro energético anual	110 MWh
Eficiencia anual COP	3,7

La inversión total de la instalación geotérmica es de 700.000 €, aproximadamente, incluyendo la gestión de los detritos de perforación. El proyecto fue presentado en 2008 a la convocatoria de concesión de ayudas por el Instituto Madrileño de Desarrollo para la promoción de actuaciones de ahorro y eficiencia energética, obteniendo una resolución favorable por parte del Comité de Evaluación y una subvención de 161.560 €.

## 2.17 CERTIFICACIÓN LEED CI DE LAS OFICINAS DE CB RICHARD ELLIS



### **Certificación LEED CI de las oficinas de CB Richard Ellis**

**Lugar:** Torre Picasso, planta 24

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2007

#### **Participantes:**

- CB Richard Ellis

#### **Descripción**

CB Richard Ellis, con la creación de una nueva área de Energía y Sostenibilidad, ha apostado por los servicios de certificación internacional LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible), otorgados por el Consejo de Construcción Verde Americano (US Green Building Council).

Esta iniciativa queda plasmada con el proyecto de certificación de las propias oficinas de CB Richard Ellis ubicadas en la planta 24 del edificio Torre Picasso, en Madrid, las cuales han logrado la Certificación LEED CI (Commercial Interiors) – Oro, otorgada por el Consejo de Construcción Verde Americano, convirtiéndose en el primer edificio LEED ORO de España y primer LEED CI ORO de Europa.

El diseño y la adaptación de la planta de oficinas fue realizado por FM Arquitectos.

Los trabajos se centraron desde el primer momento en obtener la Certificación LEED CI Oro para subrayar el decidido compromiso del departamento de Energía y Sostenibilidad de CB Richard Ellis con la edificación de espacios sostenibles, eficientes y saludables.

El diseño contempla espacios abiertos donde predominan los colores claros, lo que incrementa la luz natural y asegura vistas panorámicas de Madrid desde cualquier puesto de trabajo.

Además, se ha dotado de sensores de luz situados a cinco metros del perímetro de fachada, lo que reduce la intensidad de las luminarias y, durante dos años, la mitad de la energía eléctrica consumida provendrá de fuentes renovables de bajo impacto.

En conjunto, la implantación de la nueva oficina ha conseguido una reducción media del 48% con respecto a la sede ubicada en la planta 27, considerada una oficina tradicional y convencional en términos de consumo y energía.

Los electrodomésticos, grifos y fuentes de agua de toda la planta son de bajo consumo, lo que reduce el gasto. Se dispone de almacenamiento, recolección y reciclaje de papel, cartón, cristal, plásticos y metal.

Durante las obras de acondicionamiento, se puso en marcha un plan de gestión de residuos para desviar éstos a vertederos con reutilización de residuos.



El 40% de los antiguos componentes de la oficina se mantuvieron, con lo que se redujo el consumo de materiales de nueva fabricación. Además, la mayor parte de los materiales incorporados, incluidos mobiliario y enseres, tienen un alto contenido en reciclados.



Planta 24	958,00 m <sup>2</sup>
Planta 27	1.240,00 m <sup>2</sup>

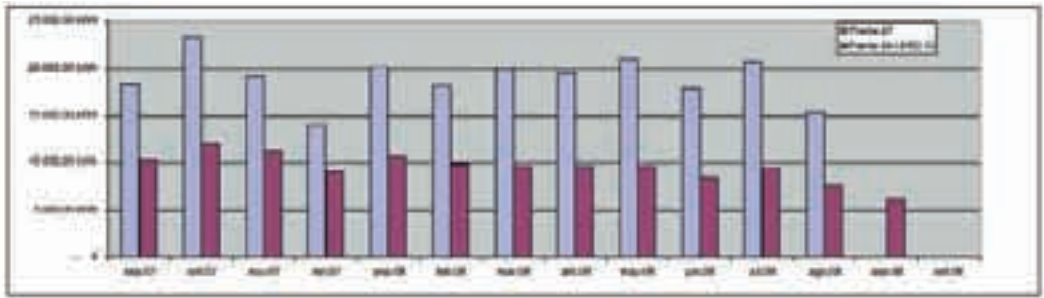
Revisado 02-12-2008  
Francisco Martín

Planta 27					
	Energía	Sin CPD	€	%CPD	€/sin CPD
sep-07	26.113,00 kWh	18.297,40 kWh	2.311,27 €	0,30	1.619,51 €
oct-07	31.014,00 kWh	23.198,40 kWh	2.984,02 €	0,25	2.232,04 €
nov-07	26.852,00 kWh	19.036,40 kWh	2.587,40 €	0,29	1.834,31 €
dic-07	21.742,00 kWh	13.926,40 kWh	2.092,47 €	0,36	1.340,29 €
ene-08	27.920,00 kWh	20.104,40 kWh	2.689,00 €	0,28	1.936,27 €
feb-08	26.068,00 kWh	18.252,40 kWh	2.533,51 €	0,30	1.773,92 €
mar-08	27.742,00 kWh	19.926,40 kWh	2.681,52 €	0,28	1.926,07 €
abr-08	27.446,00 kWh	19.630,40 kWh	2.702,38 €	0,28	1.932,84 €
may-08	28.773,00 kWh	20.957,40 kWh	2.801,27 €	0,27	2.040,36 €
jun-08	25.701,00 kWh	17.885,40 kWh	2.503,22 €	0,30	1.742,00 €
jul-08	28.411,00 kWh	20.595,40 kWh	2.792,72 €	0,28	2.024,47 €
ago-08	23.151,00 kWh	15.335,40 kWh	2.250,44 €	0,34	1.490,71 €
sep-08			- €		- €

Planta 24		
Energía	Importe	Ratio
10.320,00 kWh	954,84 €	1,00 €/m <sup>2</sup>
11.960,00 kWh	1.106,58 €	1,16 €/m <sup>2</sup>
11.200,00 kWh	1.036,26 €	1,08 €/m <sup>2</sup>
9.080,00 kWh	840,11 €	0,88 €/m <sup>2</sup>
10.640,14 kWh	1.014,14 €	1,06 €/m <sup>2</sup>
9.880,00 kWh	944,29 €	0,99 €/m <sup>2</sup>
9.600,00 kWh	917,53 €	0,96 €/m <sup>2</sup>
9.560,00 kWh	913,71 €	0,95 €/m <sup>2</sup>
9.600,00 kWh	917,53 €	0,96 €/m <sup>2</sup>
8.520,00 kWh	814,31 €	0,85 €/m <sup>2</sup>
9.520,00 kWh	970,48 €	1,01 €/m <sup>2</sup>
7.640,00 kWh	778,83 €	0,81 €/m <sup>2</sup>
6.240,00 kWh	636,11 €	0,66 €/m <sup>2</sup>

%
23,74%
35,87%
26,93%
18,92%
32,25%
31,15%
38,38%
38,85%
41,83%
39,54%
37,99%
32,42%
33,16%

NOTA: Se tiene en cuenta solo el coste de consumo directo. No incluye tasas, ni facturación por potencia, ni complemento por discriminación horaria ni energía reactiva.  
NOTA: Se ha descontado el consumo de la sala CPD que solo se encuentra en la planta 27. La potencia de los servidores según muestreo realizado en las UPS APC Galaxy 3000 es de 6,55 kw. La de las máquinas Stulz CCU-81G es de 2,87 kw.



Planta 24	Unión Fenosa Distribución	901404040	Correo Ordinario
Planta 27	Unión Fenosa Comercial	901380220	E-mail

Al menos el 20% del valor total del proyecto contiene materia prima procedente de procesos de reutilización post-consumidor y post-industrial.

Se ha incorporado un pavimento de linóleo, material muy versátil y fácilmente renovable. El mobiliario de las oficinas fue seleccionado por su alta calidad y bajo contenido en compuestos orgánicos volátiles, lo que mejora la calidad ambiental interior y la salubridad.

Así mismo, se han reservado plazas preferentes de aparcamiento para coches con dos o más ocupantes, con el fin de fomentar el uso del *carpool*, o coches de alta ocupación. Se dispone también de aparca-bicicletas para el cinco por ciento de los ocupantes, como medida de apoyo al transporte alternativo.

En cuanto a la calidad ambiental interior, se incrementó la aportación de aire fresco a la oficina, con lo que se asegura una mayor tasa de renovación del aire y de la ventilación.

Se dispone también de un alto control del sistema de climatización, basado en la ocupación mediante el seguimiento en tiempo real de los niveles de CO<sub>2</sub>, temperatura y humedad relativa, lo que proporciona un mayor confort térmico e importantes ahorros en climatización.

En la fase de construcción también se controlaron las fuentes de contaminación ambiental interior y, previo a la ocupación definitiva, se planificó la limpieza con aire fresco de ventilación.





## 2.18 APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO EN LA FACTORÍA DE EADS EN GETAFE



### Aprovechamiento geotérmico en la factoría de EADS en Getafe

**Lugar:** Vereda de San Marcos s/n

**Municipio:** Getafe

**Fecha de puesta en marcha:** 2010

#### Participantes:

- EADS
- Energesis
- Rodio
- Cavega
- Europolar
- Instalaciones Zarza, S.L.

#### Descripción

La conciencia de EADS por el respeto a la naturaleza y al medio ambiente ha estado presente en todas las políticas de la empresa desde su creación. En la construcción del complejo industrial T 23, “Centro de Investigación y Desarrollo de Aviones Prototipo” dentro de la ampliación de instalaciones en el municipio de Getafe (Madrid), se ha pretendido reducir al mínimo el impacto ambiental con la inclusión de tecnologías que buscan la eco-eficiencia y la sostenibilidad.

El complejo consta de dos hangares de unos 7.300 m<sup>2</sup> c/u y un edificio de oficinas de cuatro alturas, con capacidad para 800 personas. Todo el complejo edificado comprende una superficie construida de unos 30.000 m<sup>2</sup>.

El método elegido para el aprovechamiento de la energía geotérmica es la denominada cimentación termoactiva. Con este método se aprovecha la excavación necesaria para la realización de los pilotes de cimentación que soportan las cargas de la estructura. En su interior se instala una red de tubos de polietileno por los que circula un fluido utilizado para el intercambio de calor. Los tubos se conectan en circuito cerrado con una bomba de calor que se encarga de la climatización interior de las edificaciones.

Esta red de tubos intercambiadores verticales confluye, mediante un sistema de distribución horizontal enterrado realizado con el mismo material, en un colector común ubicado en una habitación a tal efecto situada en la planta baja. En total se han instalado 17 km de tubería.



Por último, el circuito hidráulico se conecta a los intercambiadores de las bombas de calor VRV condensadas por agua, más eficientes que las convencionales dado que el foco de calor no es el aire a temperatura ambiente, sino el terreno.

Se ha diseñado una instalación híbrida de geotermia apoyada por un sistema de aerocondensadores que permite:

- Regenerar el terreno. Cuando en épocas de refrigeración aumenta la temperatura del terreno se puede evacuar calor al ambiente por los aerocondensadores.

- Utilizar en todo momento el foco de calor más eficiente.
- Aumentar el rendimiento del intercambiador geotérmico disponible puesto que se utiliza para la potencia de refrigeración nominal del edificio, no para la potencia pico.
- Mejorar la eficiencia de la instalación.



## Utilización

El proyecto contempla la ejecución de 236 sondas “Doble U”, en pilotes de 15 m, con un valor de potencia de extracción de calor por metro lineal de sonda de 60 W/m, lo que significa que, en total, se dispone de 212,4 kW de aporte energético geotérmico.

Dicha potencia se destinará a la climatización de la planta baja del edificio de oficinas que posee una carga térmica de 129 kW de calefacción y de 215 kW de refrigeración en verano.

Para el circuito cerrado se ha utilizado tubería de polietileno PE 100 en sus diferentes diámetros. Con una correcta instalación, esta tubería resiste muchas décadas, pues es inerte ante las sustancias químicas del suelo, tiene buenas propiedades de conducción térmica y no soporta realmente la presión pues está confinada en el hormigón.

Tras estudiar las necesidades térmicas del edificio de oficinas, y más concretamente de la planta baja del mismo, se opta por la instalación geotérmica híbrida de cuatro bombas de calor con potencias nominales de 63 kW en calor y 56 kW en frío, es decir, una potencia total instalada de 252 kW / 224 kW junto con un sistema de aerocondensadores de 115 kW de disipación. Con el aumento de COP conseguido por el acoplamiento a los pilotes termoactivos

se obtendrían 283 kW en condensación y 252 kW en evaporación.

Los aerocondensadores se sitúan en paralelo con el circuito de intercambio geotérmico. La distribución del flujo a través de uno u otro circuito se realiza mediante una válvula de tres vías, que utiliza la temperatura de salida del intercambiador de las bombas de calor como parámetro de control. En principio, los puntos de consigna se establecerán a partir de 30 °C para verano y 5 °C para invierno.



## Beneficios – Impactos positivos

EADS, en su búsqueda constante de nuevas formas de ahorro energético y de protección del medio ambiente, apuesta por el aprovechamiento de los recursos geotérmicos disponibles, como inversión económica, pero también como medio de conseguir un desarrollo industrial sostenible y constituirse en ejemplo en el ámbito privado e industrial.

La instalación conllevará un ahorro eléctrico de, aproximadamente, el 29%, frente al uso de bombas de calor convencionales y, por consiguiente, una disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de unas 22,5 t/año.

Características de la instalación	
Número de sondas	236
Potencia	60 W/m
Longitud de los pilotes	15 m
Potencia por sonda	900 W
Potencia total	212,4 kW
Consumo eléctrico convencional	86.500 kWh/año
Consumo eléctrico geotermia	61.500 kWh/año
Ahorro consumo eléctrico	29%

## 2.19 CENTRO DE ENSAYOS Y FORMACIÓN DE SISTEMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LA EDIFICACIÓN



### Centro de ensayos y formación de sistemas de eficiencia energética para la edificación (vivienda unifamiliar)

**Lugar:** C/ Cerrillo, 7

**Municipio:** Becerril de la Sierra

**Fecha de puesta en marcha:**

Junio - 2009

#### Participantes:

- Saunier Duval
- Instalaciones Solares Becerril
- Siber
- Testo

#### Descripción

En la actualidad, España está desarrollando un modelo energético sostenible para la edificación basándose en dos aspectos: la eficiencia energética y las energías renovables.

Los programas de eficiencia energética se orientan, entre otros, a la mejora de las condiciones técnicas de los edificios y de sus instalaciones (calefacción, refrigeración, ventilación y agua caliente sanitaria), motivando la utilización de las energías renovables.

Conscientes de la necesidad de disponer de un edificio donde se pueda comprobar de forma “práctica” todos los conceptos “teóricos” sobre eficiencia energética, se ha desarrollado el “Centro de Ensayos y Formación de Sistemas de Eficiencia Energética para la Edificación (vivienda unifamiliar)”, ubicado en Becerril de la Sierra (Madrid), como resultado de la colaboración de cuatro empresas concienciadas con el ahorro energético y el medio ambiente: Saunier Duval, Instalaciones Solares Becerril, Siber y Testo.

#### Objetivos

En esta instalación ya se están desarrollando diferentes pruebas para comprobar el funcionamiento termodinámico del edificio, tanto en invierno como en verano, buscando alcanzar el máximo rendimiento de:

- Los generadores de energía (calor y frío): bomba de calor (aire/agua), bomba de calor geotérmica y energía solar térmica.
- El sistema de climatización (sistema de suelo radiante en combinación con sistema de ventilación): favoreciendo en todo momento la calefacción y refrigeración “pasiva”.

Con esta actuación, se pretende:

- Comparar los diferentes sistemas de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.
- Definir y recomendar al mercado de España los mejores Sistemas Integrales de Alta Eficiencia Energética para reducir al mínimo el consumo de energía en los edificios de vivienda.



Programa de ensayos y monitorización del sistema de climatización del edificio.



Instalación de suelo radiante (calefacción y refrigeración).

El edificio donde se encuentra este Centro de Ensayos y Formación, ha sido diseñado siguiendo todas las recomendaciones técnicas de la Arquitectura Bioclimática para minimizar su “demanda energética”:

- Aislamientos térmicos según el Código Técnico de la Edificación (paredes, techo y suelo exteriores, sistemas de puertas y ventanas exteriores).
- Sombreado exterior en las zonas acristaladas para evitar la radiación solar en verano (fachada sur del edificio).

Por otro lado, para aprovechar la energía con “máxima eficiencia”, se han instalado todos los componentes de un Sistema Integral de Eficiencia Energética de Saunier Duval para calefacción, refrigeración y ACS:

- Bomba de calor (aire/agua).
- Bomba de calor geotérmica (suelo/agua).
- Energía solar térmica.
- Suelo radiante (calefacción y refrigeración).
- Regulación de temperatura de confort (invierno y verano).

De forma complementaria, el edificio cuenta con un equipo de ventilación mecánica controlada de doble flujo con recuperador entálpico de calor de la empresa Siber, que permite asegurar la calidad del aire en el interior de la vivienda según el Código Técnico de la Edificación (CTE/HS3).

Toda la instalación está “monitorizada” por medio del sistema Saveris de la empresa Testo que permite visualizar los “valores reales” de funcionamiento del sistema de climatización de la vivienda:

- Temperatura del aire (interior/exterior).
- Humedad relativa del aire (interior/exterior).
- Temperatura radiante (suelo, paredes).
- Temperatura del agua en el suelo radiante (impulsión/retorno).
- Temperatura del terreno (20, 50 y 90 m de profundidad).

Esta instalación, además de funcionar como un centro de pruebas, funciona como un centro de formación teórico/práctica para cualquier persona interesada.



## 2.20 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA EN EL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DEL CEIP “HENARES”



### Instalación solar térmica en el polideportivo municipal del CEIP “Henares”

**Lugar:** Polideportivo Municipal del CEIP Henares

**Municipio:** Alcalá de Henares

**Fecha de puesta en marcha:** 2009

#### Participantes:

- Ayuntamiento de Alcalá de Henares
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)

#### Descripción

La actuación consiste en la incorporación de un sistema de captación de energía solar térmica en el Polideportivo Municipal del Colegio de Educación Infantil y Primaria “Henares”, cuya titularidad es ostentada por el Ayuntamiento de Alcalá de Henares, para la obtención de agua caliente sanitaria.

A través de esta actuación, por parte del Ayuntamiento se ha buscado también fomentar la concienciación y el respeto por el medio ambiente, no sólo a través del papel ejemplarizante adoptado por él mismo con la ejecución de esta actuación, sino promoviendo otras de información y concienciación en la lucha contra el cambio climático.

Destaca la instalación de un panel informativo en el Polideportivo, exponiendo de forma clara y comprensible en qué consiste la participación de los usuarios del mismo para evitar los efectos del cambio climático, dada la procedencia de la energía que se emplea en calentar el agua que se utiliza en el Polideportivo.

En total se han instalado 20 colectores, de 2,38 m<sup>2</sup> de superficie de captación cada uno, totalizando una superficie útil de 47,60 m<sup>2</sup>, lo cual permite la producción media anual de 29.372 kW, es decir, un 70,20% del total de la energía necesaria para el calentamiento del agua consumida en este Polideportivo. Para el sistema de producción y almacenamiento de agua caliente, se cuenta con un depósito de 1.800 litros.

Instalación Solar Térmica	
Colectores	20
Superficie captación	47,60 m <sup>2</sup>
Producción anual media	29.372 kW
% aportación	70,20%
CO <sub>2</sub> que dejan de emitirse	54,63 t

Respecto al diseño de las instalaciones de captación de energía solar, el principal objetivo que fundamenta dicho diseño es conseguir la máxima eficiencia y el máximo aprovechamiento del recurso solar.

De esta forma, se maximiza la sustitución de recursos de origen fósil, puesto que antes de la instalación del sistema solar se utilizaba una caldera convencional de gas y, por tanto, se minimizan las emisiones de gases de efecto invernadero.







En este sentido, el número de colectores con los que se provee al sistema es el suficiente para captar la energía necesaria, teniendo siempre presente que la inclinación que presentan estos elementos es básica para poder aprovechar la máxima cantidad de energía solar disponible.

No obstante, es preciso regular la captación de dicha energía para que ésta se transforme en energía útil, por lo que es necesario hablar de regulación diferencial: controlar las temperaturas de los colectores y del tanque de almacenamiento, facilitando la circulación en el circuito primario cuando se produzca un incremento de energía útil.

El objetivo primero ha sido la diversificación de fuentes de energía, incorporando la energía solar térmica como una fuente de energía alternativa o renovable en la actividad cotidiana de los ciudadanos.

Por lo tanto, esta instalación es uno de los más claros ejemplos del carácter transversal que el Ayuntamiento confiere a estas iniciativas, con objeto multidisciplinar, encaminado no sólo a la producción de energía para calentamiento de agua, sino también para informar, concienciar y sensibilizar a los ciudadanos en la importancia de este tipo de energías frente a las calderas convencionales de combustibles fósiles.

## Resultados

El resultado principal es la producción de agua caliente sanitaria para su uso en los vestuarios del propio Polideportivo.

Previamente a la instalación del sistema solar, el calentamiento de agua caliente sanitaria se realizaba mediante una caldera atmosférica modular empleando como combustible gas natural, común para los servicios de calefacción y agua caliente.

En la instalación de este sistema solar en el Polideportivo “Henares” se ha priorizado el consumo de energía solar frente a la producida por el sistema alternativo (caldera de gas), de forma que este último constituye en la actualidad un sistema auxiliar o de apoyo.

Cabe destacar que se evita mezclar la energía solar con la auxiliar.

El balance medioambiental de la puesta en marcha de esta instalación, es el siguiente:

	1 año	25 años
Energía producida (kWh)	29.372	734.300
SO <sub>2</sub> no emitido (kg)	294	7.343
Hogares equivalentes	8	210
Coches equivalentes (1.000*km)	137	3.414
Bosques equivalentes (ha)	0,8	20

Esta instalación ha recibido el Premio a la Mejor Instalación Solar Térmica de la Comunidad de Madrid.

## Inversión

La inversión supone un total de 45.729,50 €.

## 2.21 INSTALACIÓN DE LÁMPARAS LED EN ALUMBRADO PÚBLICO DE QUIJORNA



### Instalación de lámparas LED en alumbrado público de Quijorna

**Municipio:** Quijorna

**Fecha de puesta en marcha:** Julio - 2009

**Participantes:**

- Ayuntamiento de Quijorna
- ENERGIUM
- D-LED

### Descripción

El alumbrado público genera, aproximadamente, el 60% del gasto energético de los ayuntamientos de nuestro país. ENERGIUM y el Ayuntamiento de Quijorna, conscientes de la importancia de esta partida presupuestaria, comenzaron a trabajar en septiembre de 2007 con las facturas del alumbrado para ajustar las tarifas contratadas a las necesidades de la instalación.

Con el fin de profundizar en un mayor conocimiento de los elementos que generan el consumo de la instalación, el Ayuntamiento de Quijorna solicitó a la Comunidad de Madrid una subvención con la que poder realizar el inventario y auditoría del alumbrado público del municipio.

El coste de este estudio fue asumido al 50% por la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Quijorna.

Los objetivos de esta auditoría fueron:

- Determinar los consumos de energía y diagnosticar la eficiencia de las instalaciones de alumbrado público municipal.
- Detectar y evaluar las posibles mejoras con la cuales sea posible obtener ahorros de energía, así como fomentar la utilización de las tecnologías energéticas más eficientes.
- Mejorar la gestión de la energía en el ámbito municipal, dotando al Ayuntamiento de un inventario actualizado de las instalaciones de alumbrado público, desde el punto de vista energético.
- Adecuar los requerimientos y características técnicas de las instalaciones de alumbrado públicos a las recomendaciones y normativas vigentes.
- Fomentar el uso racional de la energía sin perjuicio de la seguridad de los usuarios.
- Promocionar inversiones en el ámbito del ahorro energético.
- Mantener al máximo posible las condiciones naturales de las horas nocturnas, en beneficio de los ecosistemas en general.
- Prevenir y corregir los efectos del resplandor luminoso nocturno en la visión del cielo.
- Minimizar la intrusión luminosa en el entorno doméstico y, por lo tanto, disminuir sus molestias y perjuicios.



Entre los datos más significativos que se obtuvieron con el estudio realizado, destacan los siguientes:

- Centros de mando: 28
- Puntos de luz: 1.025
- Potencia instalada: 170 kW
- Potencia contratada: 197 kW
- Consumo anual: 680.000 kWh

	PRUEBA PILOTO		PROYECTO FUTURO	
	LED	VSAP	LED	VSAP
Número de puntos de luz	10	10	1.025	1.025
Potencia lámpara+aux. (W)	60	116	51.000	170.000
Horas de uso anuales	4.100	4.100	4.100	4.100
Consumo anual (kWh/año)	2.460,00	4.756,00	209.100,00	697.000,00
Coste anual (€)	295,20	570,72	31.365,00	104.550,00
Emisiones (kg CO <sub>2</sub> )	678,96	1.312,66	106.641,00	355.470,00
		%		%
Ahorro de energía (kWh/año)	2.296,00	48,28	487.900,00	70,00
Ahorro económico (€/año)	315,52	55,28	85.726,00	82,00
Reducción de emisiones (kg CO <sub>2</sub> /año)	633,70	48,28	248.829,00	70,00

En la actualidad, cada vez hay más LEDs instalados en semáforos, en luces de automóviles y, poco a poco, se van instalando más unidades en el alumbrado público.

Hasta hace poco, diversos motivos hacían prácticamente imposible su aplicación en el alumbrado público. Sin embargo, ENERGIUM siempre ha confiado en el fabricante D-LED, cuyos productos obtienen el certificado CE, siendo los únicos que han pasado los ensayos del Instituto Técnico de la Electrónica según las normas de la Comunidad Europea.

De esta forma, se acordó fabricar diez lámparas que pudieran sustituir a los grupos ópticos instalados en las luminarias tipo Villa del centro de mando de la calle Gerona. Este fue el centro de mando seleccionado para realizar la prueba piloto, dado que la inversión necesaria no era elevada y los datos que se obtuvieran podrían ser fácilmente extrapolables.

### Resultados

Antes de realizar la sustitución de los grupos ópticos, las diez lámparas de VSAP (vapor de sodio de alta presión) de 100 W estaban consumiendo unos 1.150 Wh. Una vez hecha la sustitución, el consumo se redujo en más de un 48%, porcentaje que se vería incrementado en otro 25% cuando a estas lámparas se les sustituya las fuentes de alimentación, que todavía estaban en proceso de homologación.

El consumo final de estas lámparas LED será de 33 W, en lugar de los 115 W de las lámparas de VSAP.

Una vez que la instalación se ha mantenido estable durante los meses de verano más

desfavorables (julio y agosto) en los que se ha puesto a prueba la capacidad de disipación de calor, principal enemigo de esta tecnología, el Ayuntamiento de Quijorna está en disposición de tomar decisiones. De momento, se instalarán otras 34 lámparas en la calle Real.



La sustitución de todo el alumbrado público supondrá un ahorro de entre el 70 y 80% del consumo energético y más del 60% del gasto de mantenimiento.

Actualmente, ENERGIUM realiza inventarios y auditorías de alumbrado público a los que incorpora los resultados obtenidos con esta pionera prueba piloto.

Las subvenciones otorgadas por la Comunidad de Madrid para la realización de auditorías y la implantación de las mejoras que se desprenden, son fundamentales para que los municipios puedan llevar a cabo este tipo de acciones.

# **A**NEXO 1

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

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

EXO 1





# SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROY

	<p>Alcalá de Henares</p> <p><b>Instalación solar térmica</b></p>			<p>Alcobendas</p> <p><b>Instalación solar fotovoltaica</b></p>	
	<p>Becerril de la Sierra</p> <p><b>Eficiencia energética para edificación</b></p>			<p>El Escorial</p> <p><b>Proyecto piloto de FUJY</b></p>	
	<p>Getafe</p> <p><b>Aprovechamiento geotérmico</b></p>			<p>Las Rozas</p> <p><b>Instalación solar fotovoltaica</b></p>	
	<p>Madrid</p> <p><b>Instalación de refrigeración urbana</b></p>		<p><b>Instalación de biomasa para calefacción</b></p>		
	<p><b>Surtidor de bioetanol</b></p>			<p><b>Minibuses eléctricos</b></p>	
	<p><b>Rehabilitación para la eficiencia energética</b></p>			<p><b>Instalación solar integrada</b></p>	
	<p><b>Estación de servicio</b></p>			<p><b>Sistema de bombas de calor geotérmico</b></p>	
	<p><b>Certificación LEED CI</b></p>				

# ECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID






8

Majadahonda

Planta fotovoltaica





9

Quijorna

Instalación de lámparas LED





10

Rivas-Vaciamadrid

Edificio Atrio





11

Soto del Real

Paneles solares termodinámicos





12

Valdemoro

Instalación solar fotovoltaica



Aspectos bioclimáticos en piscina cubierta



# INFORMACIÓN ACE

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)



# 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)

