



# Industria



[www.agenciaandaluzadelaenergia.es](http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es)

C/Isaac Newton, 6.  
Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla.  
Tel: 954 78 63 35 · Fax: 954 78 63 50

Industria

## La Cogeneración en Andalucía. Situación actual y potencial de desarrollo



Agencia Andaluza de la Energía  
**CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA**



Agencia Andaluza de la Energía  
**CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA**



# La Cogeneración en Andalucía. Situación actual y potencial de desarrollo

# Índice

<b>5</b>	<b>Presentación</b>
<b>9</b>	<b>Introducción</b>
<b>11</b>	<b>1.1.</b> Concepto de cogeneración
<b>14</b>	<b>1.2.</b> Tecnologías de cogeneración innovadoras o emergentes
<b>16</b>	<b>1.3.</b> La microcogeneración
<b>17</b>	<b>1.4.</b> Instalaciones de ciclo combinado
<b>21</b>	<b>Marco legal</b>
<b>25</b>	<b>Evolución y desarrollo de la cogeneración en Andalucía</b>
<b>31</b>	<b>Potencial de cogeneración en Andalucía</b>
<b>33</b>	<b>4.1.</b> Potencial de cogeneración en el sector de la cerámica estructural
<b>37</b>	<b>4.2.</b> Potencial de cogeneración en el sector metal-mecánico
<b>39</b>	<b>4.3.</b> Potencial de cogeneración en el sector agroalimentario



Depósito Legal:  
SE 6248-2010

Dirección Técnica:  
Agencia Andaluza de la Energía  
Consejería de Economía, Innovación y Ciencia

Redacción:  
Agencia Andaluza de la Energía

Edición:  
Portal Creativo, S.L.

Documento disponible en Internet:  
[www.agenciaandaluzadelaenergia.es](http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es)

Agencia Andaluza de la Energía:  
Consejería de Economía, Innovación y Ciencia  
Junta de Andalucía  
C/Isaac Newton, nº6 - 41092 Isla de la Cartuja. Sevilla  
Tel. 954 78 63 35 Fax: 954 78 63 50  
[www.agenciaandaluzadelaenergia.es](http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es)

# 4

4.4.	Potencial de cogeneración en el subsector de las industrias Químicas y Petroquímicas	42
4.5.	Potencial de cogeneración en el subsector de producción de biocarburantes	43
4.6.	Potencial de cogeneración en el subsector de los cultivos bajo plástico	45
4.7.	Potencial de cogeneración en el sector hospitalario	49
4.8.	Potencial de cogeneración en el sector hotelero	54
4.9.	Potencial de cogeneración en el sector de polideportivos y piscinas climatizadas	57
4.10.	Potencial de cogeneración en el sector de residencias de la tercera edad	62
4.11.	Potencial de cogeneración en el sector de edificios de uso administrativo	64
4.12.	Potencial de cogeneración en el sector terciario-comercial	65

# 5

	<b>Líneas de incentivos para proyectos de cogeneración en Andalucía</b>	<b>67</b>
--	---	-----------

# 6

	<b>Mejoras de la eficiencia energética de las plantas de cogeneración existentes en Andalucía</b>	<b>71</b>
--	---	-----------

# 7

	<b>Conclusiones</b>	<b>73</b>
--	---------------------	-----------



# Presentación

## Presentación

La sociedad europea actual está apostando decididamente por la utilización de las energías renovables y el uso eficiente de la energía, elementos básicos para conseguir un desarrollo sostenible desde un punto de vista económico, social y ambiental. Para ello, se ha propuesto disminuir de manera sustancial su dependencia energética del exterior, un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles y responder a las nuevas demandas sociales con una mayor sensibilización ambiental.

Una política energética basada en estos ejes de actuación, debe posibilitar, a través de una búsqueda permanente de la mayor eficiencia energética y el uso de las fuentes de energías renovables, la reducción de los gases de efecto invernadero y la lucha contra el Cambio Climático de acuerdo con los compromisos adquiridos por la Unión.

A tal fin, la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía, tiene como objetivo esencial, conforme a lo que podemos leer en su artículo 1ª, incrementar la eficiencia energética y mejorar la seguridad de abastecimiento mediante la creación de un marco propicio para el fomento y desarrollo de la cogeneración.

El fomento de la cogeneración de alta eficiencia sobre la base de la demanda de calor útil, se ha ido conformando como una prioridad de carácter estratégico para la Unión Europea y sus Estados miembros, sobre todo a la luz de los beneficios potenciales de la cogeneración en lo que se refiere al ahorro de energía primaria, a la eliminación de pérdidas en la red eléctrica<sup>1</sup> y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. La transposición de esta Directiva se llevó a cabo en nuestro país, mediante el Real Decreto 616/2007 de 11 de mayo de 2007.

La Resolución del Consejo de la Unión Europea de 18 de diciembre de 2007, sobre la estrategia comunitaria para promover la cogeneración, estableció el objetivo de doblar la cuota de la cogeneración, referida a la generación bruta total en la Unión en su conjunto, desde el 9% en 1997 al 18% en el año 2010.

Conforme a lo indicado por la Comunicación de 13 de noviembre de 2008 de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo, acerca de las posibilidades de ahorrar más energía en Europa mediante la producción combinada de calor y electricidad, la cogeneración representaba en la Unión Europea en el año 2006 una potencia de unos 100.000 MW, es decir, un 13,6 % de la capacidad total de producción. La producción de electricidad mediante cogeneración ascendía a 366 TWh, es decir, un 10,9 % de la producción total de electricidad.

<sup>1</sup> La cogeneración, dado su carácter de generación eléctrica distribuida, permite disminuir las pérdidas eléctricas debidas a la transmisión por transporte y distribución a largas distancias, ya que con ella se produce la energía en sitios más cercanos a los lugares de su consumo, no requiriéndose por ello largos recorridos que impliquen pérdidas.

Se constata por tanto, que si bien el crecimiento experimentado por el conjunto del régimen especial de generación eléctrica ha sido destacable, en determinadas tecnologías, como es el caso de la cogeneración, los objetivos planteados se encuentran aún lejos de ser alcanzados.

Los objetivos relativos al fomento de la cogeneración a nivel nacional se recogen en la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4 2004-2012) y en el desarrollo de su Plan de Acción 2008-2012, impulsados por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), donde se establece, para nuestro país y a finales del año 2012, el objetivo de 8.400 MW instalados en términos de potencia.

La apuesta de Andalucía por la cogeneración se refleja en el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER), documento donde se recoge la estrategia energética del Gobierno Andaluz para el periodo, al indicar entre sus objetivos el fomento de la cogeneración en Andalucía, potenciando su desarrollo y promocionando los proyectos de generación de energía distribuida con energías renovables y tecnologías eficientes en parques tecnológicos empresariales y polígonos industriales.

El PASENER, en relación al ahorro de energía primaria asociada a las nuevas plantas de cogeneración previstas a instalar en la región, marca los siguientes objetivos para el periodo de vigencia del texto planificador:

<b>Objetivos de ahorro de energía primaria, acumulado (ktep)</b>	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Cogeneración</b>	3,6	21,5	39,5	57,6	75,8	79,6	83,5

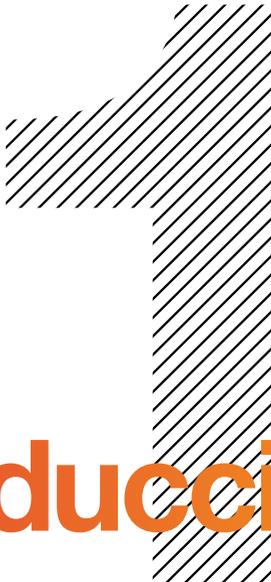
Ello requeriría lograr un incremento de nueva potencia en el período de 170 MW. Este valor es importante dado que representa el 19% de la potencia instalada a comienzos del período.

Con este documento se pretende dar una información sobre aspectos generales de la tecnología de cogeneración, su concepción técnica y energética, así como poner de manifiesto las posibilidades de desarrollo de la microcogeneración.

Además, se analizarán aspectos relacionados con el actual marco legal, así como la actual situación y evolución de la cogeneración en Andalucía, y su potencial desarrollo en varios subsectores industriales y en el sector terciario.

Finalmente se informa acerca de los incentivos de la Junta de Andalucía para el fomento de la cogeneración, aportando datos resumidos de los proyectos incentivados en los últimos años, tanto para nuevas plantas de cogeneración como para la mejora de plantas existentes.

Esta publicación sobre cogeneración se enmarca dentro del Convenio Marco de Colaboración, de 26 de febrero de 2008, entre la Agencia Andaluza de la Energía perteneciente a la Consejería de Economía, Innovación, y Ciencia, y el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), organismo dependiente del Ministerio de Industria Turismo y Comercio. Este Convenio tiene como objetivo el desarrollo del Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 en Andalucía. Las actividades que se fomentan mediante el citado Convenio, reconocen en el ahorro y la eficiencia energética un instrumento de crecimiento económico y bienestar social coherente con el respeto medioambiental.

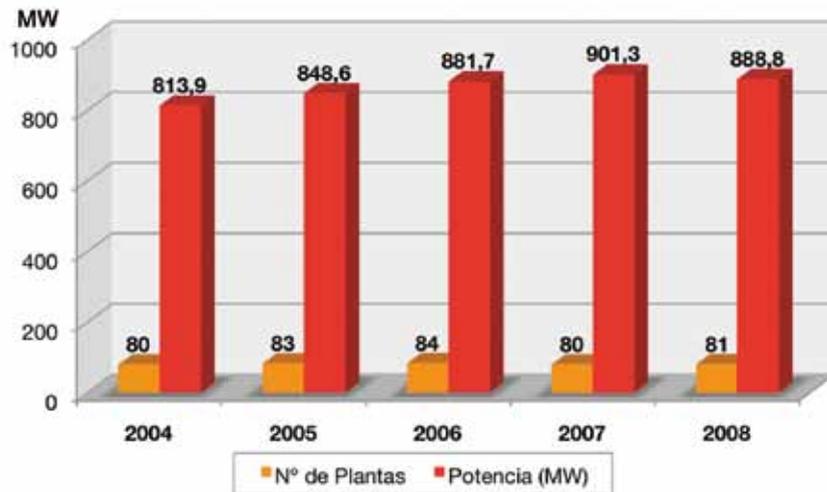


# Introducción

## Introducción

En el año 2008, la potencia total instalada de cogeneración en Andalucía fue de 888,8 MW. Esta potencia fue suministrada por las 81 plantas que, a lo largo de ese año, estuvieron en funcionamiento. La producción total de energía eléctrica en Andalucía ese año resultó ser de 38.716.7 GWh, habiéndose obtenido 4.866.9 GWh mediante cogeneración, es decir el 12,57%. A finales de 2009, la potencia instalada de cogeneración ascendía a 927.8 MW, correspondiente a 84 plantas en funcionamiento.

Evolución del Parque de Cogeneración Andaluz



Nota. Se han contabilizado las plantas que se han ido dando de alta y de baja. Estas últimas, sobre todo por problemas operativos y de rentabilidad económica.

Por lo que se refiere a España, según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), la potencia instalada en cogeneración en 2008 era de 6.235 MW (Andalucía es la segunda comunidad autónoma con mayor implantación de la cogeneración, con 14,1% de la potencia total). Según la citada institución, esta potencia fue suministrada por 697 instalaciones que produjeron un total de 31.949 GWh, es decir, un 10,1% respecto a la producción total de energía eléctrica generada en nuestro país. El combustible más empleado en cogeneración fue el gas natural, con algo más del 80% del total utilizado, seguido del diesel (fuel oil y gasoil) con un 9,6%.

La Asociación Española de Cogeneración (ACOGEN) estimaba que la cogeneración en España a finales de 2009 representaba una potencia conjunta de 6.148 MW (más 364 MW en pre-asignación), repartidas entre unas 900 plantas, con una producción de 30.819 MWh al año y vertiendo a la red unos excedentes de 20.726 GWh al año, equivalente al 10% de la producción eléctrica nacional. El sector de la cogeneración facturó 3.800 M€ en 2009 y dio empleo a 4.500 trabajadores.

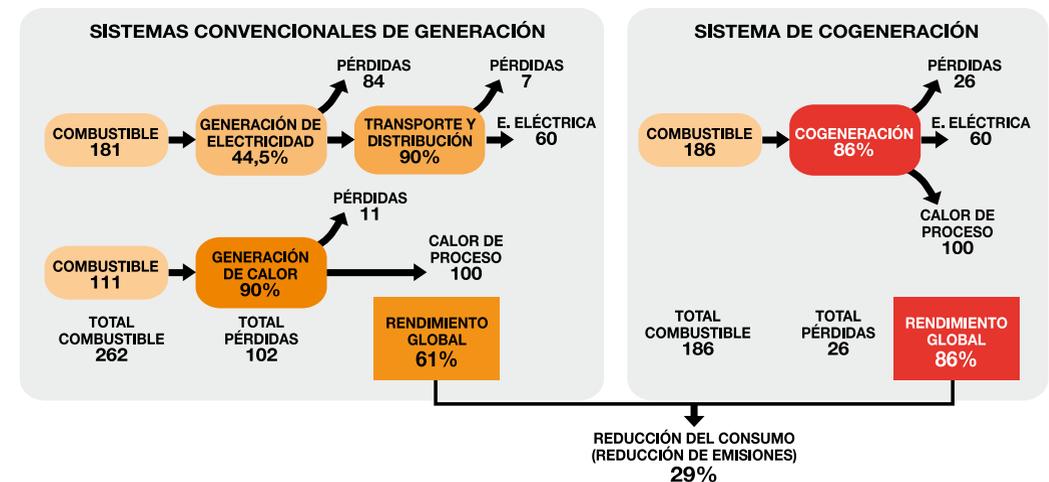
Según las asociaciones que agrupan a los titulares de plantas de cogeneración en España, en el año 2008, la antigüedad media de más del 60% de la potencia instalada, era superior a 10 años. Ello pone de manifiesto la necesidad de acometer una importante renovación de las plantas para mejorar y sostener su eficacia.

## 1.1 Concepto de cogeneración

La cogeneración es el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica (o mecánica) y energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria, etc.) La ventaja de la cogeneración, respecto al sistema convencional de obtener electricidad, es su mayor eficiencia energética ya que el calor generado se aprovecha de forma útil para satisfacer la demanda de procesos.

En efecto, al generar electricidad mediante un alternador, movidos por un motor térmico o una turbina, el aprovechamiento de la energía química del combustible es del 25% al 40% solamente. El resto debe disiparse en forma de calor. Con la cogeneración se aprovecha, en un proceso que demanda energía térmica, una parte importante del calor que normalmente se disiparía a la atmósfera o a una masa de agua en una central térmica.

Comparación Cogeneración y Generación Convencional

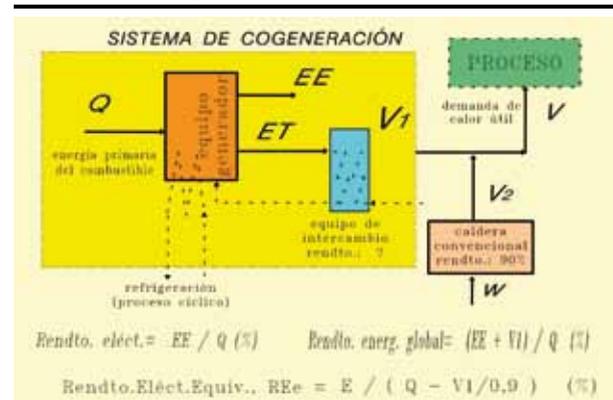


Por tanto, el rendimiento global de un sistema de cogeneración es superior al de los sistemas convencionales de generación separada de calor y electricidad.

Este procedimiento tiene aplicaciones tanto industriales como en edificios (como por ejemplo, grandes superficies de ventas, ciudades universitarias, hospitales, etc) en los que el calor puede

emplearse para calefacción, refrigeración (mediante sistemas de absorción) y preparación de agua caliente sanitaria. Este tipo de aplicación, donde con parte del calor excedente de la cogeneración se genera frío, mediante un equipo de absorción, se denomina **trigeneración**.

#### Definición de cogeneración



La Unión Europea, el 11 de febrero de 2004, aprobó la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía

El objetivo de esta directiva quedaba recogido en su artículo 1, según el cual se pretendía con ésta "incrementar la eficiencia energética y mejorar la seguridad del abastecimiento mediante la creación de un marco para el fomento y el desarrollo de la cogeneración de alta eficiencia de calor y electricidad basado en la demanda de calor útil y en el ahorro de energía primaria en el mercado interior de la energía, teniendo en cuenta las circunstancias nacionales específicas, especialmente en lo que se refiere a las condiciones climáticas y económicas."

Con esta directiva se intentaba dar un impulso a la utilización de la cogeneración como medida para ahorrar energía, habida cuenta de los beneficios potenciales de la cogeneración en lo que se refiere al ahorro de energía primaria, a una mayor eliminación de pérdidas en la red debido a que la generación se produce en puntos más cercanos a los centros de consumo (generación distribuida) y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, un uso más eficaz de la energía mediante la cogeneración, puede también contribuir positivamente a una mayor seguridad en el abastecimiento energético y a la mejora de la competitividad de la Unión Europea y de sus estados miembros.

Los estados miembros han ido desarrollando las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la misma. En el caso de España, el marco actualmente vigente es el Real Decreto 661/2007 de 25 de mayo de 2007,

donde se regula el régimen jurídico y económico de estas instalaciones, las cuales son todas ellas susceptibles de tarifas o primas a la producción.

Este marco legal, define un valor mínimo de eficiencia energética, el denominado **rendimiento eléctrico equivalente (REE)**, el cual se le exige a todo sistema de cogeneración para poder acogerse al régimen especial.



Motor de cogeneración a gas en centro hospitalario.



Vista de escalonamientos de turbina de vapor.

La electricidad generada se puede consumir en el propio proceso o servicio (autoconsumo), o se puede ceder (excedente) a la red exterior del servicio eléctrico.



Turbina de gas de cogeneración.



Equipo de absorción de una planta de cogeneración en un centro hospitalario.

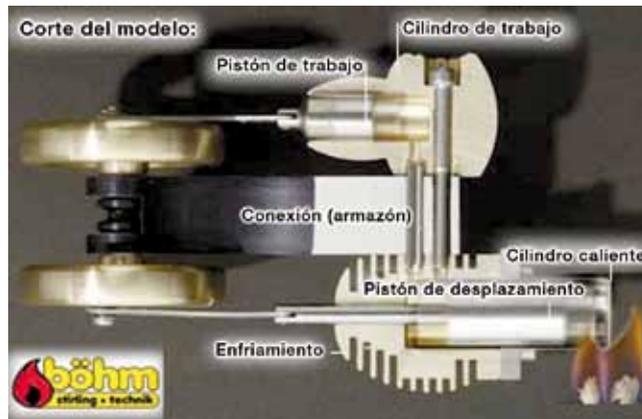
Los sistemas de cogeneración se clasifican, según el tipo de generador térmico que transforma en energía mecánica o eléctrica la energía de combustible, en:

- Turbina de vapor (ciclo Rankine de vapor en ciclo simple).
- Turbina de gas (ciclo Carnot de gas en ciclo simple).
- Ciclo combinado de turbina de gas y de turbina de vapor.
- Motor alternativo (de ciclo diésel o de compresión y de ciclo Otto o de expansión; éste último consume gas natural).

## 1.2 Tecnologías de cogeneración innovadoras o emergentes

Hay otros sistemas que se están desarrollando, como los sistemas de motor Stirling (sistema abierto) o los sistemas de ciclo de Rankine con fluidos orgánicos.

El motor Stirling fue inventado en 1816 por Robert Stirling. Llama la atención la sencillez, la economía y la versatilidad de su concepción y funcionamiento. Pues, en efecto, el principio en el que se basa es el trabajo realizado por la expansión y compresión de un gas (normalmente helio, hidrógeno, nitrógeno o simplemente aire) al ser obligado a seguir un ciclo de enfriamiento mediante un foco frío, donde se comprime, y de calentamiento mediante un foco caliente, donde se expande. Como foco caliente se utiliza una llama generada externamente al motor, y aplicada al pistón, realizándose la conversión de calor en trabajo mecánico en el eje del motor, lo cual permite que este funcione y gire cada vez más rápido.



Esquema de funcionamiento y prototipo de motor Stirling.

Este motor, de gran antigüedad, continúa en investigación gracias a la versatilidad de fuentes de energía utilizables para su funcionamiento.

Entre las ventajas de los sistemas de motor Stirling cabe destacar su bajo consumo de combustible y su alta eficacia, la combustión externa al cilindro que permite múltiples posibilidades de uso de fuentes no convencionales (biomasa, hidrógeno, licuefacción de combustibles, bioalcohol, radiación solar, etc), su funcionamiento excepcionalmente suave y casi sin vibración, su robustez y larga vida útil.

Existen aplicaciones para generar electricidad aprovechando el sistema de motor Stirling de pequeña potencia (5-10 kW). Recientes desarrollos de tecnologías basadas en el funcionamiento de estos motores, han encontrado en las energías renovables (solar, biomasa, etc.) un modo de aprovechar su abundante disponibilidad y bajos costes para alimentarlos.



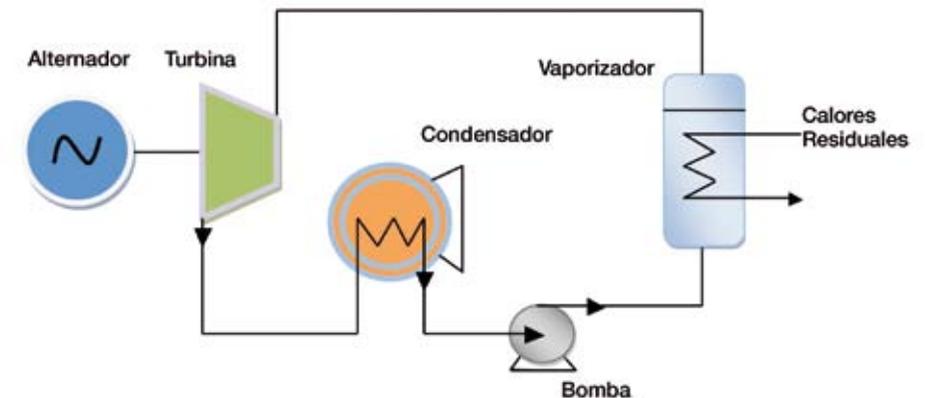
Aplicación del sistema Stirling para aprovechamiento de energía solar.



Motor Stirling de baja escala de potencia.

La tecnología de **ciclo de Rankine con fluidos orgánicos** permite la utilización de calores residuales a baja temperatura, procedentes de procesos industriales, para producir energía eléctrica. El sistema (ver esquema adjunto) recupera parte de la energía térmica contenida en las corrientes residuales antes de ser evacuadas, cediendo esa energía al vaporizador del fluido orgánico que posteriormente pasa por la turbina para la producción de energía eléctrica.

Para evitar problemas en los álabes de la turbina, estos deben de abandonarla en un estado previo a su condensación. Tras dejar la turbina, el fluido térmico pasa por un condensador donde cambia de fase (vapor-líquido) mediante un enfriamiento. En este estado, su presión se eleva mediante una bomba, tras la cual, el fluido térmico pasa nuevamente por el vaporizador, cerrándose así el ciclo.



Esquema de funcionamiento del Ciclo Orgánico de Rankine.



Recuperador de calor de planta de producción de electricidad de una cementera mediante ciclo orgánico de Rankine.



Caldera de recuperación de turbina de cogeneración.

### 1.3 La microcogeneración

Un campo importante de actuación es la denominada microcogeneración<sup>2</sup>, que está teniendo una creciente implantación en sectores industriales (PYMES) y no industriales (centros comerciales, polideportivos y piscinas climatizadas, clínicas privadas, hoteles, edificios administrativos públicos y privados, bloques de viviendas, etc.)

El crecimiento de estos sistemas de baja potencia, se debe, sobre todo, al aumento del número de fabricantes y proveedores que sirven estos equipos, a una mayor fiabilidad de los mismos dado el desarrollo tecnológico alcanzado, a la extensión de las redes de gas natural en los ámbitos doméstico y comercial, a la mayor eficiencia de la generación distribuida y también al mayor apoyo económico que permite el marco legal vigente para la baja potencia. Todo lo cual, contribuye también a la generalización de las políticas y estrategias de eficiencia energética fomentada por las diferentes administraciones.

Los requerimientos físicos, técnicos y espaciales de la microcogeneración, o cogeneración a muy pequeña escala, cambian sustancialmente respecto a los requeridos por la cogeneración a escala industrial. En la actualidad, hay disponibles equipos compactos, que se suministran en un contenedor, cuya instalación en la sala de máquinas de un edificio, de una vivienda o de una pequeña industria, es muy sencilla y requiere poco espacio. Para gamas de potencias inferiores a 5 kW, el equipo de microcogeneración se asemeja a un aparato electrodoméstico más, con la salvedad de que se trata de una caldera avanzada que proporciona electricidad y calor, aprovechando de manera óptima el combustible.

<sup>2</sup> Según la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de febrero de 2004, son cogeneraciones de potencias inferiores a 50 kW; aunque también se suelen considerar las de menos de 100 kW dado que la normativa eléctrica española fija este umbral para permitir la interconexión en Baja Tensión.



Microturbina a gas natural.



Ejemplos de instalaciones de microcogeneración.

### 1.4 Instalaciones de ciclo combinado

En la generación de energía, se denomina **ciclo combinado** a la coexistencia de dos ciclos termodinámicos en un mismo sistema, uno cuyo fluido de trabajo es el vapor de agua y otro cuyo fluido de trabajo es el gas producto de una combustión. Así, el calor disponible en el escape de la turbina de gas se aprovecha en una caldera de recuperación en la que se produce vapor que se destina a la turbina de vapor.

En una instalación de cogeneración de ciclo combinado, el vapor de escape de la turbina de vapor debe aprovecharse en el proceso en forma de calor útil, de forma que el rendimiento eléctrico equivalente (REE) de la instalación alcance, al menos, el 59%, valor mínimo para que la instalación sea considerada como una cogeneración susceptible de entrar a formar parte del régimen especial.



Vista de planta de cogeneración de ciclo combinado en industria papelera.

Los sistemas de cogeneración de ciclo combinado son idóneos para industrias con gran demanda de energía térmica, principalmente vapor. Sus ventajas son:

Elevado rendimiento eléctrico (entre el 45% y el 55%) al combinar, haciéndolas trabajar simultáneamente en la producción de electricidad, las turbinas de gas y de vapor.

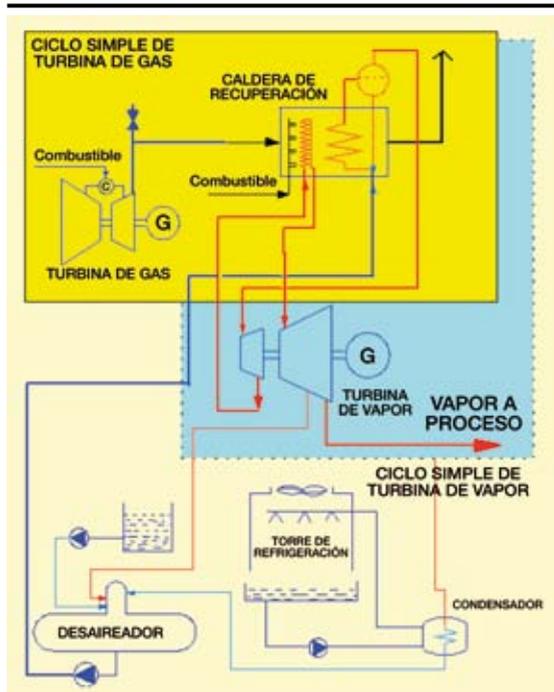
Elevado rendimiento energético global, dado que las pérdidas energéticas sólo son las de los humos de escape de la caldera de recuperación y las pérdidas en los alternadores de las turbinas.

Se basan en una tecnología que permite un elevado número de horas de funcionamiento entre las paradas técnicas para las revisiones; como consecuencia, los costes de mantenimiento (€/kWh generado) son bajos.

Una prolongada vida útil, más de 25 años, cuando en otros sistemas esta vida útil es del orden de 10- 15 años.

Un ratio de inversión por kilovatio de potencia instalada inferior a otros sistemas convencionales. En los sistemas de cogeneración mediante ciclo combinado, éste suele estar situado entre 500 y 600 €/kW, frente a la inversión necesaria en otros sistemas cuya cifra se sitúa entre los 700 y 1.200 €/kW. En el caso de centrales ordinarias de ciclo combinado la inversión es del orden de unos 400 a 500 €/kW.

Sistema de cogeneración de ciclo combinado (con turbinas de gas y de vapor y caldera de recuperación con poscombustión)



Vista de CCC de San Roque (N.G.S.).

Los sistemas de generación eléctrica basados en un ciclo combinado se están usando, cada vez más, como forma de generación convencional sujeta al régimen ordinario.

La única diferencia, respecto a la cogeneración de ciclo combinado acogida al régimen especial, es que no se aprovecha calor útil en un proceso, si bien existe algún ejemplo de central de ciclo combinado con cierto aprovechamiento de vapor en industrias de complejos petroquímicos cercanos.

Las centrales térmicas de ciclo combinado de última generación disponen, en la actualidad, de uno o varios grupos de generación de unos 400 MW cada uno, siendo esta potencia la suma conjunta de las turbinas de gas y de vapor.



Vista nocturna de la torre de refrigeración de una central de ciclo combinado.



## Marco Legal

El Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, actual marco legal de la cogeneración, ha introducido importantes mejoras cualitativas y cuantitativas en relación al anterior Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo. Ello ha supuesto una revitalización del mercado de cogeneración al suprimir algunos obstáculos existentes hasta entonces y abrir nuevos cauces regulatorios más favorables. Entre los aspectos favorecedores del nuevo decreto, cabe tener en cuenta los siguientes:

Define un **complemento por eficiencia** que puede suponer un incremento de la remuneración de los excedentes eléctricos vertidos a la red.

**Indexa la tarifa** de remuneración de la energía eléctrica excedentaria al precio unitario del gas natural; es decir, una subida del precio del gas, debe implicar una mayor remuneración de la energía vertida al objeto de compensar el incremento de costes del generador.

Como alternativa al mercado liberalizado, aprueba una tarifa regulada que supone, en la mayoría de los casos, la mejor opción

Crea un incentivo mayor para la cogeneración de pequeña escala de potencia.

Contempla un nuevo grupo de cogeneración con combustible biomásico<sup>3</sup> (grupo **a.1.3**), estableciéndose para este grupo una tarifa de mayor remuneración que para otros combustibles y grupos.

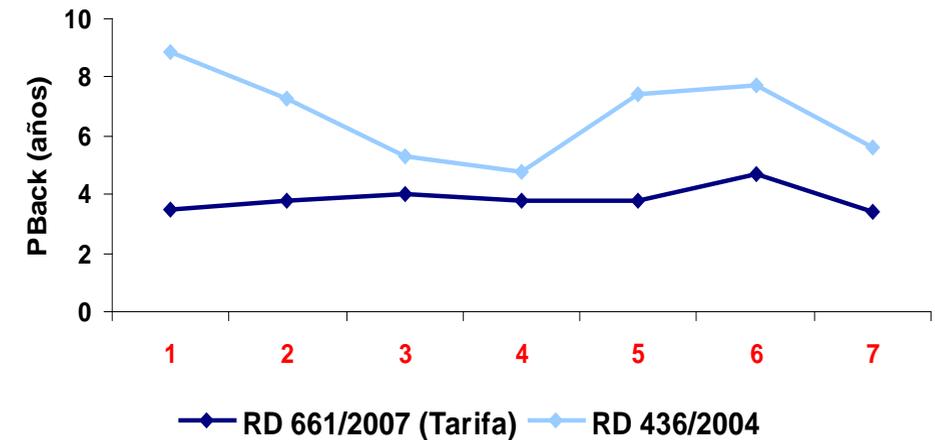
Define el concepto de modificación sustancial de una planta de producción existente, lo que permite prolongar el periodo de cobro de la tarifa regulada.

Veamos ahora, a través de algunos casos, como el Real Decreto 661/2007 permite obtener una mayor rentabilidad en los proyectos de cogeneración que el Real Decreto 436/2004. Para ello, se ha seleccionado un conjunto de plantas de cogeneración de diferentes potencias y se ha estimado su rentabilidad en ambos marcos legales.

Proyectos	Tipo Equipo	Potencia (kW)
1	Motor a gas	450
2	Motor a gas	950
3	Motor a gas	3.000
4	Turbina de Gas en Ciclo Simple	9.500
5	Turbina de Gas en Ciclo Simple	15.000
6	Turbina de Gas en Ciclo Combinado	26.000
7	Turbina de Gas para Secado de Orujo	15.000

<sup>3</sup> Instalaciones que consumen biomasa como combustible con un aporte superior al 90%, destinadas a producir electricidad y calor, y cuyo aprovechamiento de proceso cumple el requisito de un rendimiento eléctrico equivalente mínimo).

Payback Simple según los distintos RD



En el artículo 4 del Real Decreto 661/2007, se define lo que es una “modificación sustancial de una instalación preexistente”. Entiende el decreto que ésta es la realizada en una instalación de producción cuando se sustituyen los equipos principales como las calderas, motores, turbinas hidráulicas, de vapor, eólicas, o de gas, alternadores y transformadores, y siendo la inversión de la modificación parcial o total que se realiza superior al 50 por ciento de la inversión total de la planta, valorada con criterio de reposición.

A los efectos del sistema de liquidación de las tarifas, primas, incentivos y complementos, la modificación sustancial de una instalación preexistente, supondrá introducir una nueva fecha de puesta en servicio definitiva de la instalación de producción, según indicaba la Comisión Nacional de la Energía, en su Circular 4/2009, de 9 de julio (BOE de 31 de julio de 2009), y por tanto, un nuevo período para la percepción de las tarifas y primas de remuneración de sus excedentes eléctricos vertidos a la red, de 15 ó 10 años, según que la planta estuviera inscrita en el Registro antes o después de la entrada en vigor del Real Decreto 661/2007.

Esto hecho tiene una importante repercusión, sobre todo si se tiene en cuenta que la antigüedad de más del 60% de la potencia de cogeneración instalada en España era superior a 10 años.

Con la aprobación del Real Decreto Ley 6/2009, de 30 de abril, se crea el Registro de pre-asignación de retribución para las instalaciones del régimen especial de tecnologías eólica, solar termoeléctrica, biogás y cogeneración (se excluye la fotovoltaica). En su artículo 4.2, la inscripción en dicho Registro se establece como condición necesaria para poder beneficiarse del régimen especial y se establecen una serie de requisitos para poder acceder a él.



# **Evolución y desarrollo de la cogeneración en Andalucía**

## Evolución y desarrollo de la cogeneración en Andalucía

Con el desarrollo de las infraestructuras energéticas, sobre todo los gaseoductos y las redes eléctricas para la evacuación y el transporte de la energía, la cogeneración en Andalucía experimentó un importante desarrollo a partir de la última mitad de los pasados años noventa hasta el año 2003 aproximadamente. Un gran número de proyectos de cogeneración se pudieron

llevar a cabo gracias a las posibilidades que ofrecían estas infraestructuras, a lo que se unía unos precios de los combustibles bajos, un marco legal favorecedor, y una coyuntura económica de crecimiento sostenido.



Obra del Gasoducto del Magreb a su paso por la provincia de Córdoba.



Obras del Gasoducto Transversal a su paso por Antas (Almería).

A partir del año 2003, el crecimiento de la cogeneración comenzó a ralentizarse debido, fundamentalmente, a dos hechos: los precios de los combustibles, sobre todo del gas, experimentaron un fuerte crecimiento, y un marco legal menos favorable a este tipo de plantas, desde el punto de vista de las tarifas y primas reguladas para los excedentes eléctricos.

Con la publicación del Real Decreto 661/2007, por las razones vistas anteriormente, se consiguió reactivar el mercado de la cogeneración y, de hecho, estando previsto poner en marcha hasta 2010 unas 18 plantas de cogeneración con una potencia global de 133,2 MW.



Turbina de gas para secado de orujo de aceituna.

Se tratan, en general, de plantas de cogeneración en sectores no industriales (invernaderos, centros comerciales, edificios administrativos, etc), aunque hay algunas plantas pertenecientes al sector cerámico, al sector mecánico, a los sectores químico y petroquímico, etc.



Mapa de Infraestructuras Energéticas en Andalucía. Fuente: Agencia Andaluza de la Energía. Junio de 2009.

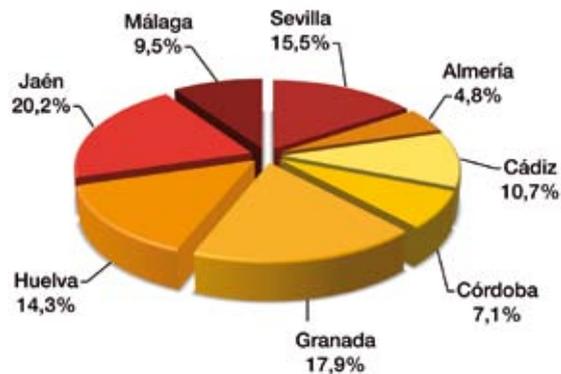
La evolución del parque de cogeneración en Andalucía hasta finales de 2009, fue el que se indica en las tablas siguientes:

Número de plantas de cogeneración operativas en Andalucía 2003-2009

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Nº de plantas autorizadas y operativas</b>	80	83	84	80	81	84

Nota. El descenso de 84 a 80 plantas de cogeneración que observamos entre los años 2006 y 2007, a pesar de que en el año 2006 se pusieron en marcha 3 nuevas plantas y de que en el año 2007 se pusieron en marcha otras 2 nuevas plantas, se debe al hecho de que otras plantas, puestas en funcionamiento anteriormente, se dieron de baja.

### Nº de plantas de cogeneración en Andalucía en 2009

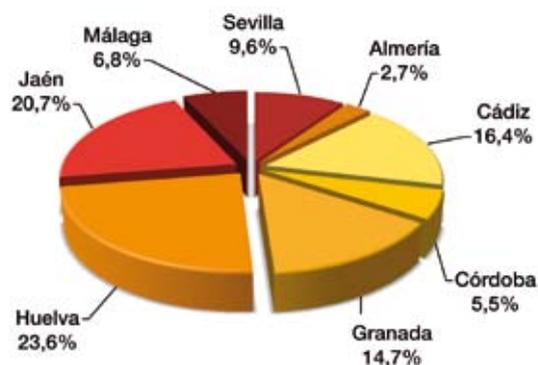


### Potencia global (en MW) de las plantas de cogeneración operativas en Andalucía 2003-2009

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Potencia instalada de las plantas autorizadas y operativas</b>	813,9	848,6	881,7	901,3	902,3	927,8

El parque de cogeneración andaluz pertenece mayoritariamente al sector industrial. Más del 90% de estas plantas, pertenecen a diversos sectores de la industria andaluza, localizándose el resto en cinco hospitales públicos, una depuradora municipal, un invernadero y, por último, un centro comercial. De la potencia total instalada, casi el 98% de la misma se localiza en aplicaciones industriales. El combustible usado en las plantas de cogeneración del sector industrial es mayoritariamente el gas natural (más del 70% de estas plantas lo usan, representando más del 80% de la potencia instalada en el sector). La potencia media de las plantas de cogeneración andaluzas es del orden de 11 MW.

### Potencia de plantas de cogeneración en Andalucía en 2009



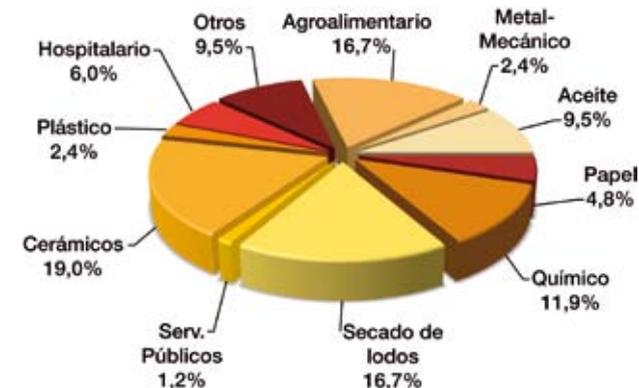
La electricidad generada en 2008 con el parque de cogeneración existente en Andalucía a finales de 2008 fue 4.866,9 GWh/año, con un ahorro de energía primaria asociado a la cogeneración de 2.577,1 GWh/año (221,63 ktep/año) y una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> estimada de unas 490.924 tCO<sub>2</sub>/año.

En relación a la distribución por sectores de actividad, es de destacar la elevada incidencia de la cogeneración en el sector de la extracción de orujo: existen 14 plantas de cogeneración para secado de orujo (lodos), con una potencia global de 228,6 MW.

### Plantas de cogeneración por sectores de actividad. Andalucía 2009

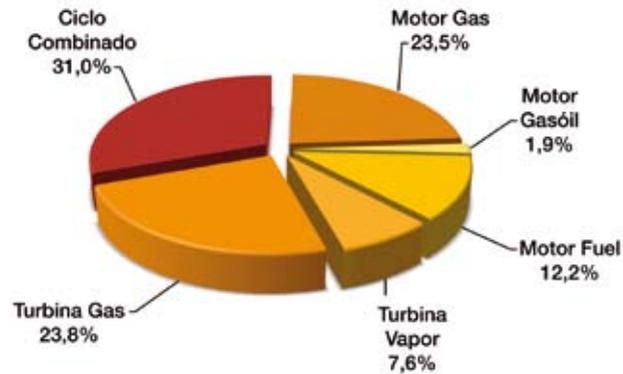
Sector	Nº plantas	Potencia (MW)
Agroalimentario	14	139,7
Metal-Mecánico	2	12,3
Aceite	8	75,1
Papel	4	129,7
Químico	10	275,2
Secado de lodos	14	228,6
SS. Públicos	1	11,0
Cerámicos	16	19,7
Plástico	2	2,4
Hospitalario	5	7,6
Otros	8	26,4
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>927,8</b>

### Nº de plantas de cogeneración en Andalucía por Sectores de Actividad (2009)



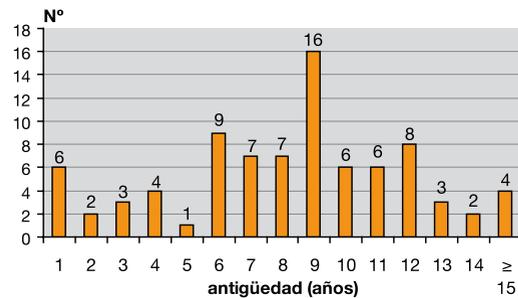
En relación a la distribución de la potencia del parque por tipos de sistemas de cogeneración, son las plantas de ciclo combinado las que acumulan una mayor cuota de potencia, con un total de 287,6 MW (el 31,0% del total de la potencia operativa). Al tratarse de instalaciones de elevada potencia, su número, ocho plantas, representan el 10% del total de las 84 existentes en 2009. Por otro lado, casi el 100% de estas plantas de ciclo combinado tienen una antigüedad igual o superior a 10 años.

Parque de cogeneración en Andalucía por tipo de Tecnología (2009)

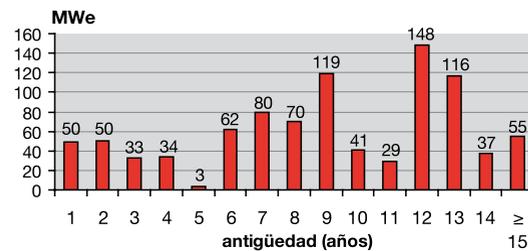


En las siguientes gráficas se muestra la distribución del parque de cogeneración existentes según la antigüedad de las plantas que lo integran.

Nº de plantas según antigüedad



Potencia de plantas de cogeneración según antigüedad



Como se puede observar en estos gráficos de barra, más del 53% del número de plantas y más del 58% de la potencia total de las plantas instaladas, tienen una antigüedad igual o superior a 9 años. Esto presupone que la mayoría de las plantas actualmente instaladas están próximas a ver reducida su tarifa de remuneración de los excedentes eléctricos por agotamiento del periodo legal de aplicación de la mejor tarifa (según indica el R.D. 661/2007) tratándose además de plantas de elevada potencia, salvo que se proceda a una “modificación sustancial” de estas plantas.

# Potencial de cogeneración en Andalucía

## Potencial de cogeneración en Andalucía

Durante el año 2008, la Agencia Andaluza de la Energía llevó a cabo diversos estudios de viabilidad de cogeneración en distintos sectores de actividad industrial (cerámica estructural, aeronáutico- metal-mecánico, agroalimentario, químico, etc.) y no industrial (invernaderos, hospitales públicos, clínicas privadas, centros comerciales, edificios administrativos públicos y privados, instalaciones hoteleras, residencias de la tercera edad, etc.)

La extrapolación de los datos obtenidos en estos estudios, han puesto de manifiesto que aún existe un importante potencial para el desarrollo de nuevas plantas de cogeneración en Andalucía. En el momento actual, y tras analizar diversos sectores de actividad, se ha detectado un potencial de nueva cogeneración estimado en más de 565 MW, localizable en unas 387 nuevas plantas. En la tabla adjunta, se resume el potencial detectado.

### Potencial de cogeneración por sectores

Sector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	MWe	MWe/planta	(%) Motor a gas	(%) Turbina de gas
Cerámico	36	36,0	1,0	99,0%	1,0%
Hospitalario	47	35,0	0,7	97,1%	2,9%
Hotelero	56	14,0	0,3	86,0%	14,0%
Biodiesel	7	88,0	12,6	38%	62%
Refin Petróleo y Químico	4	169,5	42,4	0%	100%
Invernaderos	18	37,0	2,1	99,0%	1,0%
Metal-mecánico	34	33,0	1,0	89,4%	10,6%
Agroalimentario	46	124,5	2,7	50%	50%
Polideportivos	40	4,8	0,12	67%	33%
Residencia de Mayores	31	3,4	0,11	63%	37%
Edificios Administrativos	30	6,7	0,22	10%	90%
Terciario- Comercial	38	13,6	0,36	95%	5%
	387	565,4	1,5	66,1% promedio	33,9% promedio

A pesar del importante potencial detectado en los sectores de refinerías de petróleo y de la industria química (que con sólo cuatro proyectos de turbina de gas en ciclo simple representa una potencia total de 169,5 MW) si se toma en consideración la totalidad de las plantas detectadas y su potencia conjunta, resulta una potencia media por planta de unos 1,5 MW.

Comparada con la potencia media del parque actual, cifrada en 11,0 MW, se concluye que el potencial existente se localiza sobre todo en la cogeneración de pequeña escala y en la microcogeneración de aplicación en sectores no industriales. Las razones de este hecho se

encuentran en el marco legal vigente, que favorece este tipo de instalaciones, y por haber agotado las grandes industrias su potencial de cogeneración con las instalaciones existentes.

Así, como se deduce del cuadro anterior, el 49% de las nuevas plantas, que representan tan sólo 14% de la nueva potencia, se implementarían en sectores no industriales.

Por tipo de tecnología, a pesar de los grandes proyectos potenciales detectados en refinerías de petróleo e industrias químicas, basados en turbinas de gas, es mayoritaria la contribución del motor a gas (66% de la potencia total).

Se analizarán a continuación el potencial detectado en los sectores más representativos.

### 4.1 Potencial de cogeneración en el subsector de la cerámica

El sector cerámico andaluz comprende unas 300 empresas de muy diversa actividad (ladrillos y tejas, cerámica artesanal, baldosas y azulejos, etc.). El subsector más importante es el de la cerámica estructural, con aproximadamente 195 fábricas (ver tabla adjunta), que producen ladrillos ordinarios (hueco o macizo), caravista, refractario, bovedillas, termoarcilla, azulejos artísticos, baldosas, tejas, etc.

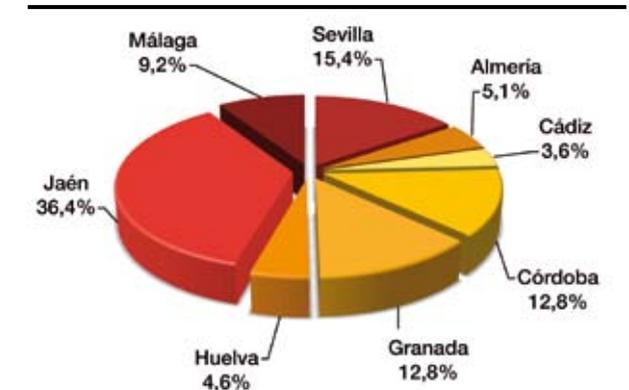
Hay varias zonas geográficas de concentran el mayor número de empresas de este sector, destacando Bailén con 65 empresas y el 46% de la producción andaluza.

En el año 2007, la producción global de este subsector fue aproximadamente de 6.000.000 t, con una capacidad de producción diaria estimada en 20.000 t. La facturación global de este subsector fue de unos 200 millones de euros, y contaba con más de 2.700 empleos directos.

#### Cerámica estructural

	Núm. de fábricas
Almería	10
Cádiz	7
Córdoba	25
Granada	25
Huelva	9
Jaén	71
Málaga	18
Sevilla	30
TOTAL	195

#### Distribución de Industrias Cerámicas



Los consumos globales de energía en el sector de la cerámica estructural son importantes, por la elevada intensidad de los consumos de los centros. Los consumos específicos medios son de 493.000 kcal PCI de combustibles/t de ladrillo cocido y de 49,1 kWh de electricidad/t de ladrillo cocido.

Debido a los elevados consumos de energía de este sector, el coste energético representa para el mismo una parte sustancial de los costes globales de producción, cifrado actualmente entre el 35% y el 60%, dependiendo del tipo de tecnología usada, del producto fabricado y del tipo de combustible consumido.

Dado que la energía posee un peso relativo tan importante en la estructura de costes del sector, resulta especialmente importante para este la implementación de la cogeneración y de medidas para la mejora de la eficiencia energética.

Esto explica, en una parte importante, el hecho que de las 84 plantas de cogeneración autorizadas actualmente en Andalucía, 16 de ellas están instaladas en industrias de la cerámica estructural, con una potencia global de 19,7 MW.

A la vista de los niveles cualitativos y cuantitativos de la demanda de calor de proceso de este sector productivo, la tecnología de cogeneración de mejor aplicación es la que utiliza motores a gas natural, aunque también se pueden usar turbinas de gas de potencia media/ baja.

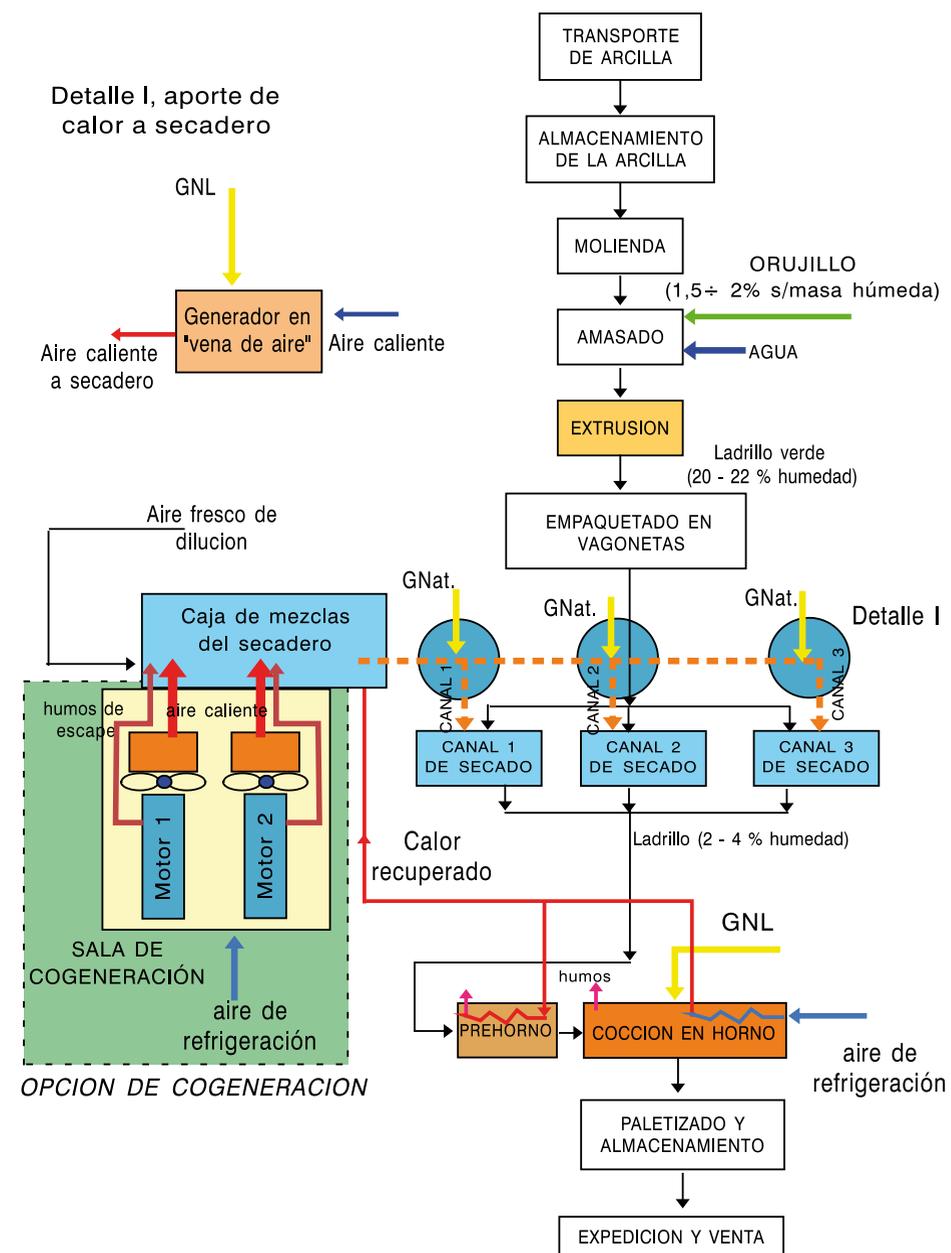
En efecto, según ilustra el diagrama de bloques adjunto, el calor de proceso se localiza en forma de llama directa en la zona de fuego del horno que opera a unos 850- 900°C, en precalentamiento hasta unos 120 °C del material a cocer en el prehorno, en el aire calentado hasta unos 150°C para el secado del ladrillo húmedo y, por último, en el vapor a baja presión para el amasado de la materia prima.

Conforme muestra dicho diagrama y el esquema tipo de funcionamiento adjunto, en una cogeneración típica de una industria cerámica, el calor de los humos de escape del motogenerador se aprovecha directamente al introducirlos en la caja de mezclas del secadero. También se pueden aprovechar en una caldera de recuperación para producir vapor para el amasado.

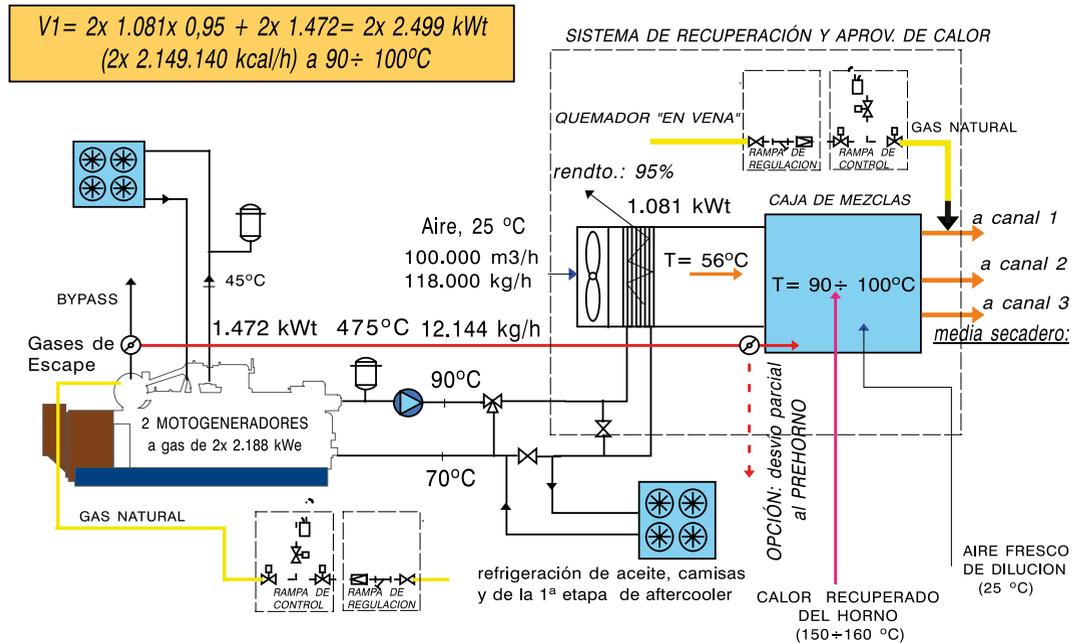
El calor de los circuitos de refrigeración del motor de cogeneración se aprovecha para precalentar el aire fresco introducido en la caja de mezclas.

El máximo calor útil aprovechable en el proceso, V1, viene dado por la suma de ambos aprovechamientos. Este valor irá cambiando según la demanda del proceso y, al ir acumulándose su valor a lo largo del año, dará lugar al valor de aprovechamiento de calor que sirve para evaluar el Rendimiento Eléctrico Equivalente.

#### Diagrama del proceso de Industria Cerámica



### Esquema tipo de funcionamiento de una instalación de cogeneración en una industria cerámica.



A partir de los estudios de viabilidad de cogeneración realizados por la Agencia Andaluza de la Energía en diversas industrias cerámicas, se concluye lo siguiente:

En industrias con hornos de túnel de más de 500 t/d de capacidad de producción, la potencia media de cogeneración es superior a 4 MW.

En industrias con hornos de túnel con capacidad de producción entre 300 y 500 t/d, la potencia media de cogeneración es cercana a 2 MW.

En industrias con hornos de túnel de capacidad de producción del orden de 300 t/d, la potencia media de cogeneración es del orden de 1 MW.

En industrias con hornos de túnel de capacidad de producción del orden de 200 t/d, la potencia media de cogeneración es del orden de 0,5 MW.

En industrias con hornos Hoffmann de capacidad de producción del orden de 150 t/d, la potencia media de cogeneración es del orden de 0,3 MW.

Así pues, teniendo en cuenta lo anterior y las características del sector de la cerámica estructural en Andalucía, el potencial de cogeneración resultante se estima en 36 plantas, con una potencia total de 36 MW (más de un 90% se instalarían en factorías con horno túnel). La inmensa mayoría corresponde a plantas que incorporarían motores alternativos a gas natural, y sólo en algún caso muy especial, se podría incorporar una turbina de gas de tamaño medio.

### Potencial de cogeneración del subsector de la cerámica estructural

Subsector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	MW	MW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Cerámica estructural	36	36,0	1,0	99,0%	1,0%

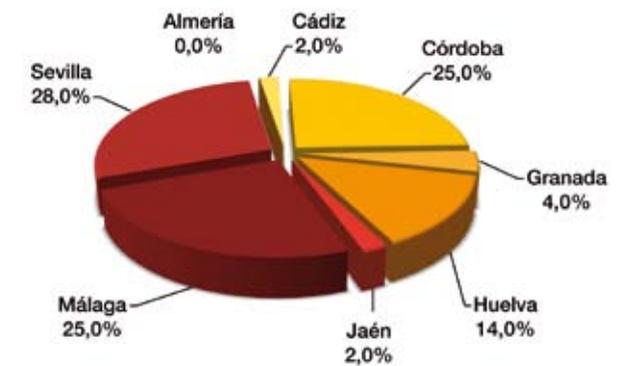
\*Respecto a la potencia de las plantas.

## 4.2 Potencial de cogeneración en el subsector metal-mecánico

Andalucía cuenta con un subsector metal-mecánico compuesto por unas 130 factorías dedicadas a diversas actividades, entre las que se incluyen las fundiciones, las siderúrgicas, las de producción de elementos para la industria aeronáutica y para la industria de automóviles y otras. Dentro de este subsector, la actividad con el consumo energético más importante es el siderúrgico, seguido muy de cerca por la de fundición.

Hay varias zonas geográficas de concentración de empresas del subsector metal-mecánico, destacando el parque empresarial Aerópolis (La Rinconada, Sevilla) con 40 empresas y el parque empresarial Santana (Linares, Jaén) con una veintena.

### Distribución Fundiciones y Siderúrgicas en Andalucía



Horno de fusión eléctrico.

Respecto a las características energéticas de los procesos productivos de este subsector, indicar que son muy diversas: las fundiciones y siderúrgicas disponen de hornos en general eléctricos; la principal demanda de la industria aeronáutica es la de climatización de las naves de proceso y montaje, aunque algunas disponen de autoclaves; las de automoción disponen de hornos de tratamiento y de calderas de vapor.

La demanda térmica de proceso que se podría satisfacer mediante un sistema de cogeneración, sería, en cada caso:

- Producción de vapor para proceso.
- Precalentamiento de la materia prima antes ser introducida en el horno.
- Precalentamiento del aire de entrada en los hornos de combustión.
- Calentamiento de los baños de proceso.
- Precalentamiento de los hornos dedicados a la relajación de tensiones.
- Calentamiento de autoclaves.
- Producción de agua caliente para lavado de los contenedores o equipos.
- Climatización de naves (calefacción y producción de frío mediante un equipo de absorción).

De las 84 plantas de cogeneración autorizadas actualmente en Andalucía, 2 de ellas están instaladas en industrias pertenecientes al subsector metal-mecánico, con una potencia global de 12,3 MW.

A partir de los estudios de viabilidad de cogeneración realizados por la Agencia Andaluza de la Energía en diversas industrias de este sector, se concluye lo siguiente:

- En industrias con importantes demandas de calor a media temperatura, resultan viables plantas de cogeneración de gran escala de potencia (del orden de 3,5 MW de media).
- En industrias con hornos de fundición no eléctricos y en industrias del sector de automoción, la potencia media de cogeneración es 1 MW.
- En centros industriales con hornos de fundición eléctricos y tratamientos térmicos de metales, así como en la industria aeronáutica, la potencia media de cogeneración es inferior a 1 MW. En algún caso podría tratarse de instalaciones de microcogeneración.
- En parques empresariales de industrias de automoción y de industrias aeronáuticas se pueden encontrar soluciones de cogeneración y redes de distribución de calor y frío (de "distrito").

Así pues, teniendo en cuenta lo anterior, se estima un potencial global de cogeneración en el sector metal-mecánico andaluz, de 34 plantas de cogeneración y de 33 MW de potencia. Más del 99% corresponde a plantas que incorporarían motores alternativos a gas natural (sólo algún caso de alguna microturbina a gas).

#### Potencial de cogeneración del subsector metal-mecánico

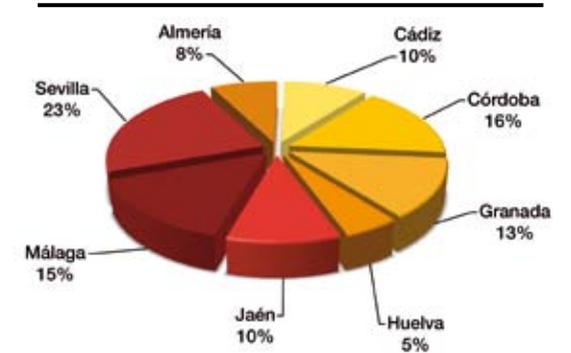
Subsector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	MW	MW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Metal-mecánico	34	33,0	1,0	89,4%	10,6%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

## 4.3 Potencial de cogeneración en el subsector agroalimentario

Según datos del Instituto de Estadística de Andalucía (IEA), a finales de 2008 en Andalucía existían 41.336 industrias, situándose, según el gráfico adjunto, el mayor número de ellas en la provincia de Sevilla, con un 23% del total, seguida de las provincias de Córdoba (16%) y Málaga (15%).

Total de industrias en Andalucía (2008)



De ellas, unas 5.000 pertenecían a actividad agroalimentaria: la tabla siguiente ilustra la distribución de las industrias agroalimentarias por tipos de actividad y por provincias.

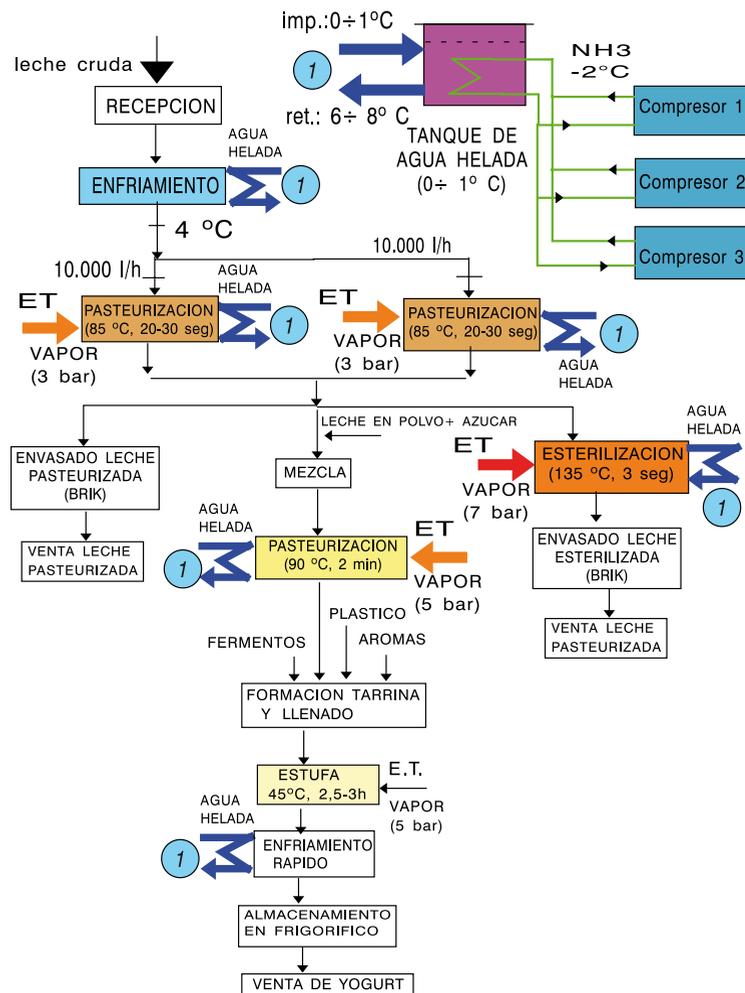
Resumen del Registro de Industrias Agroalimentarias (GRIA) a finales de 2009

Sectores	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	Total
Aceites y grasas vegetales	31	17	242	128	18	353	84	149	1.022
Acuícolas, marisqueras y pesqueras	6	81	6	10	37	8	29	36	213
Aderezos y relleno	6	5	36	8	4	10	40	199	308
Aprovechamiento de fibras textiles	0	0	5	0	0	0	0	16	21
Azúcar, mieles y ceras	1	6	4	7	2	4	3	7	34
Cárnicas y pecuarias	77	37	114	147	113	105	113	115	821
Centrales hortofrutícolas y centros de manipulación de flores y plantas ornamentales	177	51	58	119	118	27	76	98	724
Enológicas, alcoholes y bebidas alcohólicas	23	210	111	58	44	14	53	44	557
Forestales	3	2	3	4	7	5	5	9	38
Lácteas	14	10	20	13	5	11	25	44	142
Manipulación y conservación	14	14	106	35	5	86	14	18	292
Molinería, harinas y derivados, troceados y descascarados	13	11	20	23	14	19	35	62	197
Otras industrias agroalimentarias que puedan considerarse como tal, en función de la propia actividad de la empresa	1	13	14	6	26	19	30	64	173
Pienso, granos y semillas	14	76	44	44	45	16	28	101	368
Servicios Técnicos	0	0	0	3	2	0	1	0	6
Sin división asignada	0	2	0	3	10	0	0	3	18
Zumos de frutas y hortalizas, y otras bebidas de carácter agroalimentario	8	2	8	13	10	4	10	21	76
	388	537	791	621	460	681	546	986	5.010

Cabe destacar la gran extensión y diversidad del subsector agroalimentario que engloba a industrias cárnicas, conserveras, hortofrutícolas, cerveceras, lácteas, almazaras, extractoras y refinerías, panaderías industriales, de fabricación de piensos, de elaboración de bebidas, etc.

De las 84 plantas de cogeneración autorizadas actualmente en Andalucía, 14 de ellas (el 16,7% respecto de la totalidad) están instaladas en industrias pertenecientes al subsector agroalimentario, con una potencia global de 139,7 MW (el 15% de la potencia total instalada). En estas cifras, no se han tenido en cuenta las 14 plantas de cogeneración destinadas al secado de orujo de dos fases procesados en las extractoras.

#### Diagrama del proceso de Industria Láctea



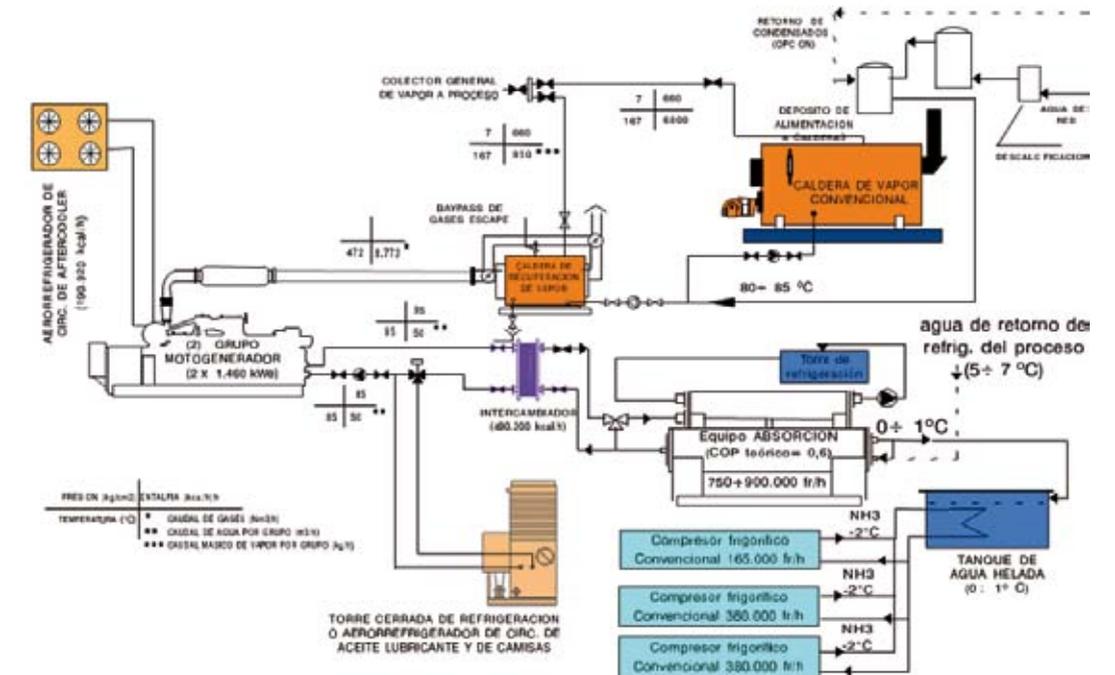
La demanda térmica de proceso que se podría satisfacer mediante un sistema de cogeneración, sería, en cada caso:

- Producción de vapor para proceso.
- Calentamiento de autoclaves.
- Producción de agua caliente.
- Producción de frío mediante equipo de absorción.
- Secado de productos y subproductos.

A modo de ejemplo se adjunta el esquema de principio de una industria láctea (en página anterior), cuya demanda térmica es en forma de vapor de media presión y frío (equipos de enfriamiento de amoníaco que a su vez mantienen frío un tanque de agua helada a 0- 1°C).

Estas demandas se pueden satisfacer con una planta de cogeneración o de trigeneración a base de motores alternativos a gas, según ilustra el esquema adjunto y también mediante turbinas de gas de potencia media/baja.

#### Esquema de principio de una instalación de cogeneración en industria láctea



Los estudios de viabilidad de cogeneración realizados en varios centros dedicados a este tipo de actividad, ponen de manifiesto el siguiente potencial:

Para centros con procesos productivos con elevadas demandas de vapor (más de 10.000 kg/h) y de frío (más de 1.000.000 frig/h) y de secaderos, la potencia de cogeneración es variable en función de la producción situándose entre 3 y 25 MW.

Para centros con procesos productivos con importantes demandas de vapor (más de 5.000 kg/h) y de frío (más de 500.000 frig/h), la potencia de trigeneración se sitúa entre 1 y 3 MW.

Para centros con apreciables demandas de vapor (más de 2.000 kg/h) y de frío (más de 200.000 frig/h), la potencia media de cogeneración es inferior a 1 MW.

Así pues, teniendo en cuenta lo anterior, se estima un potencial global en este sector de 124,5 MW, repartido en 46 plantas de cogeneración o trigeneración. Más del 60% de esta potencia corresponde a plantas que incorporarían motores alternativos a gas natural y el resto a turbinas de gas. En centros de bajos consumos de energía, la opción a plantear sería la microcogeneración.

#### Potencial de cogeneración del subsector Agroalimentario

Subsector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	MW	MW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Agroalimentario	46	124,5	2,7	50%	50%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

En Andalucía hay una relevante potencia de cogeneración localizada en los sectores químico, petroquímico y de refinación de petróleo. Así, de las 84 plantas de cogeneración autorizadas actualmente en Andalucía, 10 de ellas (11,9% del total) están instaladas en industrias pertenecientes a estos subsectores, con una potencia global de 275,2 MW, lo que representa el 29,7% de la potencia total instalada en Andalucía.

Se trata, por tanto, de instalaciones de elevada potencia unitaria, de aproximadamente 27,5 MW, que en general incluyen turbina de gas, tanto en ciclo simple como en ciclo combinado, y, en algún caso, una turbina de vapor al tratarse de instalaciones que aprovechan calores residuales para la producción de electricidad.

De los proyectos en estudio, se deduce un potencial de 4 plantas de turbina de gas, la mitad de ellas en ciclo simple y la otra mitad en ciclo combinado, con una potencia global de 170 MW.



Plantas de cogeneración de turbina de gas en ciclo combinado en refinerías de petróleo.

#### Potencial de cogeneración en el subsector de las industrias Químicas y Petroquímicas

Subsector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	MW	MW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Químico, petroquímico y refinerías de petróleo	4	169,5	42,4	0%	100%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

### 4.5 Potencial de cogeneración en el subsector de producción de biocarburantes

El de los biocombustibles es una rama de actividad emergente en Andalucía; a la vista del importante número de proyectos que se están desarrollando (21 de biodiesel y 1 de bioetanol), en pocos años será un sector industrial muy importante por sus elevados consumos energéticos. De ahí la importancia de favorecer el desarrollo de la cogeneración en este sector.

#### Proyectos de producción de biodiesel en 2009

BIODIESEL (2009)	Nº de plantas
En funcionamiento	7
En construcción	5
En promoción (en tramitación)	3
En estudio	6
TOTAL	21

Una vez entren en funcionamiento todas estas plantas, la producción global prevista de biodiésel es de más de 2.600.000 t/año, o en su equivalente de energía primaria igual a 2.340.000 tep/año.

Actualmente, hay siete plantas en funcionamiento y cinco en construcción, todas ellas de biodiésel, dos de cuales están ya en sus últimas fases para su puesta en marcha.

Su capacidad de producción conjunta es de 950.000 t/año (855.000 tep/año), suponiendo un régimen de trabajo de tres turnos diarios. Sin embargo, en estos momentos, pocas funcionan a pleno rendimiento, siendo la tónica más general una baja utilización de su capacidad, en torno al 20%.

Desde el punto de vista del uso y aplicación de la energía, el modelo de demanda energética de una planta de producción de biocombustibles es similar al de una refinería de aceite vegetal.

Es decir, se caracteriza por consumir vapor a diferentes presiones. Además existe un consumo de vapor en el reactor de transesterificación (a unos 50 °C), aunque es de menor importancia que el del proceso de refinación del aceite procesado.

El consumo energético representa, aproximadamente, entre el dos y el cinco por ciento del coste total de producción de los biocombustibles.

El régimen de funcionamiento de las plantas se presupone continuo, siendo su demanda energética más o menos uniforme a lo largo del año, pudiendo éste estar influenciado por la materia prima, por el tipo de proceso, etc.

No obstante, la realidad es que muchas de ellas no están funcionando en continuo, por lo que su demanda energética será también claramente dependiente de estas variables.

Aún así, una instalación de cogeneración de una planta de biocombustible deberá estar diseñada para un funcionamiento en continuo, unas 8.000 h/año, de forma que satisfaga la demanda de energía térmica del proceso de fabricación de biocombustible.

Las instalaciones térmicas de una planta de biodiésel son:

- Caldera/s de vapor.
- Caldera/s de aceite térmico.

Al tratarse de un sector emergente, actualmente ninguna planta de biocombustibles andaluza tiene instalado un sistema de cogeneración; sin embargo, la mayor parte de las plantas de biodiésel que están en funcionamiento están desarrollando proyectos de cogeneración bastante maduros.

Para estimar el potencial de cogeneración se ha tenido en cuenta el conocimiento de los proyectos de cogeneración que tienen las plantas de biodiésel actualmente en funcionamiento y las que están en construcción o en promoción. De todo ello se deduce lo siguiente:

Para plantas con una producción del orden de 20.000 t/año, la potencia media de cogeneración es cercana a 1 MW, resultando un ratio medio de 0,020 kW/t biodiésel.

Para plantas con una producción del orden de 40.000 t/año, la potencia media de cogeneración es cercana a 1,5 MW, resultando un ratio medio de 0,038 kW/t biodiésel.

Para plantas con una producción del orden de 100.000 t/año, la potencia media de cogeneración es cercana a 5 MW, resultando un ratio medio de 0,050 kWe/t biodiésel.

Para plantas con una producción del orden de 200.000 t/año, la potencia media de cogeneración es cercana a 15 MW, resultando un ratio medio de 0,075 kW/t biodiésel.

Para plantas con una producción del orden de 300.000 t/año, la potencia media de cogeneración es cercana a 25 MW, resultando un ratio medio de 0,080 kW/t biodiésel.

Así pues, el sector del biodiésel andaluz, resulta tener un potencial global de 88 MW de cogeneración. Un 57% de estas plantas, que representan un 38% de la potencia global, incorporarían motores a gas. El resto usarían turbinas a gas en ciclo simple. Algunos de los proyectos pueden incorporar un equipo de absorción.

#### Potencial de cogeneración del sector de Biocarburantes

Sector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	MW	MW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Biocarburantes	7	88,0	12,6	38%	62%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

## 4.6 Potencial de cogeneración en el subsector de los cultivos bajo plástico

La distribución geográfica de la superficie cubierta con invernadero se concentra fundamentalmente en cuatro comunidades autónomas que, por orden de importancia, son: Andalucía, Murcia, Canarias y La Comunidad Valenciana.

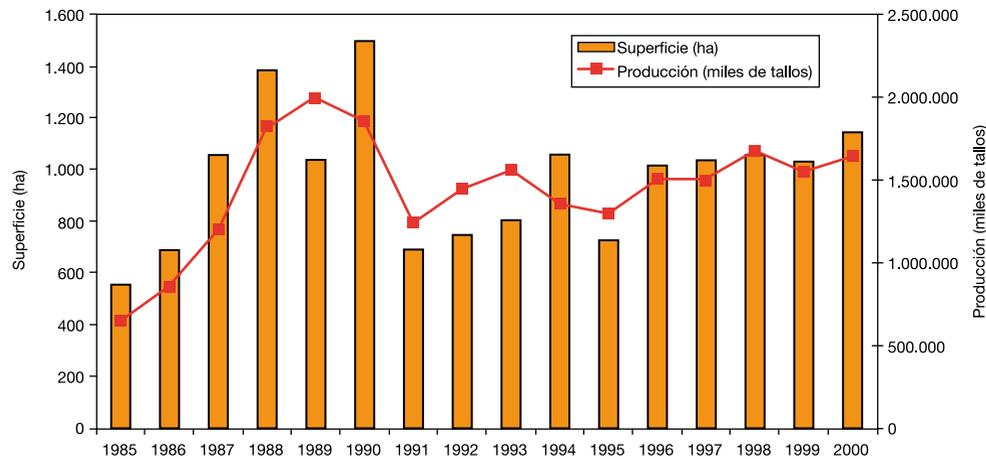
Los invernaderos susceptibles de incorporar una instalación de cogeneración son los semilleros, de hortalizas, de flor cortada y de algas marinas.



Distribución de la superficie de invernaderos.

Almería es la mayor productora de hortalizas bajo plástico debido principalmente a las horas de sol disponible y a la temperatura media anual. La superficie cultivada en invernadero en Almería se ha estabilizado en torno a las 30.000 ha. Hay una tendencia creciente hacia los cultivos de ciclo largo, provocando una reducción del índice de cultivo<sup>5</sup> de 1,66 en la campaña 1999/2000, a 1,46 en la campaña 2001/2002.

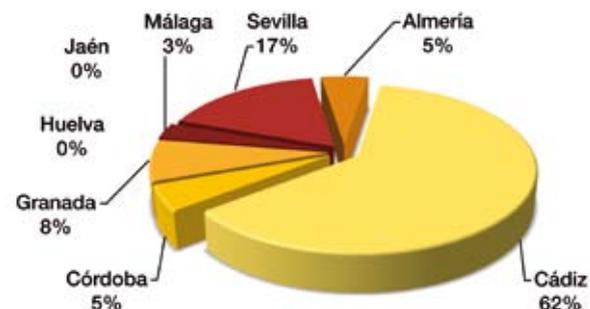
Otro tipo de invernaderos están destinados a la producción de flor cortada. En Andalucía, su extensión se ha mantenido prácticamente constante desde 1.994, entre 1.000 y 1.100 hectáreas.



Evolución de la superficie y de la producción de flor cortada en Andalucía.  
\* Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

Sin embargo, se ha constatado que un importante descenso de la superficie de flor cortada en Andalucía, como lo demuestran los datos publicados en el boletín de noviembre-diciembre de 2009 realizado por el Servicio de Estudios y Estadísticas de la Secretaría General del Medio Rural y de la Producción Ecológica de la Consejería de Agricultura y Pesca: cifra en 474 ha las dedicadas a flor cortada, con la siguiente distribución provincial:

Distribución de superficie de flor cortada en Andalucía (2009)



<sup>5</sup> Número de cosechas por campaña.

Esta bajada tan importante en la superficie cultivada se ha debido al abandono de la actividad por parte de muchos agricultores, habiendo permanecido aquellos que han acometido fuertes inversiones en sus explotaciones para hacerlas más especializadas y competitivas.

En la actualidad, se experimenta con los cultivos de algas, llamados fotobiorreactores, para la producción de biodiésel a partir del aceite obtenido de éstas; también de estas algas se pueden obtener biomasa para uso térmico. Actualmente, en España existen instalaciones de este tipo en Alicante y en la Bahía de Cádiz.

#### Aspectos energéticos.

La energía representa entre el 5 y el 10% del coste global de producción de un invernadero. Este valor está muy influido por las características climáticas de la zona donde se ubique el invernadero, el tamaño del mismo, el tipo de instalación con la que cuente y el tipo de combustible que utilice.

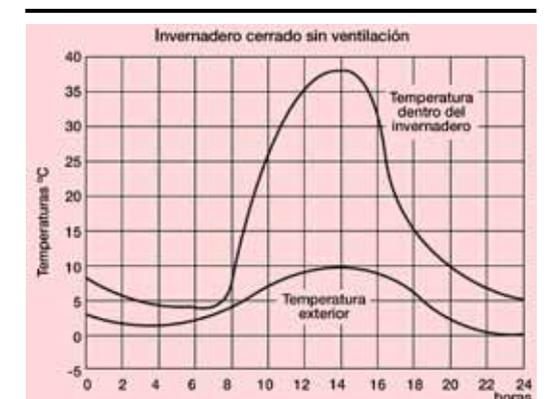
Las instalaciones energéticas de un invernadero son:

- Motores para las ventanas.
- Motores para las pantallas térmicas.
- Programadores para el control climático.
- Calefactores de aire. Quemadores.
- Sistema de riego.
- Sistema de hidroponía. Calderas de agua caliente y redes de tuberías radiculares.
- Sistemas de humidificación: fog, cooling.
- Iluminación del invernadero y de sus instalaciones.
- Posibilidad de aplicación de CO<sub>2</sub>.



Vista de un generador de aire caliente para calefacción de un invernadero.

Variación de las temperaturas a lo largo del día, en un invernadero cerrado sin ventilación



La instalación de cogeneración en invernaderos es una opción que permite resolver tanto algunas de las necesidades energéticas del mismo, como el suministro extra de CO<sub>2</sub> para un mejor crecimiento de las plantas.

Como se deduce del gráfico adjunto, la demanda de calor no es uniforme a lo largo del día, sino que representa un valor máximo en las horas nocturnas y un valor bajo o nulo para las horas centrales del día.

Debido a este hecho, una instalación de cogeneración en un invernadero se puede explotar aproximadamente entre 10 y 12 h/día en invierno. En verano no necesita calefacción y, por tanto, no se podría explotar apenas, aunque la demanda de CO<sub>2</sub> siga existiendo.

Este hecho es un inconveniente a la hora de determinar la rentabilidad de la instalación. Por ello, se instalan sistemas de acumulación de calor durante el día para ser usado por la noche.

En el caso de una instalación de cogeneración, el calor proveniente del motor, que se puede recuperar de los gases de escape y de los circuitos de refrigeración, se destinaría a la producción de agua caliente para calefacción, de modo que cubra las necesidades térmicas del invernadero durante los meses fríos.



Sistema de acumulación de agua caliente.

Los gases de escape, tras recuperar su calor en un intercambiador de calor para calentar agua, se filtrarían y tratarían para enriquecerlos en el CO<sub>2</sub> que demanda el cultivo, y a continuación se inyectarían en el invernadero. De esta forma, se eliminaría cualquier emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.



Motor de cogeneración a gas en invernadero.



Conductos de escape de motor de cogeneración.

A partir de los estudios realizados en este tipo de instalaciones se establecen los siguientes ratios óptimos de gama de potencia máxima de cogeneración por hectárea de cultivo:

- 1 MW para una explotación de 3,5 ha de cultivo de flor cortada.
- 1 MW para una explotación de 3 ha de cultivo de hortalizas.
- 3 MW para una explotación de 2 ha de cultivo de algas marinas.

Con todo lo anterior se ha estimado que el potencial de cogeneración en este sector alcanza los 37 MW correspondientes a 18 plantas.

#### Potencial de cogeneración del sector Invernaderos

Sector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	MW	MW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Invernaderos	18	37,0	2,1	99%	1%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

El uso de la microcogeneración es una opción para pequeñas explotaciones de invernaderos, de menos de 0,3 ha. El porcentaje de microturbinas de gas es del orden del 17% en cuanto al número de plantas y del 1% respecto a la potencia global.

## 4.7 Potencial de cogeneración en el sector hospitalario

En la actualidad, el sector hospitalario andaluz comprende 104 centros, de los que un 39% son públicos, pertenecientes a la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía.

En conjunto hay instaladas un total de 22.505 camas (un 72% en hospitales públicos), lo que implica la existencia de 27,9 camas por cada 10.000 habitantes.

#### Centros hospitalarios de Andalucía

	Total Nº Hospitales	Nº Hospitales Públicos	Nº Hospitales Privados	Total Camas	Nº Camas Hosp. Públicos	Nº Camas Hosp. Privados
ALMERÍA	7	3	4	1.518	1.278	240
CÁDIZ	16	5	11	3.864	2.437	1.427
CÓRDOBA	9	5	4	2.151	1.773	378
GRANADA	8	5	3	2.400	2.043	357
HUELVA	6	3	3	1.234	1.004	230
JAÉN	7	6	1	1.438	1.413	25
MÁLAGA	30	6	24	4.814	2.614	2.200
SEVILLA	21	8	13	5.086	3.675	1.411
TOTAL	104	41	63	22.505	16.237	6.268

Fuente: Elaboración propia a partir de consultas en la web del Servicio Andaluz de Salud y del INE

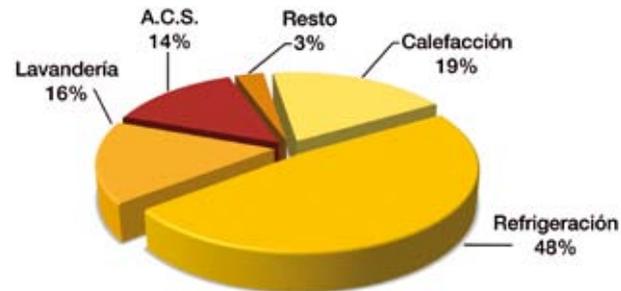
En relación al consumo energético del sector hospitalario andaluz, éste representa, aproximadamente, entre el 4 y el 7 por ciento del coste global de gestión, estando este porcentaje muy influido por factores de diversa índole como son la tipología del hospital, la climatología, su antigüedad, tamaño, etc.

Las instalaciones energéticas de un hospital son:

- Subsistema de agua caliente sanitaria (ACS).
- Subsistema de calefacción.
- Subsistema de refrigeración.
- Subsistema de iluminación.
- Equipos de cocina.
- Equipos de lavandería.
- Equipos varios (ascensores, equipamiento médico, equipos en habitaciones, etc.)

El desglose de consumo en los diferentes usos es el que se muestra a continuación:

Desglose del consumo de energía final en hospitales



Por tipo de energía final, y teniendo en cuenta tanto los hospitales públicos como los privados, el consumo medio hospitalario por cama y año es del orden de:

- Combustible: 12.548 kWh/ cama. año
- Electricidad: 10.700 kWh/ cama. año

Dependiendo del número de camas de los hospitales, se tienen los siguientes ratios de consumos medios:

Consumo medio según el número de camas de los hospitales

kWh/ cama. Año	Hasta 199 Camas	200 – 499 Camas	500 o más Camas	Consumo medio
Combustible	17.000	14.000	11.000	12.548
Electricidad	19.000	12.500	10.000	10.700
TOTAL	36.000	26.500	21.000	23.248

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudios y Auditorías realizadas.

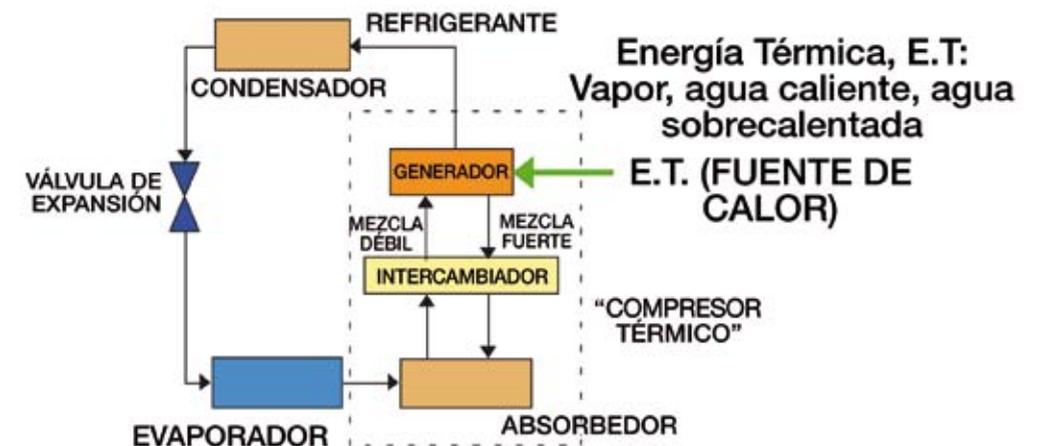
El consumo de energía final del sector público hospitalario andaluz se cifra en 45.000 tep, con un coste de abastecimiento energético de 44 M€, lo que representa un gasto unitario de 2.710 €/cama año.

Desde el punto de vista del uso y aplicación de la energía, el modelo de demanda energética de un hospital es semejante al de otros centros de consumo energético como hoteles, oficinas, centros comerciales, etc. Este modelo de consumo, se caracteriza por presentar puntas de demanda de calefacción y refrigeración no coincidentes, que tienen lugar en periodos del año opuestos. La demanda de agua caliente sanitaria, en cambio, puede ser considerada uniforme a lo largo del año.

Por otro lado, la demanda energética no es continua a lo largo del día, sino que presenta un valor medio/alto para las horas centrales del día, y un valor menor, a veces casi nulo, en las horas nocturnas. Este último rasgo es más acusado en el caso de la demanda de agua caliente sanitaria.

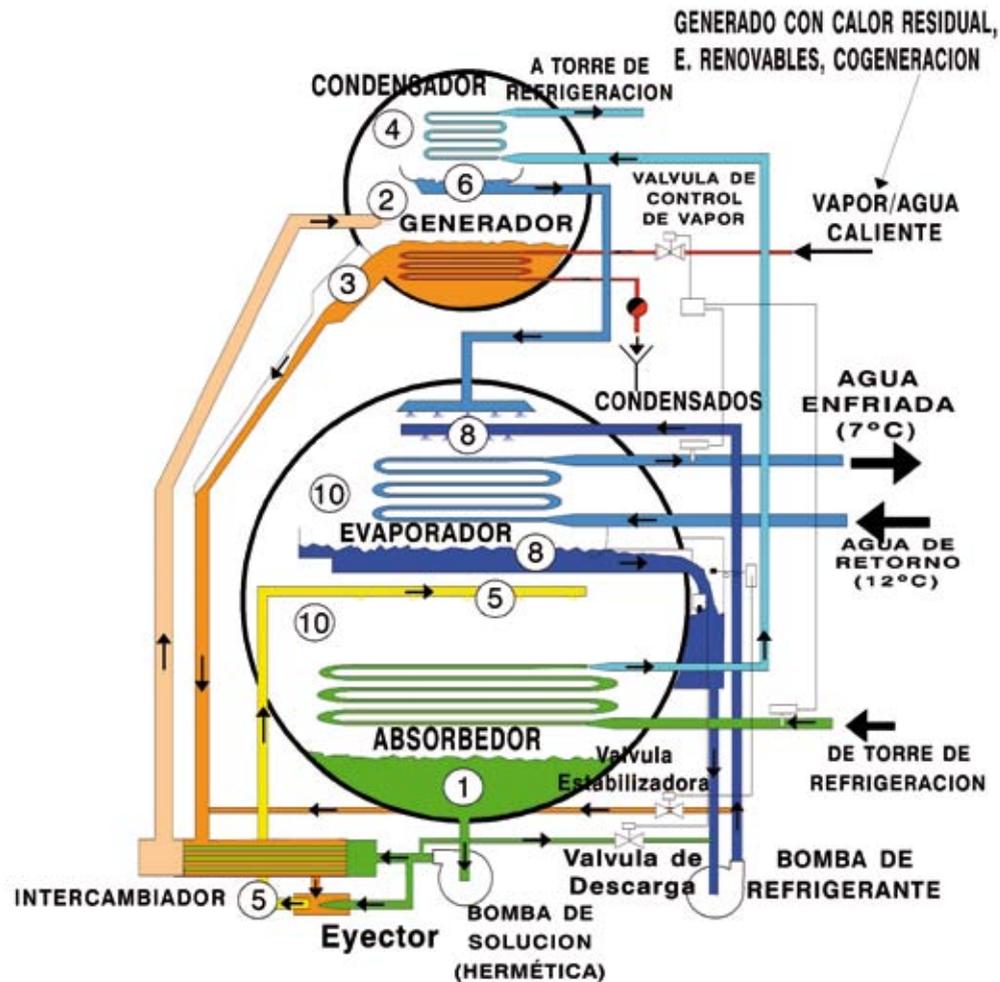
Por ello, la explotación recomendable de una instalación de cogeneración en un centro hospitalario es de unas 12- 16 h/día en épocas intermedias, y entre 18 y 24 h/día en período de pleno invierno o de pleno verano. La cogeneración puede incorporar un equipo de absorción (trigeneración) para compensar que en época calurosa la demanda térmica de calor es baja pero es importante la demanda media de refrigeración: el equipo de absorción puede satisfacer parte de la demanda de refrigeración, utilizando el calor disponible de la cogeneración (internamente incorpora un compresor térmico del refrigerante que sigue un ciclo de Carnot equivalente). Ver gráficos adjuntos.

Esquema de funcionamiento de Equipo de Absorción

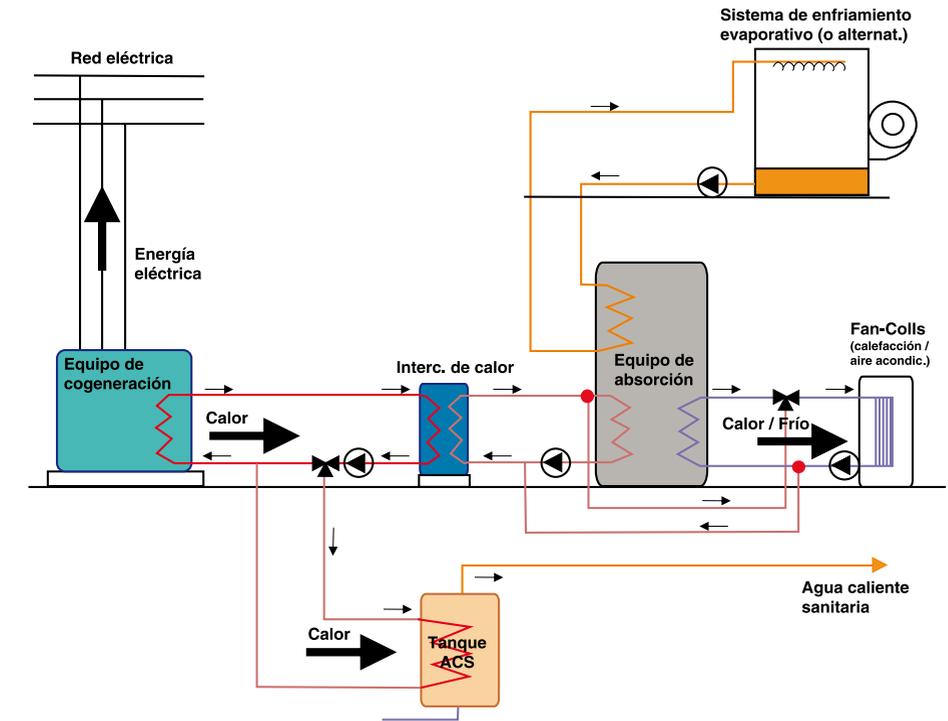


Una instalación tipo en este sector incluye motores alternativos a gas natural con aprovechamiento de calor en serie de los circuitos de refrigeración y de los gases de escape, mediante un circuito secundario de agua caliente, que conectándolo con los colectores de impulsión y retorno de agua caliente de las calderas convencionales, permite satisfacer la demanda base de calefacción y de agua caliente sanitaria; además incorpora el mencionado equipo de absorción que conectándolo con los colectores de impulsión y retorno de los equipos convencionales de producción de frío, permite satisfacer la demanda base de refrigeración.

Equipo de Absorción de simple etapa



Esquema de principio de instalación de trigeneración con motor a gas



En relación al actual parque de cogeneración en el sector hospitalario, de las 84 plantas de cogeneración autorizadas actualmente en Andalucía, sólo 5 de ellas, aproximadamente el 6%, están instaladas en hospitales, todos ellos públicos:

Plantas de cogeneración en hospitales públicos

	Camas núm.	Pot. Cogen kW	Ratio Pot cogen/cama kW/cama
Carlos Haya (Málaga)	734	1.380	1,9
Virgen de la Victoria (Málaga)	710	1.260	1,8
Reina Sofía (Córdoba)	1.319	2.048	1,6
Virgen de las Nieves (Granada)	420	1.600	3,8
Materno-Civil (Málaga)	325	1.360	4,2

Estos cinco hospitales, cuentan con una potencia de cogeneración de 7,6 MW, lo que viene a representar algo menos del 1% de la potencia de cogeneración total instalada en Andalucía.

Como podemos ver en el cuadro anterior, dada la potencia de estas plantas, algunas de las cuales poseen una antigüedad próxima a los 10 años, el ratio potencia instalada por cama hospitalaria se encuentra comprendido entre 1,6 y 4,2 kW/cama.

#### Estimación del potencial de cogeneración.

Los estudios de viabilidad de cogeneración, realizados en diversos hospitales públicos y privados por la Agencia Andaluza de la Energía, ponen de manifiesto lo siguiente:

Para hospitales con menos de 200 camas, la potencia media de cogeneración es cercana a 500 kW, resultando un ratio medio de unos 5 kW por cama.

Para hospitales de entre 200 y 500 camas, la potencia media de cogeneración es cercana a 990 kW, resultando un ratio medio de unos 3,5 kW por cama.

Para hospitales con más de 500 camas, la potencia media de cogeneración es cercana a 2.000 kW, resultando un ratio medio de unos 2,5 kW por cama.

Así pues, el potencial global para el sector hospitalario andaluz es de 35 MW, que se corresponden con unas 47 plantas de cogeneración.

#### Potencial de cogeneración del sector hospitalario

Sector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	MW	MW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Hospitalario	47	35,0	0,7	97,1%	2,9%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

La microcogeneración es una opción para clínicas y hospitales de pequeño tamaño, centros de especialidades, hospitales de alta resolución, etc.

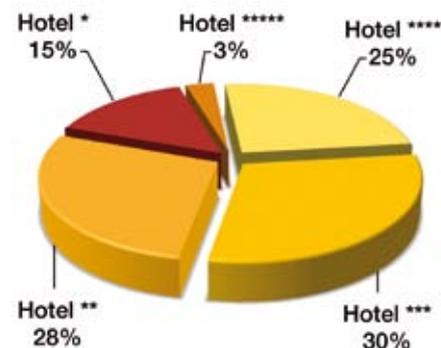
## 4.8 Potencial de cogeneración en el sector hotelero

El sector hotelero andaluz cuenta con 2.624 establecimientos, 1.341 de los cuales poseen categoría comprendida entre una y cinco estrellas (aproximadamente el 51%), estando el resto calificado como de inferior categoría.

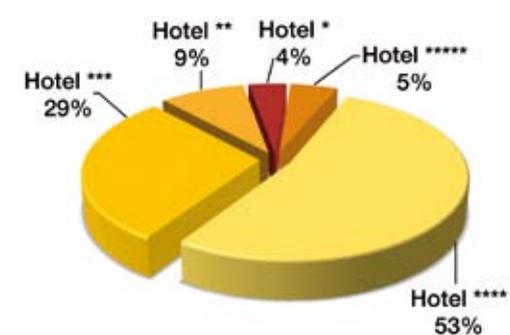
La mayor parte de los hoteles andaluces se localizan en las provincias de Málaga, Cádiz y Granada, reuniendo estas provincias el 60% de los hoteles y el 56% de los establecimientos de inferior categoría.

Las categorías de dos, tres y cuatro estrellas, son las que reúnen el mayor número de establecimientos, representando el 83 % del total. Sin embargo, las categorías que presentan mayor número de plazas hoteleras, son las de tres y cuatro estrellas, que representan el 82 % del total de plazas.

#### Distribución de hoteles por categoría



#### Distribución de plazas hoteleras por categoría



\*Datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística (2006).

#### Caracterización energética del sector hotelero andaluz.

El consumo de energía representa, aproximadamente, entre el 3 y el 6 por ciento del coste global de explotación de un establecimiento hotelero, estando estos porcentajes muy influidos por factores de diversa índole como son la categoría del establecimiento, la climatología, su antigüedad y tamaño, etc.

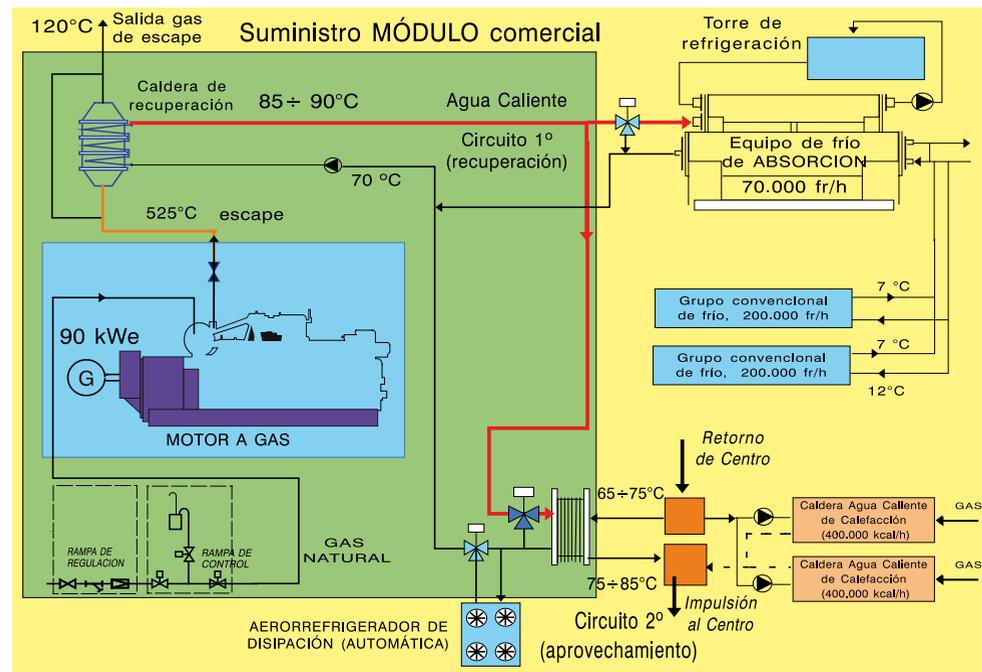
Las instalaciones energéticas de un hotel son:

- Subsistema de agua caliente sanitaria.
- Subsistema de calefacción.
- Subsistema de refrigeración.
- Subsistema de iluminación.
- Equipos de cocina.
- Equipos de lavandería (no es muy usual).
- Equipos varios: ascensores, equipamiento médico, equipos en habitaciones, etc.

Si bien puede haber variaciones según el tipo de hotel, su uso y su ubicación, en general, desde el punto de vista del consumo y aplicación de la energía, el modelo de demanda energética de un hotel se caracteriza por presentar puntas de demanda de calefacción y refrigeración no coincidentes y que tienen lugar en periodos del año opuestos. La demanda de agua caliente sanitaria, en cambio, puede ser más uniforme a lo largo de todo el año, o al menos en los meses en los que está abierto al público.

En cualquier caso la demanda energética no es continua a lo largo del día, sino que representa un valor medio/alto para las horas centrales del día, y un valor bastante menor, y a veces casi nulo, en las horas nocturnas. Este comportamiento es más acusado para el caso de la demanda de agua caliente sanitaria.

Esquema de principio tipo de una instalación de microcogeneración de motor a gas en un centro hotelero con instalaciones centralizadas de calefacción, refrigeración y A.C.S.



Por ello, una instalación de cogeneración en un centro hotelero se puede explotar unas 12-16 h/día en épocas intermedias, y entre 18 y 24 h/día en período de pleno invierno o de pleno verano. La cogeneración debe incorporar un equipo de absorción (trigeneración) dado que, en la época calurosa, la demanda térmica de calor es baja, mientras que es importante la demanda media de frío. El equipo de absorción puede satisfacer parte de la demanda de refrigeración, utilizando el calor disponible de la cogeneración (internamente incorpora un compresor térmico del refrigerante que sigue un ciclo de Carnot equivalente).

#### Estimación del potencial de cogeneración.

Los estudios de viabilidad de cogeneración realizados en diversos hoteles, ponen de manifiesto lo siguiente:

Para hoteles de elevada categoría con más de 600 habitaciones, la potencia óptima de cogeneración es cercana a 1.500 kW, resultando un ratio medio de unos 2,4 - 2,7 kW por habitación.

Para hoteles de elevada categoría de entre 400 y 600 habitaciones, la potencia óptima de cogeneración es cercana a 990 kW, resultando un ratio medio de unos 2,2 - 2,4 kW por habitación.

Para hoteles de elevada categoría de entre 200 y 400 habitaciones, la potencia óptima de cogeneración es del orden de 490 kW para hoteles de costa, y del orden de 750 kW para hoteles del interior, resultando un ratio medio de unos 1,8 - 2,1 kW por habitación.

Para hoteles de entre 100 y 200 habitaciones, la potencia óptima de cogeneración es del orden de 200 kW, resultando un ratio medio de unos 1,0 - 1,3 kW por habitación.

Para hoteles de entre 50 y 100 habitaciones, la potencia óptima de cogeneración es del orden de 90 kW (motor o microturbina dentro de un contenedor, interconectado en baja tensión), resultando un ratio medio de unos 0,7 - 0,9 kW por habitación.

Para hoteles de menos de 50 habitaciones, la potencia óptima de cogeneración es de unos 50 kW (motor o microturbina dentro de un contenedor, interconectado en baja tensión), resultando un ratio medio de unos 0,5 - 0,7 kW por habitación.

De las estimaciones anteriores se deduce un potencial global, en el sector hotelero andaluz, de 56 plantas y una potencia correspondiente de 14 MW. Un 40% de las plantas (un 86% de la potencia global) incorporarían motores a gas y un equipo de absorción; el resto serían microturbinas a gas y equipos de absorción.

#### Potencial de cogeneración del sector hotelero

Sector	Plantas Cogen Nº	Potencia Cogen MW	Potencia media MW/planta	Tipo de sistema de cogeneración	
				(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Hotelero	56	14,0	0,3	86,0%	14,0%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

La microcogeneración es una opción para establecimientos de inferior categoría y para hoteles rurales.

## 4.9 Potencial de cogeneración en el sector de polideportivos y piscinas climatizadas

En Andalucía es cada vez más importante la oferta de centros polideportivos, tanto públicos como privados.

Desde el punto de vista del consumo energético, uno de los servicios que estos centros ofrecen, y que mayor relevancia tiene, son las piscinas climatizadas.

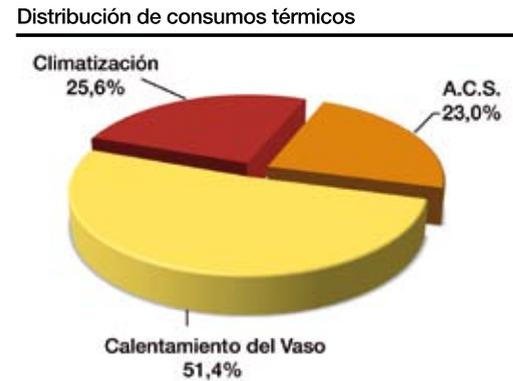
En la actualidad, se han inventariado 110 centros de este tipo, con la siguiente distribución por provincias:

#### Centros por provincias en Andalucía

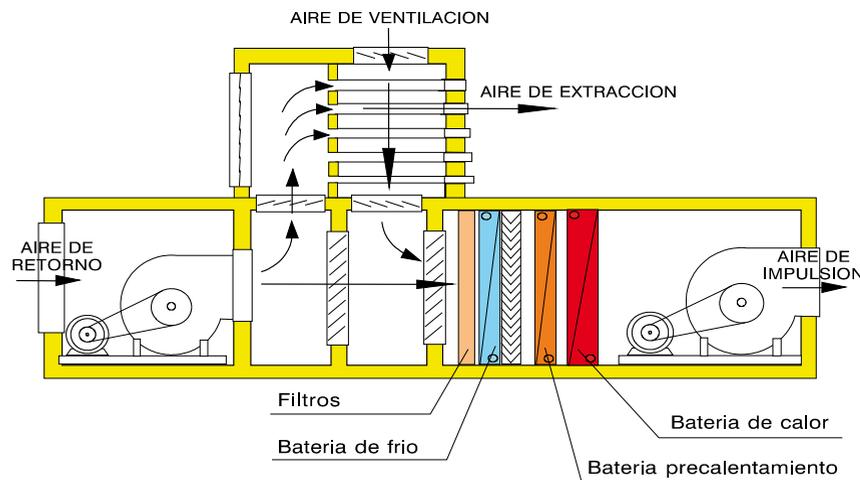
Provincia	Núm. Centros
Almería	10
Cádiz	7
Córdoba	25
Granada	25
Huelva	9
Jaén	71
Málaga	18
Sevilla	30
TOTAL	195

Un polideportivo con piscina climatizada demanda energía térmica para su climatización, para la preparación del agua caliente sanitaria (A.C.S.) y para el calentamiento del agua del vaso de la piscina.

Además, debe sumarse la correspondiente demanda eléctrica necesaria para el accionamiento de las bombas, los ventiladores y demás elementos, e, incluso, en el caso de las instalaciones dotadas de equipos para deshumectación, de la energía eléctrica necesaria para el accionamiento de los equipos de frío.



Unidad de Tratamiento de Aire (U.T.A.) para climatización



### Instalaciones energéticas de un centro deportivo

El suministro de energía térmica a las instalaciones de estos centros, se realiza a partir de un circuito de agua caliente al que se transfiere la energía térmica de un combustible.

Esta transformación se realiza en una o dos calderas de agua caliente, de igual o distinta potencia, instaladas en paralelo. Los combustibles generalmente utilizados en ésta son gasóleo, GLP o gas natural, produciéndose en los generadores agua caliente entre 70 y 80 °C.

Estas instalaciones se conectan a través de una red de tuberías en las que se diferencian: un circuito primario que parte del colector de retorno hacia los generadores y de estos al

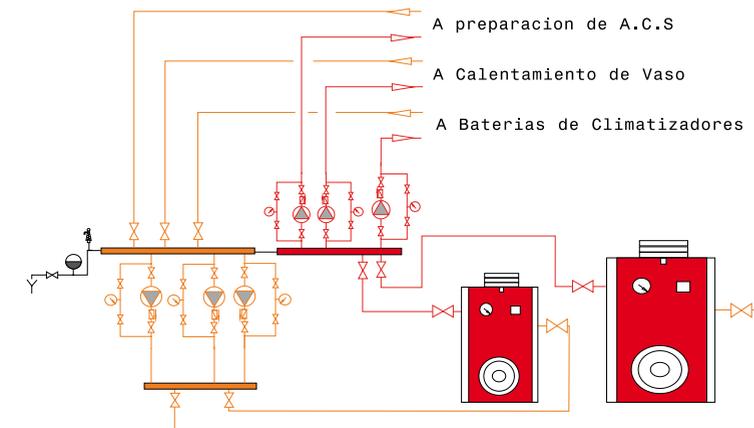
colector de impulsión, y varios circuitos secundarios que parten del colector de impulsión a los diversos equipos y de estos al colector de retorno.

Debe de hacerse constar que, en la disposición del circuito primario, y a criterio del proyectista, pueden variar la disposición de las bombas cuando existe más de un generador:

Puede diseñarse **con bombas específicas para cada generador**, en cuyo caso, desde el colector de retorno parte una línea a cada generador, con su sistema de bombas independiente para cada generador (es lo más eficiente en el caso de que los generadores sean de diferente potencia y su funcionamiento sea según la demanda, funcionando uno u otro, o varios, pues un sencillo control que actúe sobre las bombas puede evitar la circulación de agua por cualquiera de los generadores, dejándolo totalmente fuera de servicio, disminuyendo así el nivel de pérdidas).

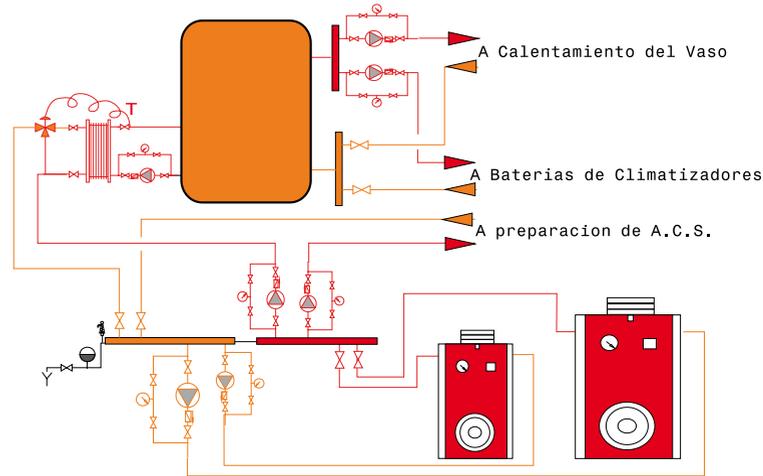
**Formando un conjunto**, donde las bombas toman el agua del colector de retorno e impulsan a un colector común del que parten las líneas a cada generador (este diseño puede ser más adecuado cuando los generadores son iguales y uno es reserva del otro); para reducir el nivel de pérdidas con este diseño, es necesario actuar manualmente sobre las válvulas de corte de cada generador, o instalar válvulas motorizadas con un control que a la vez que para las bombas, cierre las válvulas de corte.

Esquema de circuito primario con bombas compartidas o comunes



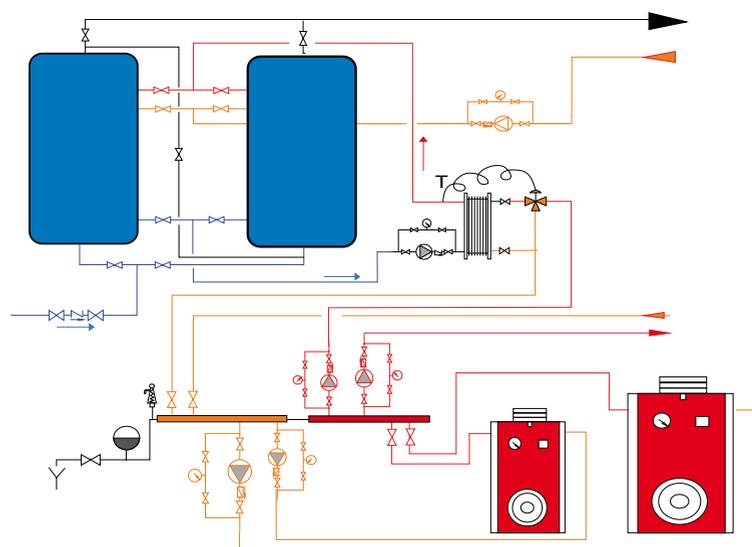
Respecto a los circuitos secundarios, habitualmente parten, como se ha indicado, del colector de impulsión hacia los distintos equipos consumidores. No obstante, existen instalaciones, como la representada en el siguiente esquema, donde hay un circuito intermedio, en el que se dispone un intercambiador y un tanque de inercia, del que aspiran las bombas del circuito secundario que envían el agua a los equipos consumidores.

Esquema de circuito primario con bombas compartidas o comunes y circuito secundario intermedio con un intercambiador y un tanque de inercia



El sistema de producción y almacenamiento de A.C.S. suele variar en función del criterio utilizado por el proyectista, aunque, frecuentemente, responde a esquemas en los que la acumulación se realiza en dos depósitos de igual capacidad que pueden colocarse en serie o paralelo, disponiendo para su calentamiento de un intercambiador de placas externo, que permite la transferencia de calor del circuito primario de las calderas al sistema.

Esquema circuito primario con bombas independientes. Preparación de ACS con 2 depósitos de igual capacidad



Los estudios de viabilidad de cogeneración realizados en diversos polideportivos y piscinas climatizadas ponen de manifiesto lo siguiente:

Para centros de gran consumo (polideportivos en zonas climáticas frías con múltiples servicios de piscinas olímpicas, spa, gimnasio, duchas colectivas, etc.) con potencia en calderas de 500 a 1.000 kW, la potencia óptima de una planta de cogeneración sería de hasta 500 kW.

Para centros de consumo medio (polideportivos con piscinas olímpicas con potencia en calderas de 250 a 500 kW) la potencia de cogeneración óptima oscila de 100 a 300 kW.

Para el resto de centros de menor consumo la opción más adecuada sería una planta de microcogeneración de entre 50 y 100 kW.

Así pues, con los datos anteriores, el potencial global en este sector sería de 40 plantas y 4,8 MW, con una potencia media de 120 kW. Un 55% de estas plantas, que representan el 32,6% de la potencia global detectada, incorporarían microturbinas a gas y el resto serían motores a gas.

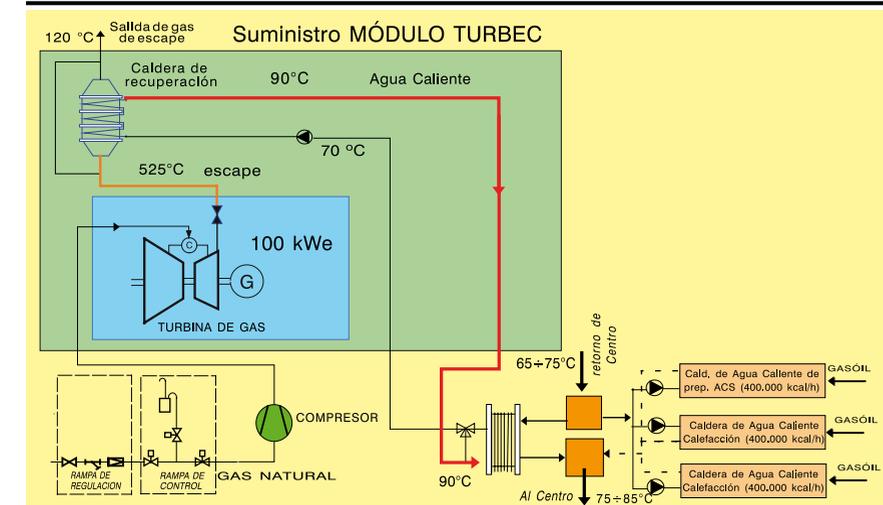
Potencial de cogeneración del sector polideportivos y piscinas climatizadas

Sector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	kW	kW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Polideportivos y piscinas climatizadas	40	4.754	119	67,4%	32,6%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

Se pone de manifiesto que el sistema de microcogeneración es una opción muy apropiada para este sector.

Esquema de instalación de microturbina a gas para un centro polideportivo con instalaciones centralizadas de calefacción y A.C.S.

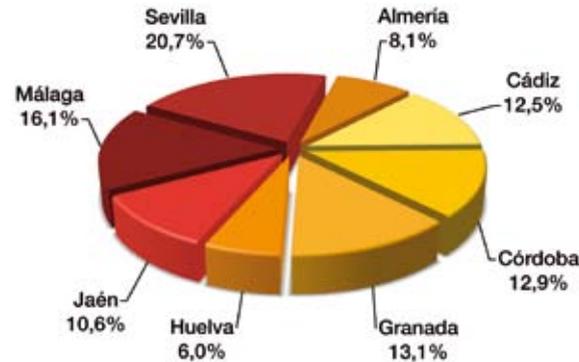


## 4.10 Potencial de cogeneración en el sector de residencias de la tercera edad

En Andalucía es muy importante la oferta de residencias de la tercera edad, tanto públicas como privadas. En la actualidad, se han estimado e inventariado 1.060 centros de este tipo, de los cuales 712 son residencias y 348 son centros de día.

### Centros por provincia en Andalucía

Provincia	Residencias y centros de día Núm.
Almería	86
Cádiz	132
Córdoba	137
Granada	139
Huelva	64
Jaén	112
Málaga	171
Sevilla	219
TOTAL	1.060



Fuente: Consejería de Igualdad y Bienestar Social.

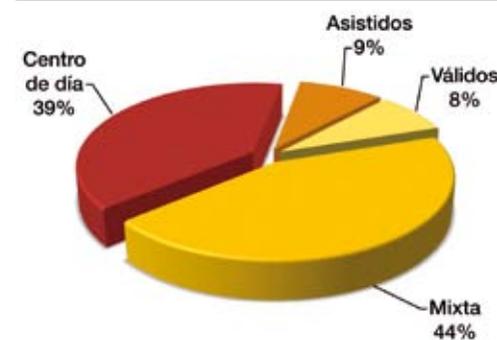
Los centros se clasifican, en función del grado de autonomía de los usuarios y del tipo de servicio que ofrecen, en Asistidos, Válidos, Mixtos y de Día (ver el gráfico inferior).

Las 712 residencias inventariadas poseen un total de 30.663 plazas, que se corresponden con la siguiente distribución provincial:

### Distribución de plazas en residencias

Provincia	Residencias Núm.	Plazas Núm.
Almería	52	2.681
Cádiz	84	4.444
Córdoba	96	4.382
Granada	83	3.607
Huelva	42	1.900
Jaén	66	3.014
Málaga	124	4.945
Sevilla	165	5.690
TOTAL	712	30.663

### Tipos de Centros



Fuente: Consejería de Igualdad y Bienestar Social.

Desde el punto de vista del consumo y aplicación de la energía, el modelo de demanda energética de una residencia de la tercera edad es semejante al de los hospitales, caracterizándose ambos por un consumo energético intenso. Este modelo de demanda energética se caracteriza por presentar puntas de demanda de calefacción y refrigeración no coincidentes, teniendo lugar en periodos del año opuestos. La demanda de agua caliente sanitaria, en cambio, puede ser considerada uniforme a lo largo de todo el año. Además, estos centros pueden tener demanda de vapor para lavandería en el caso de que este servicio no esté externalizado.

En general, las instalaciones energéticas de un centro destinado a la asistencia de personas mayores, son:

- Subsistema de agua caliente sanitaria.
- Subsistema de calefacción.
- Subsistema de refrigeración.
- Subsistema de iluminación.
- Equipos de cocina.
- Equipos de lavandería.
- Equipos varios (ascensores, equipamiento médico, equipos en habitaciones, etc.)

### Distribución del consumo energético por usos



Fuente: Elaboración propia.

La distribución del consumo energético en los distintos usos se muestra en el gráfico.

Por tipo de energía final, el consumo medio de estas residencias, por plaza y año, es de:

- Combustible: 7.500 kWh /cama/año.
- Electricidad: 3.250 kWh /cama/año.

Los estudios de viabilidad de cogeneración realizados en varias de estas residencias, ponen de manifiesto lo siguiente:

### Potencial de cogeneración del sector Residencias Públicas y Privadas

Sector	Plantas Cogen N°	Potencia Cogen kW	Potencia media kW/planta	Tipo de sistema de cogeneración (%)	
				* Motor a gas	Turbina de gas
Residencias Públicas y Privadas	31	3.366	109	62,9%	37,1%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

Así pues, en el sector de las residencias de la tercera edad, se ha detectado un potencial global de cogeneración de 3.4 MW, correspondiente a 31 plantas, y, por lo tanto, con una potencia media de 109 kW. Un 58% de estas plantas, a las que le corresponden el 37% de la potencia global detectada, incorporarían microturbinas a gas; el resto serían motores alternativos. En general, la planta debería incorporar un equipo de absorción.

## 4.11 Potencial de cogeneración en el sector de edificios de uso administrativo

Los inmuebles destinados a uso administrativo requieren, sobre todo, energía térmica (calorífica y frigorífica) para cubrir sus necesidades de climatización. Para ello, con frecuencia disponen de un sistema centralizado de producción de agua caliente a partir de generadores de calor; a veces, se trata de calderas de agua caliente alimentadas sobre todo con gas natural y, otras, con más frecuencia, se trata de bombas de calor reversibles de compresores eléctricos. También suelen poseer generadores de agua fría, en general enfriadoras de compresores eléctricos.

La energía transformada en forma de agua caliente/fría, destinada a satisfacer la demanda de frío y/o calor, se transporta mediante una red de distribución de tuberías a 2 o 4 tubos hasta los equipos de consumo terminales.

Otra demanda importante de energía en estos edificios es la que requieren los centros de cálculo o de proceso de datos (C.P.D.). La demanda energética de un C.P.D. es continua y uniforme a lo largo de todo el año, lo que permite un mayor número de horas de explotación anual de una instalación de cogeneración.



Vista de C.P.D. con 2 equipos de climatización Air Data de 90 kW.

Los estudios de viabilidad de cogeneración realizados en diversos edificios destinados a usos administrativo<sup>6</sup>, ponen de manifiesto lo siguiente:

### Potencial de cogeneración del sector de edificios de uso administrativo

Sector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	kW	kW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Edificios de carácter administrativo	30	6.688	223	89,5%	10,5%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

Así pues, para el sector de edificios de usos administrativos, la potencial global de cogeneración detectada es de 6,7 MW, correspondiente a 30 plantas, lo que representa una potencia media

<sup>6</sup> Considerando un umbral de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie climatizada, con objeto de que la potencia de diseño presente una economía de escalas suficientemente apropiada.

de 223 kW. Un 33% de estas plantas, con cerca del 10% de la potencia global detectada, incorporarían microturbinas a gas y el resto serían motores alternativos. En general, la planta debería incorporar un equipo de absorción.

Se pone de manifiesto que los sistemas de microcogeneración son una opción válida para estos edificios, sobre todo cuando su tamaño, es decir, su superficie a climatizar, se encuentra entre los 2.000 y los 10.000 m<sup>2</sup>.

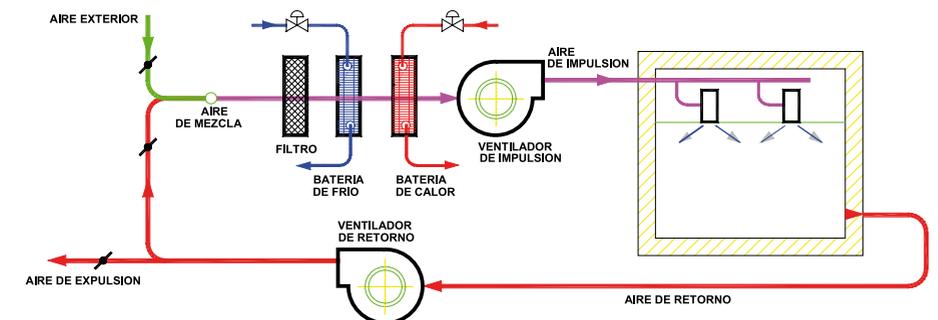
## 4.12 Potencial de cogeneración en el sector terciario-comercial

Según indica la Asociación Española de Centros Comerciales, Andalucía es la comunidad que presenta mayor oferta de estos centros. Nuestra región cuenta en la actualidad con 99 centros, lo que viene a representar el 19,3% del número total a nivel nacional. La Superficie Bruta Alquilable (S.B.A.) que acumulan estos centros es de 2.222.598 m<sup>2</sup>, la segunda a escala nacional detrás de la Comunidad de Madrid, representando el 16,8% del total nacional. De ahí que resulte una densidad de oferta de S.B.A. de 271 m<sup>2</sup>/1.000 habitantes, cifra bastante cercana a la media nacional que es de 287 m<sup>2</sup>/1.000 habitantes.

El consumo energético de los centros comerciales depende en gran medida del tipo de centro del que se trate, ya sea pequeño comercio, grandes almacenes, hipermercados o centros comerciales. En todos los casos, se requiere elevados consumos de energía eléctrica y térmica para satisfacer las necesidades de confort de los clientes, principalmente en iluminación, que representa el 40% del consumo total, y de climatización, sobre todo refrigeración, que puede llegar a suponer el 50% del consumo total de energía de estos edificios.

Por tanto, disponen de sistemas centralizados de producción de calor, a veces con calderas de agua caliente alimentadas, sobre todo, con gas natural y, más comúnmente, con bombas de calor reversibles de compresores eléctricos. También suelen disponer de generadores de agua fría, en general enfriadoras de compresores eléctricos.

### Sistema de climatización "todo aire"



El reto en cuanto a la eficiencia energética que tienen los centros comerciales es optimizar el consumo energético de sus instalaciones, sin renunciar al nivel de confort que deben ofrecer a sus potenciales clientes. La implementación de un sistema de cogeneración en estos centros es de especial interés, debido a la alta demanda energética que requieren, y, al permanecer prácticamente constante dicha demanda, les permite un gran número de horas de explotación de las instalaciones a lo largo de todo el año.

Destacar la puesta en marcha en 2010 de la primera planta de cogeneración en este tipo de centros, en concreto en el Centro Comercial Los Arcos de Sevilla. El proyecto, incentivado por la Agencia Andaluza de la Energía, ha consistido en la sustitución de las instalaciones de producción térmica y de climatización por equipos de alta eficiencia energética y en la instalación de una planta de cogeneración de 990 kW que produce 6.985 MWh/año de energía eléctrica. El proyecto se completa con un sistema experto de gestión energética de todas las instalaciones térmicas y para cada uno de los locales comerciales.

Los estudios de viabilidad de cogeneración realizados en diversos centros comerciales, considerando un umbral de 1.000 m<sup>2</sup> de S.B.A, de manera que la potencia de diseño presente una economía de escalas suficientemente apropiada, ponen de manifiesto lo siguiente:

#### Potencial de cogeneración del sector de Centros Comerciales

Sector	Plantas Cogen	Potencia Cogen	Potencia media	Tipo de sistema de cogeneración	
	Nº	kW	kW/planta	(%)* Motor a gas	(%) Turbina de gas
Centros Comerciales	38	13.608	358	26,3%	5,1%

\*Respecto a la potencia de las plantas.

Así pues, para este sector, se ha detectado un potencial global de 13,6 MW, que se corresponden con 38 plantas, lo que viene a suponer una potencia media de cogeneración de 358 kW. Un 26% de estas plantas, que reúnen el 5% de la potencia global, incorporarían microturbinas a gas; el resto serían motores alternativos. En todos los casos, la planta debería incorporar un equipo de absorción.

Los sistemas de microcogeneración pueden ser una opción adecuada a para este tipo de centros, sobre todo cuando su S.B.A. está comprendida entre 1.000 y de 5.000 m<sup>2</sup>.



# Líneas de incentivos para proyectos de cogeneración en Andalucía

## Líneas de incentivos para proyectos de cogeneración en Andalucía

La Orden de 4 de febrero de 2009, de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, establece las bases reguladoras de un programa de incentivos dirigido al desarrollo energético sostenible de Andalucía. Su periodo de vigencia comprende desde su publicación hasta el 31 de diciembre de 2014.

Con esta Orden, se pretende contribuir al desarrollo de un modelo energéticamente sostenible para Andalucía, basado en la prosperidad económica, la cohesión social y con un nivel elevado de protección ambiental. Para ello, establece un conjunto de medidas para la incentivación de proyectos de ahorro y eficiencia energética, de empleo de energías renovables, así como para la mejora de las infraestructuras energéticas en Andalucía.

En el marco normativo definido por la Orden, dentro de la categoría de incentivos a instalaciones de aprovechamiento energético, se consideran incentivables los proyectos de cogeneración cuyas inversiones se dirijan a:

Inversiones que permitan la existencia de una nueva unidad de cogeneración de alta eficacia, que propicie globalmente un ahorro de energía primaria en comparación con una producción independiente en los términos definidos por la Directiva 2004/8 y la Decisión 2007/74.

Inversiones para la mejora de una unidad de cogeneración existente que propicie un ahorro de energía primaria en comparación con la situación original.

Inversiones en instalaciones de «climatización urbana eficiente», que cumplan los criterios de cogeneración de alta eficacia e incluyan un sistema de distribución de la energía térmica. La explotación combinada de generación de calor y electricidad, junto con el sistema de distribución, deberá propiciar un ahorro de energía primaria en comparación con una inversión de referencia dada por la generación convencional.

Los proyectos de cogeneración acogidos al régimen especial, sólo se incentivarán, de forma excepcional, en aquellos casos en los que se pueda justificar la incorporación de una innovación en la tecnología de cogeneración usada, en el sector de aplicación o en la gestión de la instalación, o bien que, por su naturaleza, posean un efecto de seguimiento en otras empresas o entidades, debiendo los beneficiarios de estos incentivos estar en posesión de la resolución de autorización administrativa favorable para la generación de electricidad en régimen especial.



Motor de cogeneración de depuradora municipal para secado de lodos. Combustible: biogás.

Hasta 2009 se han incentivado 16 proyectos con una potencia total de **31.371 kW**, distribuidos como sigue:

**Para uso no industrial**, con potencia superior a 150 kW.

Se han concedido nueve incentivos a proyectos de cogeneración de más de 150 kW de potencia en el sector no industrial:

Medida	Inversión total (€)	Inversión incentivable (€)	Ahorro (tep/año)	Ayuda pública (€)	Ratio ayuda/ahorro (€/tep)
9 Cogeneraciones no industriales (>150 kW)	23.128.369	16.416.605	20.422,17	2.454.650 (14,95%)	120,2

De estos nueve proyectos, tres se encuentran en invernaderos de Almería, dos en centros comerciales de Sevilla, otro en un complejo de oficinas de Sevilla, otro en una depuradora municipal de Málaga, otro en un polideportivo de Granada y el último en un hospital público, también en Granada.

La potencia total instalada fue de 23.684 kW, distribuida como sigue: 44% en el sector de depuradoras municipales, 40% en el sector de invernaderos, 4% en edificios de oficinas, 6% en centros comerciales, 2% a polideportivos y un 4% en hospital público.

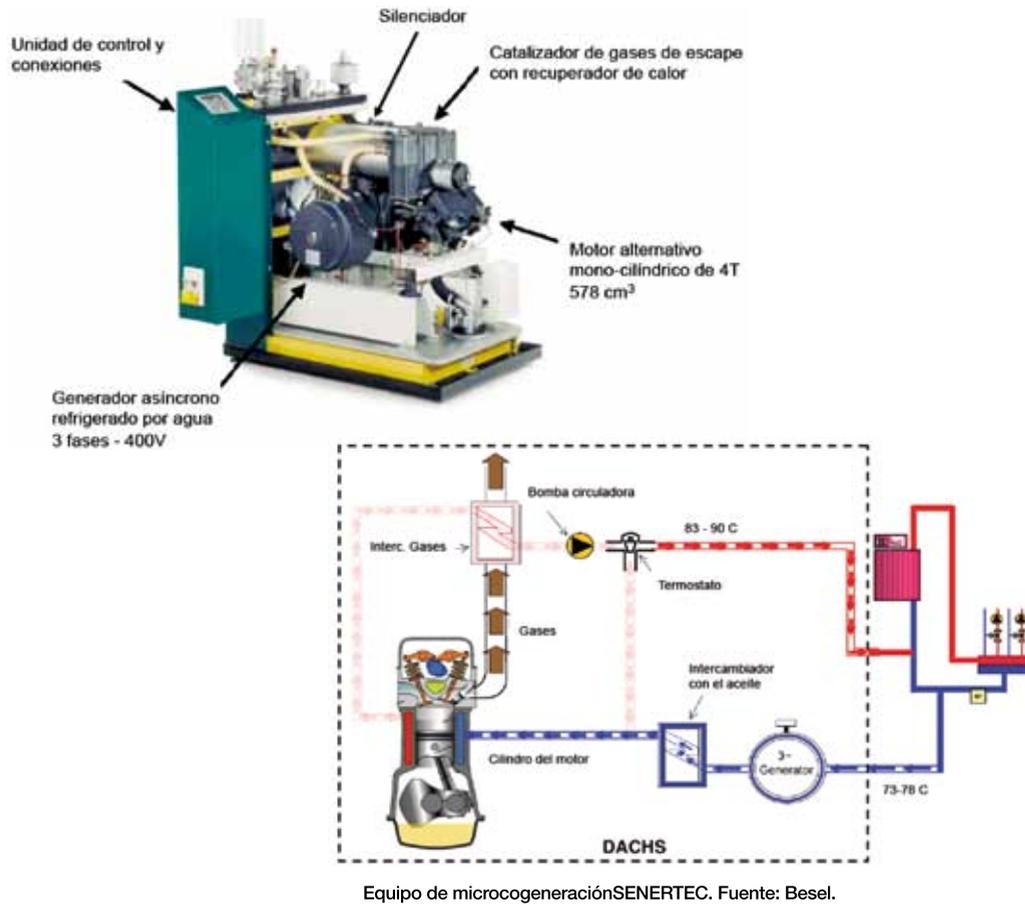
**Para uso no industrial** (de baja escala de potencia).

Se han incentivado 4 proyectos de cogeneraciones de pequeña escala de potencia. De estos cuatro, dos son en piscinas cubiertas de la provincia de Jaén, una en Alcalá la Real y la otra en Andújar, el otro en un hotel situado en Vejer de la Frontera (Cádiz) y el último en un edificio de oficinas de Sevilla.



Instalación de Trigeneración.

Medida	Potencia (kW)	Ahorro (tep/año)	Inversión Total (€)	Inversión Incentivable (€)	Ayuda pública (€)	Ratio ayuda / ahorro (€/tep)
4 Plantas de cogeneración de pequeña escala (<150 kW)	217	104	945.471,00	639.716,46	150.884,55 (23,59%)	1.457,40



### Para uso industrial.

Hasta el año 2009, se han resuelto tres solicitudes de incentivos para nuevas instalaciones de cogeneración, todas destinadas a centros industriales: en una industria cerámica, en un parque empresarial del sector metal-mecánico y en un centro de transformación de energía.

Medida	Potencia (kW)	Ahorro (tep/año)	Inversión Total (€)	Inversión Incentivable (€)	Ayuda pública (€)
3 Nuevas Plantas Cogeneración en Industrias	6.480	8.642,00	14.668.728,00	7.666.070,00	1.796.245,00 (27,06%)

Con la entrada en funcionamiento de estas **16** plantas, el parque de cogeneración andaluz estará constituido por **96** plantas con una potencia de **933** MW.

# Mejoras de la eficiencia energética de las plantas de cogeneración existentes en Andalucía

## Mejora de la eficiencia energética de plantas de cogeneración existentes en Andalucía

Como se ha indicado anteriormente, la Junta de Andalucía, mediante Orden de 4 de febrero de 2009, incentiva aquellas inversiones de mejora de la eficiencia energética de plantas de cogeneración ya existentes en Andalucía.

El objetivo de esta línea de ayudas es fomentar el ahorro de energía primaria en comparación con la situación original. Dentro de la misma, se podrían incentivar los siguientes tipos de proyectos o actuaciones:

- Reducción del consumo en auxiliares de la planta de cogeneración.
  - Mejora del rendimiento de generación.
  - Sustitución de energías tradicionales por otras menos contaminantes.
  - Aprovechamiento de calores residuales.
- Incluso una modificación sustancial, según ha definido el RD 661/2007.

Por otra parte, en el artículo 4.3 del Real Decreto 661/2007 se define la modificación sustancial de una instalación preexistente, entendiéndose ésta como la sustitución de los equipos principales como las calderas, motores, turbinas hidráulicas, de vapor, eólicas o de gas, alternadores y transformadores, siempre que se acredite que la inversión de la modificación parcial o global que se realiza supera el 50 por ciento de la inversión total de la planta, valorada con criterio de reposición. La modificación sustancial dará origen a una nueva fecha de puesta en servicio a los efectos del Capítulo IV del propio Real Decreto, y por lo tanto, a un nuevo período de 15 ó 10 años, según que la planta estuviera inscrita en el registro antes o después de la entrada en vigor del RD 661/2007, para la percepción de las tarifas y primas reguladas de retribución de la electricidad producida en régimen especial.

Estos incentivos a la mejora de la eficiencia energética de plantas de cogeneración existentes, están en consonancia con el Plan Renove de plantas de cogeneración que está fomentando el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, sobre todo a través del Plan de Acción para el Desarrollo de la Estrategia de Eficiencia Energética en España 2008-2012 y que en la actualidad gestionan las Comunidades Autónomas a través de los convenios suscritos por el citado Ministerio y las propias comunidades autónomas.

El apoyo de la Junta de Andalucía a estas actuaciones adquiere una gran importancia, sobre todo si se tiene en cuenta que la vida útil de muchas de las plantas de cogeneración andaluzas están empezando a sobrepasar los 10/15 años, y por tanto está próximo a expirar el periodo durante el cual se tiene derecho a cobrar la tarifa por el excedente de electricidad vertido a la red. Algunas presentan problemas operativos y con rendimientos alejados del nominal exigido por la normativa vigente. Actualmente es posible incentivar las actuaciones denominadas “modificación sustancial”, en algún caso motivado por dejar de usar derivados de petróleo y pasar a usar gas natural, también son susceptibles de incentivar las no sustanciales que persigan la mejora del aprovechamiento de calores residuales en los procesos productivos o la reducción del consumo en auxiliares.

En los últimos años, y al amparo de las sucesivas Órdenes de Incentivos para el Desarrollo Energético Sostenible aprobadas por la Junta de Andalucía, se han incentivado **13** proyectos de mejora de la eficiencia energética de plantas de cogeneración ya existentes.



# Conclusiones

## Conclusiones

Del análisis que se ha hecho sobre la situación actual y el potencial de futuro de la cogeneración en Andalucía, se concluye lo siguiente:

La potencia total de las 81 plantas autorizadas en Andalucía, a finales del año 2008, era de 888,8 MW. La producción de electricidad mediante cogeneración supuso en el año 2008, último dato conocido, el 12,6% de la energía eléctrica producida en la región.

La cogeneración es una tecnología suficientemente probada y madura en aplicaciones industriales, de manera que más del 90% de las plantas autorizadas y más del 98% de la potencia de estas plantas pertenecen en la actualidad al sector industrial.

El Real Decreto 661/2007 supuso la revitalización del mercado de cogeneración, sobre todo el de pequeña escala de potencia, siendo éste el que mejor se adapta a sectores no industriales (hospitales, hoteles, invernaderos, etc.).

En los últimos años, se ha puesto de manifiesto el desarrollo de proyectos que apuestan por tecnologías innovadoras como el ciclo orgánico de Rankine para aprovechar calores residuales y para plantas de cogeneración con biomasa.

También se están desarrollando, en el campo de la microcogeneración, proyectos novedosos de aplicación a polideportivos, hoteles, o bloques de viviendas, en estas últimas complementadas con una red de calefacción urbana.

Del estudio sobre la antigüedad de las plantas de cogeneración existentes en la actualidad en nuestra región, se concluye que más del 53% de estas plantas y más del 58% de la potencia total, tienen una antigüedad igual o superior a 9 años.

Según los datos recabados por la Agencia Andaluza de la Energía, se tiene constancia de que entre el 35% y el 40% de las plantas con autorización están paradas, representando éstas más del 15% de la potencia global instalada. Los motivos aducidos para ello son principalmente de índole económica, debido a los altos precios del combustible, u operativos, debido sobre todo a las averías, a la pérdida de rendimiento por envejecimiento de las plantas, a la obsolescencia de las máquinas, etc.

Las plantas más antiguas pueden plantear una modificación sustancial de sus instalaciones, conforme a lo establecido en el Real Decreto 661/2007 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, desde el que se quiere fomentar un Plan Renove de plantas de cogeneración.

Al amparo de las sucesivas órdenes de Incentivos para el Desarrollo Energético Sostenible de la Junta de Andalucía, hasta ahora se han incentivado 16 proyectos de nuevas plantas de cogeneración, con una potencia global de 31,4 MW. Según estimaciones realizadas por la Agencia Andaluza de la Energía, cuando entren en funcionamiento la totalidad de estas

plantas, el parque de cogeneración andaluz estará constituido por un total de 96 plantas, con una potencia global de 933 MW.

Algunas de las plantas existentes han acometido proyectos de mejora de su eficiencia energética, habiendo sido incentivadas por la Agencia Andaluza de la Energía. Estas mejoras van a permitir ahorrar 45.667 tep al año.

Extrapolando los datos obtenidos de diversos estudios sobre la viabilidad de la cogeneración en los diferentes sectores de actividad, tanto industriales como no industriales, se ha detectado un importante potencial de nuevas plantas de cogeneración. Este potencial se estima en unas 387 nuevas plantas, con una potencia global de 565 MW en su conjunto.

