



Cogeneración

1. INTRODUCCIÓN

La actividad que se lleva a cabo en edificios públicos y establecimientos industriales requiere en general el empleo de energías eléctrica y térmica. La forma convencional de cubrir estas necesidades es adquirir de la compañía distribuidora la energía eléctrica y generar la energía térmica, quemando un combustible que se compra a otro distribuidor.

Los sistemas de cogeneración permiten obtener ambas energías "in situ" a partir de un único combustible. Posibilita la reducción del consumo energético de ciertas empresas sin alterar su proceso productivo.

La cogeneración ha tenido un desarrollo muy importante en los últimos años, tanto en la cuantía de la capacidad instalada como en el número de sectores en los que se aplica.

2. CONCEPTO DE COGENERACIÓN. APLICACIONES

La **cogeneración** se define como el proceso técnico que permite generar *simultáneamente* energía eléctrica (o mecánica) y energía térmica, ambas para ser utilizadas en el edificio o instalación industrial de referencia.

El calor producido simultáneamente con la energía eléctrica se puede utilizar:

- En forma de vapor de agua o agua sobrecalentada, en cualquier proceso de calentamiento o en calefacción y acondicionamiento de naves, locales, etc.
- En forma de aire o gases calientes, en procesos de secado o como aire de combustión en hornos de todo tipo y atomizadores.
- Para producción de frío mediante ciclos de absorción, bien en climatización de edificios, bien en instalaciones de frío industrial.



En líneas generales diremos que la cogeneración será rentable en las siguientes situaciones:

- a. Usuarios con necesidades de calor a menos de 550°C en forma de gases calientes o vapor de agua de baja energía.
- b. Usuarios cuyo modelo de demanda térmica permita una utilización de la cogeneración de más de 5.000 horas al año.
- c. Usuario con potencia eléctrica instalada superior a 500 KVA.
- d. Relación precio kWh/precio termia de combustible mayor de 2.

3. ELEMENTOS QUE FORMAN UN SISTEMA DE COGENERACIÓN

Los elementos comunes en un sistema de cogeneración son:

1. Fuente de energía primaria:

- Gas natural.
- Combustibles líquidos.
- Otros combustibles.

2. Elemento motor:

- Turbina de gas.
- Turbina de vapor.
- Motores alternativos.

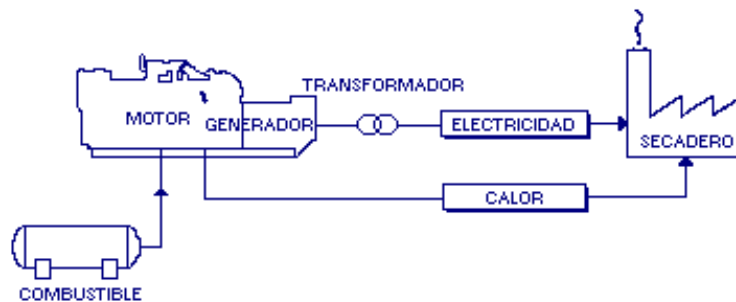
3. Generador - Rectificador - Transformador

4. Sistema de aprovechamiento de la energía calorífica:

- Caldera convencional.
- Caldera de recuperación.
- Secadero.
- Intercambiadores.

5. Sistema de aprovechamiento de la energía mecánica:

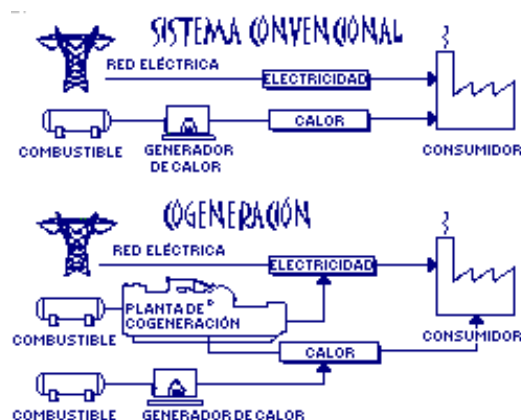
- Accionamiento de generadores eléctricos.
- Accionamientos mecánicos (bombas).



4. VENTAJAS DE UN SISTEMA DE COGENERACIÓN

Los sistemas de cogeneración, al utilizar un único combustible y aprovechar las dos energías que se generan, dan lugar a importantes ahorros en comparación con la situación convencional, permitiendo una sustancial reducción en la factura energética sin necesidad de modificar los procesos; este ahorro se cifra en el rango del 20% al 40%. El usuario que cogenera sigue demandando la misma cantidad de energía (eléctrica + térmica) que antes; su ventaja es económica no energética, ya que se obtiene la misma cantidad de energía a menor coste. Este ahorro permite amortizar la inversión para la planta de cogeneración en un tiempo razonable.

La figura de la página siguiente muestra los esquemas de un sistema convencional de aporte de energía y un sistema de cogeneración.



Como puede observarse en el gráfico, la instalación de una planta de cogeneración no implica la eliminación de los sistemas convencionales de aporte de energía eléctrica y calor. Estos últimos se mantienen como complemento a la

energía generada y como elementos de seguridad en caso de fallo o durante los periodos de mantenimiento previamente establecidos, en los cuales la planta de cogeneración está fuera de servicio.

Las instalaciones de cogeneración se diseñan para producir total o parcialmente la energía eléctrica o la térmica que demanda el usuario; según la cantidad relativa de estas demandas se producen excesos de energía eléctrica o de energía térmica.

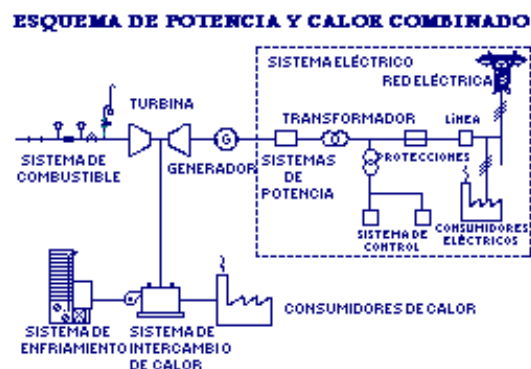
Así pues los sistemas de cogeneración son tanto más rentables cuanto más elevado es el precio de la energía eléctrica, y cuanto mayor sea la diferencia entre éste y el precio de los combustibles. La decisión sobre el sistema idóneo para cada caso se debe hacer después de un análisis riguroso de las necesidades energéticas, y teniendo en cuenta factores tales como:

- Relación de los consumos de energía eléctrica y térmica.
- Combustibles disponibles y calidad de los mismos.
- Precios de los combustibles y energía eléctrica.
- Localización de la instalación.
- Condicionantes medioambientales.
- Horas de funcionamiento.

La tecnología implicada en las plantas de cogeneración es muy conocida hoy en día, y los equipos han sido probados y ajustados en multitud de instalaciones, por lo que la fiabilidad de los mismos ha aumentado en los últimos años; esto se traduce en que la disponibilidad de las instalaciones de cogeneración es muy alta por término medio.



Si la industria o edificio requiere mayor energía eléctrica o térmica de la que aporta su planta de cogeneración, necesitará comprar la diferencia a las compañías eléctricas y adquirir más combustible para generar la energía calorífica que le falta.



Si, por el contrario, su planta de cogeneración aporta la mayor energía eléctrica de la que consume, puede vender su exceso a las compañías eléctricas.

5. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS

Según el orden en que se realiza la generación de energía calorífica y de la energía eléctrica se distinguen los siguientes sistemas:

«Topping cycles» o sistemas superiores o de cabeza.

Son aquellos en los que la energía primaria se utiliza para producir un fluido caliente y a presión que genera energía mecánica y el calor residual del fluido se utiliza en el proceso industrial.

Según el elemento motor que utilicen estos sistemas de cabeza pueden clasificarse en:

- **Con turbina de gas:** Se trata de una turbina accionada por la expansión de gases calientes procedentes de una cámara de combustión en la que el aire se introduce mediante un compresor accionado por la propia turbina.



Su funcionamiento consiste en aspirar aire de la atmósfera y comprimirlo para pasarlo a la cámara de combustión donde se mezcla con el combustible produciéndose la ignición. Los gases calientes originados en la combustión fluyen a través de la turbina y se expansionan moviendo el eje que acciona el compresor de la turbina.

Las turbinas de gas pueden utilizar dos tipos de combustibles:

- **Gaseosos:** Gas natural, propano.
- **Líquidos:** Gasóleo, gasolinas y en ocasiones fuelóleos de bajo contenido en azufre.
- **Con turbina de vapor:** El accionamiento se produce por la expansión del vapor de alta presión procedente de una caldera convencional. Según el tipo de requerimientos de vapor y energía eléctrica en proceso las turbinas de vapor a instalar pueden ser: de contrapresión pura, de contrapresión con extracción, de condensación pura, de condensación con extracción.



Los grupos que pueden presentarse son:

- **Turbinas de contrapresión:** En ellas la presión de vapor de salida de la turbina se encuentra por encima de la presión atmosférica.
- **Turbinas de condensación:** En ellas el vapor se expande desde la presión de entrada hasta una presión por debajo de la atmosférica, condensándose el vapor y bombeándose el agua de nuevo a la caldera. Se emplean normalmente en las centrales térmicas de producción de energía eléctrica.
- **Turbinas de extracción:** Es una turbina con una toma de vapor en la carcasa que alimenta un determinado servicio. Se emplean en procesos industriales en los que se pueden requerir dos niveles de presión.
- **Con turbina de gas y turbina de vapor:** Está formado por:



- Turbina de gas con producción de energía mecánica.
- Aprovechamiento de los gases de escape en una caldera de recuperación o en caldera convencional para generación de vapor de alta presión.
- Turbina de vapor con producción complementaria de energía mecánica.
- Aprovechamiento del vapor de baja presión en el proceso industrial.
- **Con motores alternativos: Estos tienen una mayor dificultad para recuperar el calor.**

«Bottoming cycles» o sistemas inferiores o de cola.

En ellos la energía primaria se utiliza en el proceso industrial y la energía calorífica no aprovechada en el mismo se utiliza para generar energía mecánica.



Tendrán sentido cuando se disponga de un calor residual procedente de un proceso industrial.

6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los grupos de riesgos se pueden clasificar en:

- Riesgos de diseño
- Riesgos en motores
 - Rotura de los sistemas de refrigeración
 - Rotura de los filtros
 - Rotura de válvulas termostáticas
 - Vibraciones
 - Fallos de lubricación
- Riesgos en turbinas
 - Defectos y rotura de las palas

- Fallos en las bombas de recirculación
- Fallos en las válvulas de control
- Rotura del compresor
- Vibraciones y mal funcionamiento del eje de giro



- Riesgos eléctricos
 - Sobrecargas



- Falsos contactos
 - Cortocircuitos
 - Fallo de regulación del voltaje y $\cos\phi$
 - Incendios
 - Explosiones
 - Riesgos de los sistemas de control

Los riesgos que tiene una inversión en una instalación de cogeneración son, fundamentalmente los siguientes:

- Diseño básico deficiente.
- Consumos térmicos menores de los previstos al diseñar la instalación.
- Mala calidad de los componentes (coste de mantenimiento alto, y baja disponibilidad de la instalación).
- No conseguir los rendimientos previstos en los equipos de generación.
- Abandono de la actividad principal por parte del usuario.



- Variaciones significativas del precio de la electricidad y combustibles.
- Aumento del precio del dinero.
- Endurecimiento de la legislación medioambiental (especialmente si se usa fuel-oil como combustible).
- Cambios en el marco legislativo.
- Inversión superior a la prevista.
- Retrasos en los plazos de construcción o de puesta en marcha.

Algunos de estos riesgos son controlables por el usuario; otros son externos y de difícil o casi imposible control por el usuario, y constituyen el verdadero núcleo de riesgos del proyecto.

7. CONTROL DE RIESGOS. PREVENCIÓN Y PROTECCIONES

7.1 Prevención

1. Control de proyecto y ejecución.
2. Control de calidad de equipos.
3. Verificación y control de alarmas en cuadro de control.
4. Mantenimiento programado.
5. Vigilancia permanente y experta.

7.2 Protecciones

En la instalación de cogeneración se instalarán extintores de CO₂ próximos a cuadros eléctricos, los cuales se utilizarán para atacar un incendio en fase inicial, además se distribuirán extintores de Polvo ABC que servirán de apoyo a los de CO₂.



Se deberá instalar una BIE próxima a la sala de maquinaria.

Es conveniente la instalación de detectores de humos y en el caso de que se trate de combustibles gaseosos se instalarán detectores de gas para prevenir las fugas, de forma que si se trata de metano los detectores se colocarán en la zona superior del recinto y si se trata de propano abajo.

En la parte del motor se instalarán rociadores o agua nebulizada. Cuando se trate de turbinas, puede

instalarse un sistema de inundación de CO₂ dentro de la carcasa de la misma.

8. MARCO LEGAL

Cabe destacar como normativa de referencia:

- Ley sobre Conservación de Energía. Ley 82/1980 de 30 de Noviembre.
- Reglamento de Autogeneración. Real Decreto 907/1982 de 2 de Abril.
- Grupos Hidráulicos no superiores a 5.000 KW. Real Decreto 1217/1981 de 10 de Abril.
- Reglamento tramitación expedientes benéficos de Ley de Conservación de la Energía. Real Decreto 872/198882 de 5 de Marzo.
- Autogenerador Eléctrico. Orden Ministerial de 7 de Julio de 1982.
- Normas para redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 KVA y centrales de Autogeneración eléctrica. Orden Ministerial de 5 de Septiembre de 1985.
- Ley de Ordenación del Sistema Hidroeléctrico Nacional. Ley 40/1994 de 30 de Diciembre.
- R.D. 1538/88887 sobre tarifas eléctricas ("acuerdo marco").
- O.M. 7 de Julio de 1982 y 8 de Abril 1983: Normas para la obtención estatuto autogenerador.
- O.M. 5 de Septiembre de 1985 sobre Condiciones técnicas y obligatoriedad de aceptar la energía excedentaria.
- O.M. 17 de Diciembre de 1984 y 16 de Julio de 1985 y posteriores sobre subvenciones a instalaciones de ahorro de energía.
- O.M. anuales sobre tarifas eléctricas y sobre precios del GN.

[volver arriba](#)