



*PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PARA EL  
DESARROLLO DE NUEVOS PROYECTOS MDL EN EL PERÚ*



---

# **Descripción de tecnologías y aplicaciones en eficiencia energética, cambio de combustible y cogeneración**

---

18 febrero, 2008

Ing. Julio Montalvo

# Generalidades

---

- La eficiencia energética permite producir con menos recursos, lo que se traduce en menores costos de producción, más productos con menos desperdicios y menores consumos de energía.
- El sector industrial consume energía en diversas formas por lo que se deben buscar altos niveles de eficiencia energética.
- El uso eficiente de energía permite consumir menos energía, disponer de más potencial de utilización, generar menor cantidad de desperdicios de energía y tener menores niveles de contaminación.

# Evolución

- Después de la crisis del 73, preocupación por el costo del petróleo.
- *Conservación de energía. **Sólo máquinas principales***
- *Ahorro y uso eficiente de Energía. **Grupo de máquinas en un área productiva***
- *Eficiencia Energética (EE). **Involucra todo el proceso productivo***



# Tecnologías aplicadas en EE



- Reducir pérdidas de calor en sistemas de distribución de vapor
- Recuperar calores residuales, para volverlos a utilizar en alguna etapa del proceso productivo.
- Usar el equipo eficiente a máxima capacidad y el menos eficiente solamente cuando sea estrictamente necesario
- Reducir los tiempos de residencia y proceso en hornos o reactores
- Evitar demandas máximas eléctricas mediante una buena planificación

# Tecnologías aplicadas en EE



- Usar hornos de mayor capacidad en vez de varios pequeños
- Utilizar unidades de proceso a su mayor capacidad.
- Utilizar el calor de desecho.
- Aumentar el uso de material reciclado.
- Evitar el enfriamiento de materiales que deberán posteriormente ser recalentados.
- Eliminar equipos obsoletos.
- Reducir la cantidad de desechos en el proceso.
- Transformar operaciones tipo batch a continuas
- Considerar la reducción de presión de vapor para generar electricidad
- Considerar la eficiencia energética de los nuevos equipos a comprar

# Metodología para aplicar la EE en la industria

---

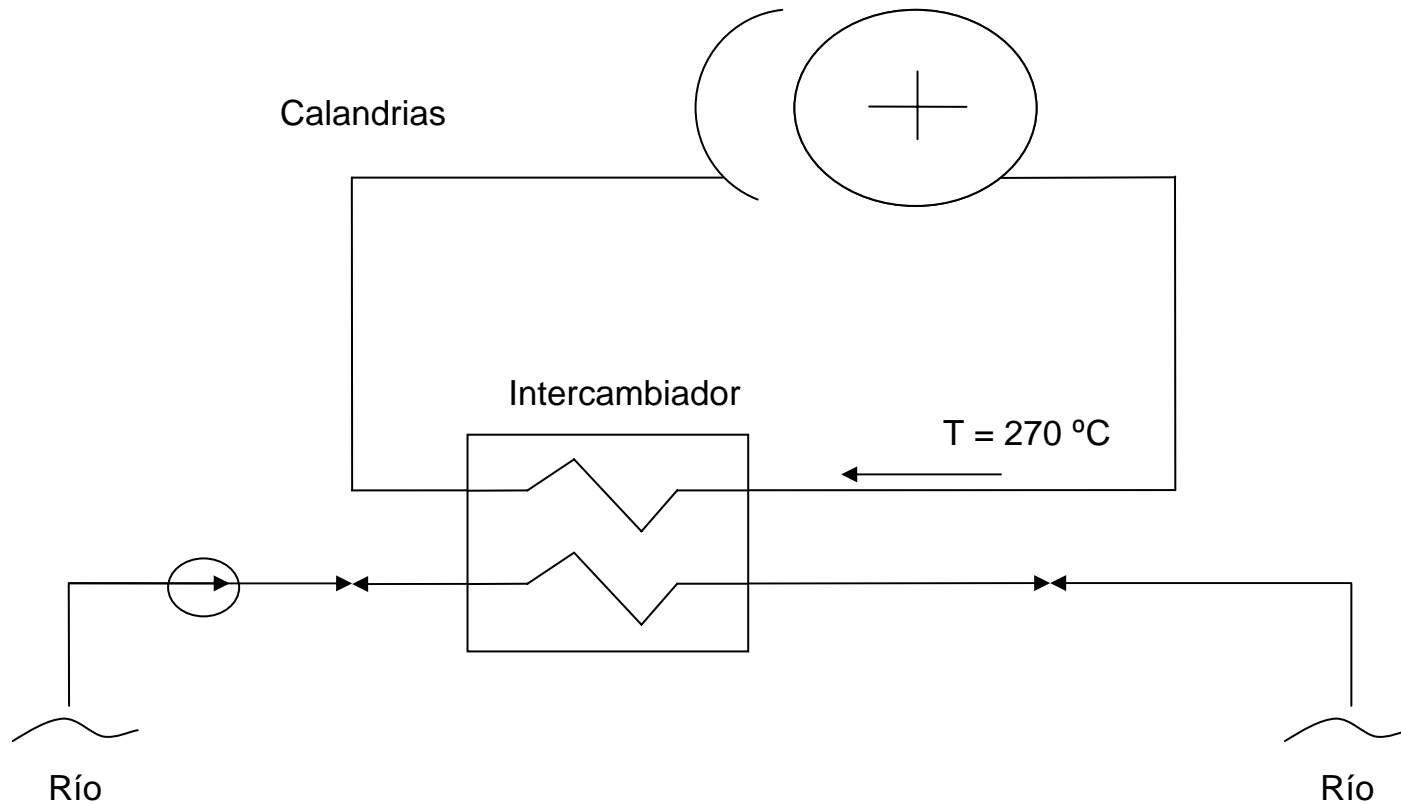
- Paso 1: Descripción detallada general de la industria, colección de datos.
- Paso: 2 Evaluación detallada de los costos de energía y de materiales y su consumo en la industria.
- Paso: 3 ¿Cómo efectuar un balance de energía y de sus productos?.
- Paso: 4 Justificación de los potenciales de ahorro energético.
- Paso: 5 Factibilidad técnica y económica.
- Paso: 6 Información de la toma de decisiones por la gerencia.
- Paso: 7 Formulación de planes de ingeniería y su puesta en marcha.
- Paso: 8 Manejo de la energía, monitoreo, medición, seguir a partir del tercer paso en forma continua.

# Sistemas Energéticos Integrados

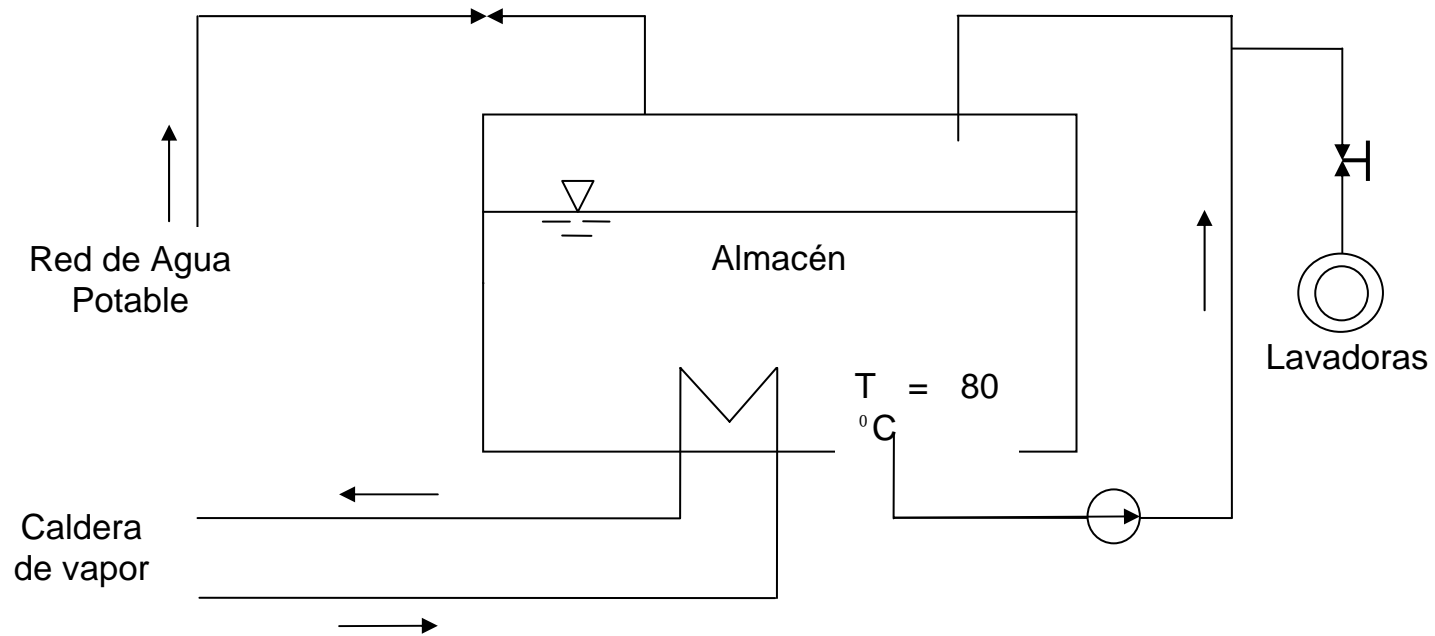
---

- Los diversos tipos de energía que demanda una planta industrial, generalmente se asocian a una tecnología particular para cada una.
- El concepto de uso integrado de energía se basa en aprovechar energía residual de un sistema, para integrarlo a otro sistema, o bien generar conjunta y simultáneamente diferentes tipos de energía que pueden ser aprovechados al mismo tiempo

# Sistema de Refrigeración de las Calandrias



# Sistema de Agua Caliente



**Sistema de Agua Caliente**



# Eficiencia Energética

---

- Los proyectos de eficiencia energética pueden aplicar al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) porque reducen el consumo de combustibles.
- Oportunidad para desarrollar proyectos programáticos o proyectos de bundling con Eficiencia Energética en iluminación pública y en Eficiencia Energética en iluminación de edificios de Gobierno

# Cambio de Combustible

---

- La tecnología de cambio de combustible se utilizó como una alternativa para reducir costos, manteniendo inalterable el flujo de calor requerido o superando este requerimiento en algunos casos.
- Hasta antes de las obligaciones del Protocolo de Kioto el tema del cambio de combustible era netamente buscando la ventaja económica, procurando no alterar el producto final.
- Las emisiones producidas en los gases de combustión eran considerados sólo cuando generaban daños al entorno.
- Los proyectos de cambio de combustible también aplican al MDL.

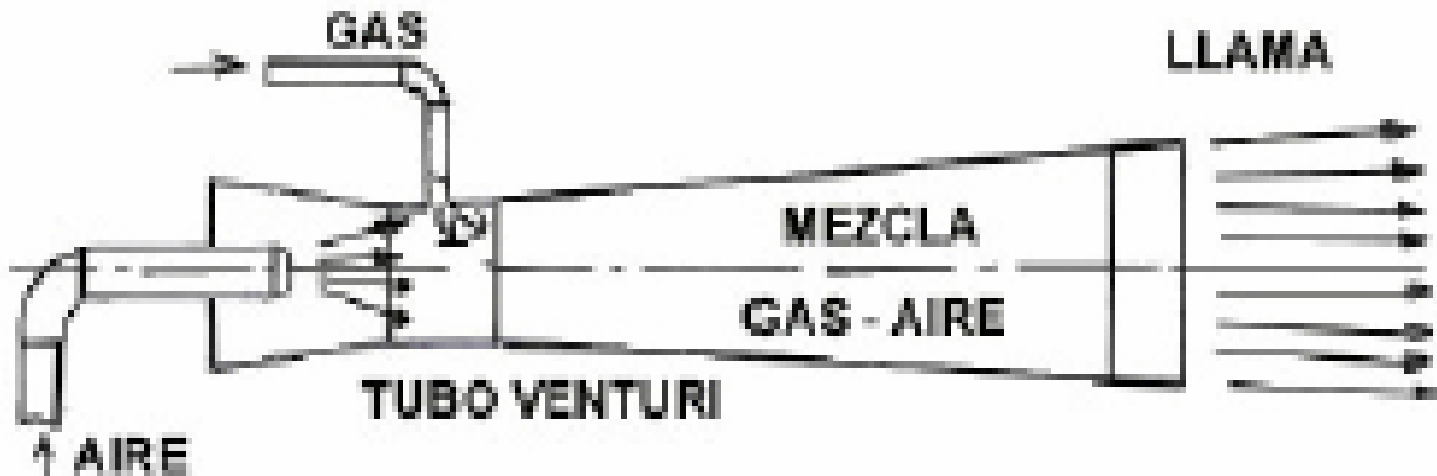
# Tendencia del Cambio de Combustible

---

- La tendencia para el cambio de combustible era recomendar utilizar los combustibles más baratos que coincidentemente eran los derivados de petróleo más pesados (*mayor contenido de carbono*).
- Petróleo Diesel 2  $\longrightarrow$  Residual 5  $\longrightarrow$  Residual 6  $\longrightarrow$  Residual 500
- En la actualidad considerando la reducción de emisiones al ambiente, la tendencia del cambio de combustible es al revés.
- Residual 500  $\longrightarrow$  Residual 6  $\longrightarrow$  Residual 5  $\longrightarrow$  Diesel 2  $\longrightarrow$  Gas natural
- Realizar una combustión completa con el mínimo exceso de aire compatible con el combustible usado (*mayor energía*).
- El uso de buenos quemadores que para el gas requieren menos del 5% de exceso de aire, ha significado ahorros de energía entre el 5 y 30%.

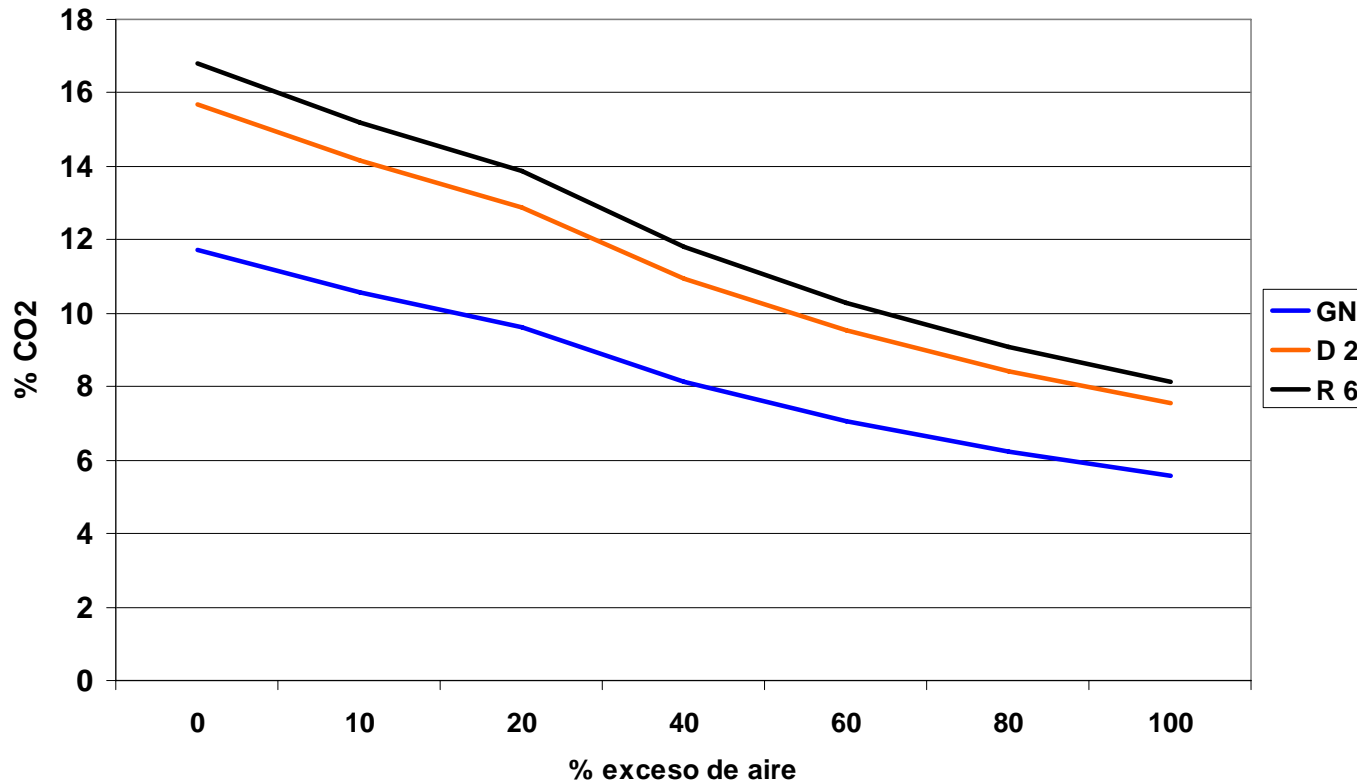
# Tendencia del Cambio de Combustible

- En el quemador ingresa aire más el combustible formando una mezcla gaseosa. Debido a la temperatura se enciende, generando calor y gases de combustión.
- La combustión será eficiente dependiendo de la relación aire combustible durante la mezcla, esto mismo determinará la cantidad de CO<sub>2</sub> que se producirá en dicha combustión



# Efecto del Cambio de Combustible

## EFFECTO DEL EXCESO DE AIRE SOBRE EL % CO2



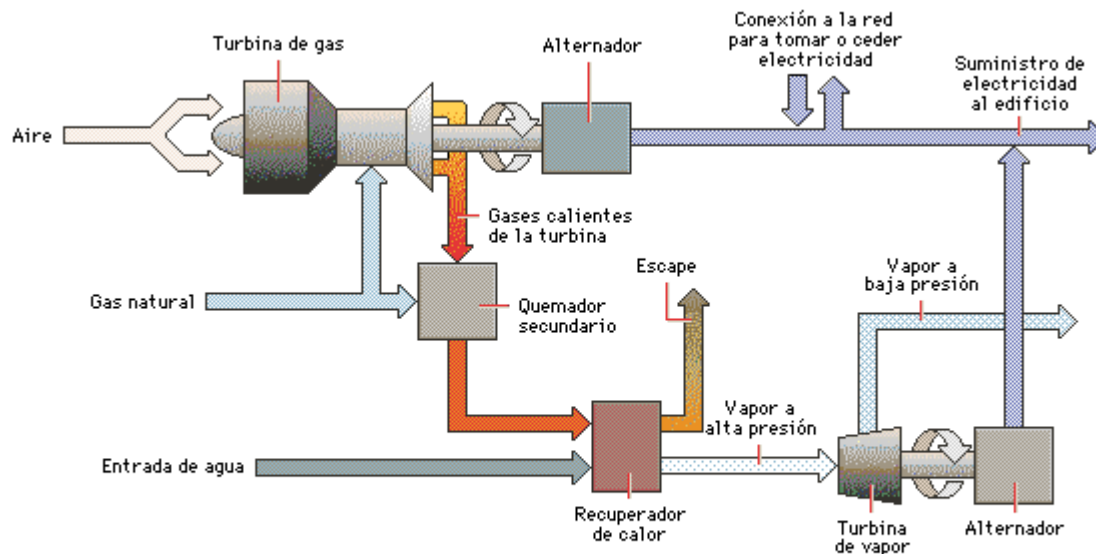
# Cambio de Combustible

---

- Los proyectos de cambio de combustible podrían aplicar a los beneficios del MDL.
- Caso de empresas industriales que emplean Petróleo residual y no tienen acceso al ramal de Gas Natural.

# Cogeneración

- Es el conjunto de equipos e instalaciones que permiten generar simultáneamente energía eléctrica y térmica, requeridas por el proceso industrial y a partir de la misma fuente de energía primaria.



# Cogeneración

---

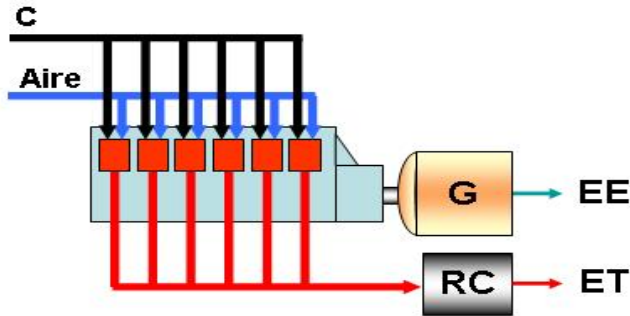
- Es la conversión de una energía de calidad media (gas natural) en una energía de calidad superior (energía mecánica o eléctrica) y otra de nivel térmico inferior (vapor de agua).
- Producción combinada de calor y electricidad (Combined Heat and Power, CHP) ó Sistema de Energía Total.
- Esta tecnología produce en forma secuencial energía eléctrica y térmica, donde esta última es útil a los procesos productivos en forma de un fluido caliente (vapor, agua, gases), obteniendo eficiencias globales de más del 80%.

# Clasificación de los Sistemas de Cogeneración

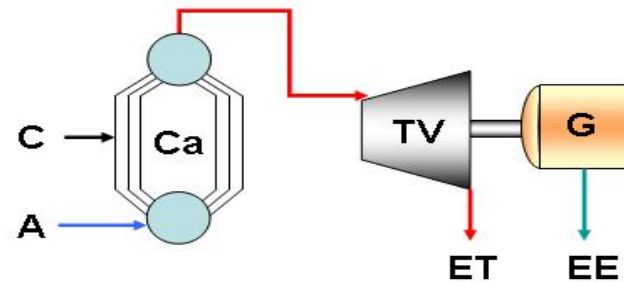
---

- Los sistemas de cogeneración pueden clasificarse de acuerdo con el orden de producción de electricidad y energía térmica, en:
  - Sistemas superiores o de “cabeza” (Topping Cycles).
  - Sistemas inferiores o de “cola” (Bottoming Cycles).
  - Los sistemas superiores de cogeneración, que son los más frecuentes, son aquellos en los que una fuente de energía primaria (como el gas natural, diesel, carbón u otro combustible similar) se utiliza directamente para la generación de energía eléctrica en el primer escalón.

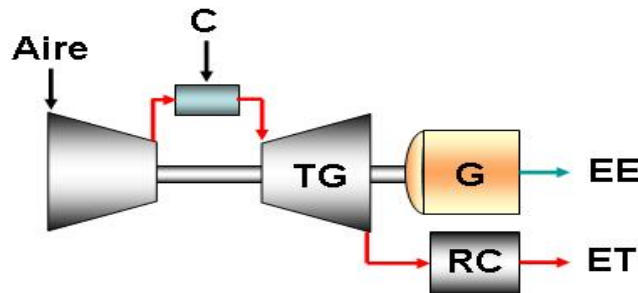
# Sistema Superior ó de Cabeza



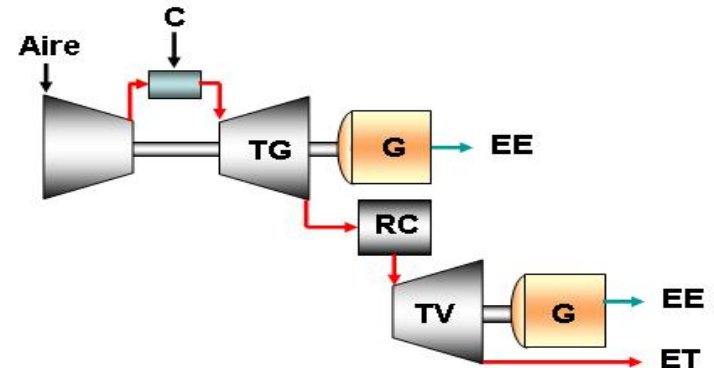
A) Motor de Combustión



B) Turbina de Vapor



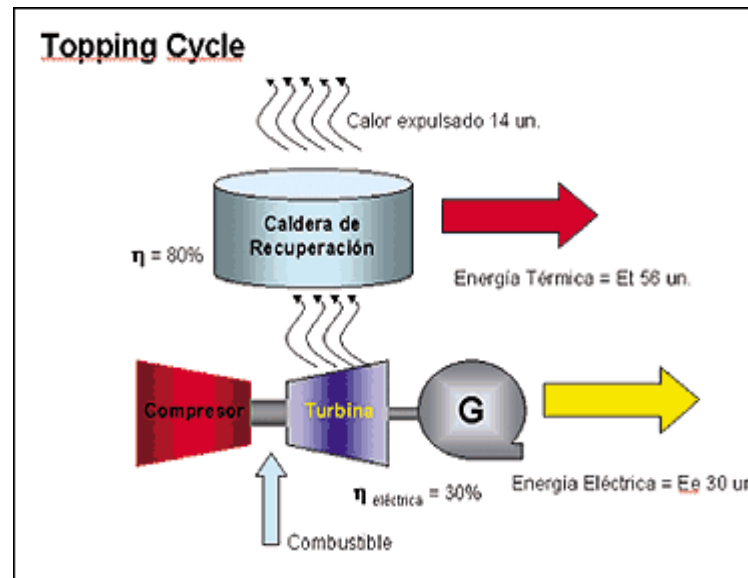
C) Turbina de Gas



D) Ciclo Combinado

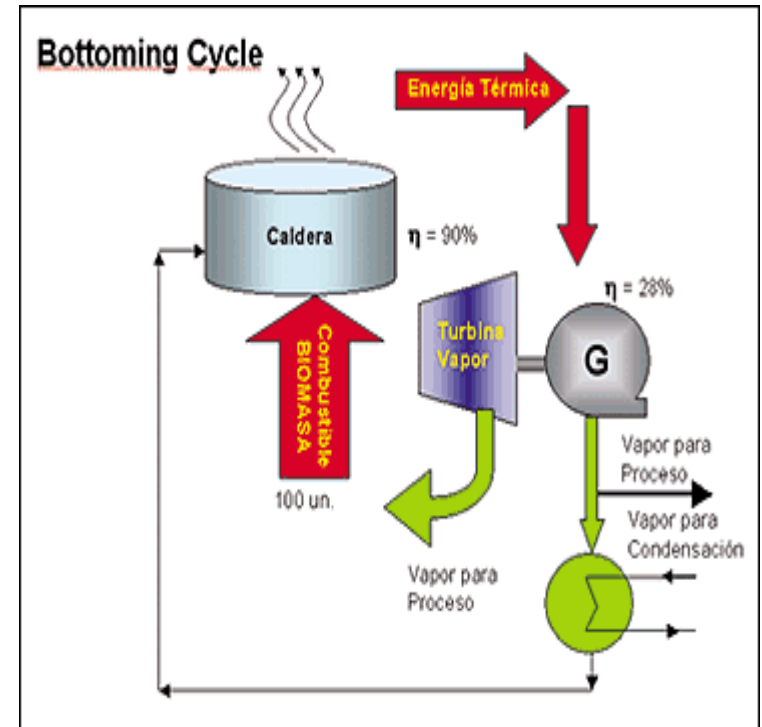
# Usos

- Los sistemas superiores, se utilizan principalmente en la industria textil, petrolera, celulosa y papel, cervecera, alimenticia, azucarera, entre otras, donde sus requerimientos de calor son moderados o bajos con temperaturas de  $250^{\circ}\text{C}$  a  $600^{\circ}\text{C}$ .



# Usos

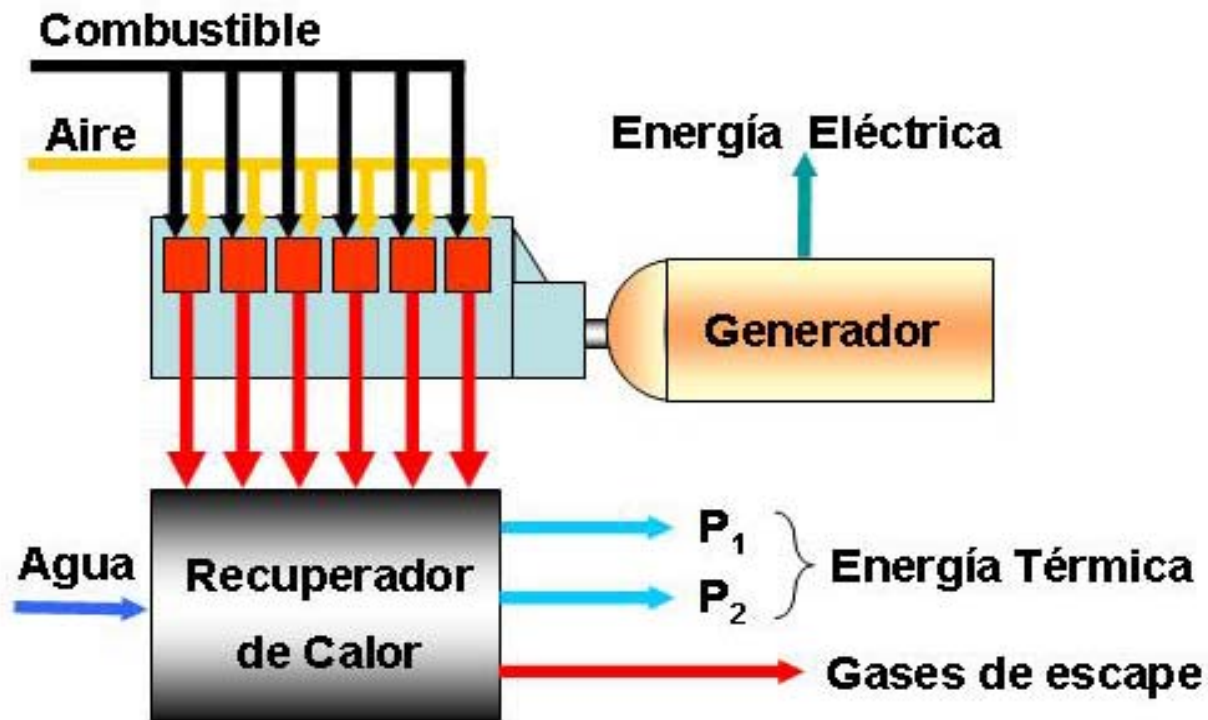
- En los sistemas inferiores la energía primaria se utiliza directamente para satisfacer los requerimientos térmicos del proceso del primer escalón y la energía térmica residual o de desecho, se usará para la generación de energía eléctrica en el segundo escalón.
- Los ciclos inferiores están asociados con procesos industriales en los que se presentan altas temperaturas como el cemento, la siderúrgica, vidriera y química. En tales procesos resultan calores residuales del orden de  $900^{\circ}\text{C}$  que pueden ser utilizados para la producción de vapor y electricidad.



# Cogeneración con Motor de Combustión Interna

---

- Este sistema arroja la mayor generación eléctrica por unidad de combustible consumido, en un rango del 34% al 40%, aunque los gases residuales son de baja temperatura: 200 a 250 ° C. Sin embargo, en aquellos procesos en los que se puede adaptar, la eficiencia de cogeneración alcanza valores similares a los de las turbinas de gas. Con los gases residuales, se puede producir vapor de baja presión (alrededor de 10 a 15 kg/cm<sup>2</sup>) o agua caliente de 80 ° C a 100 ° C



**La generación de energía eléctrica depende de la demanda de vapor o agua caliente**

# Conclusiones

---

- Los proyectos de Eficiencia Energética, Cambio de Combustible y Cogeneración tienen la opción de aplicar a los beneficios del MDL.
- Para una mayor ampliación de la información se desarrollarán Estudios de Caso Prácticos.

---

# GRACIAS