

Curso Online

Eficiencia Energética en el Sector Agroalimentario

Módulo 5 : Energía Térmica - Aplicaciones de EE y Ejemplos (Parte 1)

Dictado por: Raúl Guzmán G.

RCEE / CEM / CMVP

Gerente de Ingeniería

JHG Ingeniería Ltda.



Contenidos

- Ejemplos de Mejoras de Eficiencia Energética en Procesos con Combustión
- Uso de ERNC en reemplazo de combustibles fósiles en Procesos de Combustión
- Ejemplos de Mejoras de Eficiencia Energética en Aplicaciones de Recuperación y Transferencia de Calor
- Ejemplo de Eficiencia Energética por Mejoras en Aislación

EE en procesos de combustión

- Equipos de combustión : Calderas

Caldera Industrial de
vapor/fluido térmico

Babcock Wanson
3000 kW



Caldera Industrial para generación

HURST Boilers & Welding Company

400 BHP (34,5 lb/h @ 212 °F = 9,81 kW)



EE en procesos de combustión

- Otros Equipos de combustión



Calderas a Biomasa



Deshidratador



Generadores

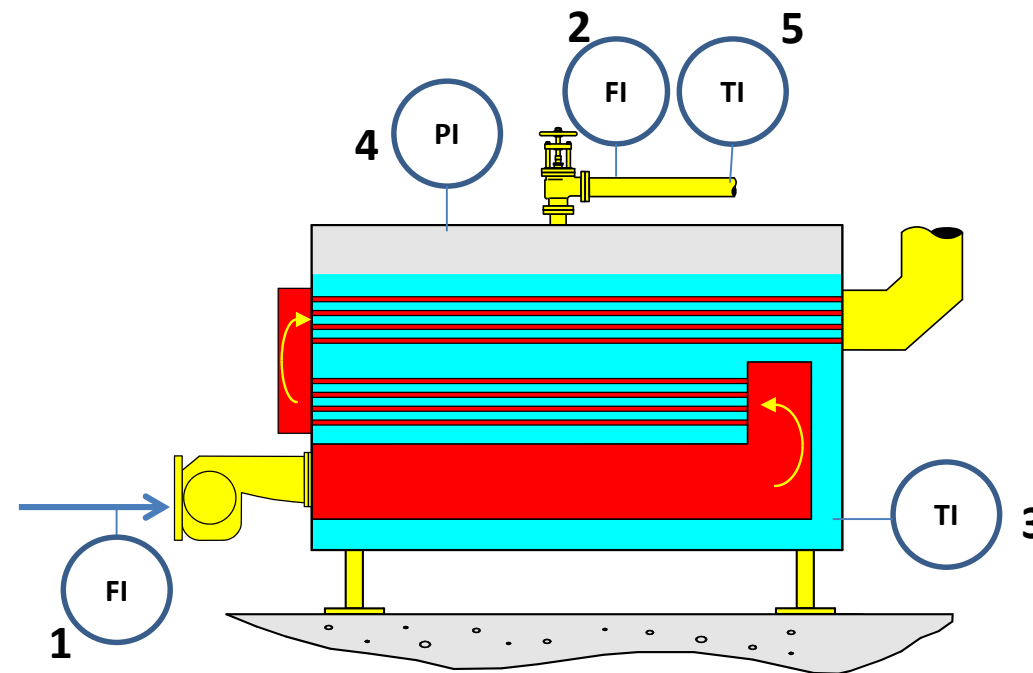
EE en procesos de combustión

- Determinación Eficiencia de combustión en Calderas

Determinación de Eficiencia por método directo requiere :

- 1. Flujómetro combustible a quemador
- 2. Flujómetro de vapor/agua
- 3. Temperatura del agua de entrada a caldera
- 4. Presión de trabajo caldera (Vapor), o
- 5. Temperatura del agua de salida de la caldera (Calentador de agua)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Calor aportado al proceso}}{\text{Energía Combustible}}$$



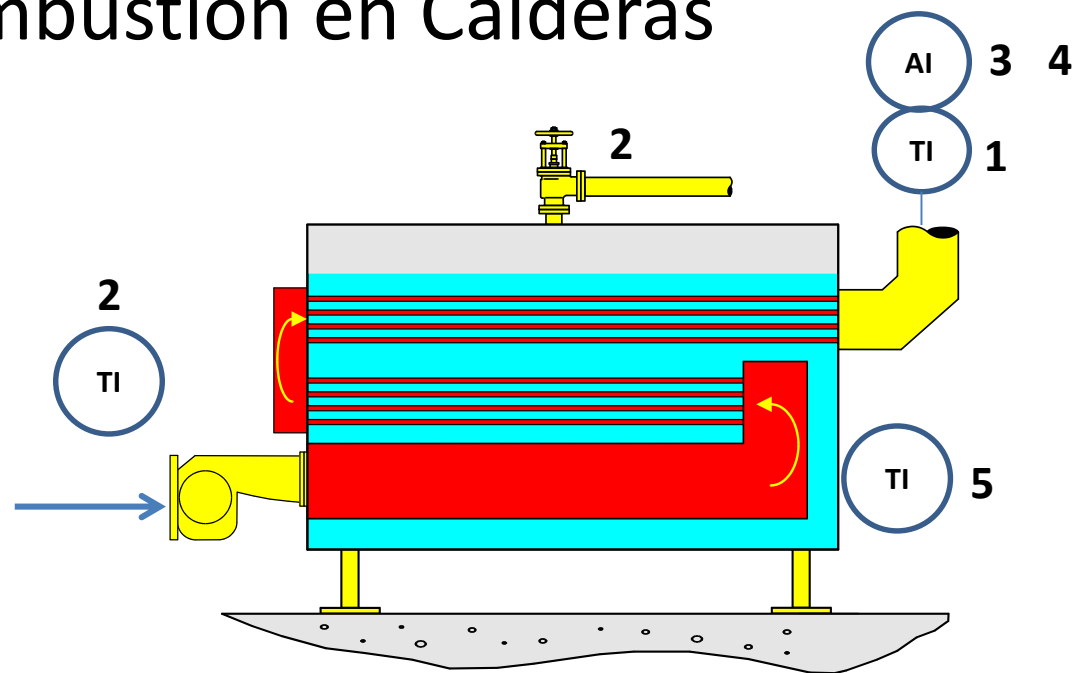
- **Calor a proceso en caldera de calefacción** (kcal/h) = Flujo másico de agua (kg/h) * 1 (kcal/kgC) * (temperatura agua de salida – Temperatura agua de entrada) °C
- **Calor a proceso en caldera de vapor** (kcal/h) = Flujo másico vapor (kg/h) * (entalpía vapor – entalpía agua alimentación caldera) kcal/kg
- **Energía del Combustible** (kcal/h) = flujo másico combustible (kg/h) * PCI combustible (kcal/kg)

EE en procesos de combustión

- Determinación Eficiencia de combustión en Calderas

Determinación de Eficiencia por método indirecto utiliza :

1. T_s = temperatura de gases en base chimenea.
2. T_{amb} = temperatura ingreso aire de combustión.
3. CO_2 = porcentaje de CO_2 de gases de combustión en base seca.
4. SO_2 = porcentaje de SO_2 de gases de combustión en base seca.
5. S = Coeficiente de Siegert
6. R = Pérdidas de caldera por efectos de radiación y convección

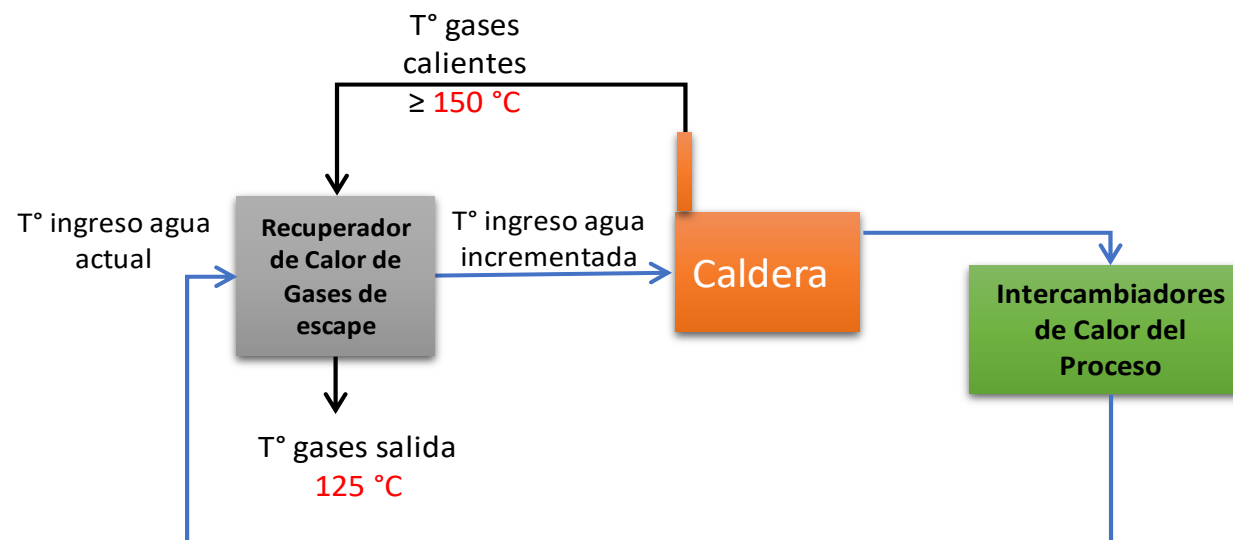


$$\eta = 100 (\%) - \left[\frac{(T_s - T_{amb}) * S}{(CO_2 + SO_2)} \right] - R$$

EE en procesos de combustión

- Recuperación de calor de gases de escape utilizando Economizador

Economizador



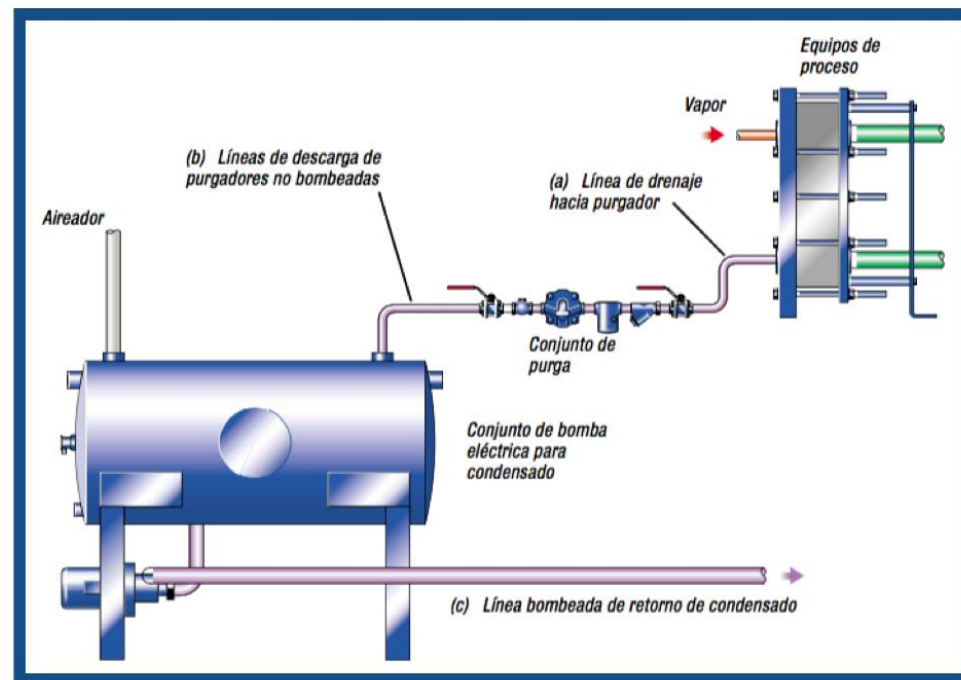
Intercambiador de calor instalado en la chimenea de la caldera, tiene por objeto utilizar la energía disponible en los gases calientes para precalentar el agua de ingreso a la caldera. Disminuye el consumo de combustible, aumentando la eficiencia de la Caldera

EE en procesos de combustión

- Reducción de pérdidas en sistemas de retornos de condensado



Fuente: Guía de Eficiencia Energética para la agroindustria del Maule



En redes de vapor, se generan condensados a temperatura que pueden ser recuperados para aprovechar su energía.

EE en procesos de combustión

- Tratamiento de agua y control de purgas en calderas de vapor



Purgas de fondo de calderas



Sistema de Recuperación de calor en purgas



Intercambiador de calor
para recuperación de
energía en purgas

Un agua de calidad adecuada posibilita un adecuado intercambio de calor entre los gases de combustión (que circulan al interior del banco de tubos) y el agua de la caldera. Malas calidades de agua generan incrustaciones que van en detrimento de la transferencia de calor. La purga de la caldera permite la eliminación de sales en el fondo de la caldera, pero purgas excesivas son fuente de pérdidas de calor.

EE en procesos de combustión

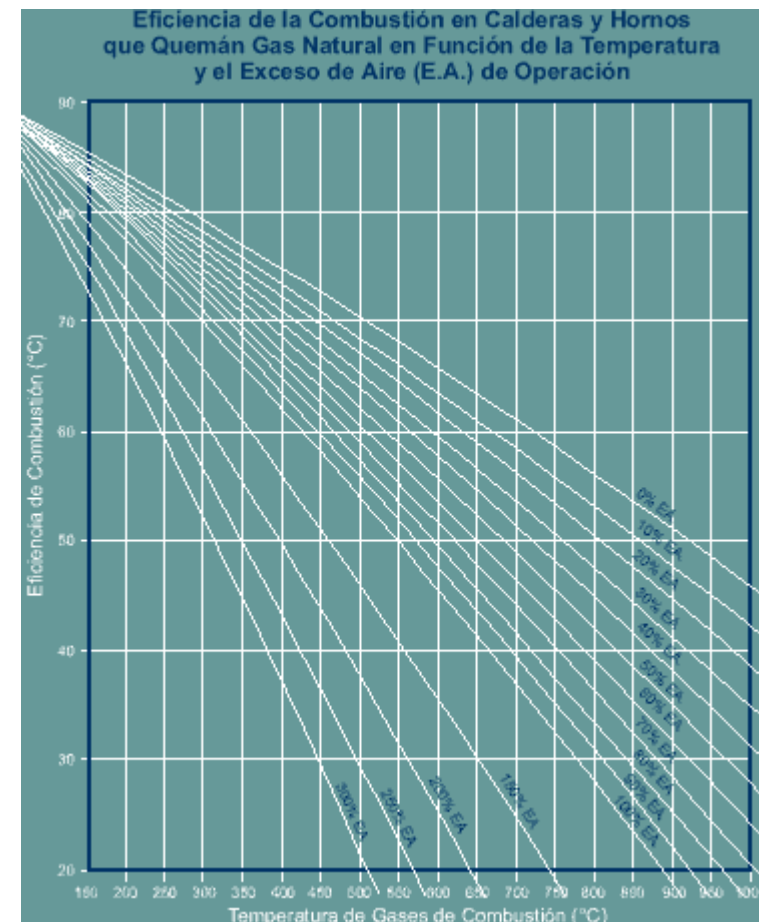
- Calibración de parámetros de combustión



Temperatura máxima de gases de escape en calderas de vapor

PRESIÓN DE TRABAJO	TEMPERATURA MÁXIMA DE HUMOS
30 psig	190°C
75 psig	215°C
100 psig	227°C
125 psig	235°C

Fuente: Guía de Eficiencia Energética para la agroindustria del Maule



Fuente: Metrogas

Una buena regulación de la relación aire combustible posibilita tener aceptables niveles de eficiencia DE combustión y concentración de CO2 en los gases de escape, además de una adecuada temperatura de salida de los gases de combustión

EE en procesos de combustión

- Control de encendido y apagado de calderas

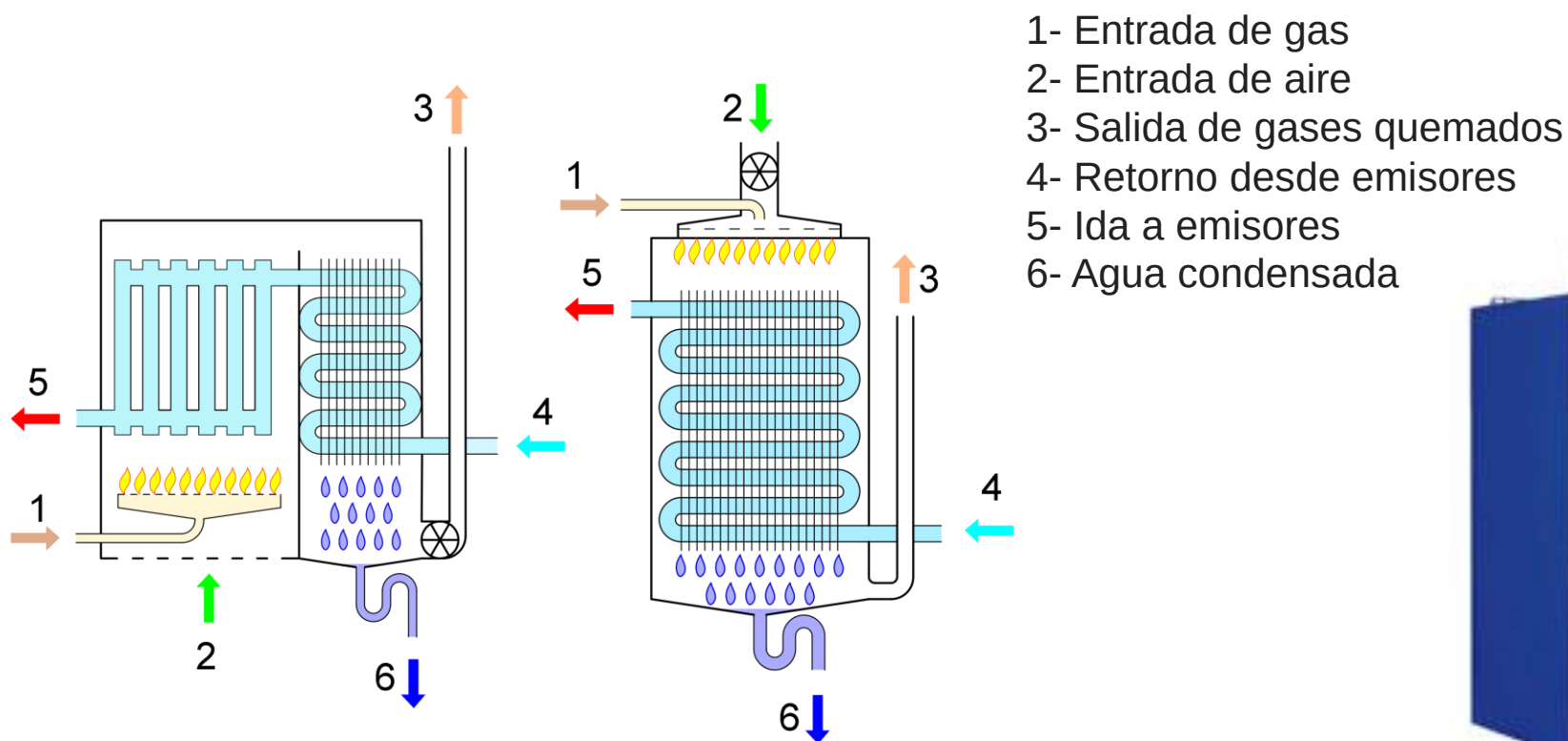


La eficiencia de la caldera se reduce a carga parcial en tanto ciclos frecuentes reduce la eficiencia general de la operación de una caldera. Esto último puede ser un indicador de una caldera sobredimensionada.

Las posibles soluciones son: instalar sistema de control de modulación de la potencia de operación del quemador y/o distribuir la demanda de calor del proceso a calderas más pequeñas

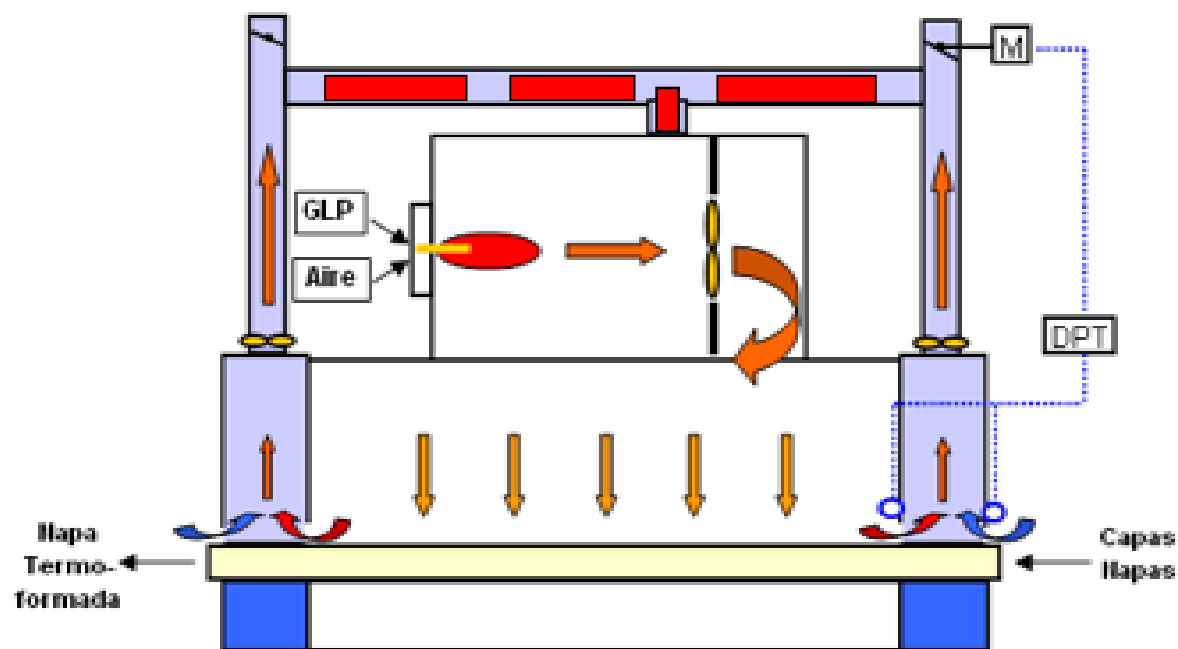
EE en procesos de combustión

- Uso de Calderas de condensación en reemplazo de calderas convencionales



EE en procesos de combustión

- Recirculación Gases de salida en Hornos / Secadores



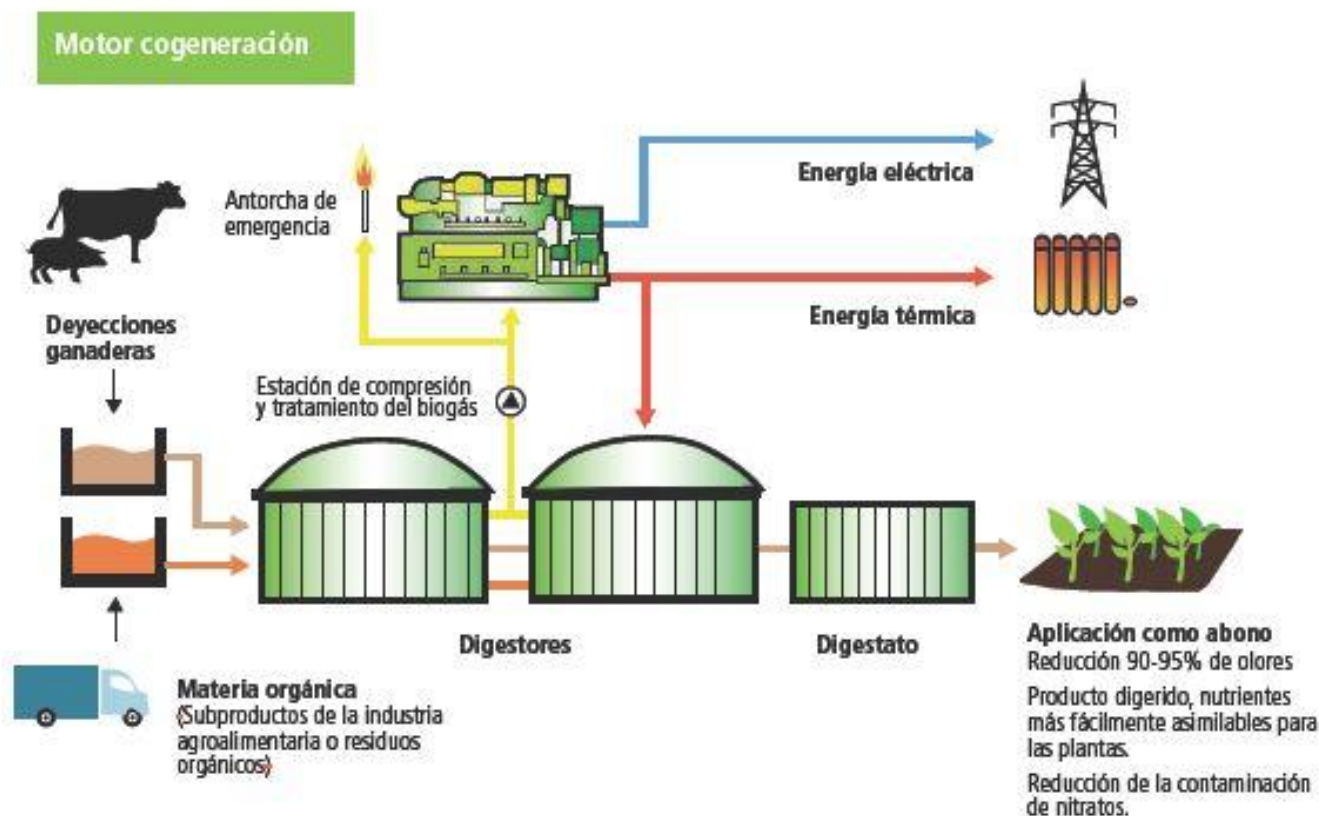
ERNC como alternativa en procesos de combustión

- Uso de Biomasa en reemplazo de combustibles fósiles



ERNC como alternativa en procesos de combustión

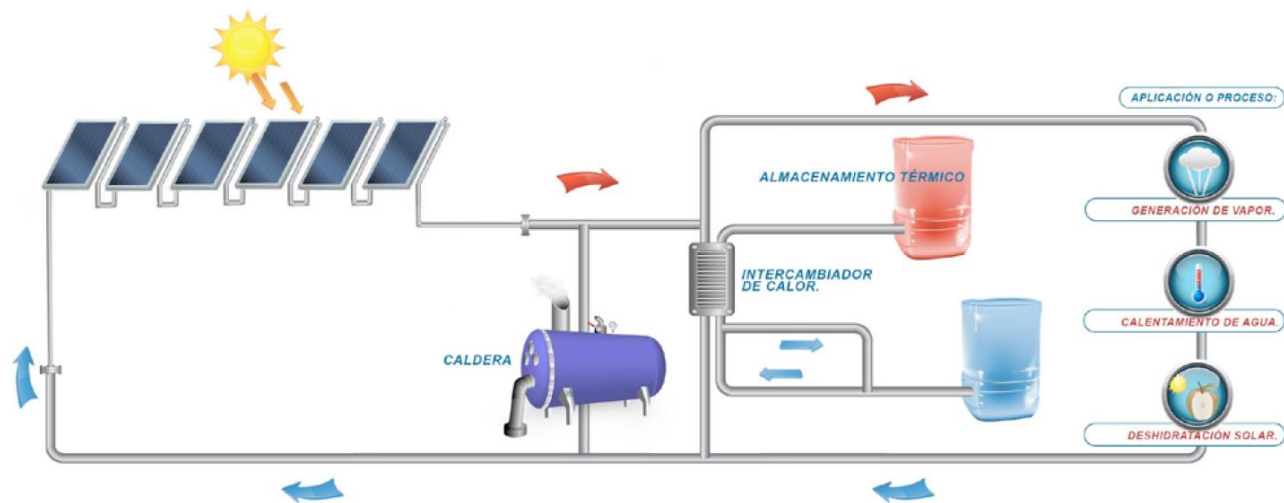
- Uso de digestores para generación de biogás



ERNC como alternativa en procesos de combustión

- Uso de Colectores solares térmicos
 - Alternativa de reemplazo o apoyo a sistemas de generación de calor en base a sistemas por combustión

Ejemplo 1: Instalación de colectores solares planos en techos de las instalaciones para calentamiento de agua ($<100^{\circ}\text{C}$)



Fuente: Elaboración propia en base a <http://www.seenergymexico.com>



ERNC como alternativa en procesos de combustión

- Calentamiento de aire por uso de energía solar
 - Alternativa de reemplazo de calor aportado por gases de combustión en Horno o Secador



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

Gran interés nacional e internacional causa deshidratador solar creado en la USM

Novedoso sistema

La utilización de energía solar térmica indirecta ha demostrado ser una alternativa viable para la industria del deshidratado, especialmente, al reemplazar a las tradicionales instalaciones a gas o directa al sol. En base a lo anterior, es que el CIE de la USM diseñó un innovador sistema de deshidratado de productos agrícolas, que utiliza aplicaciones solares de baja temperatura.

Los nuevos prototipos, desde el unifamiliar al tipo container, son transportables en camión o camioneta –pudiendo incluso funcionar durante el viaje gracias a la radiación solar que recibe– y están orientados principalmente a pequeños agricultores con necesidades de procesar desde 30 a 1.000 kg diarios de productos. Además, pueden adaptarse a los requerimientos de distintos tipos de demanda productiva y en su fabricación se utilizan materiales disponibles en la construcción, por lo que su resistencia al clima así como la disponibilidad comercial se encuentra garantizada en todo el país.

Contenidos Parte 2

- Ejemplos de Mejoras de Eficiencia Energética en Procesos con Combustión
- Uso de ERNC en reemplazo de combustibles fósiles en Procesos de Combustión
- Ejemplos de Mejoras de Eficiencia Energética en Aplicaciones de Recuperación y Transferencia de Calor
- Ejemplo de Eficiencia Energética por Mejoras en Aislación

¡Muchas gracias por su atención!



Raúl Guzmán G.

Gerente de Ingeniería

JHG Ingeniería Ltda.

raulguzman@jhg.cl

www.jhgingeneria.cl

M: + 56 9 8921 2165