

Sistemas especializados de limpieza de gases y otros avances en la cogeneración

Specialized Systems for Gas Cleaning and other Advances in Cogeneration



Kho Khoon Lim

Bachelor of Engineering
Grupo PMT / Industrias Mackenzie
Sdn Bhd
khokhoon.lim@mackenzieind.com

Palabras CLAVE

Sistemas de cogeneración, limpieza de gases, cogeneración en plantas de beneficio.

Cogeneration systems, gas cleaning, cogeneration in palm oil mills

Editado por Fedepalma a partir de la grabación de video y la presentación en power point.



Resumen

En los últimos años, algunas extractoras han comenzado a adoptar un nuevo concepto de diseño para la planta de cogeneración, que se adecue a sus diversas necesidades y requerimientos. Las mejoras se han enfocado principalmente en la caldera, para hacer que la operación del sistema sea más eficiente y amigable. Es necesario introducir mejoras en el sistema de cogeneración, entre otros, por los siguientes aspectos: (a) se requiere producir más energía eléctrica, mientras se mantiene igual la cantidad del vapor del proceso; (b) una caldera más eficiente quema menos combustible para que el exceso de él, especialmente de cuesco, pueda venderse y se generen ingresos adicionales; (c) incorporar equipos auxiliares de precalentador de aire y economizador mejora la eficiencia global de la caldera, como también el proceso de combustión y la respuesta a los cambios de presión; (d) la automatización facilita la operación y aminora el requerimiento de operarios; (e) se mejoran los equipos de combustión para atender la combustión de varios combustibles y (f) se posibilita disparar fibra de los racimos de fruta vacíos y biogás como combustible adicional. En este artículo se presentan los últimos sistemas de cogeneración con las mejoras implementadas.



Abstract

In recent years, some of the oil mills have started to adopt new design concept for the cogeneration plant due to various needs and requirement. Improvements are mainly on the boiler to make the cogeneration system more efficient and friendly to operate. Selection of steam turbine is base on lower specific steam consumption. Improvement to the cogeneration system is necessary due to the followings: (a) require to produce more electrical power whereas the amount of process steam remain the same; (b) a more efficient boiler burns less fuel so that excess fuel especially palm kernel shell can be sold for additional income; (c) incorporate auxiliary equipment air pre-heater and economizer to improve boiler overall efficiency. Both equipment also enhance the combustion process as well as the response to pressure changes; (d) automation for easy operation and less operators required; (e) improved combustion equipment to cater for multi fuel combustion; (f) capable of firing EFB fiber and biogas as additional fuel.



Introducción

Avances en sistemas de cogeneración

La cogeneración en las plantas de beneficio de palma de aceite proporciona tanto energía eléctrica como vapor de agua para el proceso de extracción (Figura 1). El vapor de la caldera se alimenta al generador de vapor turbo (TG)

para producir energía eléctrica. El escape del vapor de baja presión de este se utiliza como calefacción igualmente en el proceso de extracción. Toda la energía y el vapor producido se utilizan de manera balanceada. Ahora bien, la eficiencia de la planta de cogeneración no representa un problema, debido a que el combustible es abundante.

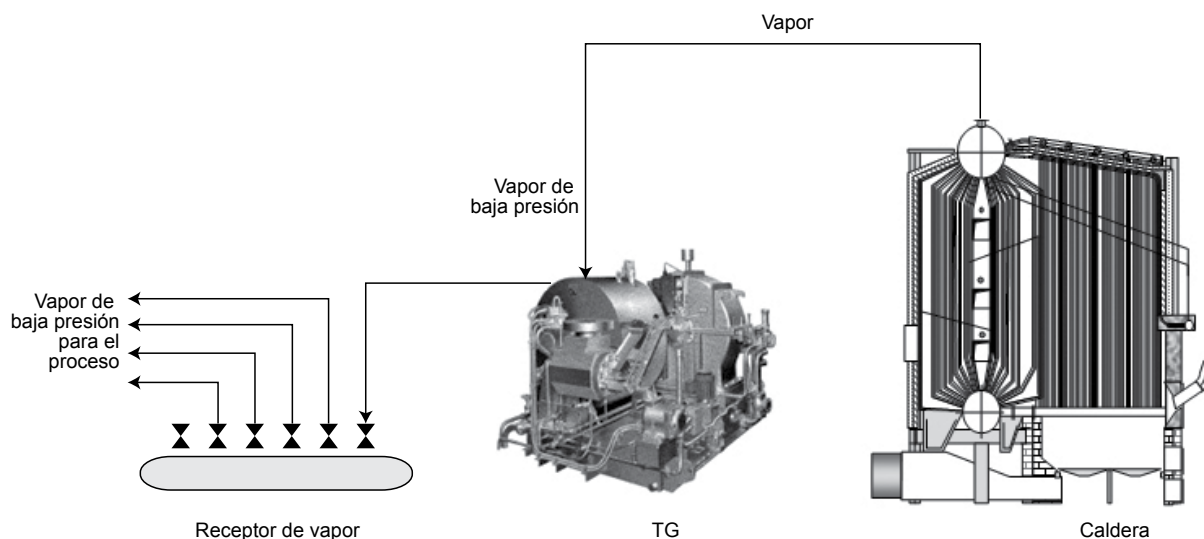


Figura 1. Sistema de cogeneración convencional en una planta de beneficio.

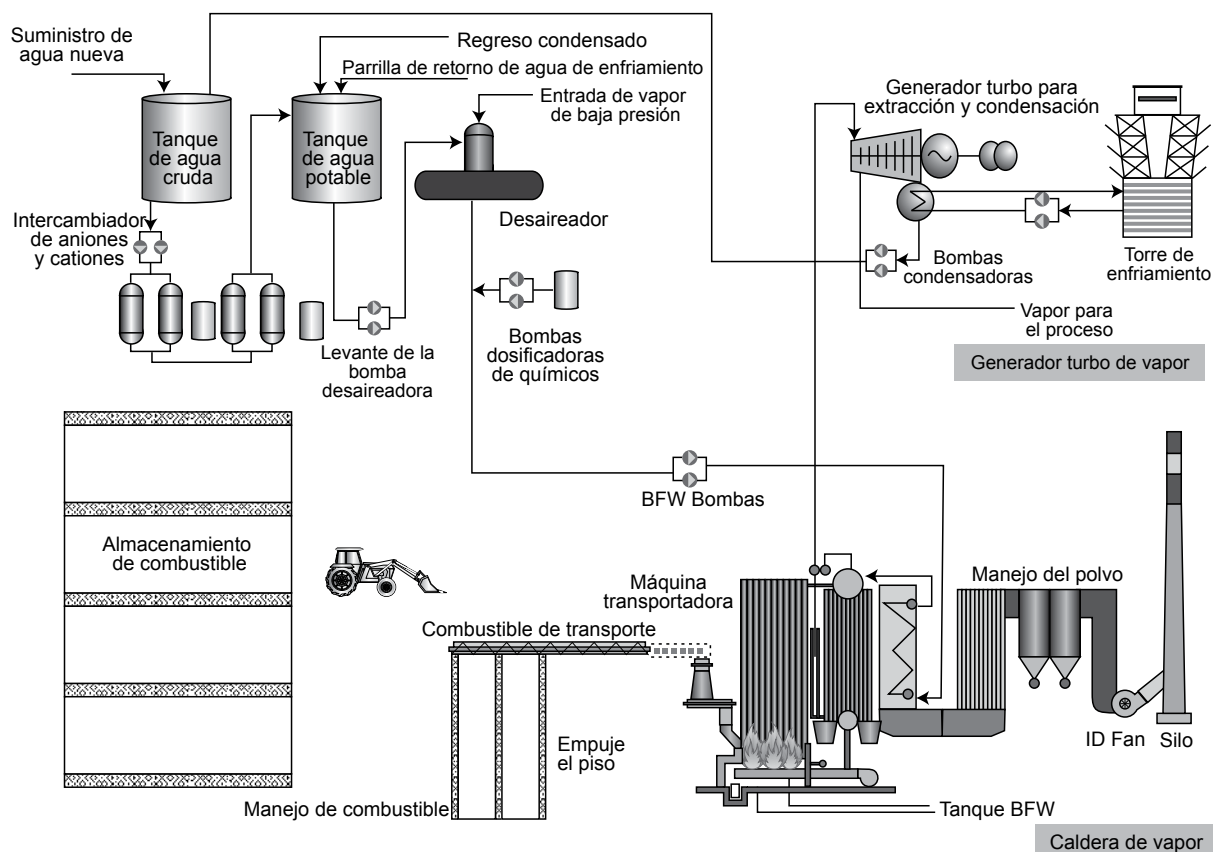


Figura 2. Nuevo concepto de planta de cogeneración.

Nuevo concepto de cogeneración

En los últimos años, algunas extractoras han comenzado a adoptar un nuevo concepto de diseño para la planta de cogeneración, que se adecue a sus diversas necesidades y requerimientos (Figura 2). Las mejoras se han enfocado principalmente en la caldera, para hacer que la operación del sistema sea más eficiente y amigable. La selección de la turbina de vapor se basa en un consumo específico menor de vapor.

Sin duda, es necesario introducir mejoras en el sistema de cogeneración, entre otros, por los siguientes aspectos:

- Se requiere producir más energía eléctrica, mientras se mantiene igual la cantidad del vapor del proceso. Por tanto, la caldera y la turbina de vapor funcionan a unas más altas presiones de vapor y de temperatura de sobrecalentamiento de vapor, con el fin de lograr un nuevo equilibrio de energía y vapor.

- Una caldera más eficiente quema menos combustible para que el exceso de él, especialmente de cuesco, pueda venderse y se generen ingresos adicionales.
- Incorporar equipos auxiliares de precalentador de aire y economizador mejora la eficiencia global de la caldera, como también el proceso de combustión y la respuesta a los cambios de presión.
- La automatización facilita la operación y aminorar el requerimiento de operarios.
- Se mejoran los equipos de combustión para atender la combustión de varios combustibles.
- Se posibilita disparar fibra de los racimos de fruta vacíos y biogás como combustible adicional.

Producción de energía eléctrica superior

Con el fin de producir más Kw por kg de vapor de agua, el sistema de cogeneración

**Tabla 1.** Posible combinación de presión de vapor y temperatura para una mayor producción de energía.

Tamaño del RFF	Vapor para el proceso, t/hr	Condiciones del vapor		Presión de respaldo a generador turbo (TG), barG	No. de fases	Generador turbo ssc, kg/Kw	Energía producida, Kw
		Presión BarG	Temperatura, °C				
Configuración convencional							
60	30	20	215	3	1	25	1.200
Nueva configuración							
60	30	30	300	3	1	19	1.600
60	30	30	300	3	4	14	2.100
60	30	30	380	3	4	12	2.500
60	30	40	330	3	4	13	2.300
60	30	40	450	3	4	10	3.000

adopta alta presión y alto calentamiento de vapor (Tabla 1).

Sistema de caldera

- Alta presión de vapor, por lo general de 30 o 40 Barg.
- Alto calentamiento de vapor hasta 400 °C
- Equipo auxiliar de ahorro de combustible, economizador y precalentador de aire (Figura 3).
- Automatización en la alimentación de combustible y eliminación de cenizas para un funcionamiento constante (Figura 4).
- Automatización de los controles del sistema de proyectos de control de combustión
- Agua Demin o R.O. para el agua de alimentación de la caldera.

Generador de vapor turbo

- Tipo de alta eficiencia con bajo consumo de vapor específico.
- Tipo multifásico contrapresión o
- Multifásico de extracción de tipo condensación.

Fogón de parrilla eficiente y fácil de operar

El fogón de parrilla estacionario refrigerado por aire es robusto y barato de instalar. Sin embargo, la elección por un tipo más sofisticado se

hace inevitable para atender la operación de la planta de cogeneración acorde con las necesidades de los tiempos modernos.

Los tipos alternativos probados de fogón disponibles son:

- Fogón de parrilla refrigerado por aire o por agua alternativamente (Figura 7).
- Fogón de parrilla vibrador refrigerado por agua (Figura 5 y 6).
- Fogón de parrilla estacionario refrigerado por agua con sistema de vapor de extracción de cenizas.

Mejoras comparadas con el fogón de parrilla estacionario convencional (Tabla 2)

- Descarga automática de la parrilla y el horno. No se requiere el trasiego manual de combustible.
- Mayor eficiencia de la combustión, debido a que la mezcla entre el aire y el combustible es más íntima.
- Alta disponibilidad, porque la operación continua es posible.
- Como el trabajo manual es mínimo, el trabajo para el operador de la caldera es más fácil.
- Hay un mejor control de la combustión de combustible y por tanto menos sobrecalentamiento en el horno. Como resultado, el horno dura más.
- Un mejor control sobre la combustión

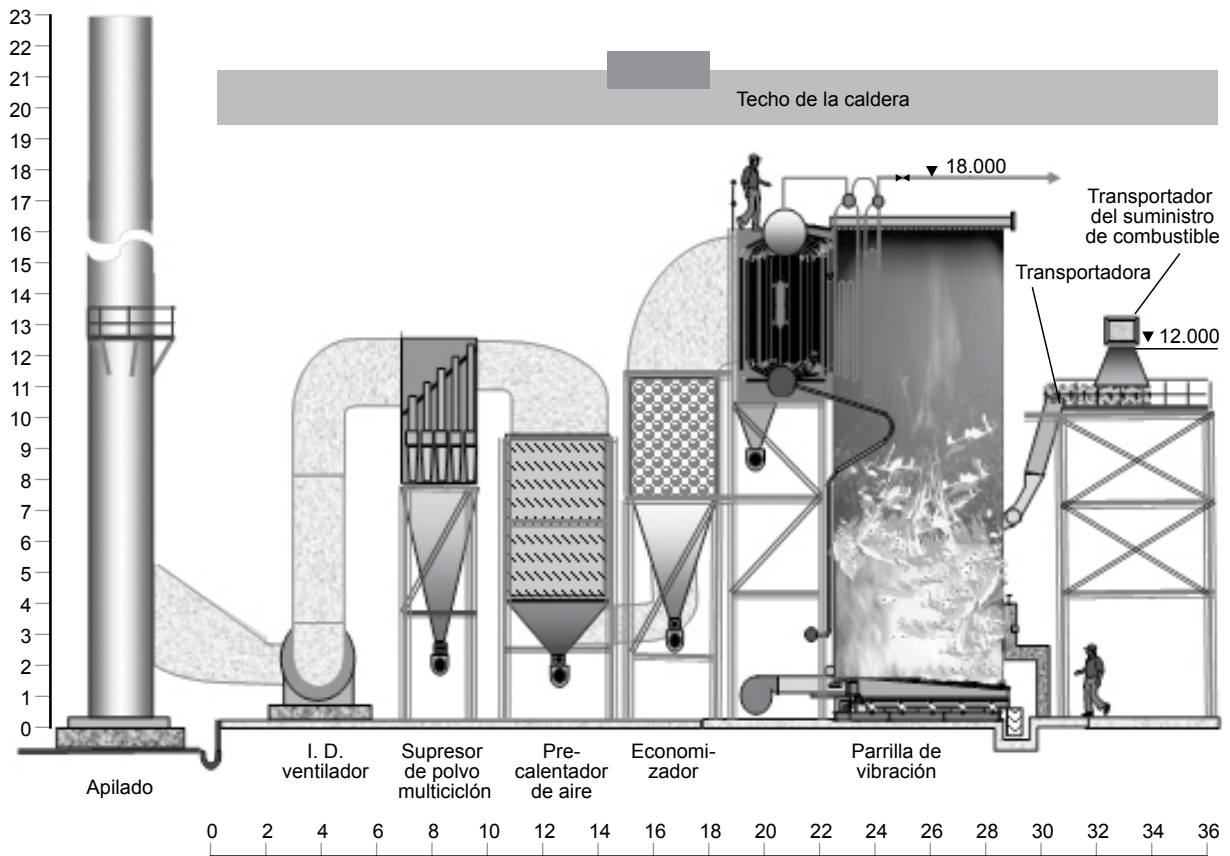


Figura 3. Caldera típica con precalentador de aire y economizador.

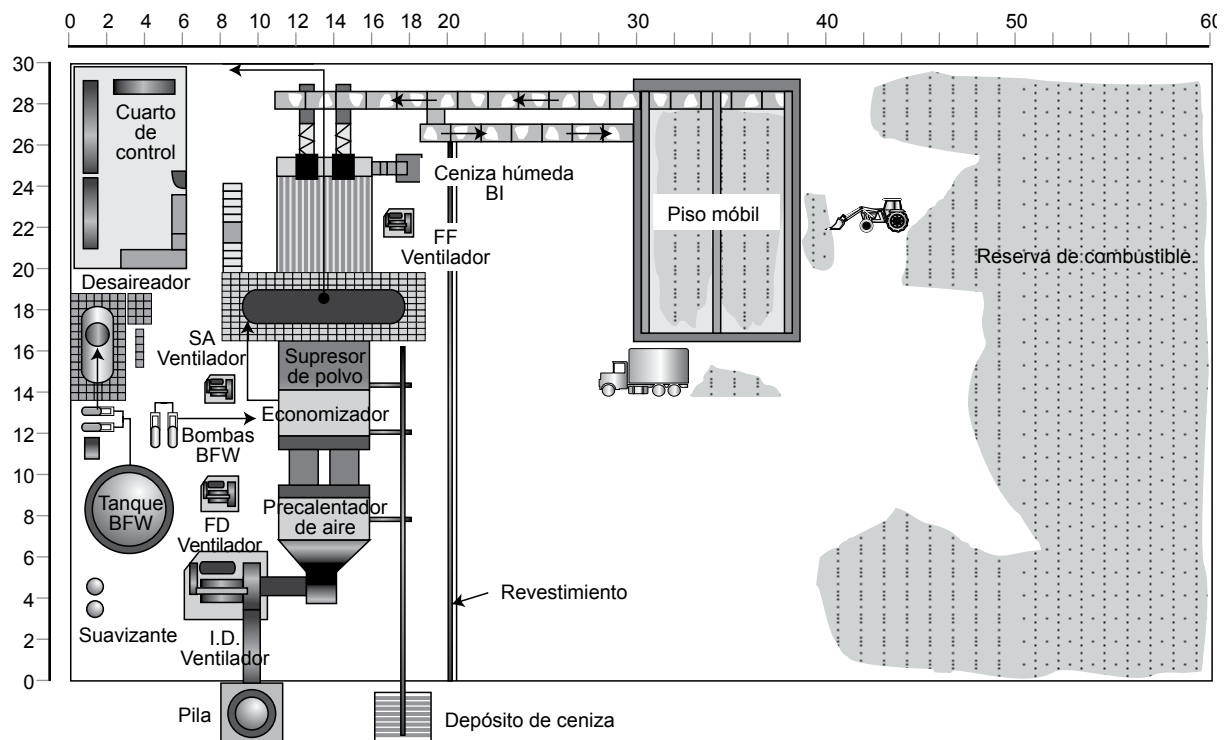


Figura 4. Almacenamiento de combustible y sistema automático de recuperación de combustible.



significa una presión de funcionamiento de la caldera más constante.

- Las mejoras en la combustión hacen que sea menos frecuente la emisión de humo negro.

Ventajas

- Descarga automática de las cenizas en la parrilla. No se requiere trasiego manual de combustible.
- Fácil de manejar y poco intensiva en mano de obra.
- Entorno de funcionamiento más limpio.
- Alta disponibilidad.
- Alta eficiencia.
- Perturbación mínima a la presión de la caldera durante la operación (Figura 8).

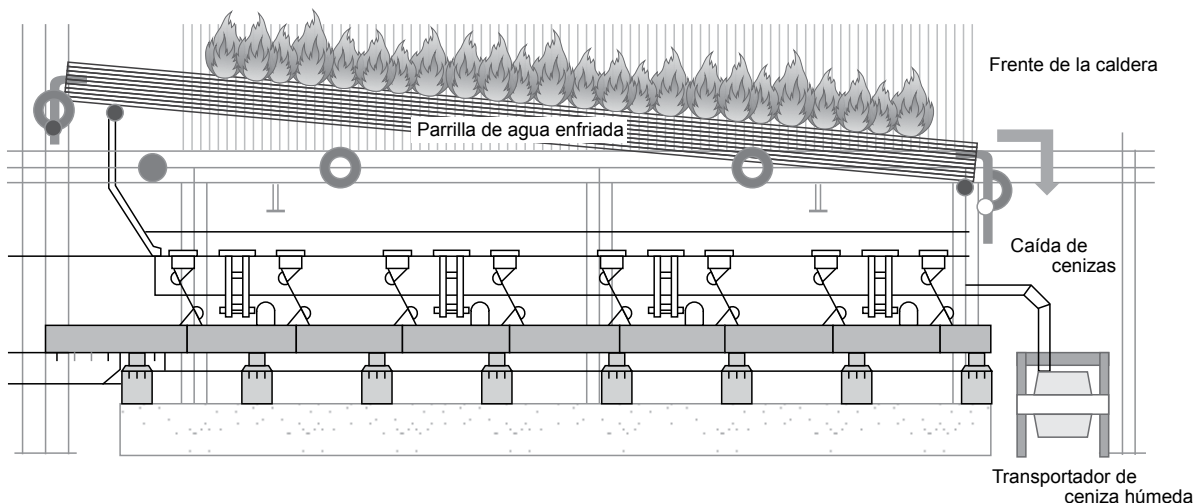


Figura 5. Vista lateral de la parrilla vibradora refrigerada con agua.

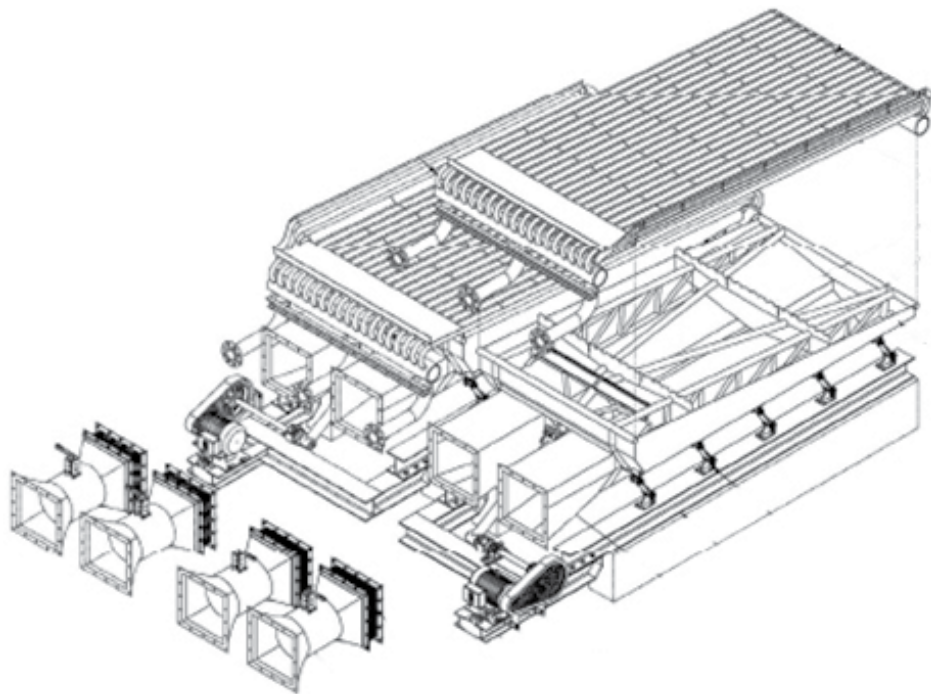


Figura 6. Vista del típico fogón de parrilla vibrador refrigerado con agua.

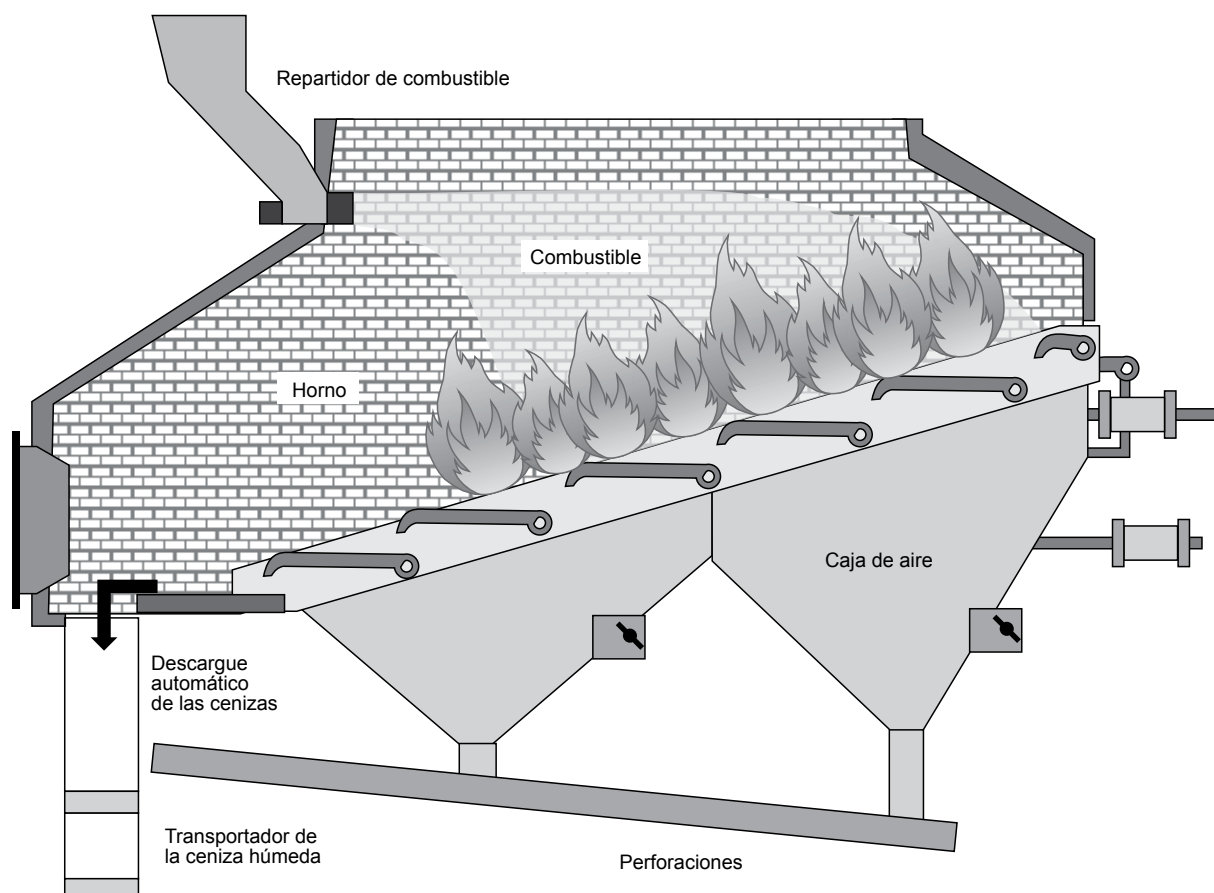


Figura 7. Fogón de parrilla de vaivén (refrigerado por aire o por agua).

Tabla 2. Comparación de los fogones de parrilla disponibles.

	Parilla convencional	Parrilla de vaivén	Parrilla vibradora
Disponibilidad	Baja	Moderada	Alta
Eficiencia	Baja	Moderada	Alta
Remoción de cenizas	Manual	Automática	Automática
Operación	Intensiva en mano de obra	Fácil	Fácil
Entorno de operación	Sucio	Limpio	Limpio
Formación de clinker	Sí	Menos	Mucho menos
Flexibilidad para quemar fibra de racimos de fruta vacía y otros combustibles	Limitada	Alta	Alta
Emisiones de humo negro	Frecuentes	Menos	Mucho menos
Mantenimiento de los tejidos del horno	Alto	Moderado	Bajo
Costo de mantenimiento	Bajos	Alto	Moderado
Costo de inversión	Bajos	Alto	Alto

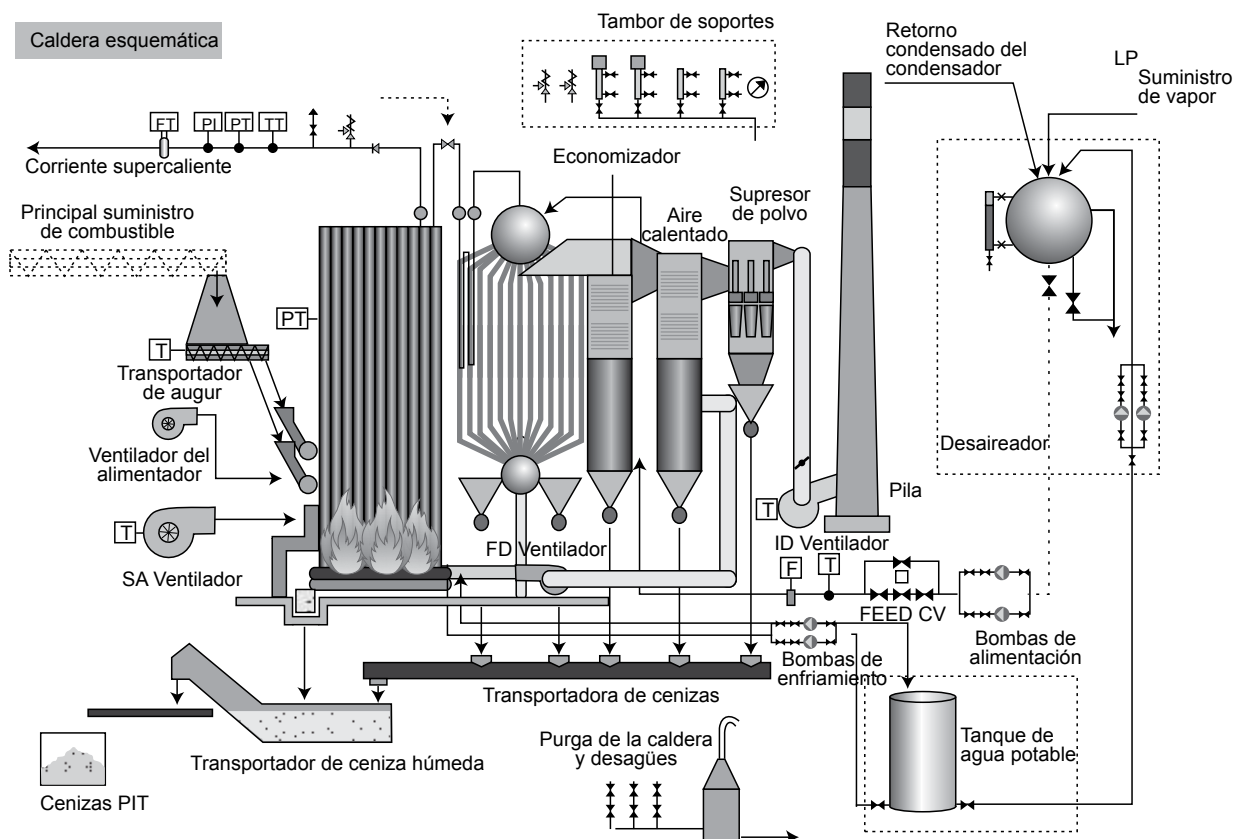


Figura 8. Caldera con sistema automatizado.

Con el incremento en el número de calderas en las plantas de beneficio de palma de aceite, algunos países han comenzado a preocuparse por el impacto de la cantidad de las emisiones de polvo proveniente de ellas. El multiciclón convencional que las elimina solo puede manejar tamaños de partículas superiores a 2μ . Las que estén por debajo de ese parámetro, requerirán de un equipo costoso y sofisticado.

Análisis de emisión de polvo de la caldera típica

Tamaño de partícula del polvo (Figura 9):

$15\mu - 25\mu$: en su mayoría

$<2\mu$: $\sim 55\%$

Contribución de peso:

$<2\mu$: $\sim 15\%$

$>2\mu$: $\sim 85\%$

Tipo de partículas:

La mayoría en forma de: ceniza fina, carbono, parcialmente carbonizadas, y gotas condensadas (Tabla 3).

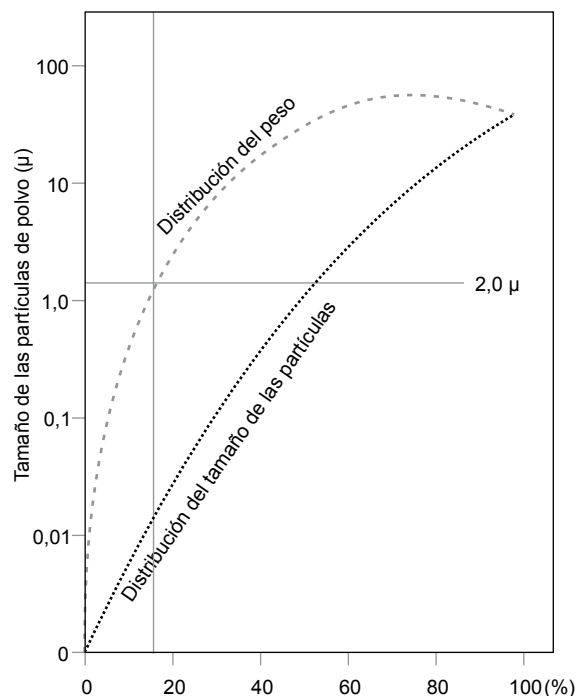


Figura 9. Tamaño de las partículas de polvo y distribución del peso.

Tabla 3. Equipo disponible de limpieza y de definición del tamaño de las partículas de polvo.

Tamaño de las partículas (μ)	0,01	0,1	1,0	10	100
Definiciones	Humo			Polvo	
	Niebla			Spray	
	Smog			Nube y niebla	
Partículas típicas	Humo de tabaco				
	Humo y polvo de la metalúrgica				
	Carbono negro				
Equipo de limpieza aplicable				Cámara de sedimentación	
				Multiciclones	
	Lavador de agua				
	Filtro de bolsa				
	ESP				