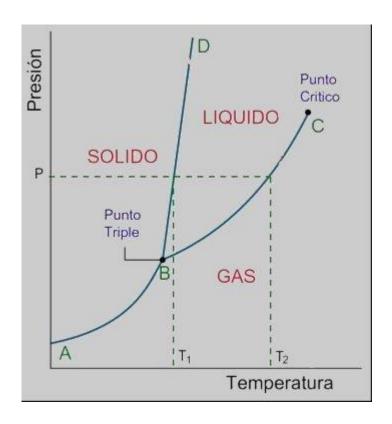
CALDERAS INDUSTRIALES

Qué es una caldera

- Básicamente, una caldera consta de un <u>hogar</u>, donde se produce la combustión y un <u>intercambiador de calor</u>, donde el agua se calienta. Además debe tener un sistema para evacuar los gases procedentes de la combustión.
- El agua puede calentarse a diferentes temperaturas.
- En las calderas normales no se suelen sobrepasar los 90 °C, por debajo del punto de ebullición del agua a presión atmosférica.
- En calderas más grandes, se llega hasta los 140 °C, manteniendo la presión alta en las conducciones para que no llegue a evaporarse (agua sobrecalentada).
- Existen también calderas de vapor, en las que el agua se lleva a la evaporación y se distribuye el vapor a los elementos terminales,
- Existen también calderas en que el agua se calienta a temperaturas inferiores a 70 °C y que consiguen elevados rendimientos (<u>caldera de condensación</u>).

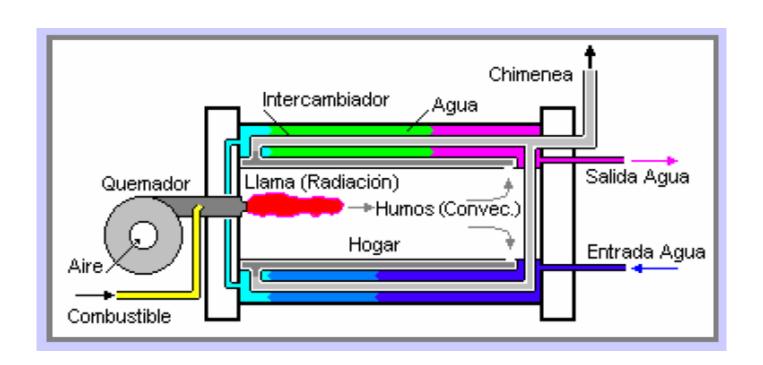
Introducción

• Las calderas: la energía de un combustible se transforma en calor para el calentamiento de un fluido



Partes:

- Hogar
- Quemador
- Humos
- Intercambiador de calor
- Fluido caloportador
- Chimenea



Combustión

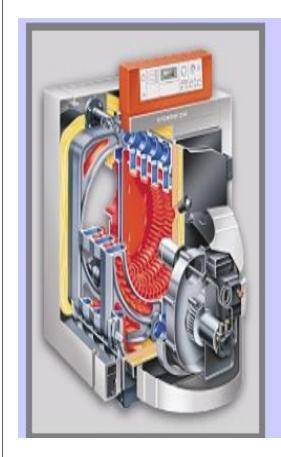
- Reacción [combustible comburente] calor a un nivel térmico aprovechable
- El quemador es el encargado de que la mezcla sea la apropiada
- La cantidad de calor por unidad de masa que desprende un combustible al quemarse es el *Poder Calorífico (kJ/kg)*
- PCI (el vapor de agua de los humos no condensa)
- PCS (se condensa el vapor de agua de los humos)
- Los elementos básicos que reaccionan son:
- – El oxígeno del aire como comburente (aprox. 1m3 por kWh)
- – El carbono y el hidrógeno del combustible
- Otros elementos (azufre), e inertes (cenizas)

Combustibles

- Los combustibles sólidos (leña, carbón), importan el carbono fijo, la humedad, las cenizas y las materias volátiles; mala mezcla con el aire, ensucian superficies
- Los combustibles líquidos, (fuel oil (S2), y gas oil C) Distribución en camiones cisterna y almacenamiento en un depósito central, alcanzando la caldera por una red de tuberías
- Los combustibles gaseosos, (gases licuados de petroleo GLP, gas natural,) Composición variable, y el suministro puede ser por medio de canalizaciones a alta baja o media presión, con depósitos fijos o con depósitos móviles (bombonas); necesitan vaporización

- Clasificación por los materiales
 - Calderas de fundición; por elementos, la transmisión de calor tiene lugar en el hogar, área de intercambio pequeña y rendimientos bajo; tienen poca pérdida de carga en los humos y por ello suelen ser de tiro natural
 - Calderas de acero; combustibles líquidos o gaseosos, por lo que tienen una mayor superficie de contacto y su rendimiento es mejor
 - Calderas murales; de diseño compacto y reducido, empleadas para instalaciones familiares de ACS y calefacción actualmente se está incrementando su potencia y permiten asociamiento de varias

- Clasificación por su diseño
 - Calderas pirotubulares, o de tubos de humo; la llama se forma en el hogar, pasando los humos por el interior de los tubos de los pasos siguientes, para ser conducidos a la chimenea; presentan una elevada perdida de carga en los humos. El hogar y los tubos están completamente rodeados de agua. De este grupo son las llamadas cilíndricas o escocesas
 - Calderas acuotubulares, la llama se forma en un recinto de paredes tubulares que configuran la cámara de combustión. Soporta mayores presiones en el agua, pero es más cara, tiene problemas de suciedad en el lado del agua, y menor inercia térmica

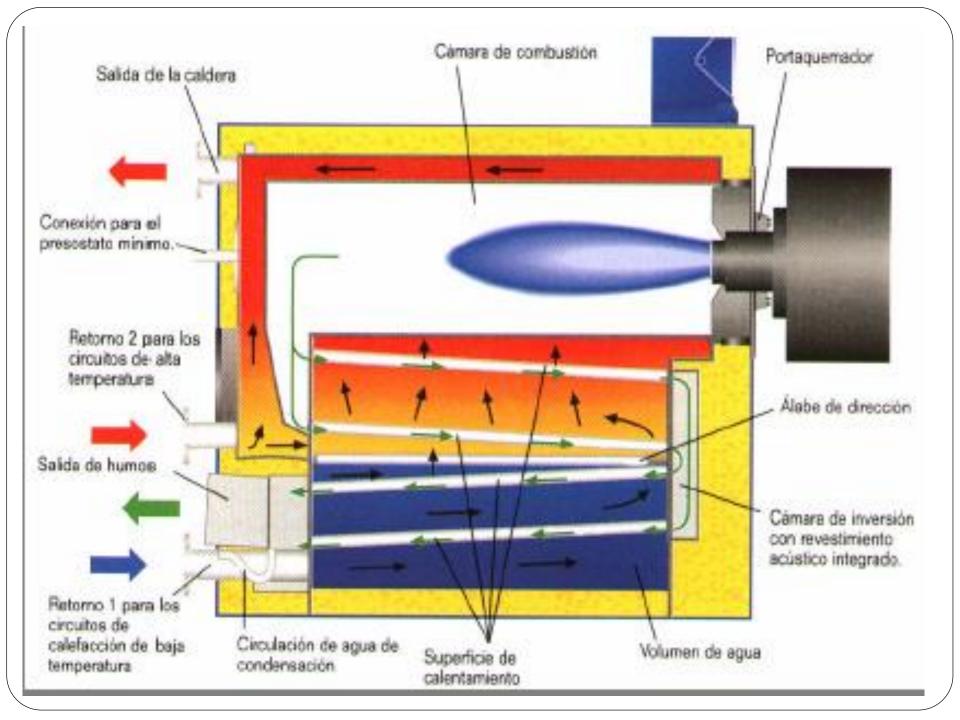




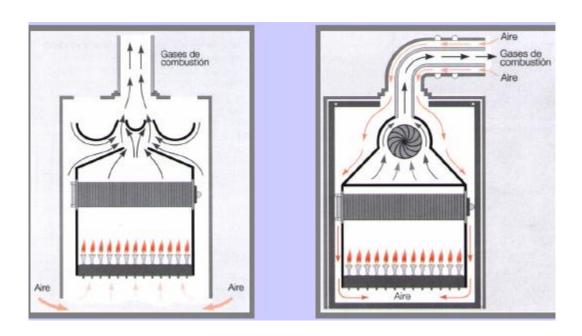


- Clasificación por su aplicación
 - **Usos domésticos:** calefacción, ACS o mixtas
 - Generación de energía para plantas termoeléctricas: para la generación de vapor
 - Plantas de cogeneración: usan gases calientes, de recuperación
 - Generación de vapor o agua sobrecalentada en plantas industriales

- Clasificación por T^a salida de los humos
 - Estandar: no soportan condensación, T^a ret $> 70^{\circ}$ C
 - Baja T^a: soportan T^a agua retorno de 35 o 40°C. Tubos de doble o triple pared gran tamaño
 - Condensación: la soportan de manera permanente



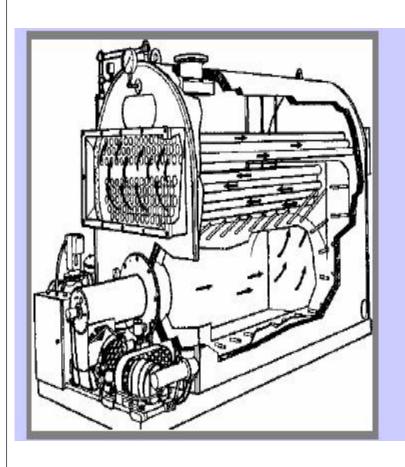
- Clasificación por la toma de aire
 - Circuito abierto y tiro natural
 - Circuito abierto y tiro forzado
 - Calderas con cámara estanca

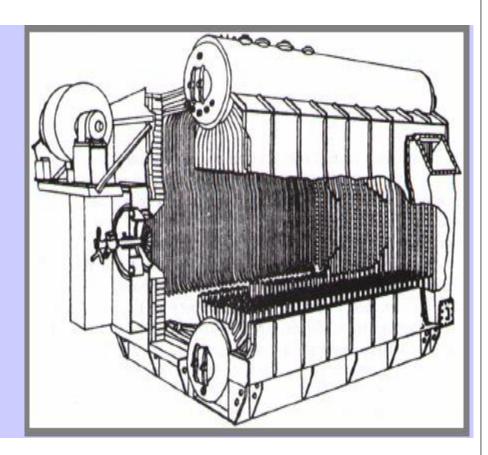


- Clasificación por el tipo de combustible
 - **Sólidos:** engorrosas de operar por la alimentación, las cenizas y suciedad que generan y el difícil control de la combustión
 - Líquidos: el combustible deber ser pulverizado o vaporizado para que reaccione con el aire
 - Gaseosos: de combustión más fácil pero más peligrosa que los líquidos

- Clasificación por la presión
 - Calderas atmosféricas
 - Calderas de depresión, funcionan por la depresión que se crea en la chimenea o por un ventilador que aspira; se evita la salida de humos al local
 - Calderas de sobrepresión; los gases circulan empujados por un ventilador; por lo que los gases circulen más rápido que en las calderas de depresión

- Clasificación por el fluido caloportador
 - Calderas de agua
 - Calderas de agua sobrecalentada, necesitan bombas de alimentación para elevar la presión, las fugas son muy peligrosas
 - Calderas de vapor, las fugas son muy peligrosas, los condensados necesitan ser purgados, necesitan gran control de la calidad del agua
 - Calderas de aceite térmico



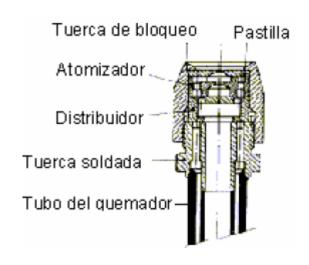


Quemadores

- Pone en contacto el combustible y el comburente en cantidades y condiciones adecuadas
 - Para combustibles sólidos: parrillas, mala regulación, están en desuso
 - *Para combustibles líquidos :* valvulería, filtros, elementos de control y de seguridad
 - *Para combustibles gaseosos:* más sencillos, ya que la mezcla con el aire se consigue fácilmente. La valvulería, filtros, elementos de control y seguridad

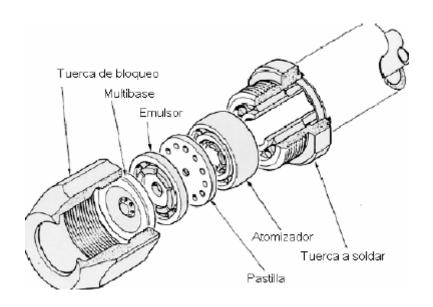
Quemadores para líquidos

- De pulverización mecánica o por presión, colocan el líquido en rotación formando un cono de gotas que se mezcla con el aire
- Necesitan presiones entre 16 y 20 bar, que ha de ser suministrada por la bomba del combustible
- Los combustibles pesados, como el fuel, precisan precalentarse por su elevada viscosidad



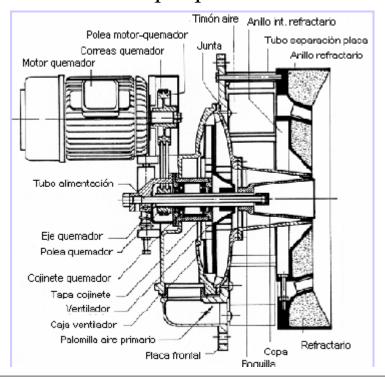
Quemadores para líquidos

• De pulverización asistida, o inyección de fluido auxiliar, sólo para combustibles pesados, junto con ellos se se inyecta un fluido auxiliar formando una mezcla que se pulveriza fácilmente



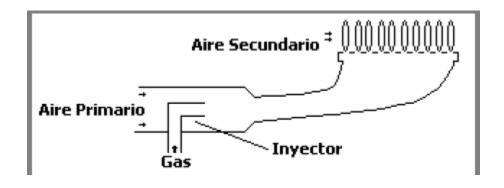
Quemadores para líquidos

- Rotativos, de pulverización centrífuga, una copa que gira a gran velocidad, distribuye el combustible y lo lanza perimetralmente hacia delante en forma de tronco de cono
- Al tener elementos móviles, requieren un mantenimiento más cuidadoso, pero es menos propenso al ensuciarse



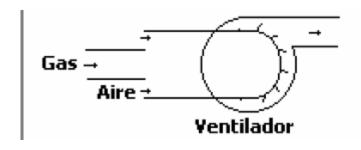
Quemadores para gases

- Para combustibles gaseosos: son más sencillos, ya que la mezcla con el aire se consigue fácilmente.
 - Quemador atmosférico: la presión del gas provoca la aspiración del aire (primario) para la combustión (40 al 60%), el resto se completa en el quemador. La regulación de potencia se controla con la sección de paso del combustible.



Quemadores para gases

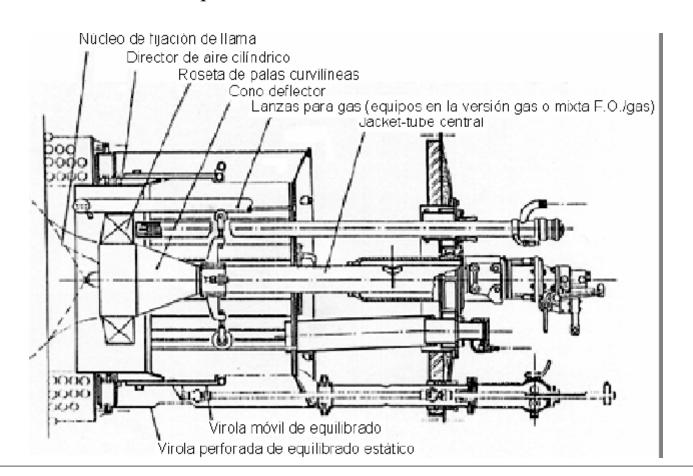
- *Para combustibles gaseosos:* son más sencillos, ya que la mezcla con el aire se consigue fácilmente.
 - Quemador de premezcla: el aire, incluido el exceso, se mezcla con el gas antes del quemador, no existiendo aire secundario





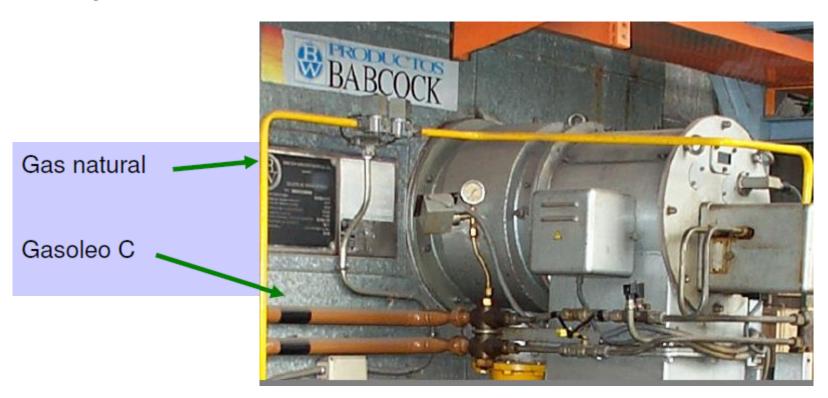
Quemadores

- Para combustibles gaseosos:
 - De flujo paralelo, con mezcla por turbulencia, el aire llega paralelo al eje del quemador, se pone parcialmente en rotación por la acción de la roseta (dispositivo con aletas)



Quemadores

• Quemadores mixtos: simultáneamente o por separado más de un combustible .Se utilizan en grandes calderas para dar seguridad de servicio



Equipos auxiliares

- Ventiladores de aire de combustión
 - Envían el aire al cajón, común o individual, en el que están alojados los quemadores
 - En las instalaciones industriales se instala en un foso situado en el frente de la caldera, para amortiguar ruidos
 - El accionamiento por correas y poleas permite ajustes posteriores en el caudal impulsado
 - Entre el ventilador y el quemador se deben instalar juntas flexibles, para amortiguar las vibraciones y absorber las dilataciones de la caldera

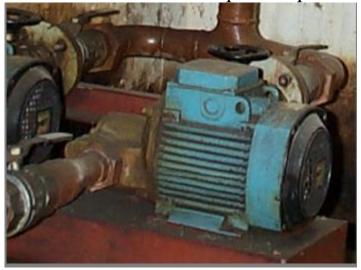
Equipos auxiliares

• Ventiladores de aire de combustión



Circuito de combustible

- Para los *sólidos la alimentación puede ser manual en* las pequeñas y automatizada en las grandes
- En las de *combustibles líquidos la alimentación es* con bombas que comunica presión al combustible, de engranajes
- Son más robustas
- Son más estables
- El combustible las lubrica
- En las de *combustibles gaseosos la fuerza impulsora* es la presión de la red de distribución o el depósito, puede ser necesario un reductor de presión.





Circuito fluido caloportador

- Hay que considerar la pérdida de carga que supone la caldera
- La fuerza impulsora:
 - Red de abastecimiento (circuitos abiertos)
 - Bombas circuladoras
 - Por termosifón (diferencia de densidades del agua caliente y fría, poco empleado)
- En las calderas de vapor, el caudal de alimentación será la suma del vapor generado, más las purgas que se realicen (mantener la concentración de sales)
- Tratamiento de agua
- El tratamiento de agua de alimentación, o reposición dependerá de las características de las aguas locales

Bombas de circulación de agua

- Las calderas industriales provistas de quemadores de combustibles líquidos o gaseosos, deben estar equipadas con un sistema de bomba de alimentación
- Bombas centrífugas, de varias etapas, con una curva Q-H que no sea plana
- Diseñada para trabajar con altas temperaturas
- NPSHR < NPSHD para evitar la cavitación
- Un factor importantísimo a tener en cuenta durante el trabajo de la caldera es la calidad del agua de alimentación .Esta agua debe estar desprovista de <u>dureza temporal</u>, de lo contrario, las sales depositadas en torno a los tubos de fuego van formando una capa aislante que impide el intercambio adecuado de calor entre gases de la combustión y agua, con la consecuente pérdida de eficiencia

- Encendido de la chispa,
 - *Piezoeléctrico*; es un cristal de cuarzo de que se carga eléctricamente cuando se le deforma, no necesita conexión eléctrica
 - *Por filamento incandescente*; se calienta al paso de una corriente eléctrica;
 - necesita conexión eléctrica, y el filamento es muy frágil.
 - *Por chispa de alta tensión*; un transformador genera una tensión que produce el salto de una chispa; es un sistema de larga vida pero necesitar conexión eléctrica
- El paso de combustible y el comburente deben quedar cerrados cuando la caldera está parada enfriar la caldera
- Control de encendido y mantenimiento de la combustión, la extinción es debida casi siempre a que la mezcla aire/gas sobrepasa los límites de inflamabilidad

- Los dispositivos para evitar estos riesgos suelen ser:
- Presostatos detectando la baja presión o alta presión de gas
- — Detector de falta de aire comburente
- Detector de extinción de la llama
 - Bimetálicos, se deforman por calor
 - Termopares, generan una cierta tensión al calentarse
 - Electrónicos
 - Anomalía reencendido de la llama
- Detección de falta de suministro eléctrico; vital para los sensores; batería
- Anomalía paro de seguridad, corte suministro de combustible y alarma

- Control del quemador, encendido y/o modular la potencia
- Control de la bomba y el ventilador, el paro de la bomba implica calentamiento; el del ventilador puede llevar a que los gases no se evacuen, lo que supondrá una temperatura excesiva y dificultad en la combustión
- Control de nivel de agua en el interior de la caldera, (T y ptos calientes)
- Control de aparición de inquemados por un analizador de gases

- Control de temperatura de los humos;
- T pérdidas en los humos; T riesgo de condensación
- Control de T en la caldera; los ptos calientes acortan la vida
- Control de condensados, si se producen, hay que neutralizarlos y evacuarlos

- En el encendido hay que considerar los siguientes tiempos:
- *Tiempo de prebarrido:* periodo de funcionamiento del ventilador antes de encender la llama; elimina gases residuales
- *Tiempo de preencendido:* desde que se provoca la chispa hasta que se empieza a suministrar combustible, con esto se logra un encendido suave
- *Tiempo de seguridad:* es el tiempo máximo en el que se puede suministrar combustible a la caldera sin que aparezca la llama
- *Tiempo de postencendido:* es el periodo en el que se mantiene el sistema de encendido después de haber provocado la aparición de la llama

Chimeneas

- Conducto vertical por el cual se expulsan los humos de la combustión
- Para evitar los contaminantes han de estar a una cierta altura y alejadas de puertas y ventanas
- El *tiro* es la depresión que se genera en la base de una chimenea por la diferencia de peso específico entre los humos y el aire exterior; debe vencer la pérdida de carga del aire y comunicar a los humos cierta velocidad de salida
- Un tiro excesivo provoca una elevada velocidad y los gases salen muy calientes; si es pequeño ocasiona dificultades en la combustión
- Los *conductos horizontales largos* se deben evitar y se ha de disponer registros herméticos que permitan la limpieza

Chimeneas

- Han de estar térmicamente *aisladas*, para que los gases no se enfríen y se pierda tiro, evitando condensaciones y T de contacto elevadas
- Las chimeneas han de ser *estancas* para evitar que entren en presión; y en su base tener un "saco" para recoger hollines y el agua que entre o condense
- La sección de la chimenea debe ser constante en todo el recorrido, siendo las superficies interiores lisas
- Puede colocarse un *cortatiro*, que es un elemento colocado en el conducto *de* evacuación de humos que evita el retroceso de estos.
- Al final de la misma se puede instalar un *aspirador estático o bien un deflector* que evite que el viento incidente produzca una sobrepresión que obstaculiza la salida de los humos

