CALDERAS INDUSTRIALES

Y SISTEMAS DE VAPOR

Calderas Industriales

- ¿Qué es una Caldera?
- La caldera, en la industria, es una máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor.
- Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor saturado.

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

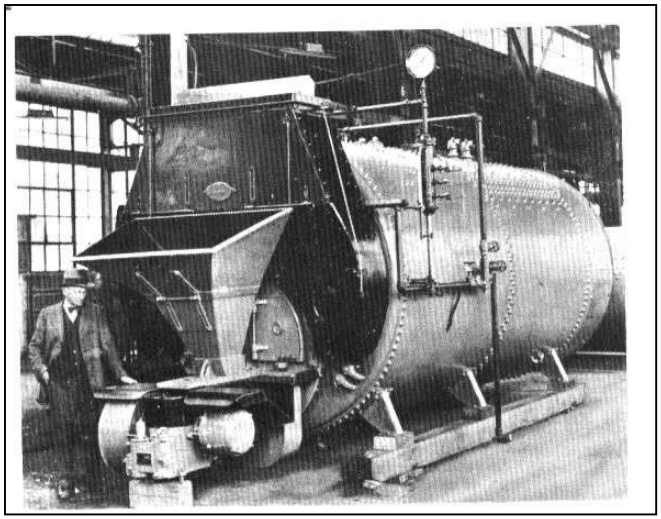
Las calderas se clasifican basándose en algunas de las características siguiente:

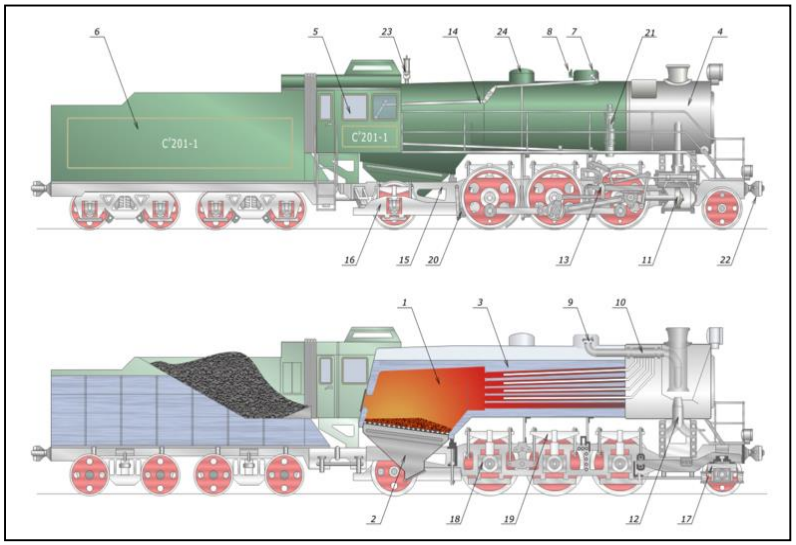
1. Uso.
2. Presión.
3. Materiales de que están construidas.
4. Tamaño.
5. Contenido de los tubos.
6. Forma y posición de los tubos.
7. Sistema del fogón.
8. Fuente de calor.
9. Clase de combustible.
10. Fluido utilizado.
11. Sistema de circulación.
12. Posición del fogón.
13. Tipo de fogón.
14. Forma general.
15. Nombre registrado del fabricante.
16. Propiedades especiales.

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

1) POR USO:
Algunas calderas se han diseñado para **fuerza** en general o **calefacción** y para funciones especiales.

Las calderas pueden ser **estacionarias** (instaladas en tierra) o **móvile**s (para navíos o locomotoras).





CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

POR USO:
Las calderas estacionarias se utilizan para:

1. 1. Calefacción de edificios.
2. Procesos industriales.
3. Plantas termoeléctricas.

POR USO:
Las calderas portátiles se utilizan en:

1. Locomóvil usadas en los campos petroleros y aserraderos.
2. Locomotoras de trenes.
3. En embarcaciones.

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

2) Por Presiones:

A. Calderas estacionarias:

Por el código* ASME *las clasifica por las siguientes características:

1. ***Calderas de calefacción de baja presión***. Que comprende todas las calderas de vapor que no exceden de 1.05 Kg/cm2 (15Lb/pulg2) y todas las calderas para agua caliente que no excedan de 11.25 Kg/cm2 (160 Lb/pulg2) y cuyas temperaturas no pasan de 121°C (250°F).

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

Por Presiones:

A. Calderas estacionarias:

Por el código* ASME *las clasifica por las siguientes características:

1. Calderas para generación de fuerza: Aquí se consideran todas las calderas que exceden las condiciones de la diapositiva anterior.

2. Calderas miniaturas: Son todos aquellos tanques de presión sometidos a fuego, que no exceden los límites siguientes:

a. Diámetro interior del casco: 406 mm (16”).

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

Por Presiones:

A. Calderas estacionarias:

Por el código* ASME *las clasifica por las siguientes características:

2. Calderas miniaturas: Son todos aquellos tanques de presión sometidos a fuego, que no exceden los límites siguientes:

a. Diámetro interior del casco: 406 mm (16”).
b. Volumen máximo de 0.141 m3 (5 pies 3), excluyendo la cubierta y el aislamiento.
c. Superficie de calefacción de 1.86 m2 (20 pies2).
d. Presión máxima de trabajo 7 Kg/cm2 (100 Lb(pulg2).

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

Por Presiones:

***B. Calderas de locomotoras*:**

Las calderas movibles para locomotoras de ferrocarriles, se construyen también de acuerdo con el Código de Calderas ASME (sección III).

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

C. Marinas:

Las calderas marinas se construyen de acuerdo con los reglamentos denominados ***"Reglamentación de Ingeniería Naval y Especificaciones de materiales" (Marine Engineering Regulations and Material Specifications),*** **del servicio de guardacostas de los Estados Unidos (U. S. Coast Guard´s).**

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

3) Por los materiales de construcción de las Calderas:

La selección de los materiales para la construcción de calderas esta regida por las normas ASME en la sección II, especificaciones de materiales.

a) Las calderas para la generación de fuerza se construyen usualmente con aceros especiales.
b) Las calderas miniaturas se pueden fabricar de otros materiales, tales como: cobre, acero inoxidables y similares.
c) Las calderas de calefacción de presiones bajas, se fabrican de hierro colado o de acero y algunas veces de tubos de cobre.

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

3) Por los materiales de construcción de las Calderas:

Las calderas de hierro colado, producidas por las fundiciones de hierro gris, se componen de cierto número de secciones, interconectadas por niples de presión o individualmente por medio de cabezales exteriores.

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

3) Por los materiales de construcción de las Calderas:

Las calderas de acero son fabricadas con láminas de acero, procedentes de los trenes de laminado y con fluses de acero.

Las planchas de acero son unidas por medio de costuras de remaches o por soldadura.

Los tubos se insertan dentro del tambor, en los cabezales o placas de soporte, siendo expandidos, rolados o soldados, para obtener una junta impermeable.

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

3) Por Tamaño:

La industria de la fabricación de calderas se rige por dos normalizaciones, a saber:

a. El Instituto de Calderas de acero (Steel Boiler Institute –SBI-)

b. Instituto de Manufactureros de Calderas y Radiadores (Institute of Boiler and Radiator Manufacturers – IBR-)

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

3) Por Tamaño:

Calderas de acero (SBI): Se basa únicamente en la superficie de calefacción.

1. Las llamadas **tamaño veintidós**. Alcanzan superficies desde 12 hasta 332 metros cuadrados (129 a 3571 pies cuadrados) de superficie de calefacción. Con rendimientos de:
   * 163 296 a 4 536 000 Kcal/h o
   * 648 a 18 000 MB/h

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

3) Por Tamaño:

Calderas de acero (SBI): Se basa únicamente en la superficie de calefacción.

2. Calderas **categorías diecisiete**:

Superficie de calefacción 1.49 a 27.3 metros cuadrados (16 a 294 pies cuadrados)

Rendimiento nominal:

* hasta de 453 600 Kcal/h
* hasta 1 800 MB/h

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

3) Por Tamaño:

Calderas de acero (SBI): Se basa únicamente en la superficie de calefacción.

3. Calderas "categoría catorce". Son calderas para quemar petróleo y su rendimiento es hasta:

* 453 600 Kcal/h
* 1 800 MB/h

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

3) Por Tamaño:

Calderas de hierro colado. Según el código IBR y las denomina "categoría treinta y tres" y hasta presiones de 1.05 Kg/cm2 (15 Lb/pulg2).

Los rendimientos son:

* 3 143 Kg de vapor por hora.

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

4) Contenido de los tubos:

Hay dos clases generales de calderas de acero:

a) La caldera de tubos de humo y

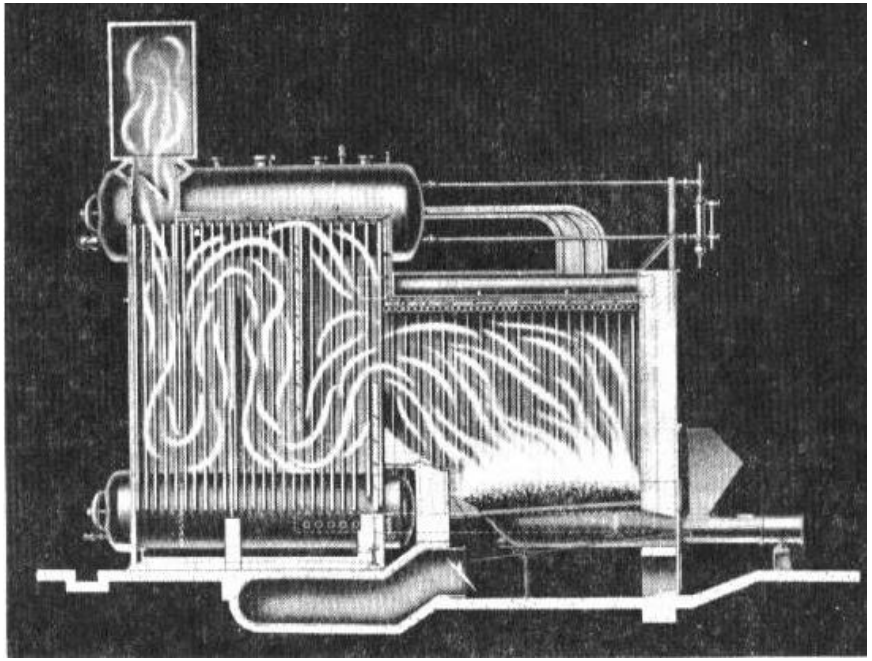
b) Las calderas de tubos de agua o acuotubular.

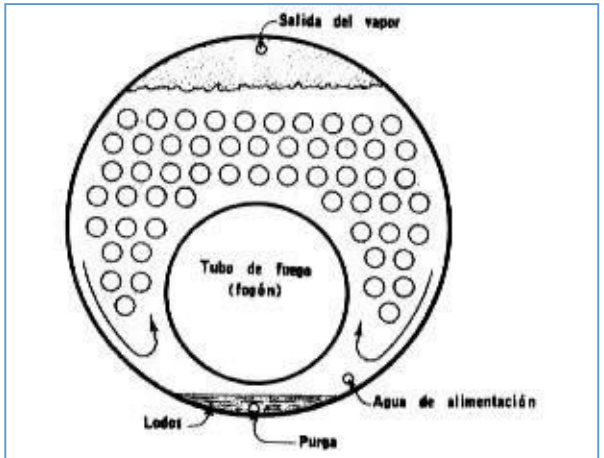
Calderas de tubos de humo:

Estas son calderas dotadas de tubos rectos, rodeados de agua y a través de cuyo interior pasan los gases de la combustión.

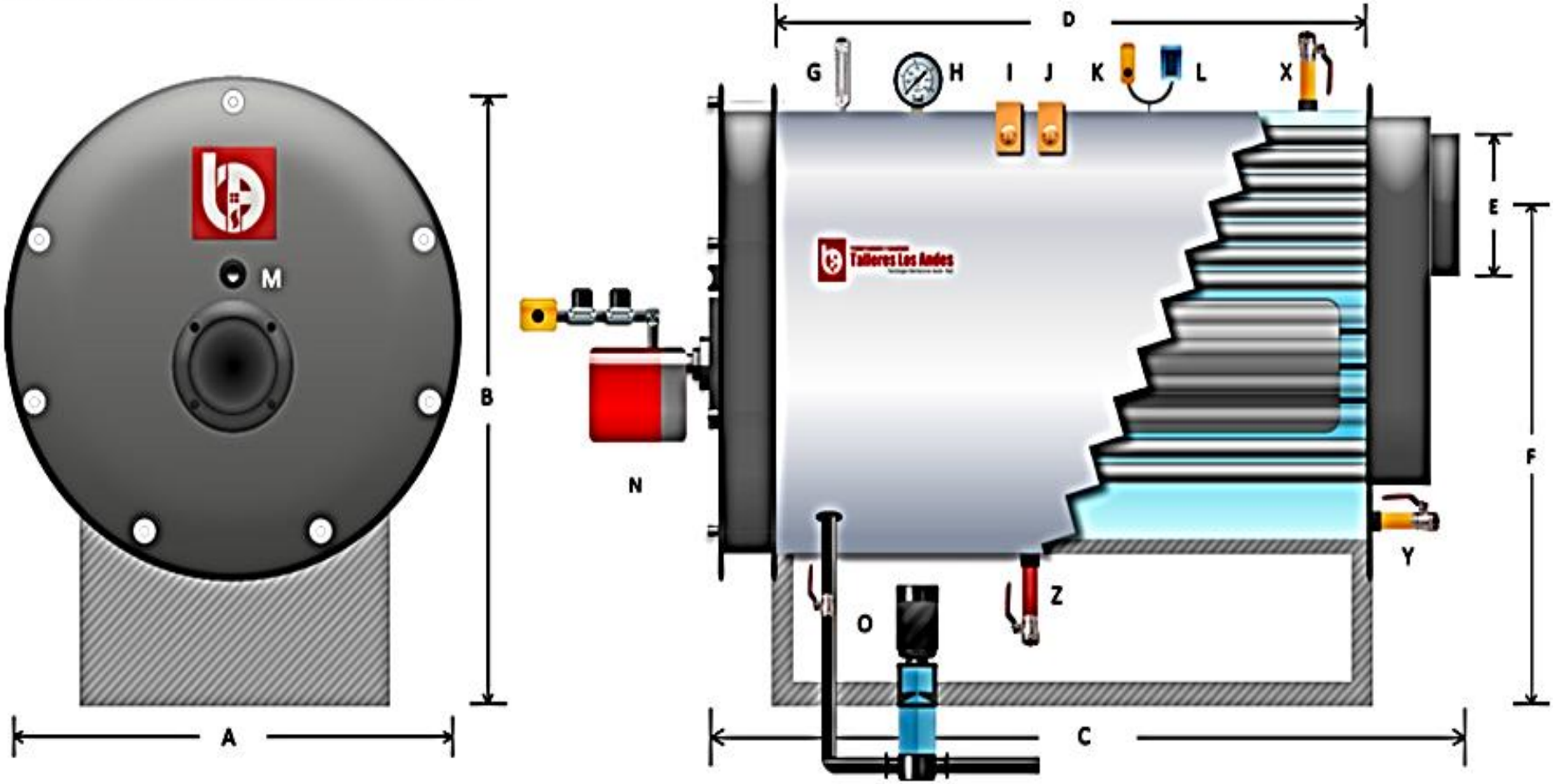
CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS:

Calderas de tubos de humo:
Estos tubos se instalan normalmente en la parte inferior de un tambor sencillo o de un casco, abajo del nivel de agua.





Circulación del agua en la caldera escocesa



X - Salida agua caliente
Y - Retorno de agua
Z - Cupla para desagote
A - Ancho de la caldera
B - Alto con patas
C - Largo total (sin quemador)
D - Largo cuerpo de la caldera
E - Diámetro salida de gases
F - Altura centro salida de gases

G - Termómetro de agua caliente
H - Hidrómetro
I - Termostato operativo
J - Termostato límite
K - Válvula de seguridad
L - Control de presión inversor
M - Visor de llama
N - Quemador presurizado
O - Bomba de alimentación

TABLA No. 17 DIMENSIONES DE LAS CALDERAS.

MODELO	MONITOR			CSH		CB										
Capacidad en caballos	20	40	60	80	100	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	700
Longitud total A	2440	3560	3330	4350	4830	4630	4460	5070	5550	5110	5340	6650	5540	6500	7420	8360
Longitud cuerpo entre bridas y longitud de las bases de concreto B	1600	2720	2340	3330	3810	3810	3810	3190	4580	3660	4340	5100	3860	4720	5640	6480
Brida a centro de la chimenea C	102	127	152	178	178	178	230	230	230	280	280	280	330	330	330	330
Brida a entrada de agua (ambos lados) D	914	1448	1295	1560	2030	2030	1750	2040	2440	2030	2720	3750	2164	3200	3200	4496
Brida a salida de vapor. E	1067	1448	1168	1660	1920	1920	1420	1660	1960	1520	1850	2230	1570	2010	2010	3250
Longitud de la tapa frontal F	460	460	530	560	560	560	790	790	920	680	910	950	1090	1090	1090	1090
Longitud de tapa trasera G	380	380	460	460	460	460	490	490	490	590	590	590	690	690	690	690
Centro al exterior de la columna de nivel H	760	760	920	920	920	920	1090	1090	1090	1420	1420	1420	1650	1650	1650	1650
Centro al exterior de la cubierta I	640	510	650	650	650	660	840	840	840	1070	1070	1070	1300	1300	1300	1300
Ancho total J	1270	1270	1600	1600	1600	1600	1930	1930	1930	2490	2490	2490	2950	2950	2950	2950
Altura de la base de la caldera a la brida de la chimenea K	1360	1360	1780	1780	1780	1780	2160	2160	2160	2690	2690	2690	3250	3250	3250	3250
Altura total del piso a la brida de la chimenea L	1510	1510	1930	1930	1930	1930	2310	2310	2310	2840	2840	2840	3400	3400	3400	3400

Introducción:

Principios básicos de transferencia de calor:

Definición de calor:
El calor es una forma de energía que se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia de temperaturas.

Modos de transferencia de calor:
El calor se puede transferir en tres modos diferentes:

1. **Conducción.**
2. **Convección.**
3. **Radiación.**

Introducción:

Conducción:
Esta forma de transferencia ocurre entre las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas.

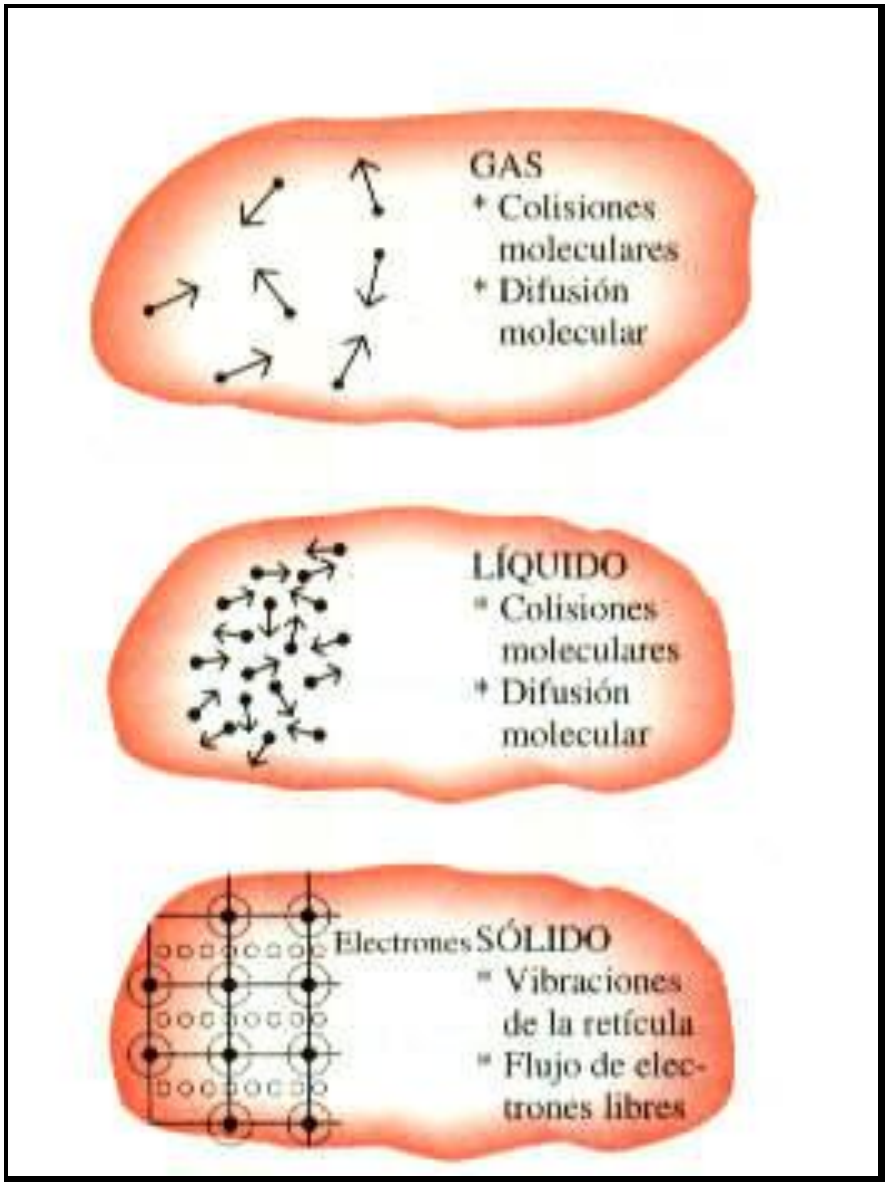
La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases.

En los gases y líquidos la conducción se debe a las colisiones y a la difusión de las moléculas durante su movimiento aleatorio.

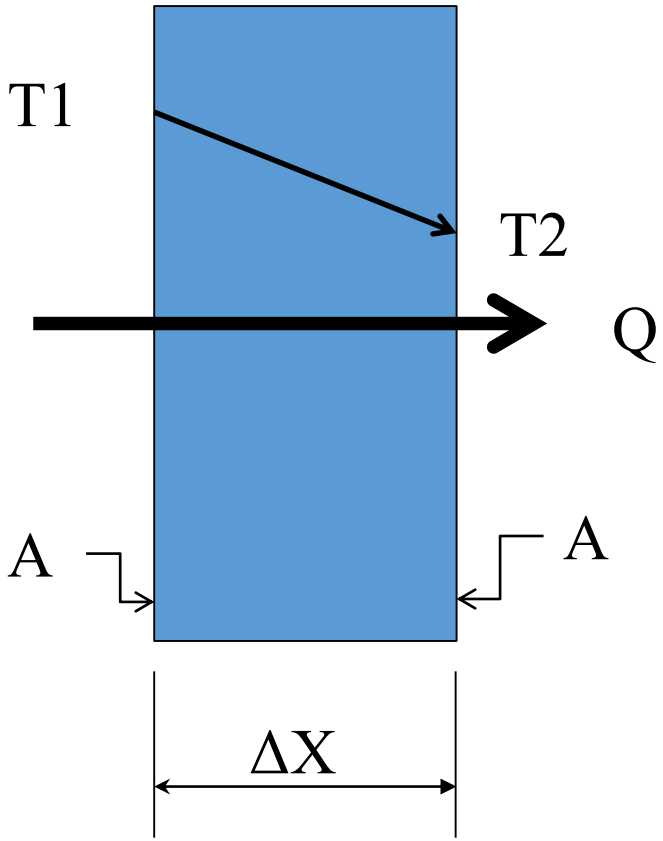
En los sólidos se debe a la combinación de las vibraciones de las moléculas en una retícula y al transporte de energía por parte de los electrones libres

Introducción:

La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases.



Introducción:



La rapidez o razón de la conducción de calor a través de un medio depende de la configuración de éste, su espesor y el material de que esté hecho, así como de la diferencia de temperatura a través de él.

Introducción:

Convección:
Es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacentes que están en movimiento y comprende los efectos combinados de la conducción y movimiento de los fluidos

Entre más rápido es el movimiento de un fluido, mayor es la transferencia de calor por convección.
En ausencia de cualquier movimiento masivo del fluido, la transferencia de calor entre una superficie sólida y el fluido adyacente es por conducción pura.

Introducción:

Mecanismos de transferencia por convección:

A) Convección forzada:
Si el fluido es forzado a fluir sobre la superficie mediante medios externos como un ventilador, una bomba o el viento.

B) Convección natural o libre:
Si el movimiento del fluido es causado por las fuerzas de empuje que son inducidas por la diferencia de densidad debidas a la variación de la temperatura en ese fluido.

Introducción:

Mecanismos de transferencia por convección:

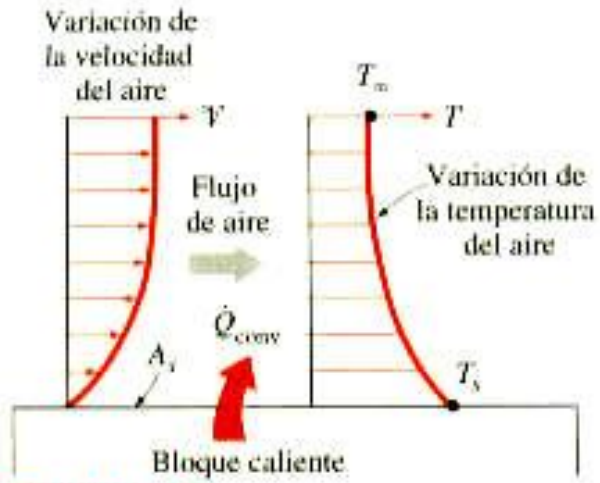


FIGURA 1-32
Transferencia de calor de una superficie caliente hacia el aire por convección.

Introducción:

Los procesos de transferencia de calor que comprenden ***cambio de fase*** de un fluido también se consideran como convección a causa del movimiento de ese fluido inducido durante el proceso, como la elevación de las burbujas de vapor durante la ebullición o la caída de las gotitas de líquido durante la condensación.

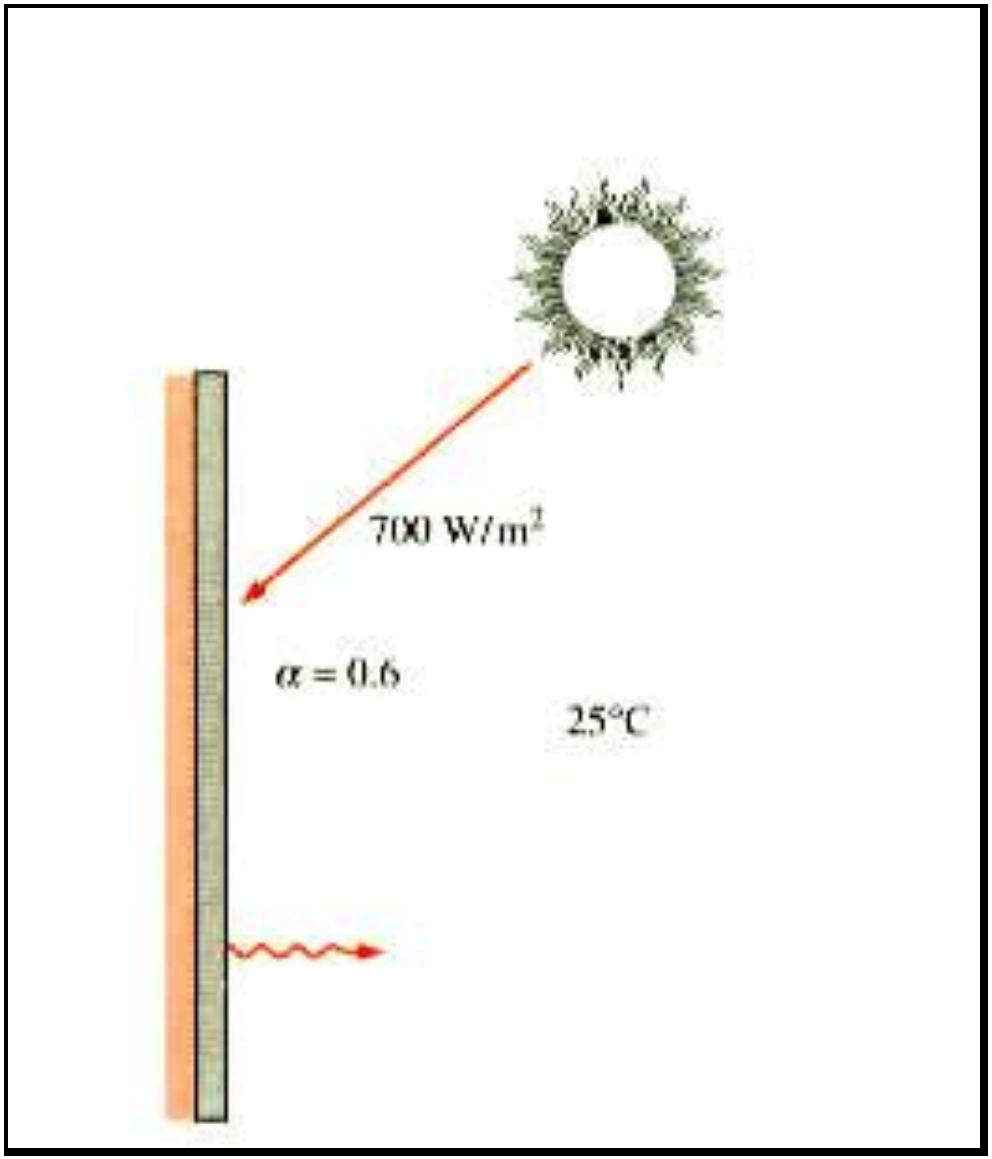
Introducción:

La radiación:

Es la energía emitida por la materia en forma de ***ondas electromagnéticas*** (o fotones) como resultado de los cambios en la configuración electrónica de los átomos o moléculas.

A diferencia de la conducción y la convección, la transferencia de calor por la radiación no requiere la presencia de un ***medio interventor.***

La transferencia de calor por radiación es la más rápida (a la velocidad de la luz) y no sufre atenuación en un vacío. Esta es la manera en la que la energía del sol llega a la tierra.



Generalidades de las calderas:

El término **caldera** se aplica a un dispositivo para:

1. Generar vapor para fuerza, procesos industriales o calefacción.
2. Producir agua caliente para calefacción o para uso general.

Generalidades de las calderas:

Las calderas son diseñadas para transmitir el calor procedente de una fuente externa (generalmente combustión de algún combustible), a un fluido contenido dentro de la misma caldera.

NOTA:
Si el fluido no es agua ni vapor, a la unidad se le clasifica como vaporizador (generador de vapores) o como un calentador de líquidos térmicos.

Generalidades de las calderas:

El vapor y el agua caliente, deben ser alimentados en las condiciones deseadas, es decir, de acuerdo a la presión, temperatura y calidad, y en la cantidad que se requiera.

Por razones de economía, el calor debe ser generado y suministrado con un mínimo de pérdidas.

Generalidades de las calderas:

La unidad generadora se compone de:

1. Fogón o cámara de fuego. Donde se quema el combustible.
2. Caldera. Formado únicamente por el cuerpo que forma el recipiente y las superficies de calefacción por convección.

Generalidades de las calderas:

Caldera de calefacción compacta con fogón de caja. *Fogón de lámina corrugada; cámara de combustión de material refractario para quemar petróleo. (Cortesía de la división industrial de American Radiator and Standard Sanitary Corp.)*

Generalidades de las calderas:

NOTA:

Con la aparición de las paredes enfriadas por agua par el fogón, supercalentadores, calentadores de aire y economizadores, se creó el término ***generadores de vapor,*** para dar al equipo una denominación más apropiada.

Generalidades de las calderas:

La capacidad de producción de “calor” (cantidad de vapor o agua caliente por hora), depende de los siguientes factores:

1. Grado de combustión en el fogón.
2. Extensión de la superficie de calefacción.
3. Proporción en la que se distribuye la superficie, en áreas de calefacción primarias (calor radiante) y secundarias (calefacción por convección).
4. La circulación del vapor o del agua y la de los gases de la combustión.

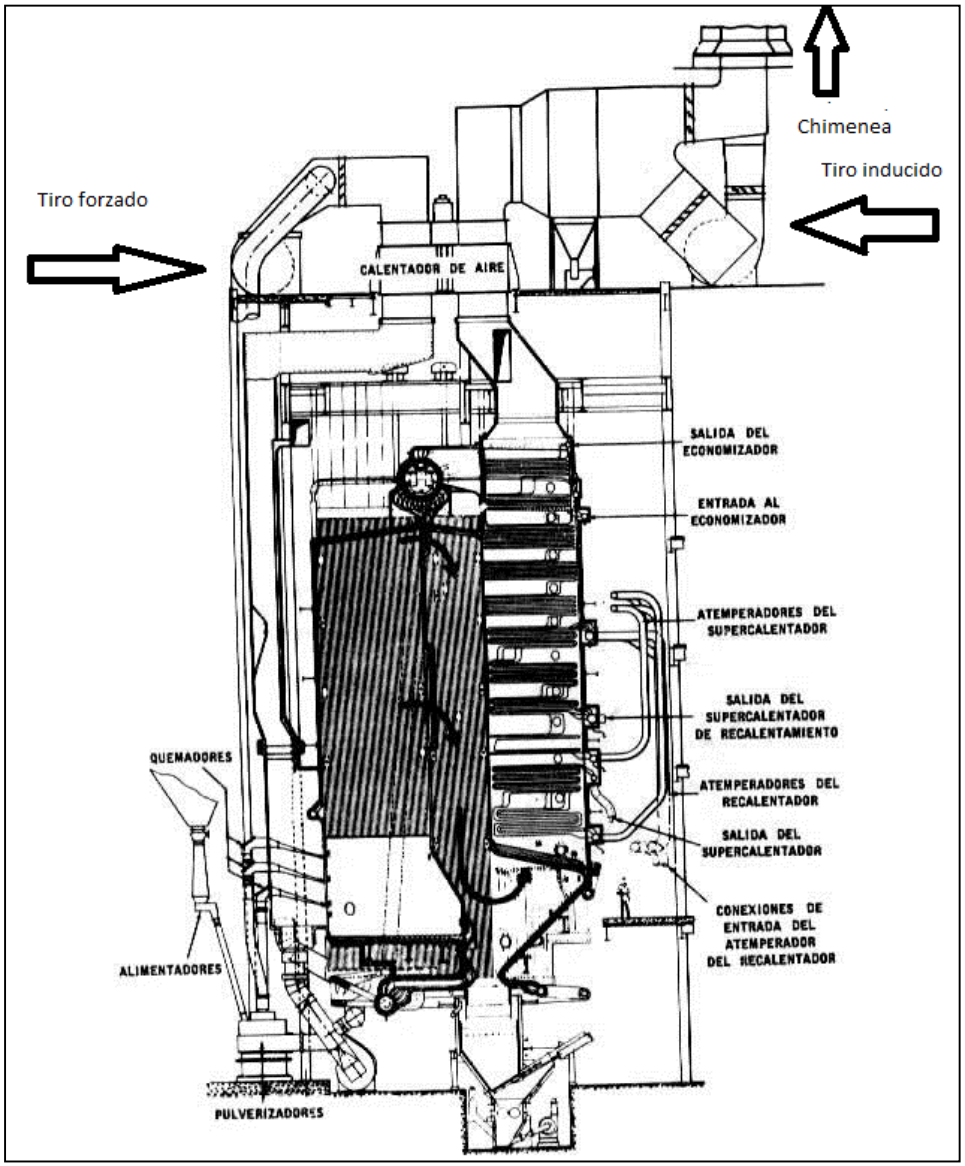
Generalidades de las calderas:

Para mantener la combustión, es necesario suministrar cierta cantidad de aire y remover los productos resultantes de dicha combustión, mediante el tiro.

Si la acción del tiro natural (efecto de chimenea) es insuficiente, se utiliza un ventilador (para tiro forzado, tiro inducido o la combinación de ambos).

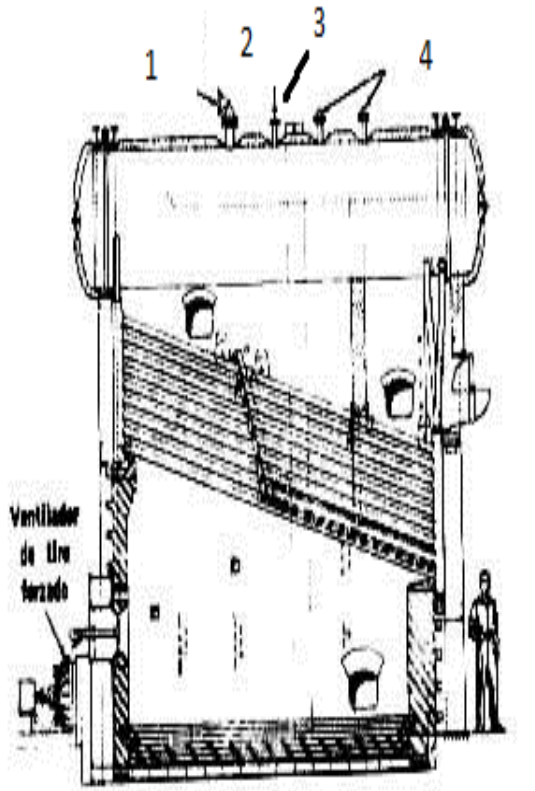
Generalidades de las calderas:

Utilización de un ventilador para tiro forzado, tiro inducido combinados.



Generalidades de las calderas:

La salida de la caldera puede estar dotada de tapones roscado, o bien de válvulas con bridas.



Caldera horizontal de tubos rectos.
De cabezales seccionales y doma longitudinal.
(Cortesía de Babcock & Wilcox Co.)

1. salida de vapor.

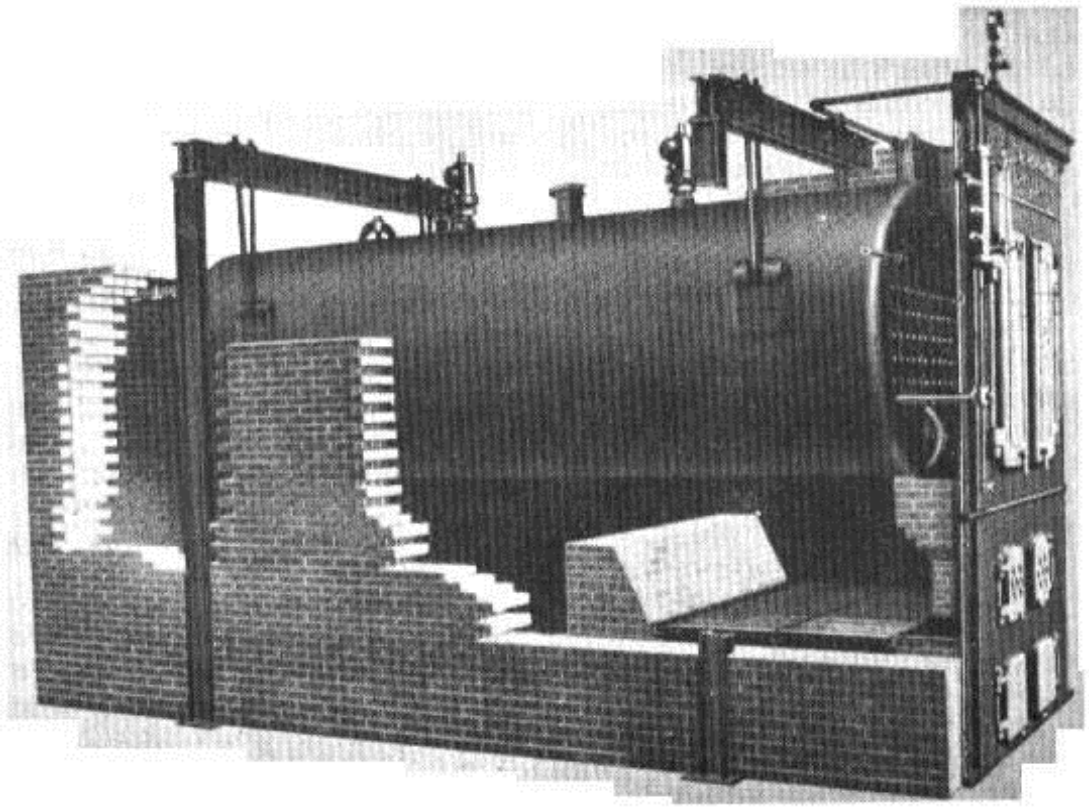
2. salida de vapor para impulsar el hollin.

3. orificios de registro.

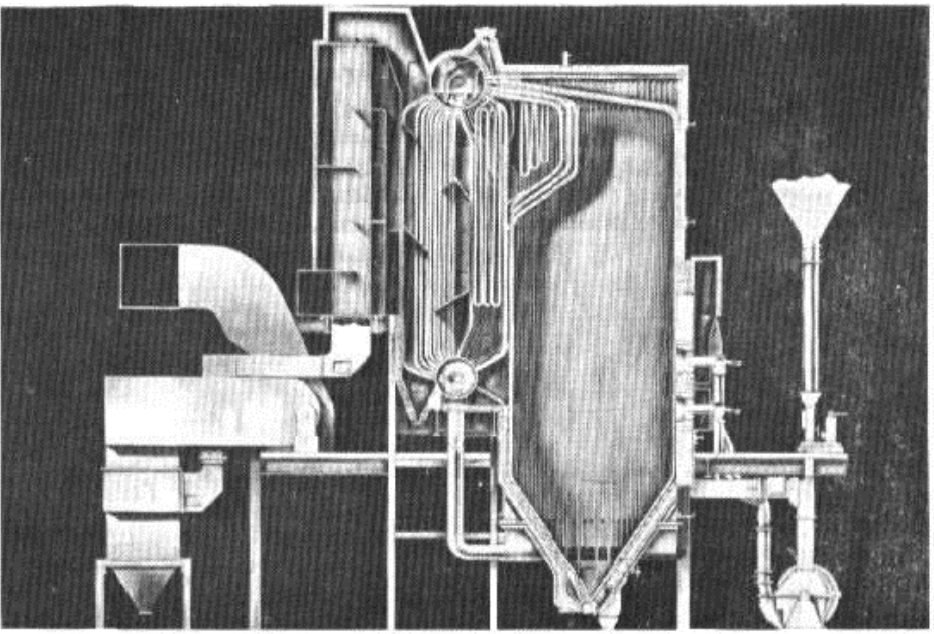
4. orificios para instrumentos.

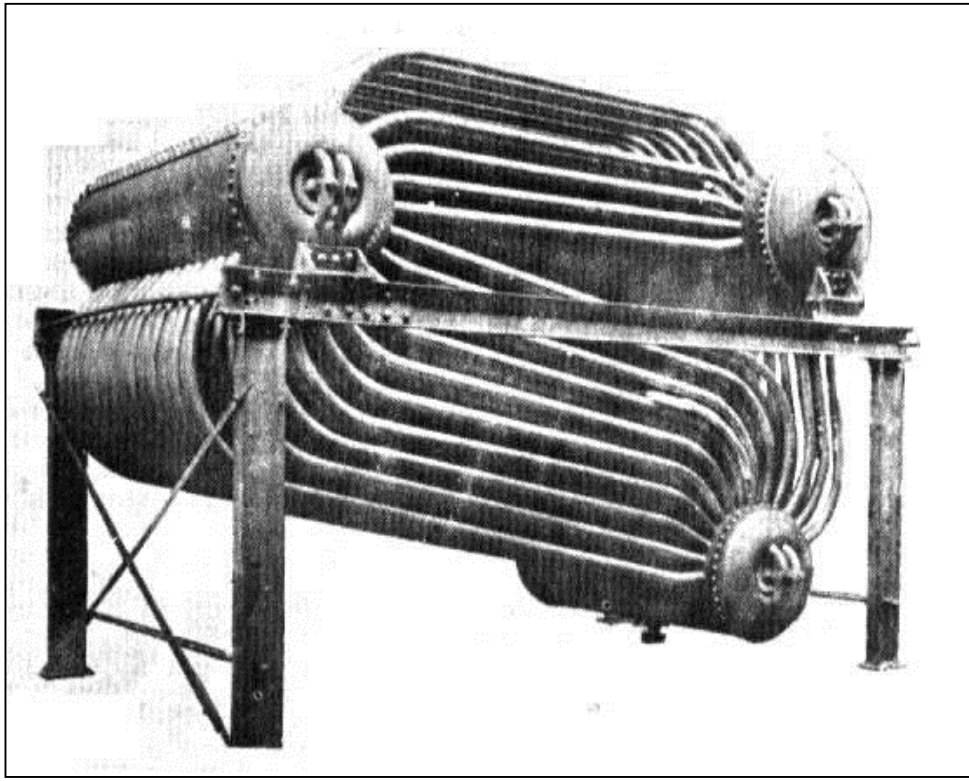
Generalidades de las calderas:

Un montaje adecuado debe comprender una base, ménsulas de apoyo y tirantes colgantes o amarres.



Generalidades de las calderas:





Generalidades de las calderas:

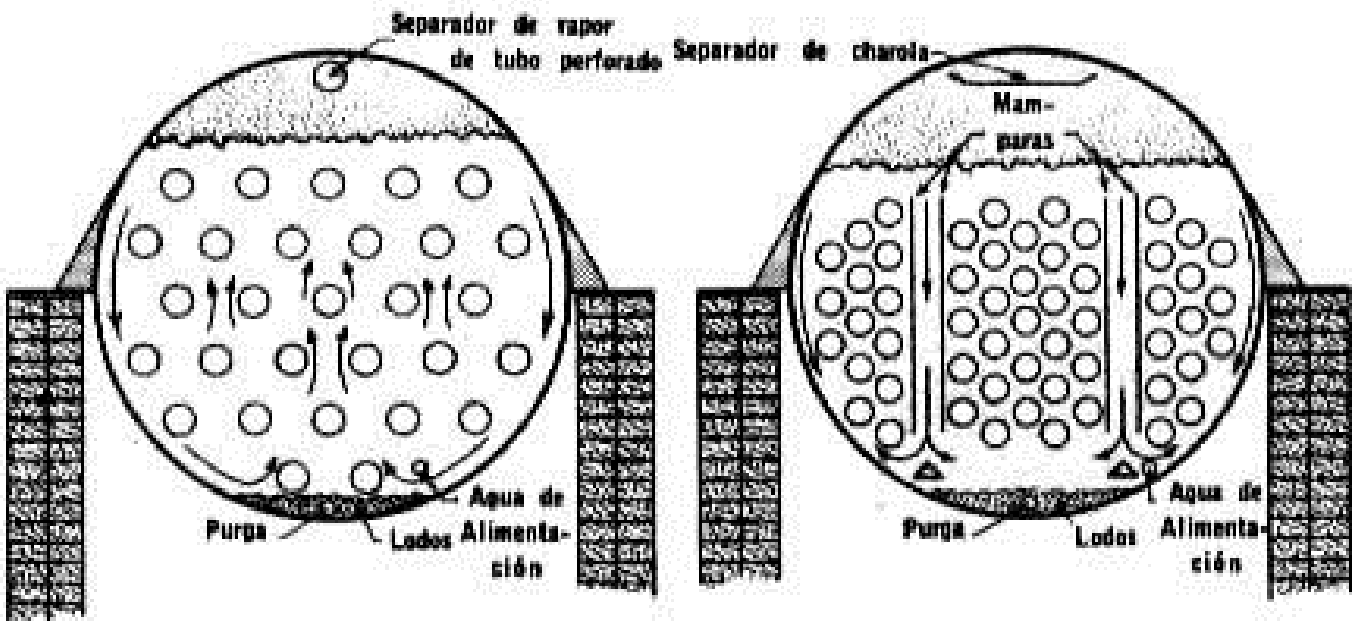
El agua es alimentada a la caldera generalmente por bombas de alimentación.

En las calderas de vapor el agua absorbe calor hasta el punto de ebullición.

El agua convertida en vapor, se acumula en la parte más alta de la caldera.

La caldera se alimenta, ya sea en forma continua o intermitente, para conservar el nivel relativamente constante.

Generalidades de las calderas:

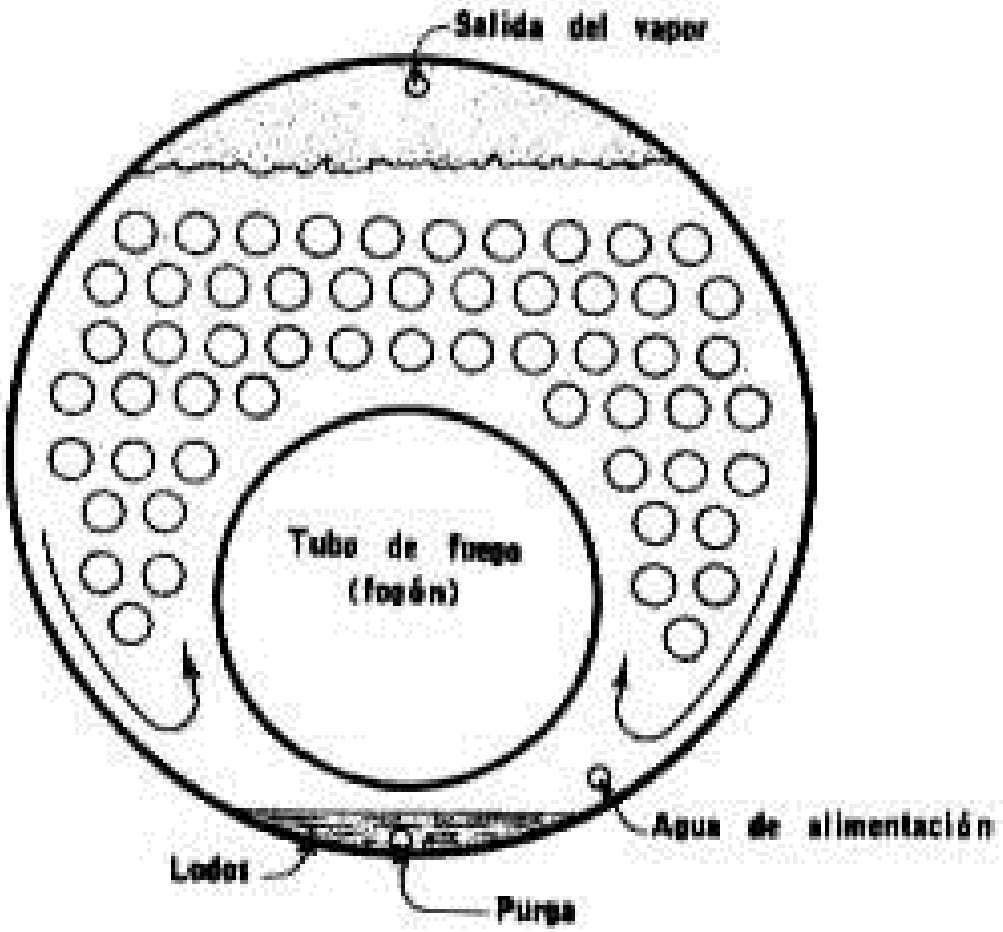


Generalidades de las calderas:

Si se agrega una cantidad regular de agua dura a un sistema de vapor, es por lo general necesario someter el agua de alimentación a un tratamiento químico, para eliminar las impurezas, que regularmente se componen de agregados o concentraciones de sales solubles.

Las impurezas deben ser expulsadas a intervalos o de manera continua, por medio de los dispositivos de purga.

Generalidades de las calderas:



Calderas Igneotubulares o Pirotubulares:

Son aquellas en que los gases y humos provenientes de la combustión pasan por tubos que se encuentran sumergidos en el agua.

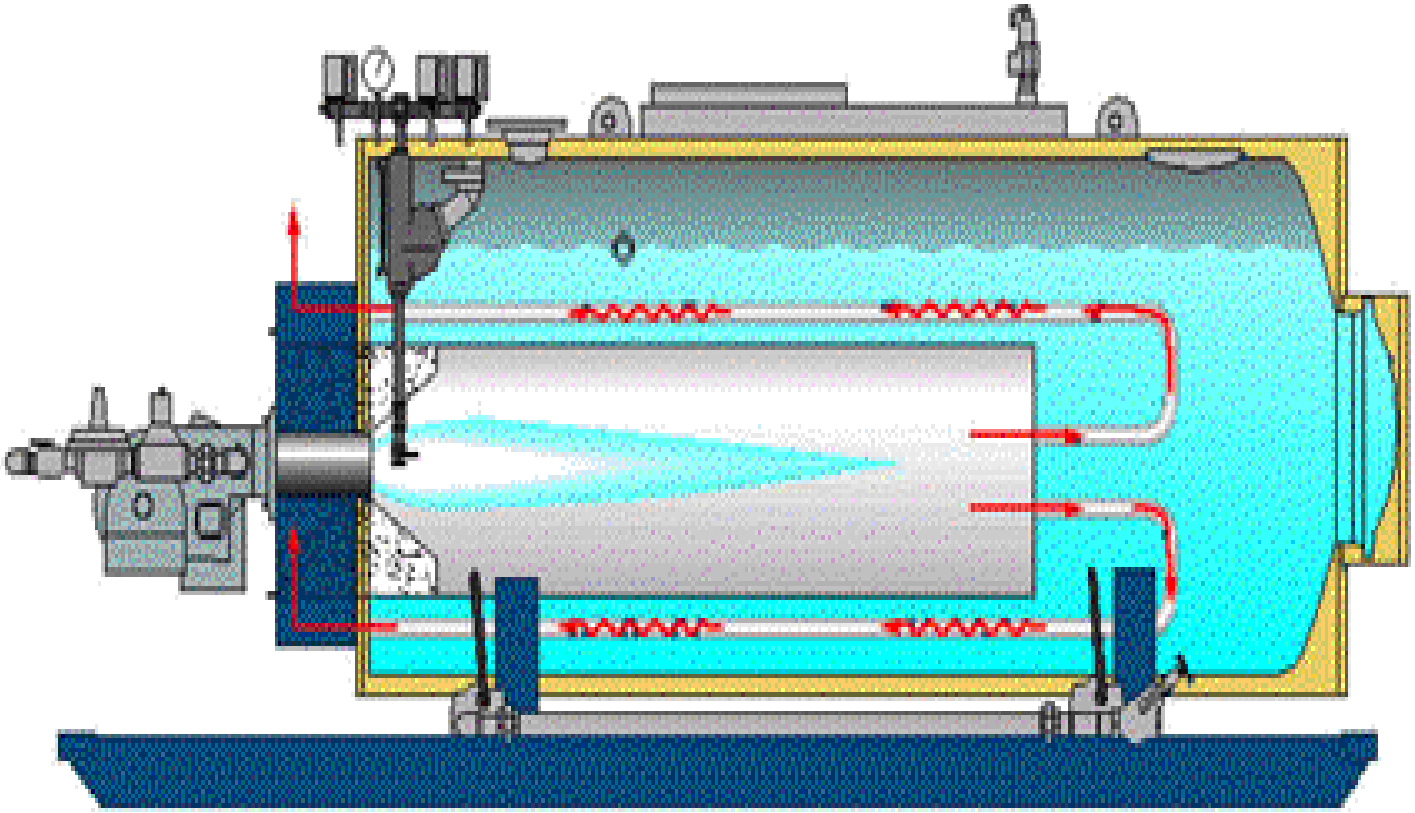
Ventajas:

⇒ Menor costo inicial debido a su simplicidad de diseño.
⇒ Mayor flexibilidad de operación
⇒ Menores exigencias de pureza en el agua de alimentación.

Inconvenientes:

⇒ Mayor tamaño y peso.
⇒ Mayor tiempo para subir presión y entrar en funcionamiento.
⇒ No son empleables para altas presiones

Calderas Igneotubulares o Pirotubulares:



Calderas Acuotubulares:

Son aquellas en que los gases y humos provenientes de la combustión rodean tubos por cuyo interior circula agua.

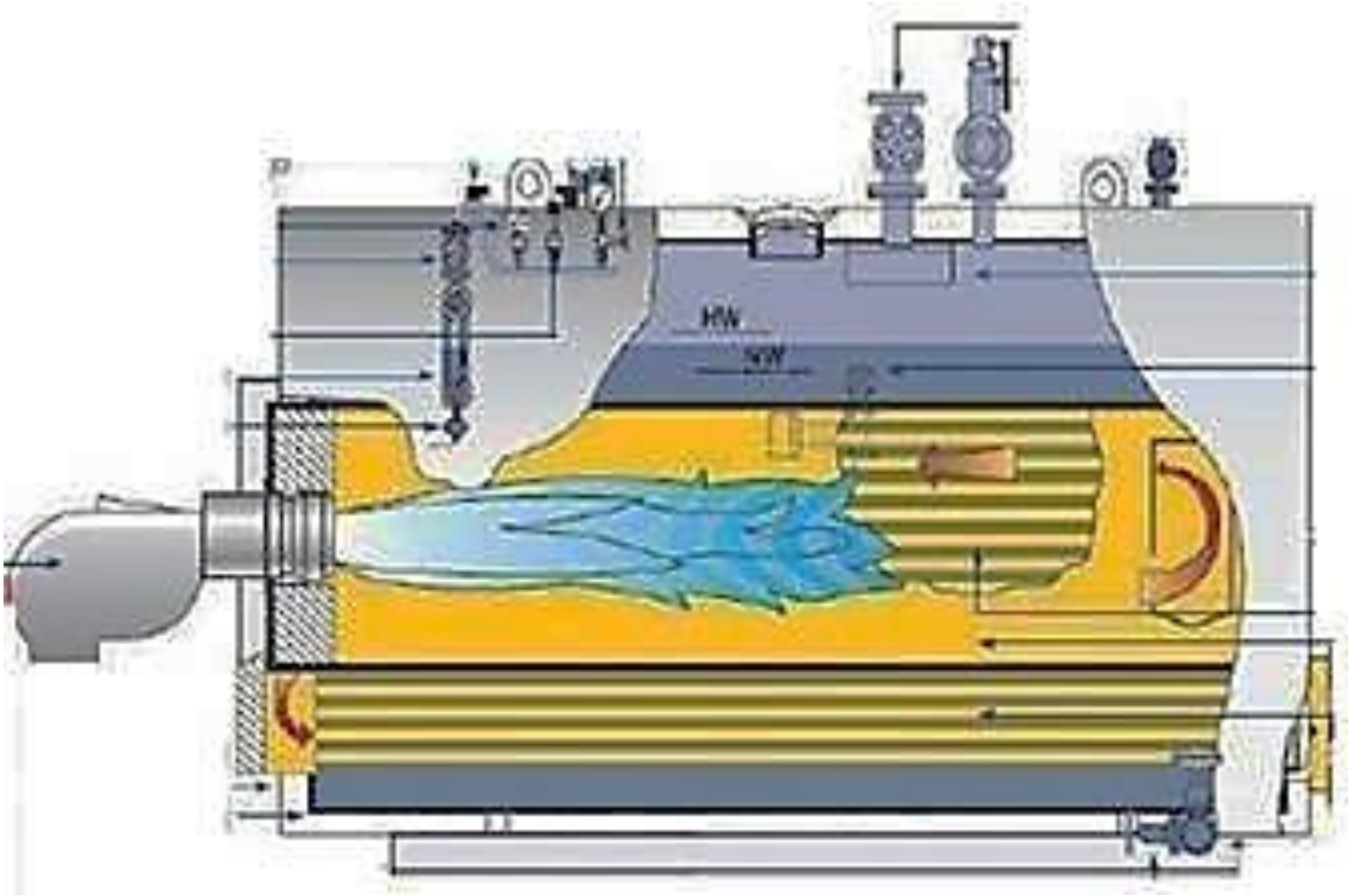
Ventajas:

Pueden ser puestas en marcha rápidamente.
Son pequeñas y eficientes.
Trabajan a 30 o mas atm.

Inconvenientes:

Mayor consto
Debe ser alimentadas con agua de gran pureza.

Calderas Acuotubulares:

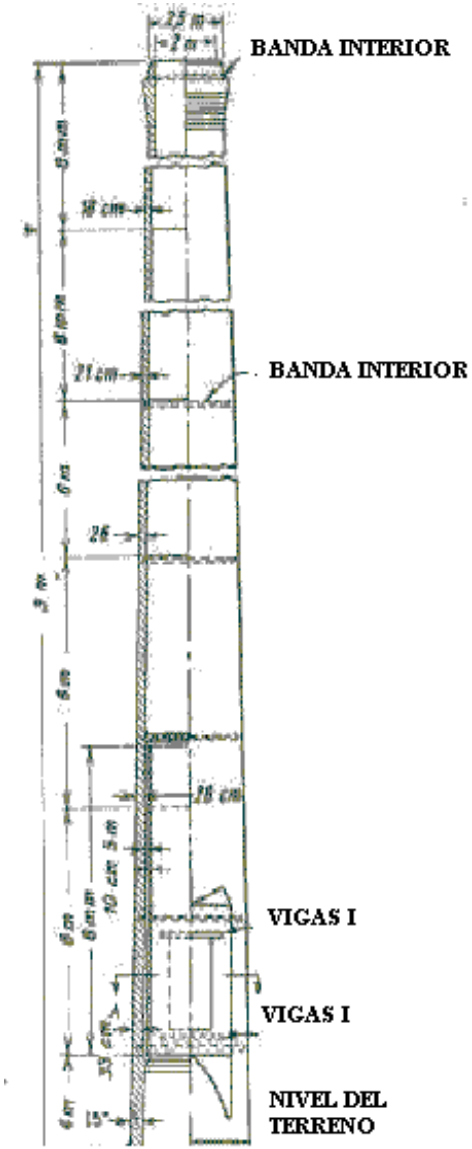


Tiro

- Es la diferencia entre la presión de la caldera y la presión atmosférica.
- El tiro es necesario para el funcionamiento del hogar de una caldera, con el fin de poderle suministrar el aire necesario para la combustión del combustible y arrasar los gases quemados hacia el exterior a través de la chimenea

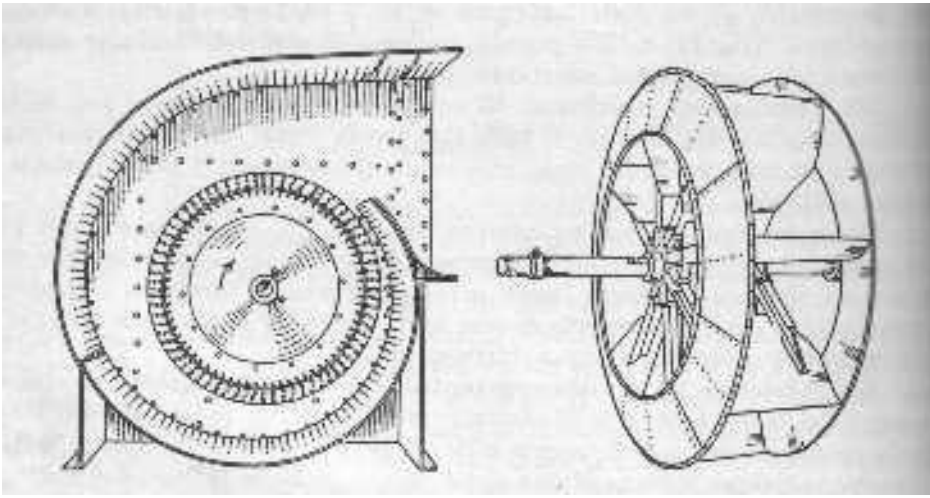
Tiro Natural

- Se produce por el efecto generado por una chimenea. Su valor depende de la altura de la boca de la chimenea sobre el nivel del emparrillado del hogar



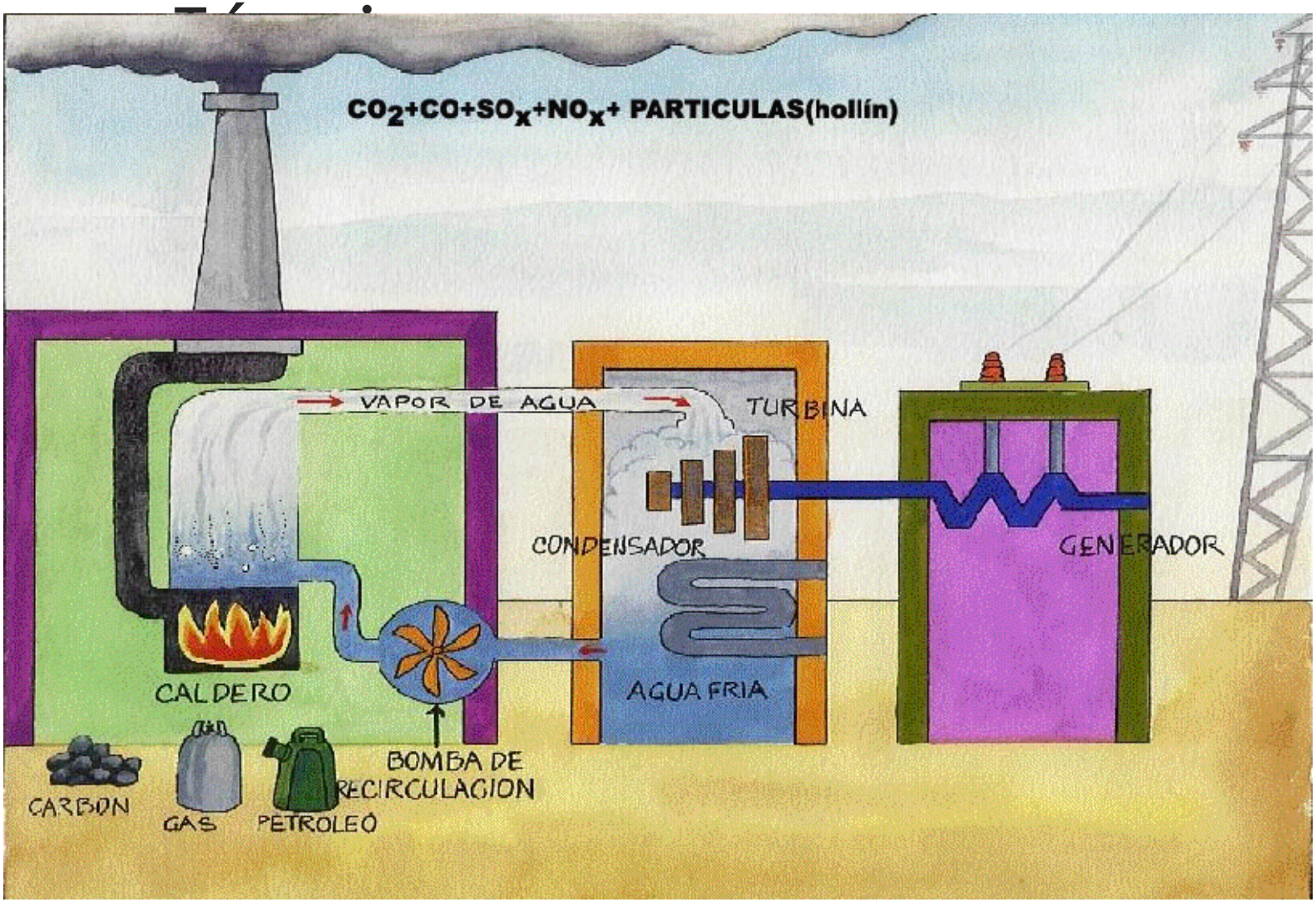
Tiro Mecánico

- Es el tiro creado por la acción de inyectores de aire, vapor o mediante ventiladores, el cual se requiere cuando deba mantenerse un determinado tiro con independencia de las condiciones atmósféricas y del régimen de funcionamiento de la caldera

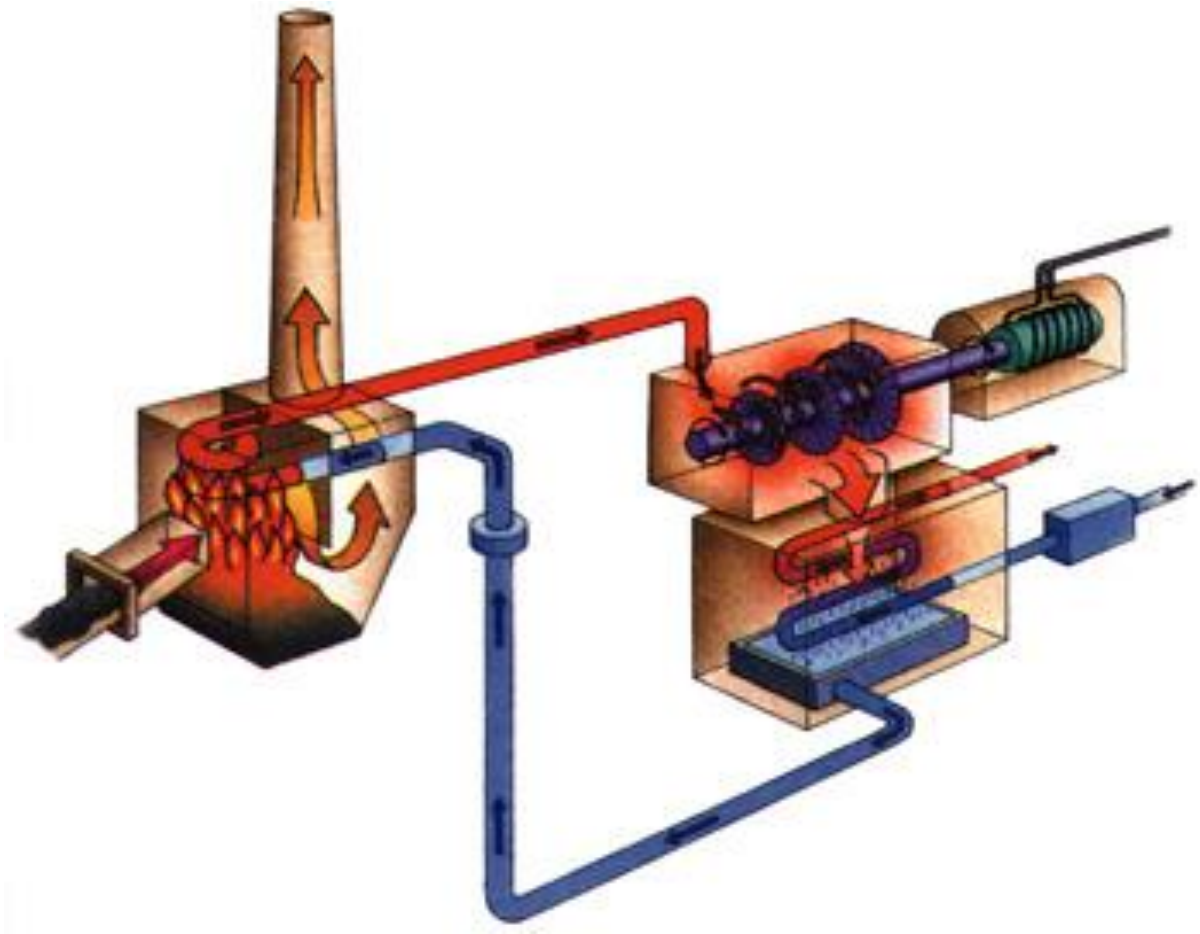


Tipos de Calderas

Calderas en Centrales

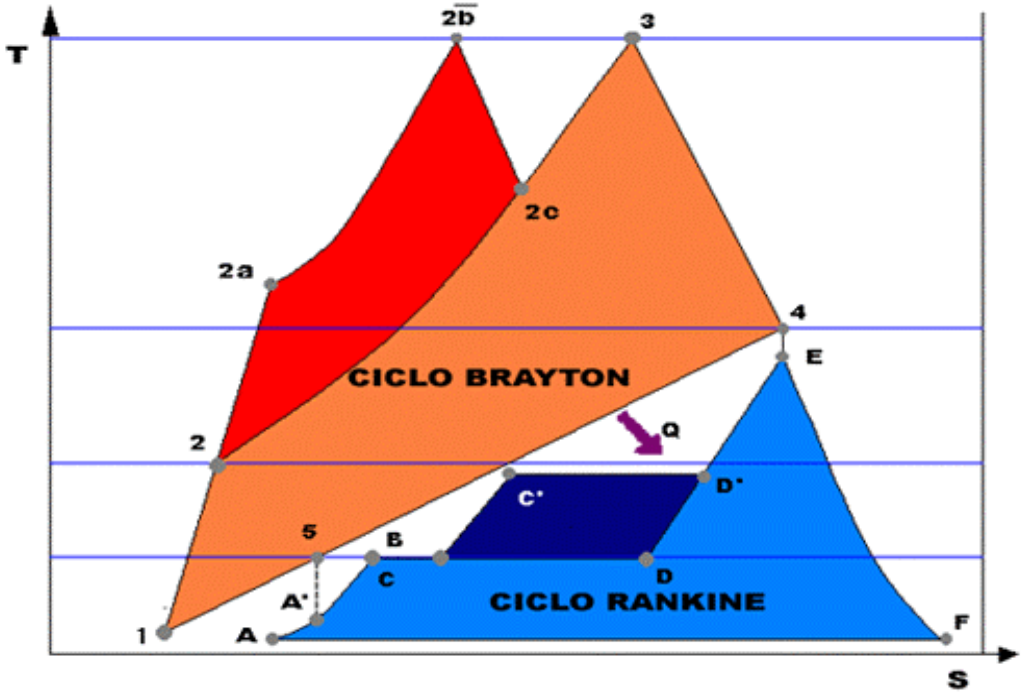


Funcionamiento de una Caldera

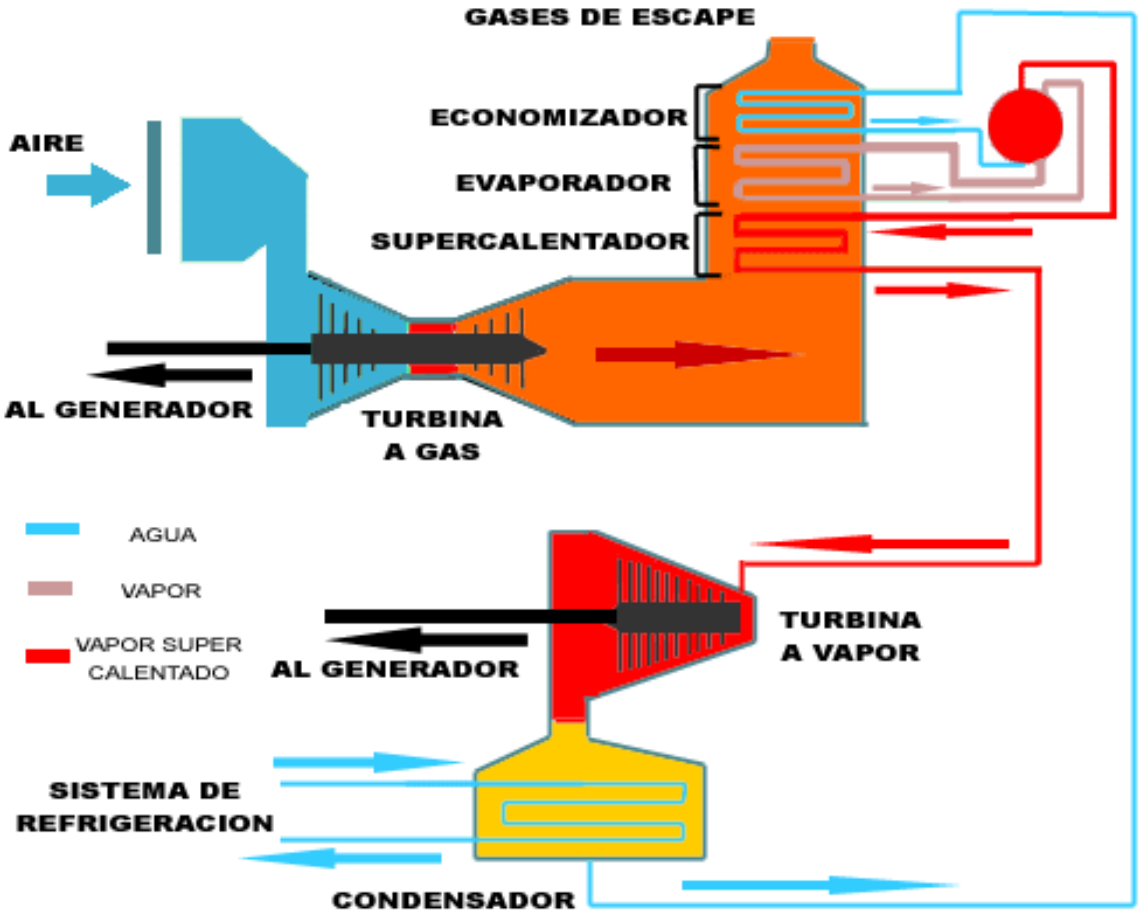


Ciclo Combinado

Este ciclo combina el Ciclo Rankine con el cilo Brayton de esta forma se consigue un aumento de potencia gracias a la caldera recuperadora de calor.....

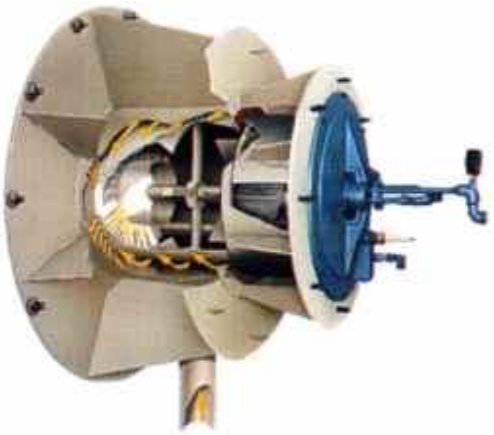


Esquemático del Ciclo Combinado



Sistema de control computarizado que incrementa la seguridad y eficiencia

- Habilitado para operación remota y análisis de características
- Lo ultimo en seguridad y precisión
- Capaz de comunicarse con sistemas de control centralizados
- Habilitado para calderas pirotubulares y acuotubulares
- Controla y mantiene la óptima relación aire/combustible
- Mejora la eficiencia
- Análisis con diagnósticos seguro y un gran display para leer toda la información manejada
- Seguridad probada

Quemador Avanzado

- Razones de llama garantizados de 10:1 en gas y 8:1 en petróleo y diesel
- Reduce el stress térmico de los elementos mecánicos causados por el ciclaje ON-OFF
- Elimina los ciclos de purga para incrementar la eficiencia
- Provee mayor constancia en la presión de vapor o temperatura en el agua
- Provee una rápida respuesta en los cambios en la carga