



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

CAPÍTULO 2: GENERACIÓN DE VAPOR



DEFINICIONES

- ▶ **Generador de vapor:** Es el conjunto o sistema formado por una caldera y sus equipos complementarios, destinados a transformar agua de estado líquido en estado gaseoso a temperaturas y presiones diferentes de la atmosférica.
- ▶ **Caldera de vapor:** recipiente metálico en el que se genera vapor a presión mediante calor





OBJETIVOS

- ▶ Generar agua caliente para calefacción y usos generales
- ▶ Generar vapor para industrias
- ▶ Accionar turbinas y generar energía eléctrica
- ▶ Suministrar calor para procesos industriales

Se logra mediante una transferencia de calor del proceso de combustión que ocurre en el **interior de la caldera** hacia el agua, elevando la temperatura y presión hasta convertir a vapor.



CÁLCULOS GENERALES

- ▶ Cambios de fase
- ▶ Entalpía, calor, balances de masa y energía
- ▶ Tablas de vapor: <https://steamtables.online/>



TIPOS DE CALDERAS

- Según movilidad:
 - Fija
 - Móvil
- Según presión de trabajo
 - Baja presión: 0 a 2.5 kg/cm²
 - Media presión: 2.5 a 10 kg/cm²
 - Alta presión: 10 a 220 kg/cm²
 - Supercríticas: más de 220 kg/cm²



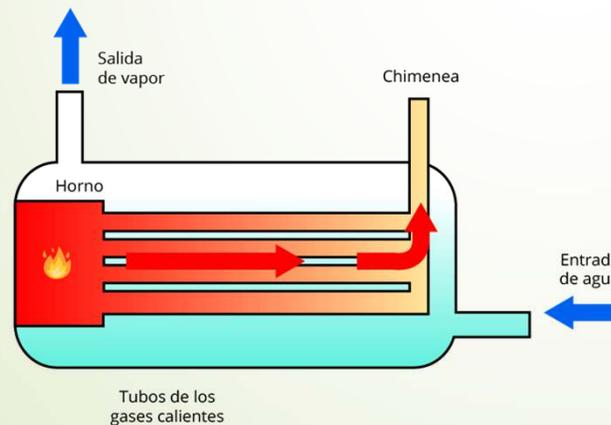
- Según su generación:
 - Agua caliente
 - Vapor saturado o sobrecalentado
- Ingreso de agua a la caldera:
 - Circulación natural
 - Circulación forzada (bombas)



- Según la circulación del agua y gases:
 - Pirotubulares o de “tubos de humo”
 - Acuatubulares o de “tubos de agua”

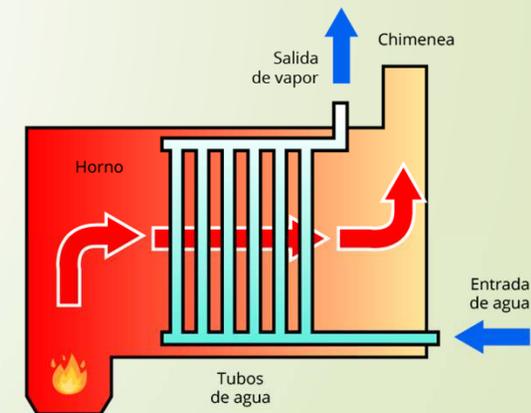
Caldera pirotubular, esquema del flujo de calor y agua

TRACTIAN



Esquema de flujo del calor y del agua en Caldera acuotubular

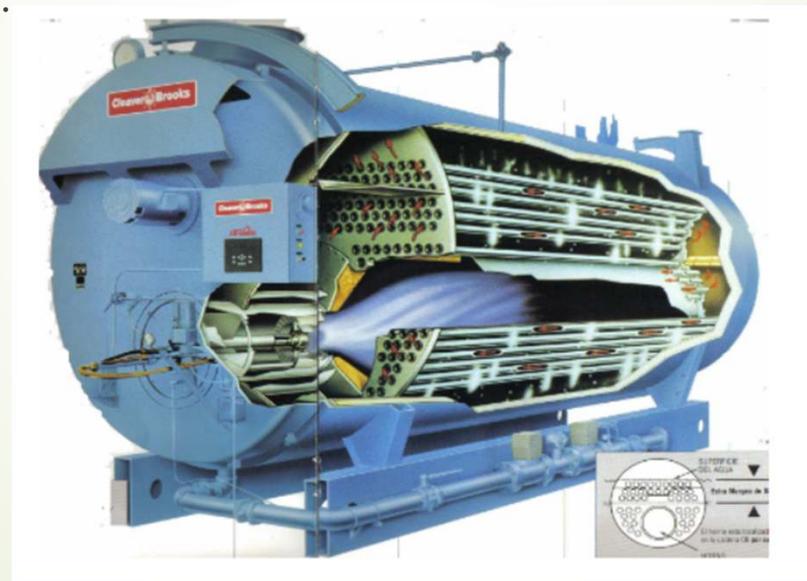
TRACTIAN





CALDERAS PIROTUBULARES

- Una caldera pirotubular es un tipo de caldera en la que los gases calientes de la combustión pasan a través de los tubos, mientras que el agua circula alrededor de los mismos. La transferencia de calor desde los gases calientes hacia el agua genera vapor para diversas aplicaciones industriales.





- ▶ Una caldera pirotubular funciona según el principio de transferencia de calor a través de tubos expuestos a gases calientes de la combustión. Aquí está la descripción del principio de funcionamiento de una caldera pirotubular:
- ▶ **1. Combustión:**
- ▶ El proceso comienza con la combustión de un combustible, como gas natural, petróleo o biomasa, en la cámara de combustión de la caldera. Este combustible se quema en presencia de aire para producir una llama caliente y gases de combustión.



2. Transferencia de Calor:

- Los gases de combustión calientes generados en la cámara de combustión fluyen a través de los tubos dispuestos en el interior de la caldera. Estos tubos están rodeados por agua que circula a su alrededor.
- A medida que los gases de combustión pasan a través de los tubos, transfieren su calor al agua circundante a través de las paredes de los tubos. Esto provoca un aumento en la temperatura del agua y su conversión en vapor.

3. Generación de Vapor:

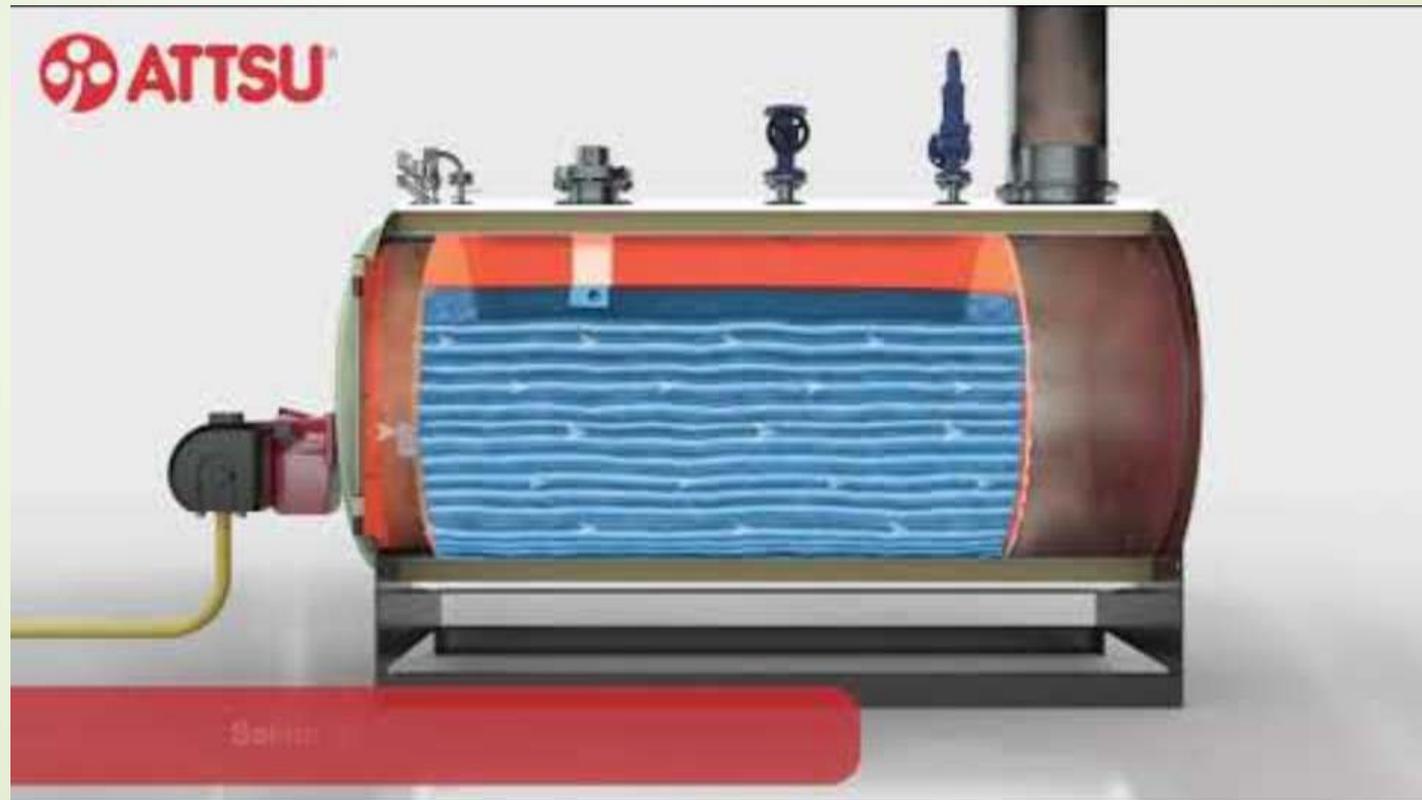
- El agua caliente convertida en vapor se acumula en la parte superior de la caldera, donde se recoge y se dirige hacia el sistema de distribución de vapor. Desde aquí, el vapor se puede utilizar para una variedad de aplicaciones industriales, como la generación de energía, el calentamiento de procesos industriales, la calefacción de edificios, entre otros.

4. Circulación de Agua:

- Mientras el vapor se genera en la parte superior de la caldera, el agua más fría circula continuamente alrededor de los tubos expuestos a los gases de combustión. Este proceso de circulación asegura una transferencia de calor continua y eficiente desde los gases de combustión al agua.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO





CALDERAS ACUATUBULARES

- Las calderas acuotubulares son un tipo de caldera en la que el agua circula a través de tubos, mientras que la transferencia de calor se realiza principalmente por convección. Estos tubos están dispuestos en el interior de la caldera, rodeados por los gases calientes de la combustión.

- **Funcionamiento:**
 1. **Alimentación de Agua:**
 - El proceso comienza con la alimentación de agua a la caldera. Esta agua puede provenir de una fuente externa o recircular desde el propio sistema de la caldera.

 2. **Circulación de Agua:**
 - Una vez dentro de la caldera, el agua circula a través de una serie de tubos dispuestos en el interior de la caldera. Estos tubos están expuestos al calor generado por la combustión de un combustible en la cámara de combustión.



3. Transferencia de Calor:

- Los gases calientes de la combustión circulan alrededor de los tubos, calentando el agua que circula por ellos. La transferencia de calor desde los gases calientes al agua provoca un aumento en la temperatura del agua y su conversión en vapor.

4. Generación de Vapor:

- El agua caliente convertida en vapor se acumula en la parte superior de la caldera, donde se recoge y se dirige hacia el sistema de distribución de vapor. Desde aquí, el vapor se puede utilizar para diversas aplicaciones industriales.

5. Regulación de la Temperatura y Presión:

- Durante todo el proceso, se monitorean y controlan la temperatura y la presión dentro de la caldera para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente. Se utilizan válvulas y controles automáticos para ajustar el flujo de agua y combustible según sea necesario.

6. Eliminación de Impurezas:

- Además de la generación de vapor, las calderas acuatubulares también pueden incluir sistemas de tratamiento de agua para eliminar impurezas y prevenir la acumulación de incrustaciones en los tubos y otros componentes de la caldera.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO

**CALDERA
INDUSTRIAL**

PIROTUBULAR - ACUOTUBULAR





Caldera pirotubular

Más adecuadas para aplicaciones que requieren una alta capacidad de generación de vapor y presiones moderadas a altas

Ampliamente utilizadas en industrias donde se necesitan grandes cantidades de vapor, como la generación de energía eléctrica, la producción de papel, la industria petroquímica y la fabricación de productos químicos

Preferidas en aplicaciones donde se requiere un rápido calentamiento del agua y una respuesta rápida a cambios en la demanda de vapor

Ideales para utilizar combustibles sólidos, líquidos y gaseosos

Caldera acuotubular

Adecuadas para aplicaciones que requieren una generación de vapor continua y un funcionamiento eficiente a presiones moderadas a bajas

Aplicaciones donde se necesita vapor constante y estable, como la calefacción de edificios, la industria alimentaria, la fabricación de productos farmacéuticos y la climatización

Más compactas y pueden adaptarse fácilmente para instalaciones en espacios limitados

Ideales para utilizar combustibles líquidos y gaseosos, aunque también pueden manejar algunos combustibles sólidos en aplicaciones específicas



Transmisión de vapor

- El vapor se utiliza como medio de transferencia de calor en sistemas industriales debido a su alta capacidad calorífica y su capacidad para cambiar de fase. Esta propiedad permite que el vapor transfiera grandes cantidades de energía térmica de manera eficiente y uniforme a través de sistemas de tuberías, calentando fluidos, equipos o procesos industriales.
- La transmisión de vapor por tuberías desempeña un papel crucial en la distribución eficiente de energía térmica en instalaciones industriales, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los costos de producción.



Componentes de un sistema de transmisión de vapor

- ▶ **Calderas**
- ▶ **Tuberías:**
 - ▶ Las tuberías son conductos que transportan el vapor desde la caldera hasta los puntos de uso en las instalaciones industriales.
 - ▶ Proporcionan un medio seguro y confiable para el transporte de vapor a través de largas distancias y entre diferentes áreas de la planta.
- ▶ **Válvulas:**
 - ▶ Las válvulas se utilizan para controlar el flujo de vapor en el sistema, regulando la cantidad de vapor que se envía a cada punto de uso.
 - ▶ Permiten el cierre o la apertura de las líneas de vapor según sea necesario, proporcionando un control preciso sobre el proceso de transmisión.



Componentes de un sistema de transmisión de vapor

► **Trampas de vapor:**

- Las trampas de vapor son dispositivos diseñados para eliminar el condensado y otros gases no condensables del sistema de vapor.
- Ayudan a mantener un flujo de vapor eficiente y continuo, evitando la acumulación de condensado que podría afectar el rendimiento del sistema.

► **Dispositivos de control:**

- Incluyen instrumentación y sistemas de control que monitorean y regulan diferentes parámetros del sistema de transmisión de vapor, como la presión, la temperatura y el flujo.
- Garantizan un funcionamiento seguro y eficiente del sistema, optimizando el rendimiento y minimizando los costos operativos.