

# Medición, Control y Seguridad



# Definiciones: medición, control y seguridad

**Medición:** La función de los elementos de medición es informar sobre el estado del parámetro de interés. En base a esto, el operario puede verificar el correcto funcionamiento del sistema de control y tomar decisiones de operación.

**Control:** Son dispositivos que permiten la regulación manual o automática de la operación del equipo, que permiten mantenerlo operando en condiciones normales. El objetivo es que el equipo suministre el vapor requerido: cierta producción a una presión y temperatura, operando en condiciones de eficiencia.

**Seguridad:** Dispositivos de protección y bloqueo del Generador de Vapor o de algún sistema de este para minimizar riesgos. Actúan cuando las condiciones de operación se apartan de los valores normales. El objetivo es evitar accidentes.



# Accidentes

## 1- Explosiones del lado de humos

- Ignición brusca de mezcla de:
  - gases combustibles y aire
  - vapores combustibles no quemados y aire
  - hollín con aire
- Rotura simultánea de varios tubos: agua que pasa al circuito de humos y se transforma instantáneamente en vapor.



Hospital policial 2021

# Accidentes

## 2- Explosiones del lado del agua

- Disminución del espesor de los materiales
  - erosión (del lado de humos)
  - corrosión (del lado del agua)
- Disminución de la resistencia de los materiales debido a sobrecalentamiento.
- Aumento de presión por falla de elementos de control, de seguridad o error de operación.

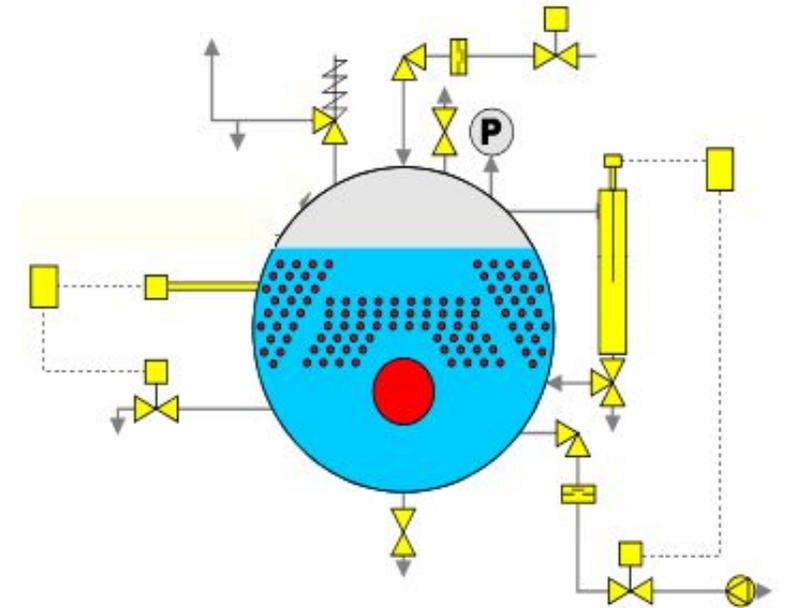


# Parámetros a medir/controlar en un generador de vapor

Los parámetros críticos que intervienen en el correcto funcionamiento de un generador de vapor son:

- **Presión de la mezcla bifásica**
- **Nivel de agua**
- **Estado de la combustión o llama en el hogar**

Además de su importancia para la producción del vapor, son parámetros que se deben mantener dentro de las condiciones de diseño para garantizar la seguridad, como ya se mencionó anteriormente.

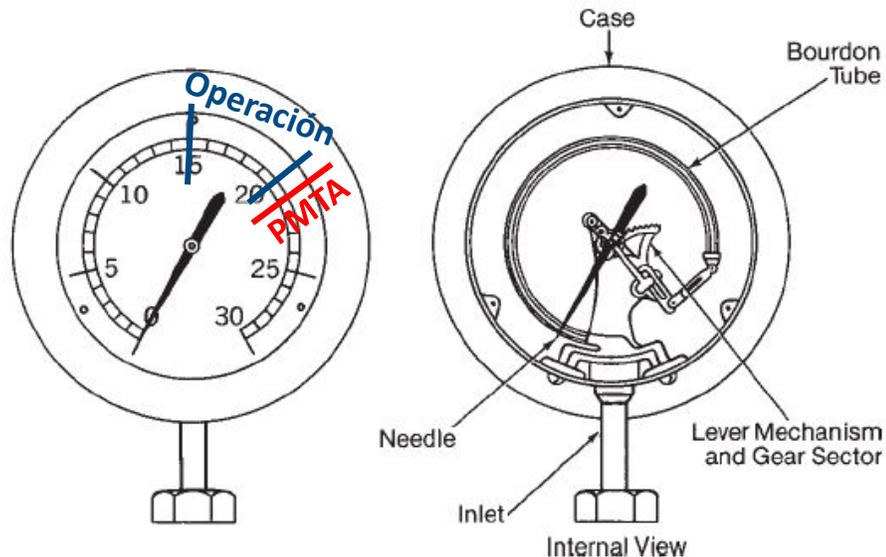


# Presión de la mezcla bifásica

## Medición de la presión de la mezcla bifásica

**Manómetro:** El manómetro es probablemente el primer instrumento en utilizarse en la operación de un generador de vapor, y hoy en día sigue siendo utilizado para medir la presión.

El más comúnmente utilizado es el Manómetro de Bourdon, que está compuesto por un tubo metálico de bronce o latón de sección elíptica y curvado en forma de circunferencia. El fluido ingresa al tubo, que tiene un extremo cerrado, y la presión interior del tubo hace que éste se desarrolle. El movimiento de la deformación es amplificado y transmitido mecánicamente a una aguja (sistema de palancas y engranaje).



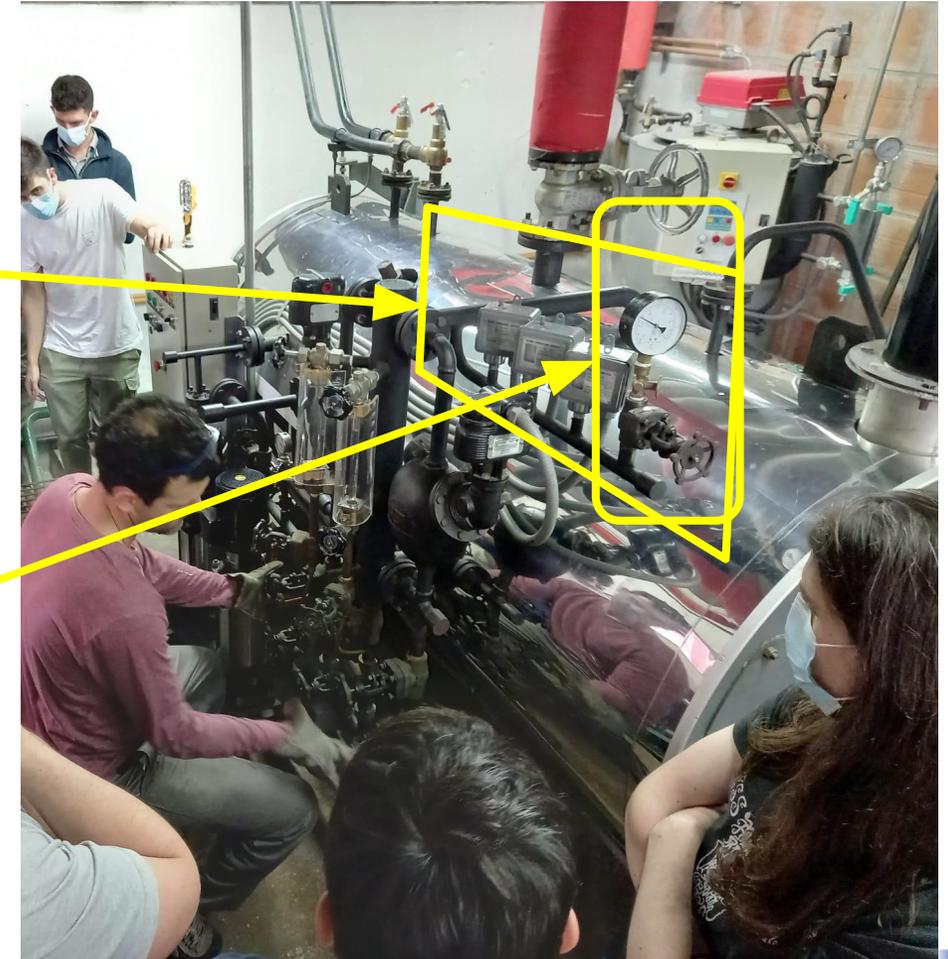
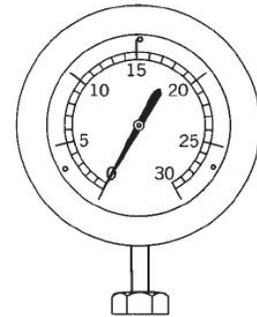
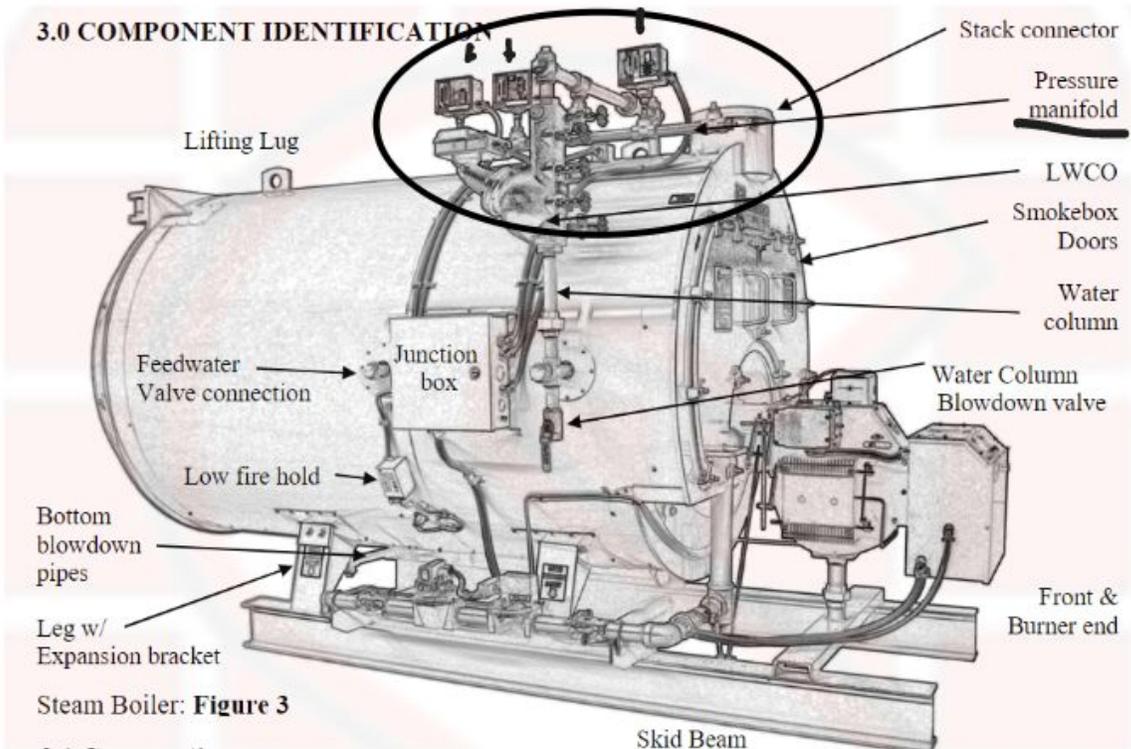
Se exige por reglamento que haya uno.

- El reglamento exige que la PMTA sea cercano a 2/3 del fondo de escala y que esté marcado en rojo en el instrumento.
- El fondo de escala debe estar entre 1,5P y 2P
- Debe estar calibrado



# Presión de la mezcla bifásica

## Medición de la presión de la mezcla bifásica



# Presión de la mezcla bifásica

## Control de la presión de la mezcla bifásica.

### ¿Qué genera el calor de la mezcla bifásica?

Cuando se produce más vapor que el demandado está aumentando el volumen específico, lo que genera el aumento de la presión. Por lo tanto es el aporte de calor lo que genera el aumento de presión.

El control actúa entonces sobre el aporte de calor, o sea, la combustión.

En quemadores de combustibles líquidos y gaseosos el sistema de control de presión enciende y apaga (o modula) la llama según lo requerido. En los sistemas de combustión de biomasa puede requerirse también actuar sobre el flujo de aire, ya que se tiene acumulación de combustible en el hogar.

Algunas de estas acciones pueden ser:

- Encendido, apagado y/o modulación de llama en quemadores.
- Encendido, apagado y/o modulación de la velocidad de ventiladores.
- Apertura y cierre de registros de aire/humos.
- Inyección, corte o regulación de velocidad de ingreso de combustible

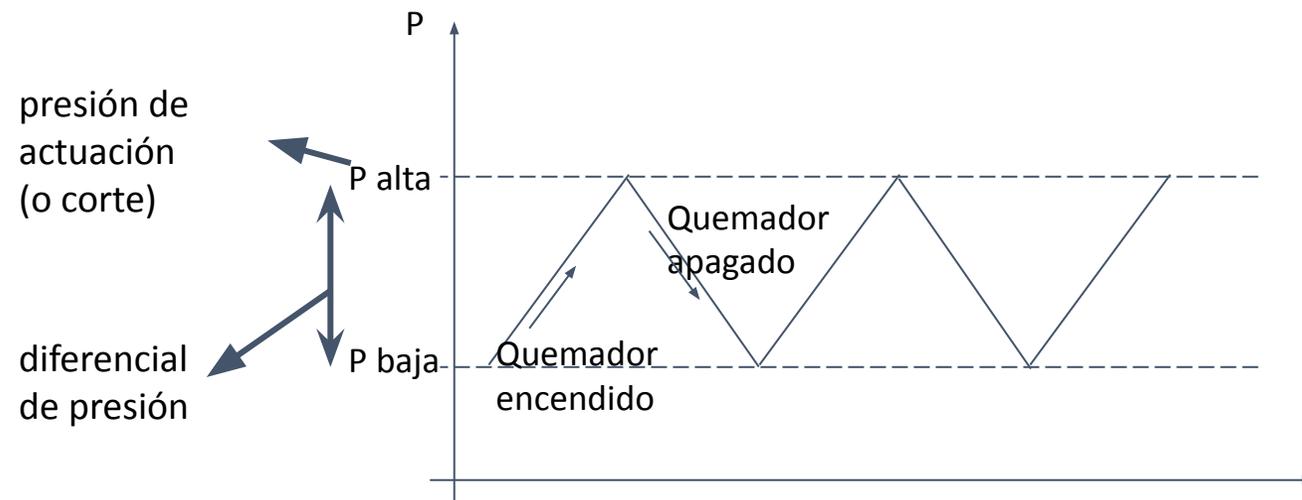
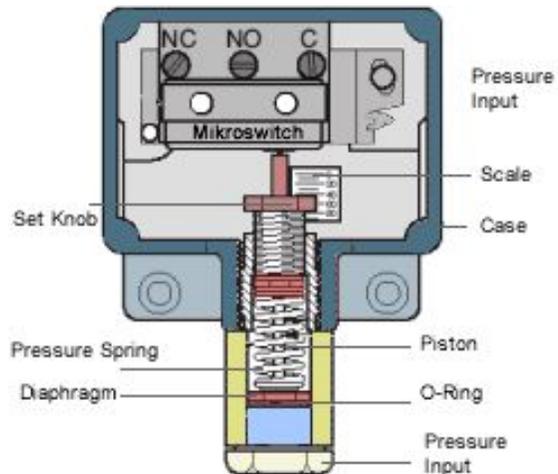


# Presión de la mezcla bifásica

## Instrumentos de control de la presión de la mezcla bifásica

**Presostatos:** Instrumentos destinados a controlar la presión, al que se le puede asignar una presión de actuación (o corte) y un diferencial de presión que restablezca el estado original del sistema. Ambos valores de presión son regulables.

El elemento que recibe la presión del vapor es un fuelle, que actúa sobre un resorte. Con la variación de presión, la deformación del fuelle es transmitida por un sistema de varillas para accionar los contactos eléctricos.

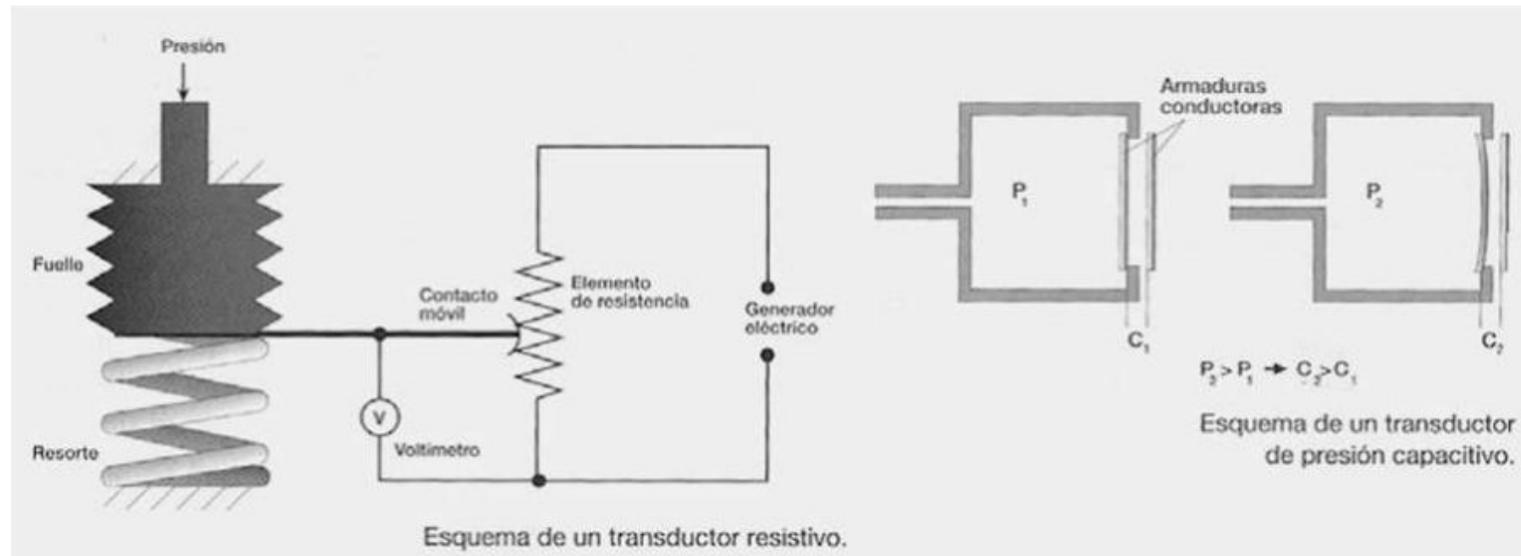




# Presión de la mezcla bifásica

## Instrumentos de control de la presión de la mezcla bifásica

**Transmisor/transductor de presión:** La señal eléctrica obtenida en este instrumento, puede ser utilizada en sistemas de control (usualmente controles modulantes).



# Presión de la mezcla bifásica

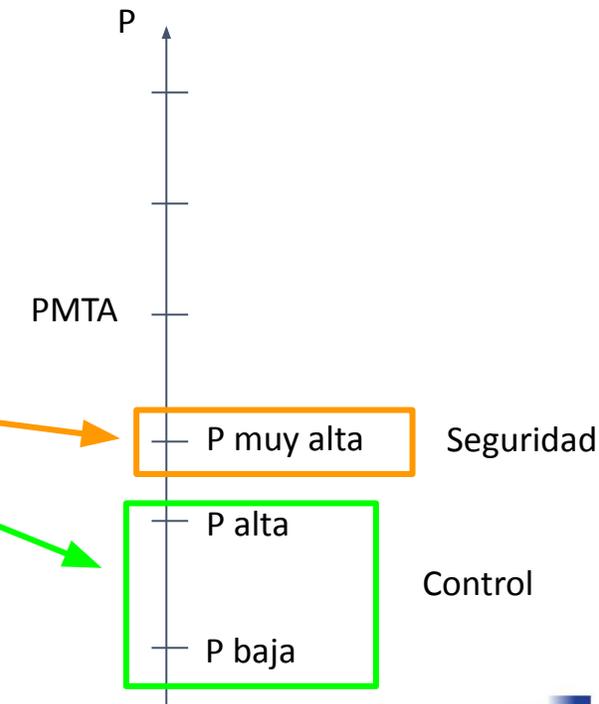
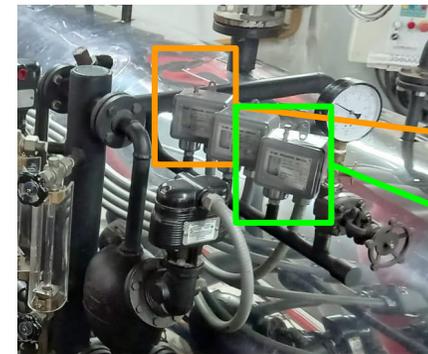
## Seguridad

### Enclavamiento por presión - Bloqueo por Muy Alta Presión

El Reglamento de Generadores de Vapor exige la instalación de un Bloqueo por Muy Alta Presión, **adicional e independiente al corte por alta presión de trabajo**, que como mínimo debe efectuar las siguientes acciones:

- *Corte de suministro de combustible*
- *Activación de alarma sonora*
- *Activación de señal lumínica en el tablero de control indicando “Muy Alta Presión”*
- *Apagado de ventiladores (si corresponde)*
- *Cierre de registros de aire de entrada y puesta en posición mínima de los registros de ventilador de tiro inducido (si corresponde)*

Requiere un **sensor independiente al o los de control**, por ejemplo otro presostato.



# Válvulas de Seguridad

Es una válvula que automáticamente, sin ayuda de ningún aporte de energía excepto el del fluido en cuestión, descarga una cantidad de fluido al superar cierto valor de presión y que se cierra también automáticamente cuando la presión vuelve a valores normales.

Su función es mantener la presión en el interior de la caldera por debajo de un valor de operación seguro. Es decir que protege a la caldera de presiones excesivas. Es el último elemento de seguridad que se tiene ante un aumento excesivo de la presión en el interior de la caldera.



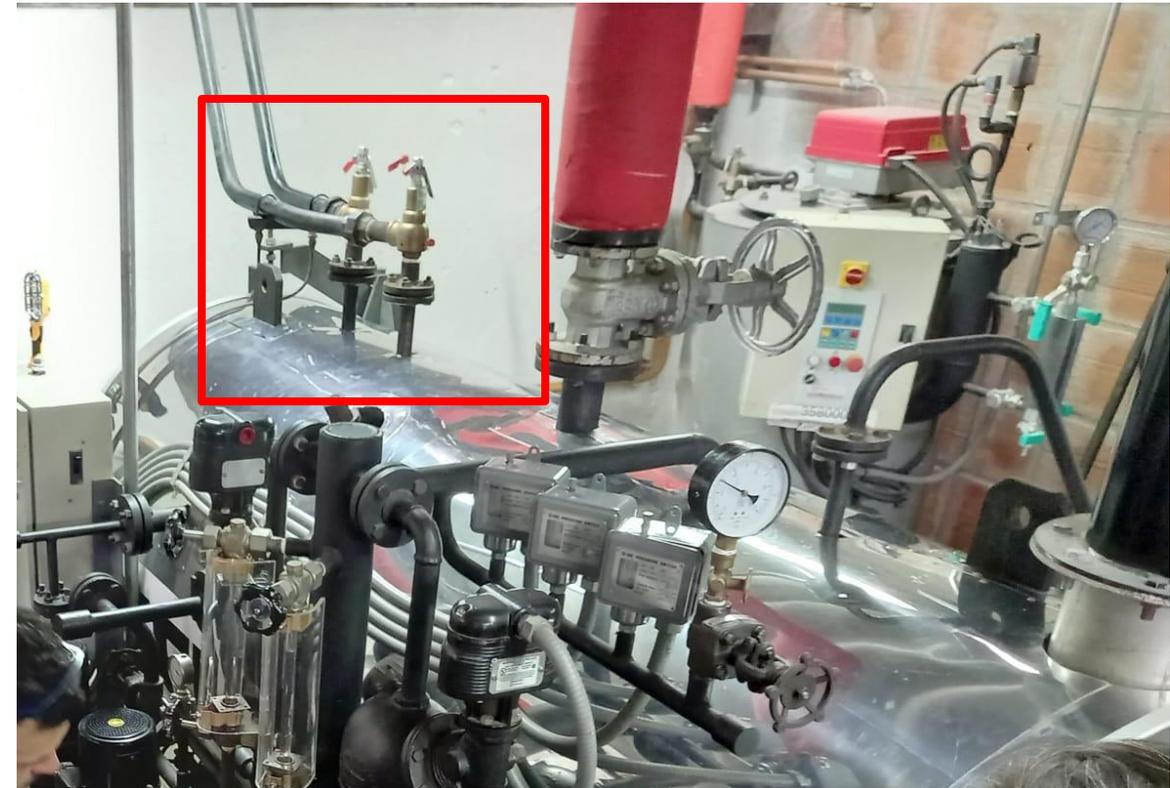
# Válvulas de Seguridad

Deben actuar cuando se supere cierto valor de presión, y luego cerrarse cuando la presión caiga por debajo de dicho valor.

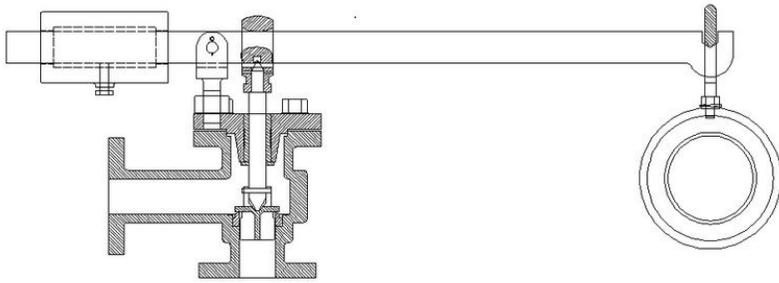
A diferencia de las válvulas de alivio son válvulas de apertura rápida con un diferencial ajustable entre la presión de apertura y la presión de cierre (puede estar en torno a 1 bar)

Solo actúan en caso de emergencia y deben ser probadas con cierta frecuencia. La calibración debe hacerse anualmente.

Dado que generalmente la calibración en banco se hace en frío, es necesario probar la presión de apertura de la válvula una vez que ésta fue instalada en el equipo ya que puede variar. En ocasiones se requiere ajustar al momento de la prueba.



# Válvulas de Seguridad



Antiguamente se usaban válvulas donde el elemento de cierre consistía en una palanca con pesas. Cuando la presión de vapor supera la presión de seteo la fuerza ejercida es suficiente para que la válvula abra.

Estos sistemas ya no están permitidos.

# Válvulas de Seguridad - Definición y función del equipo



DIN



ASME

Actualmente, en todos los casos se usan válvulas de resorte. Un vástago con un resorte mantiene la válvula cerrada. El vapor ejerce una fuerza en la parte inferior del vástago, proporcional a su presión.

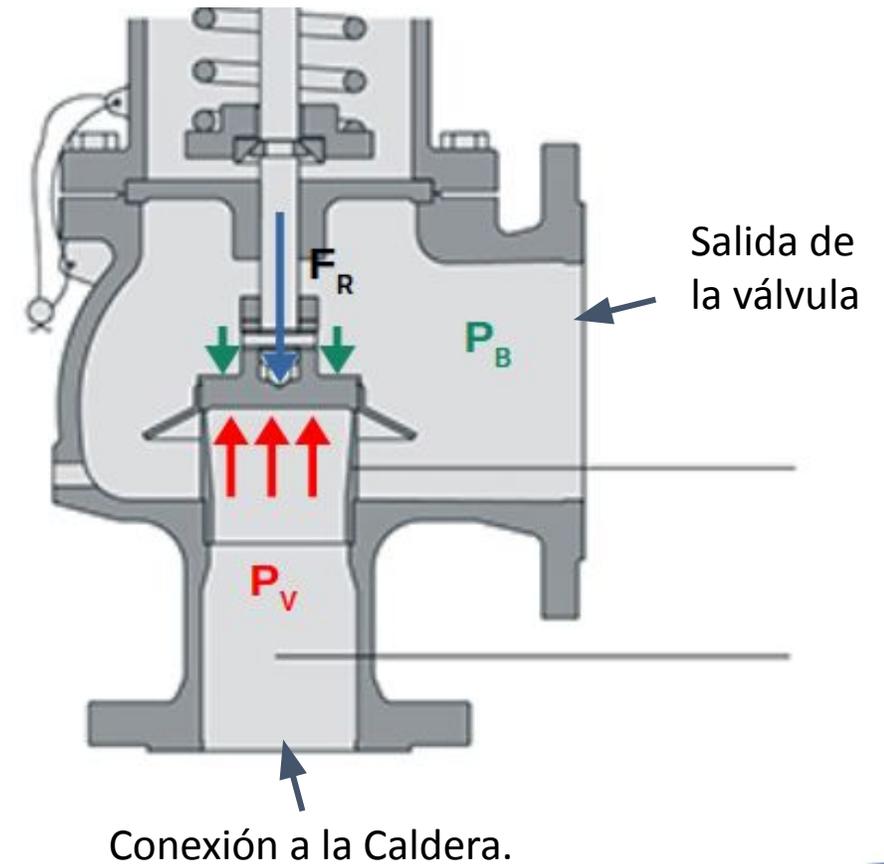
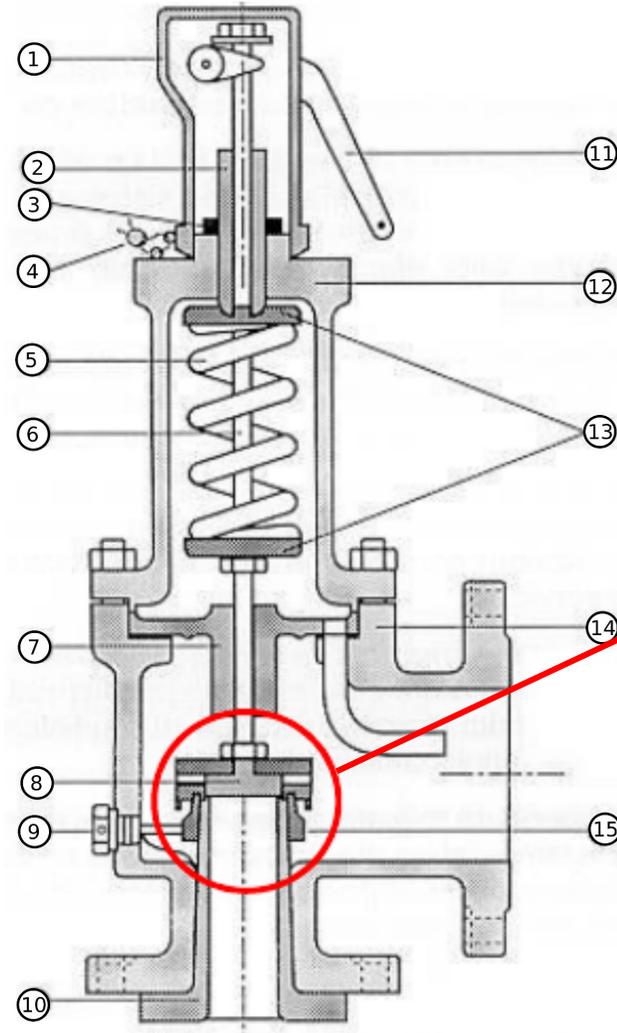
Cuando se supera la presión máxima de seteo, la fuerza ejercida supera la del resorte y se produce la apertura, permitiendo que escape el vapor.



Válvulas de seguridad cargada con resorte (de [1])

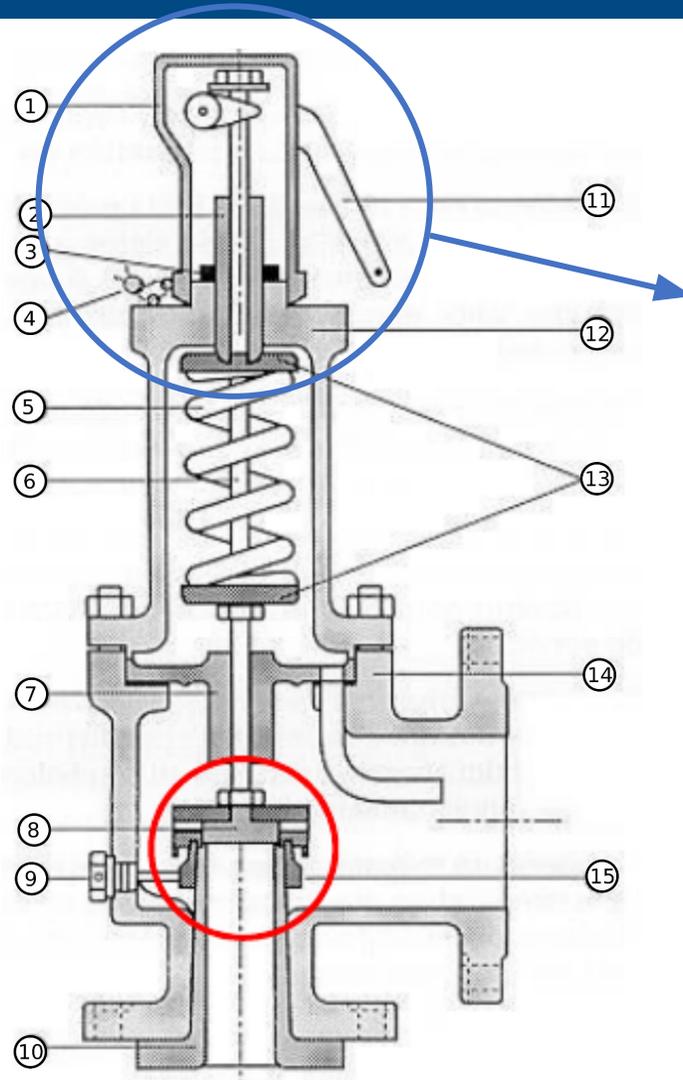
# Válvulas de Seguridad - Definición y función del equipo

1. Capuchón.
2. Tensor.
3. Tornillo para regulación del resorte.
4. Precinto.
5. Resorte.
6. Vástago.
7. Tapa guía.
8. **Disco de cierre u obturador.**
9. Tornillo de fijación del anillo de ajuste.
10. Tobera de entrada,
11. Palanca de apertura manual.
12. Cúpula o arcada.
13. Placas resorte.
14. Cuerpo.
15. **Anillo de ajuste o regulación (asiento).**



# Válvulas de Seguridad - Definición y función del equipo

1. Capuchón.
2. Tensor.
3. Tornillo para regulación del resorte.
4. Precinto.
5. Resorte.
6. Vástago.
7. Tapa guía.
8. Disco de cierre u obturador.
9. Tornillo de fijación del anillo de ajuste.
10. Tobera de entrada,
11. Palanca de apertura manual.
12. Cúpula o arcada.
13. Placas resorte.
14. Cuerpo.
15. Anillo de ajuste o regulación (asiento).



El tornillo (3) permite regular la fuerza que hace el resorte. Una vez regulado se cubre con un capuchón (1) y se precinta (4).

La Palanca (11) permite probar de manera manual que el obturador no esté pegado al asiento (para calderas no muy grandes). Al accionar la palanca se vence la fuerza del resorte. El foguista debe realizar esta comprobación de manera periódica.

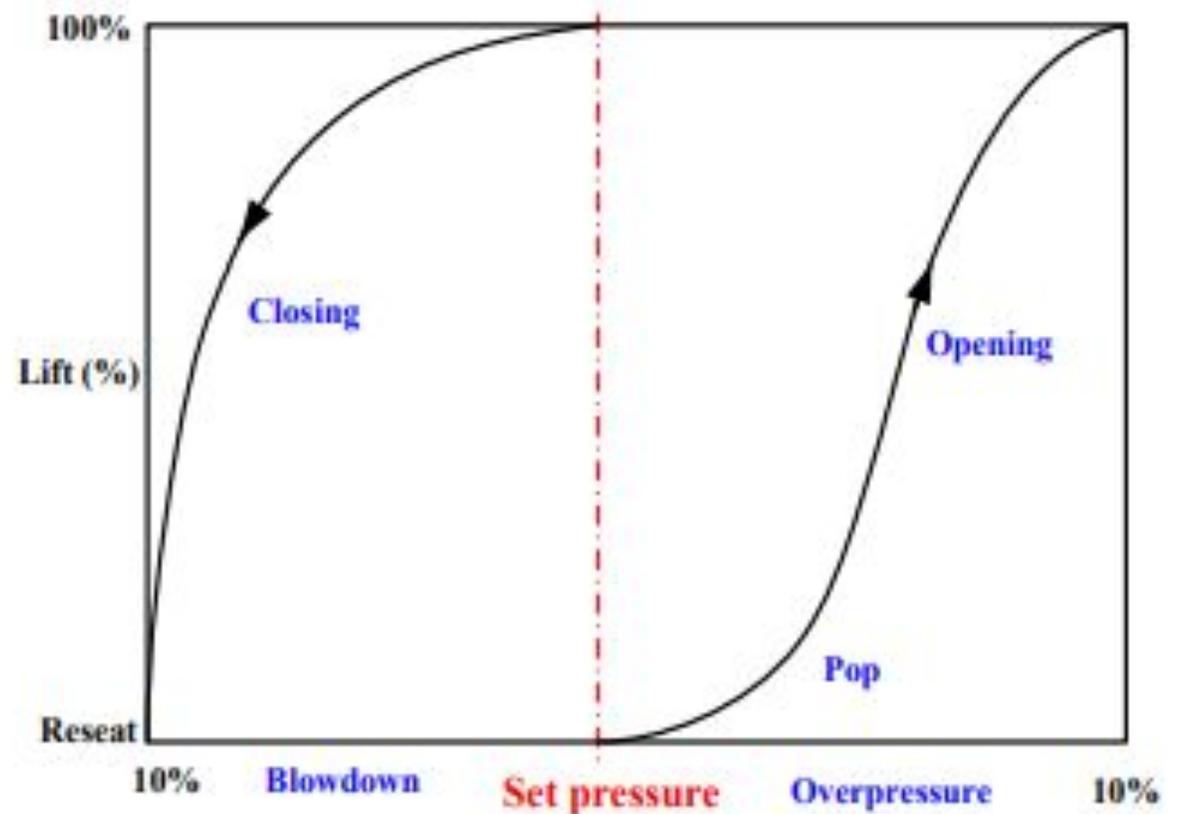
# Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

## 1. Apertura (Lifting)

Cuando se supere cierto valor de presión (presión de seteo).

## 2. Cierre (Reseating)

cuando la presión caiga por debajo de un valor menor a la de seteo (blowdown)

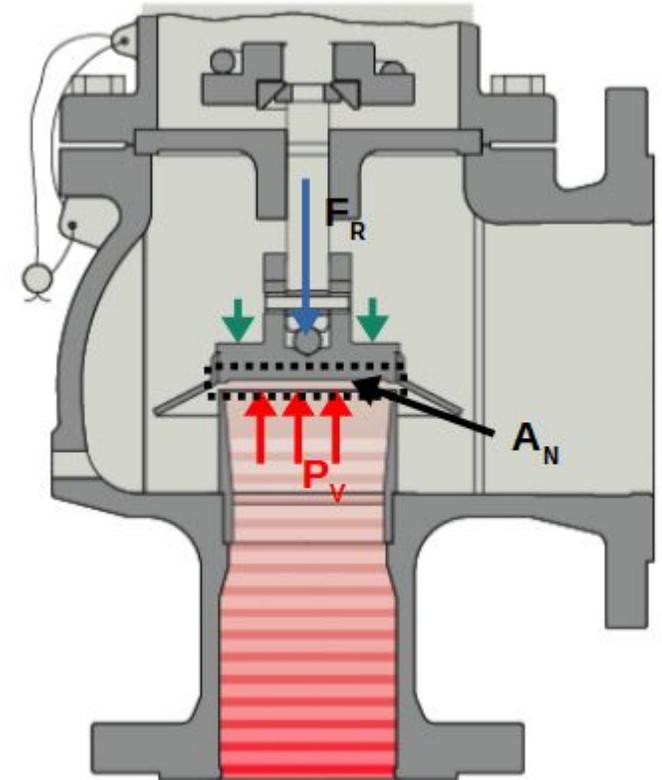
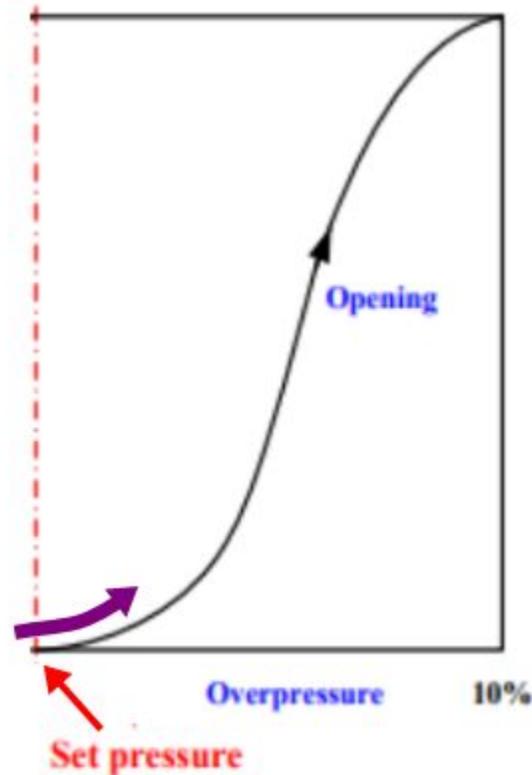


# Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

## Apertura (Lifting)

$$P_v A_n > F_R + P_B A_n (1)$$

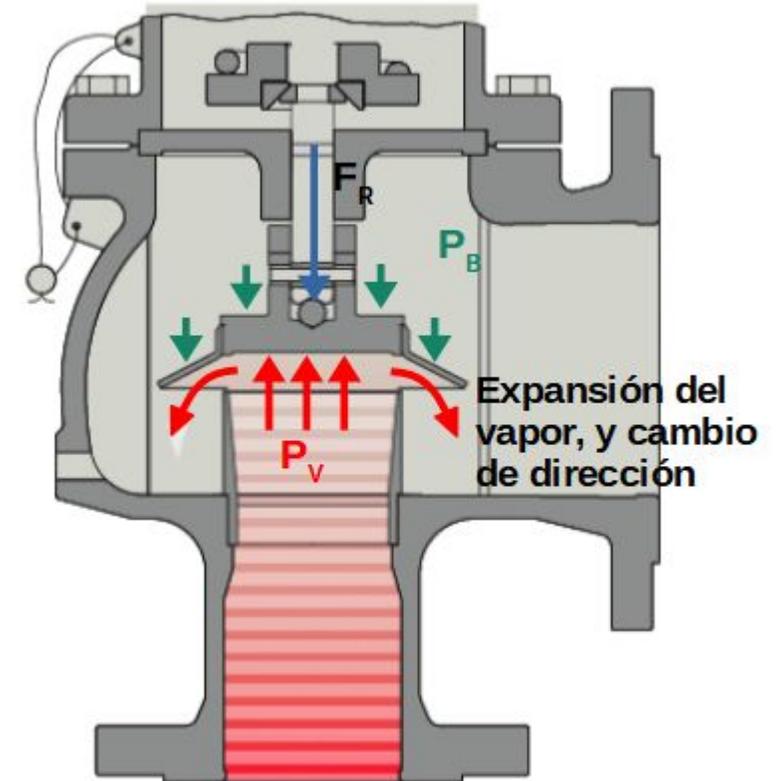
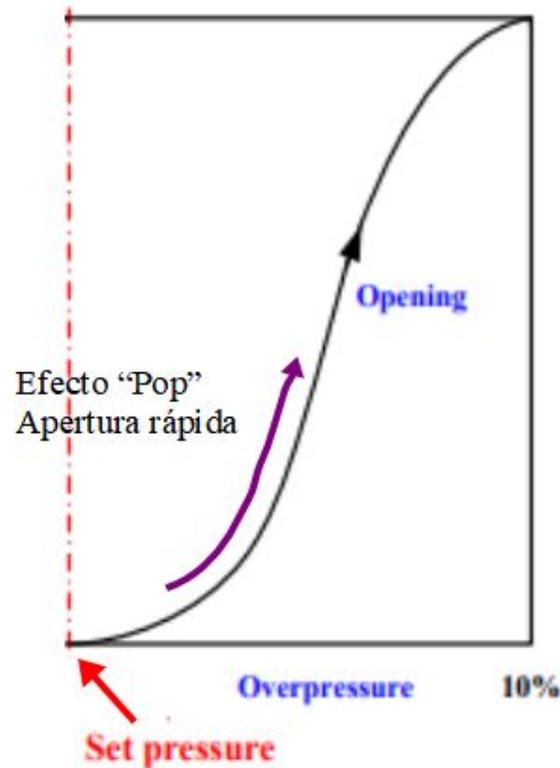
Cuando la presión supere el valor seteado el disco comenzará a elevarse. Cuando eso ocurre la fuerza ejercida por el resorte aumenta, por lo que para que el disco siga subiendo se necesita que siga aumentando la presión, y se de un flujo significativo de vapor.



# Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

## Apertura (Lifting)

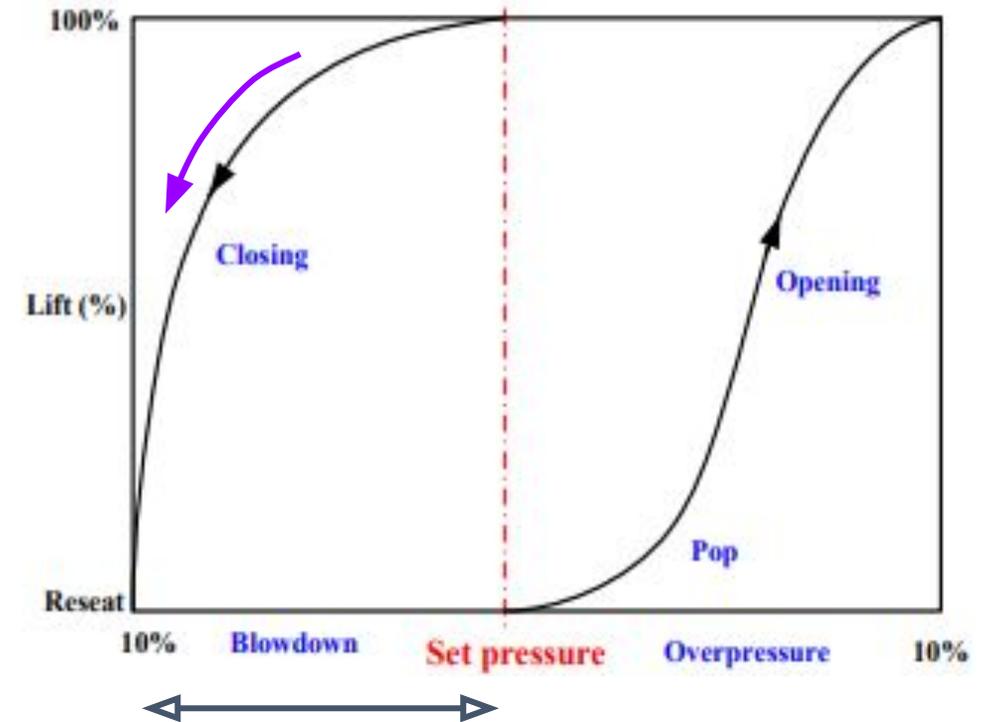
Si se llega a esa sobrepresión se dará una apertura rápida (**efecto pop**) gracias al diseño del disco. El incremento del área expuesta a la alta presión combinado con el cambio de sentido del flujo que se descarga y su expansión resultan en un incremento de la fuerza ejercida, lo que compensa el aumento de la resistencia del resorte permitiendo ese aumento rápido.



# Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

## Cierre (Reseating)

Una vez se vuelva a la condición de operación segura la válvula debe cerrarse y evitar una descarga excesiva de vapor. Esto ocurrirá cuando la presión caiga por debajo de cierto valor, menor a la presión de seteo. La diferencia de presión entre el valor de seteo y a la cual ocurre el cierre se conoce como **“blowdown”** y se expresa como un porcentaje del valor de seteo.



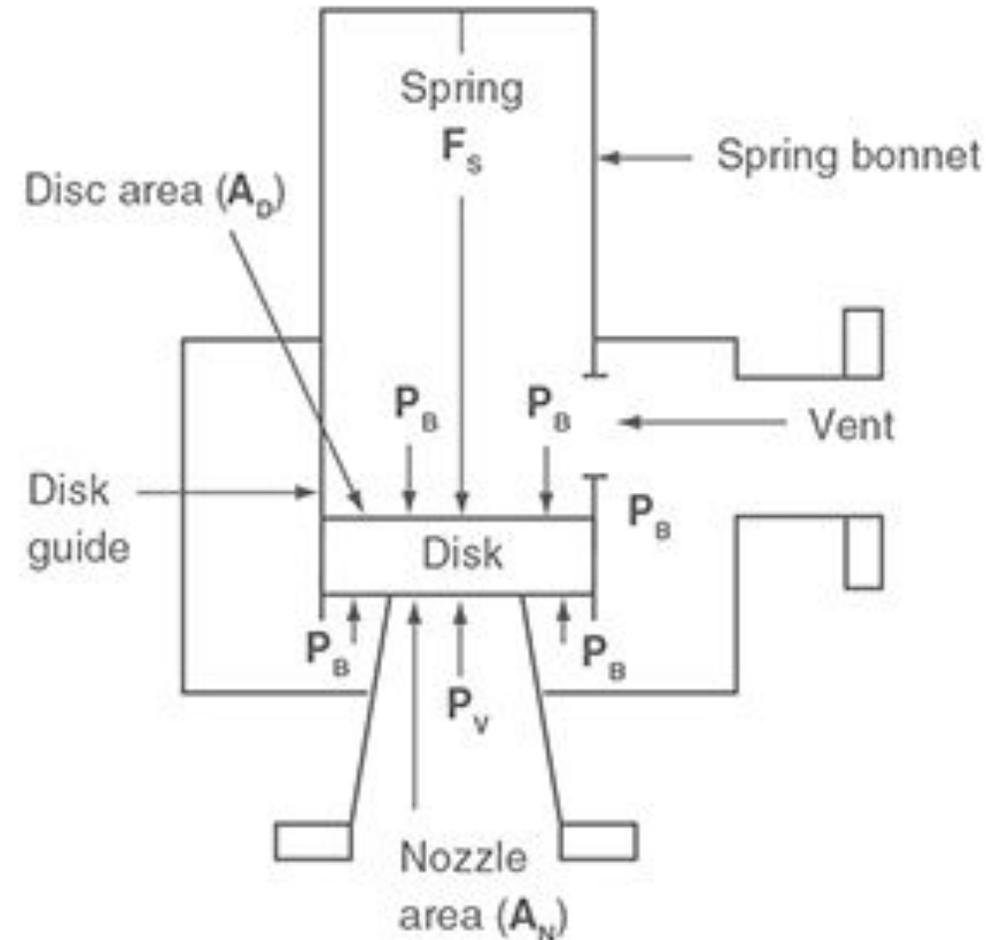
# Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

## Back-Pressure

Es la presión a la salida de la válvula ( $P_B$ ). Las válvulas que descargan a la atmósfera o por ductos cortos no están expuestas a altos valores de  $P_B$ .

**Impuesta (superimposed):** Es el valor de presión del lado de la descarga cuando la válvula está cerrada.

**Generada (built-up):** Es la sobre-presión que se genera del lado de la descarga cuando la válvula está abierta.

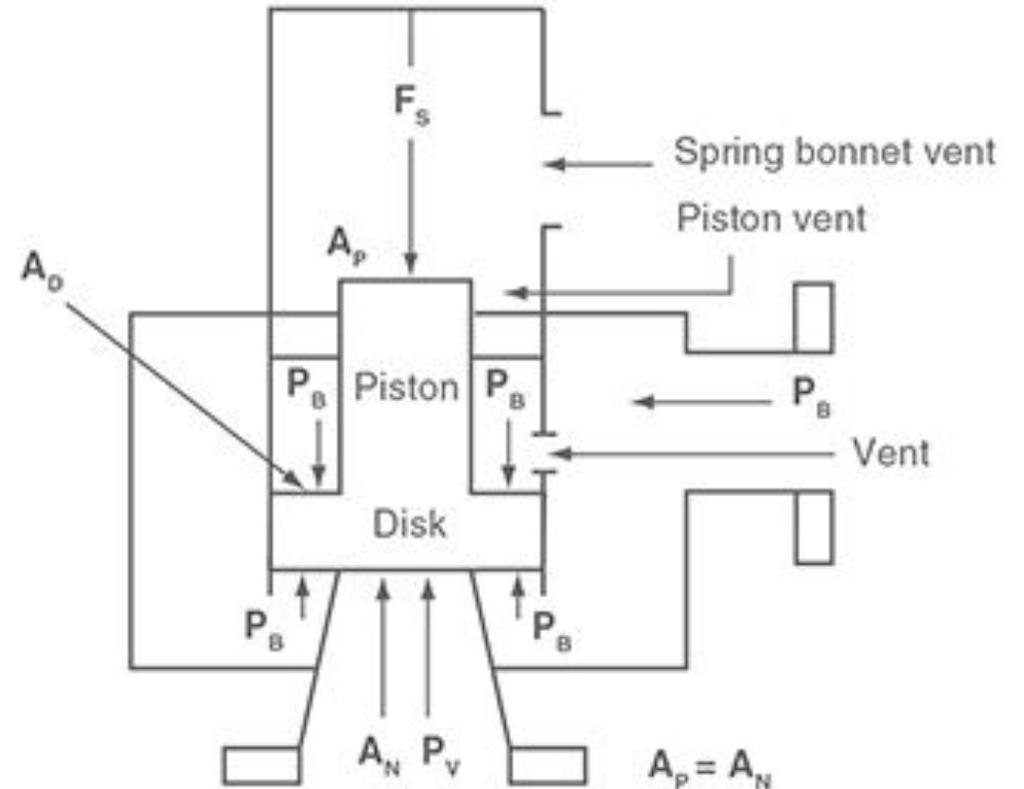


# Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

## Back-Pressure

Debe considerarse su efecto en el comportamiento de la válvula y en su capacidad de descarga.

En la mayoría de las aplicaciones la back-Pressure se mantiene dentro de valores pequeños gracias a una buen dimensionamiento de las cañerías de descarga. Pero si no se pudiera, se debe utilizar una válvula de seguridad debe ser balanceada.



# Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

## **Fugas por el asiento**

Otro elemento importante en el diseño de las válvulas de seguridad son las fugas de fluido por el asiento. Estas fugas además de ser una pérdida pueden dañar progresivamente el asiento de la válvula. Fugas altas pueden ocasionar una apertura temprana de la válvula. Los valores de fugas admisibles en válvulas de seguridad son algunos ordenes de magnitud más exigentes que para otro tipo de válvulas.

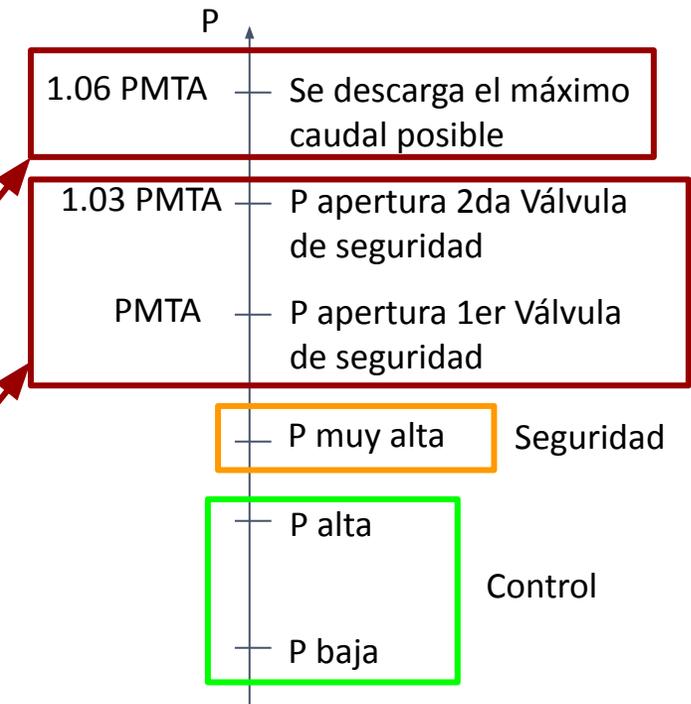
El reglamento establece que se debe evaluar la fuga de asiento y su valor debe ser aceptable de acuerdo al Código original de Construcción de la Válvula.



# Válvulas de Seguridad - Regulación de la válvula, validez y agentes habilitados

El reglamento de URSEA establece los requerimientos que deben cumplir las válvulas de seguridad del generador de vapor. Se establece:

- La cantidad mínima de acuerdo a sus características. El reglamento establece el número mínimo de válvulas de seguridad que debe tener el Generador de Vapor según sus características:
  - Todo Generador de Vapor debe tener **al menos una válvula de seguridad**.
  - Si el **área de calefacción supera los 47m<sup>2</sup> se deben tener al menos dos válvulas de seguridad**. A excepción de los generadores combinados (con superficie de calefacción humo y acuo-tubular), en estos casos se requieren al menos dos válvulas si la generación de vapor excede los 1.800kg/h.
  - Los Generadores de vapor eléctricos (categoría E3) que su potencia de alimentación supere los 1.175kW deberán tener al menos dos válvulas de seguridad.
- La capacidad de descarga del conjunto de las válvulas de seguridad.
- Valores de Presiones de seteo de la o las válvulas
- Donde se deben ubicar y cómo se deben instalar.
- Las pruebas operacionales que se deben realizar a las válvulas de seguridad y quienes pueden realizarlas. Se definen los Agentes Vinculados categoría "Servicios de válvulas de Seguridad", para los cuales se establecen los requisitos y se lleva el registro de los Agentes habilitados.



# Nivel de agua

## Medición del nivel de agua

**Indicadores de nivel visual:** Tienen la finalidad de exponer visualmente el nivel al que se encuentra el agua dentro de la caldera.

Tubo de nivel de vidrio: Es el instrumento más utilizado. Consiste en un tubo de nivel de vidrio vertical, que se conecta en su extremo superior a la cámara de vapor y su extremo inferior a la cámara de agua. Éstos deben ser instalados con una válvula de cierre en sus extremos (para evitar fugas en caso de rotura) y con una válvula inferior que permita purgarlo. Además, deben contar con una protección de acrílico u otro material transparente, para evitar golpes y proteger a operarios en caso de rotura.

Nivel Klinger: Están conformados por un cristal plano en su cara frontal que tiene estrías en su cara interior, las que producen un efecto óptico que oscurece al agua respecto al vapor (mejora su distinción).

Otros: Existen variantes de indicadores de nivel visual, donde en algunos son útiles cuando se necesita obtener un mejor contraste entre el agua líquida y el vapor, por ejemplo los tipo bicolor o reflex. También hay variantes para altas presiones, como los tipo ojo de buey o los magnéticos.



# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Medición del nivel de agua



**Tubular Type  
Level Gauge**



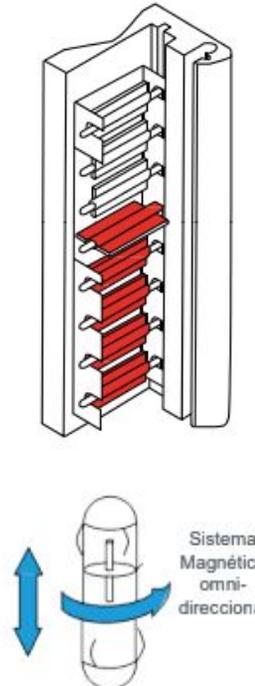
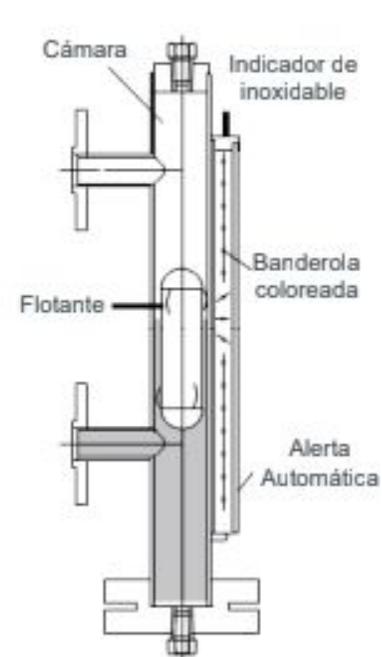
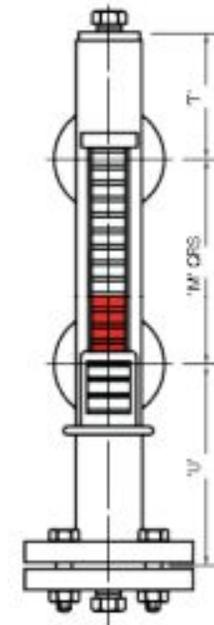
**Reflection Type  
Level Gauge**



**Transparent Type  
Level Gauge**



**Multi-Port Type  
Level Gauge**

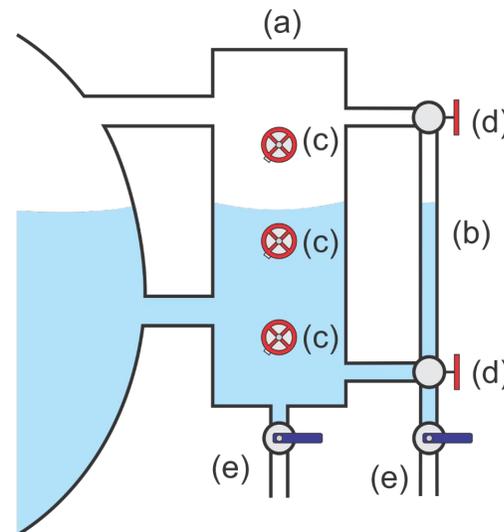
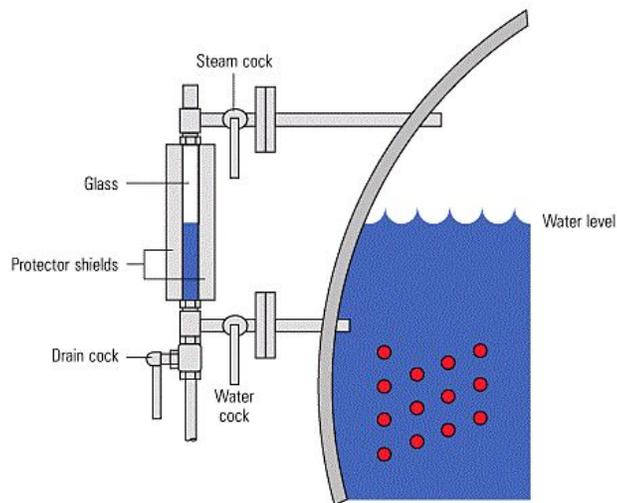


# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Medición del nivel de agua

**Columna de nivel:** Los instrumentos de medición y control de nivel suelen instalarse en una columna de nivel, que es un recipiente intermedio (conectado a la cámara de agua y a la de vapor) que sirve para amortiguar las oscilaciones del nivel; aunque también pueden encontrarse conectados directamente al cuerpo de presión.

En las columnas de nivel, además del indicador visual, se suelen instalar grifos de prueba a la columna de nivel, que son utilizados para la verificación del nivel en caso de rotura del tubo de vidrio. Suelen ser 3 grifos: el del medio se instala en el nivel normal del generador de vapor, el superior en el nivel máximo y el inferior en el nivel mínimo.



- (a) Columna de nivel
- (b) Indicador de nivel visible
- (c) Grifos de prueba de nivel
- (d) Grifos del indicador de nivel
- (e) Válvulas de purga



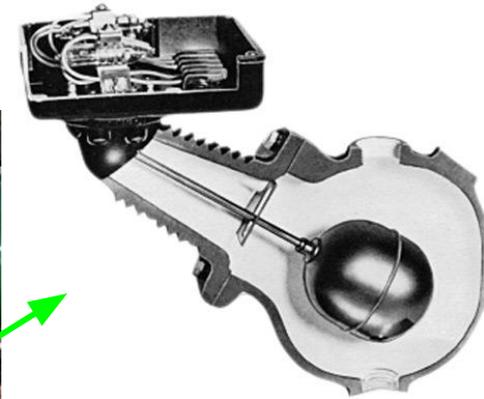
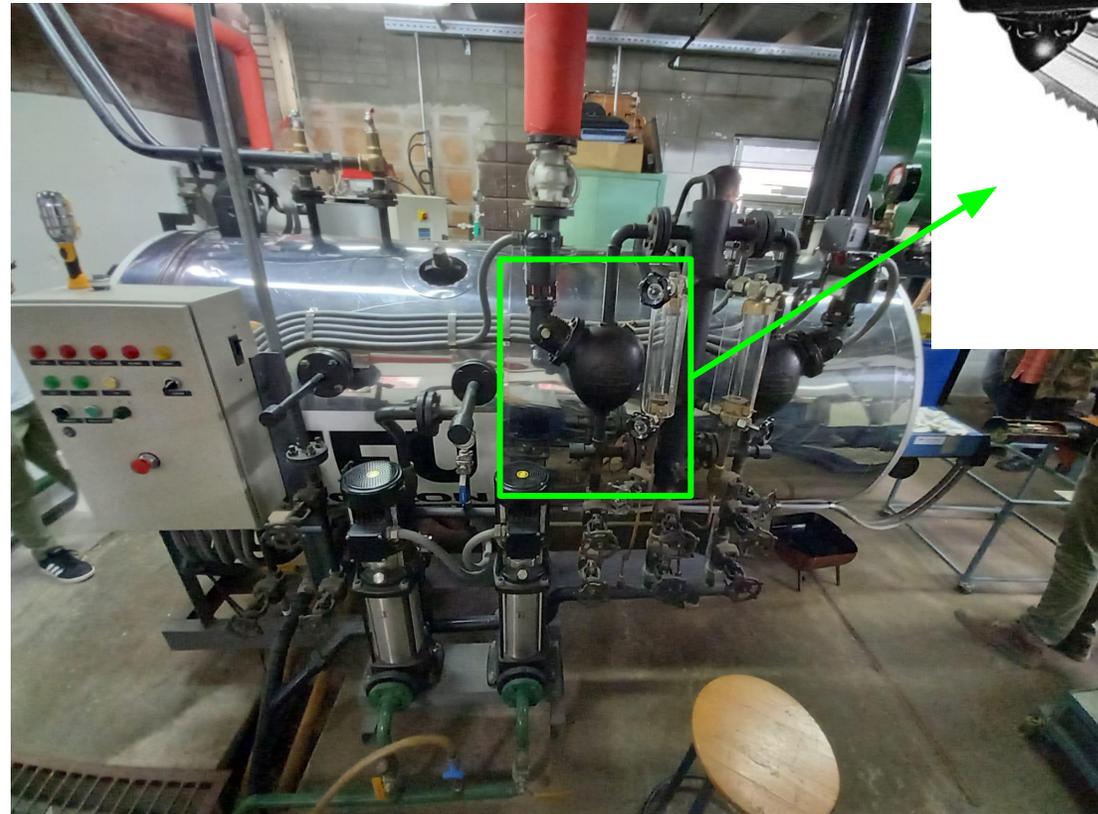
# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Instrumentos de control del nivel de agua

**Mc Donnell & Miller:** Instrumento de control basado en flotación de una boya y el movimiento de un mecanismo. Consiste en una cámara metálica conectada a la cámara de vapor y a la cámara de líquido de la caldera, donde dentro está ubicada una boya que sube y baja con el nivel unida a un vástago, que pivotea en un punto.

En el modelo tradicional, en el otro extremo del vástago hay una ampolla con mercurio líquido y varios contactos metálicos insertos en el vidrio. Al variar la posición de la ampolla el mercurio va cubriendo los distintos contactos metálicos, con lo que se obtienen distintas señales eléctricas.

En modelos más nuevos se sustituye la ampolla de mercurio por elementos metálicos que presionan microinterruptores al variar el nivel de agua.

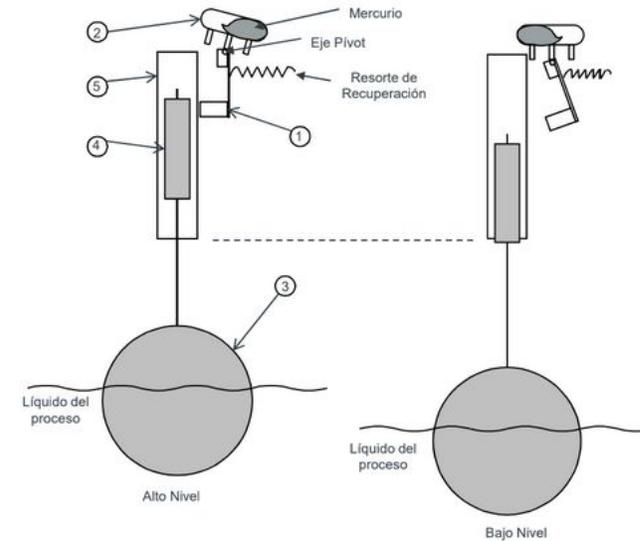


# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Instrumentos de control del nivel de agua

**Magnéticos:** Basado en la flotación de una boya esférica y accionamiento de contactos mediante imanes.

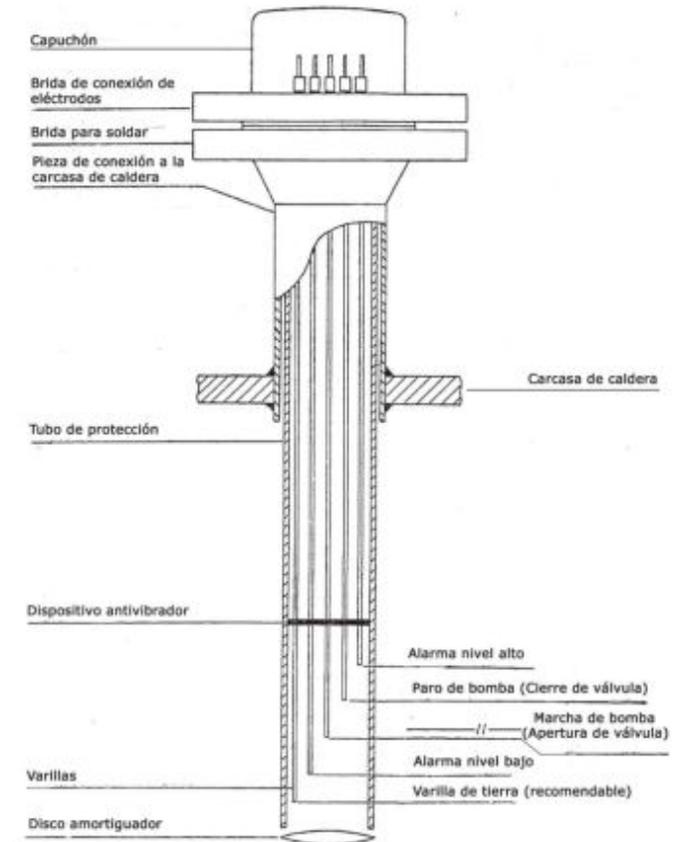
La variación del nivel de agua mueve un vástago verticalmente con una camisa metálica que, sin hacer contacto directo, atrae un imán en el mecanismo del interruptor obligándolo a dispararse. El interruptor vuelve a cambiar de estado cuando la camisa metálica sale del campo magnético del imán.



# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Instrumentos de control del nivel de agua

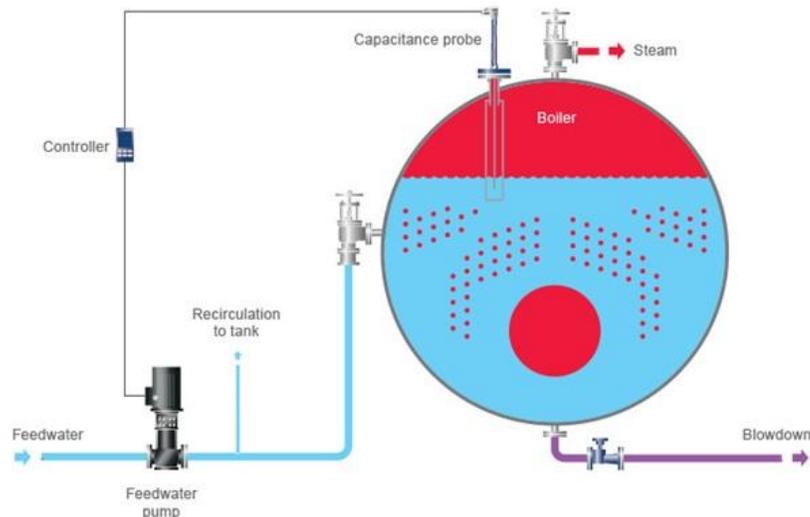
**Electrodos:** Electrodo o varillas, de distintos largos, colocados en una cámara. Un electrodo actúa como tierra, mientras que los restantes tienen asignados distintas acciones. Cuando están sumergidos, el circuito eléctrico se cierra gracias a la conductividad del agua; pero cuando un descenso del nivel deja al descubierto una varilla, se abre el circuito correspondiente.



# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Instrumentos de control del nivel de agua

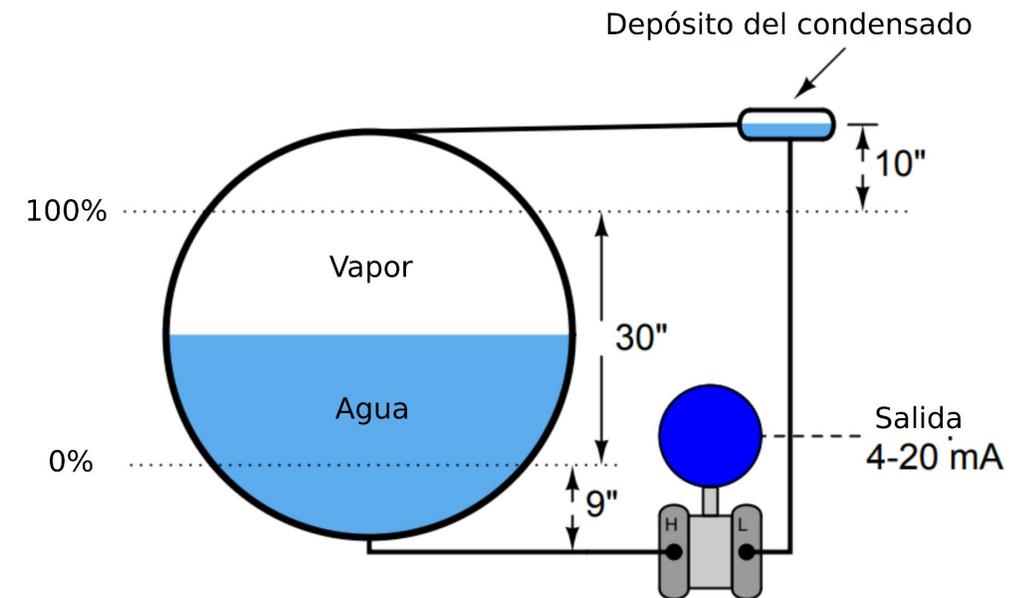
**Capacitivos:** Consisten en dos placas de condensador, actuando el agua entre ellas como dieléctrico. Al variar el nivel del agua cambia la capacidad del condensador, saliendo una señal eléctrica proporcional.



# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

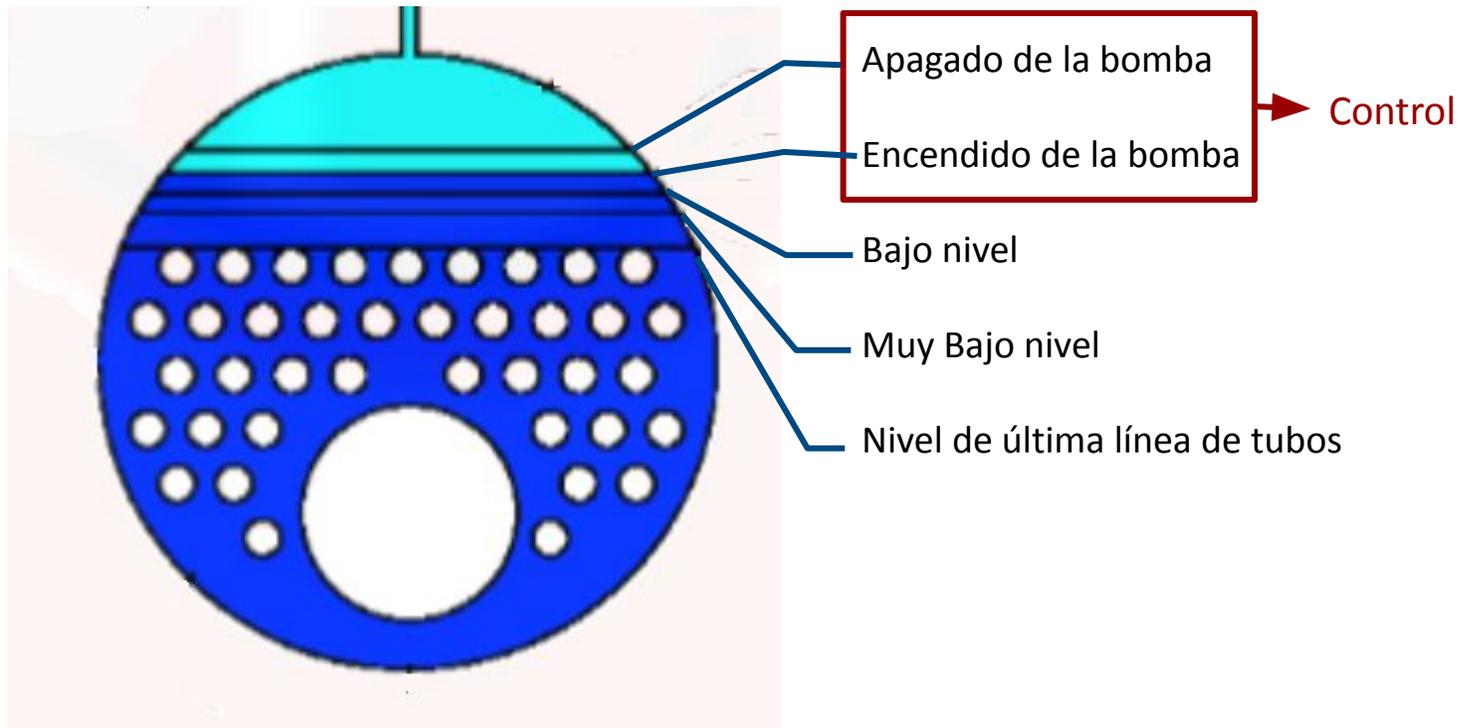
## Instrumentos de control del nivel de agua

**Presión diferencial:** El dispositivo obtiene el valor del nivel del agua mediante la diferencia de presión entre un punto de la cámara de vapor y uno de la cámara de agua, lo que se traduce en la altura de la columna de agua que hay por encima del punto de de la cámara de agua sentido.



# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Acciones de control sobre el nivel de agua



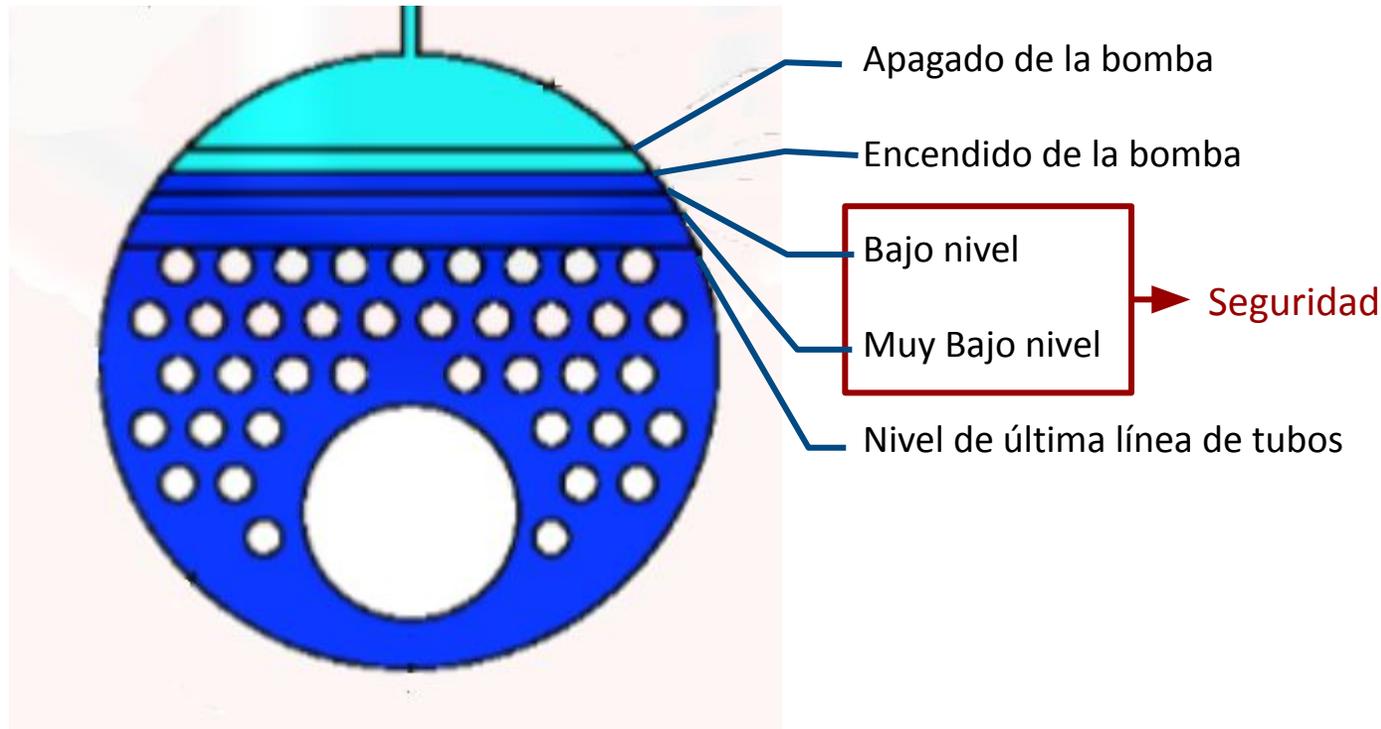
La acción de control sobre el nivel de agua medido es únicamente el encendido, apagado y/o modulación de las bombas de alimentación de agua.

El sistema de control del ingreso de agua puede ser:

- ON / OFF - En un nivel enciende la bomba y en otro apaga (discreto)
- Modulante - Regula la frecuencia de las bombas de alimentación según set point (continuo)

# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Seguridad - Bloqueos de Bajo Nivel y Muy Bajo Nivel

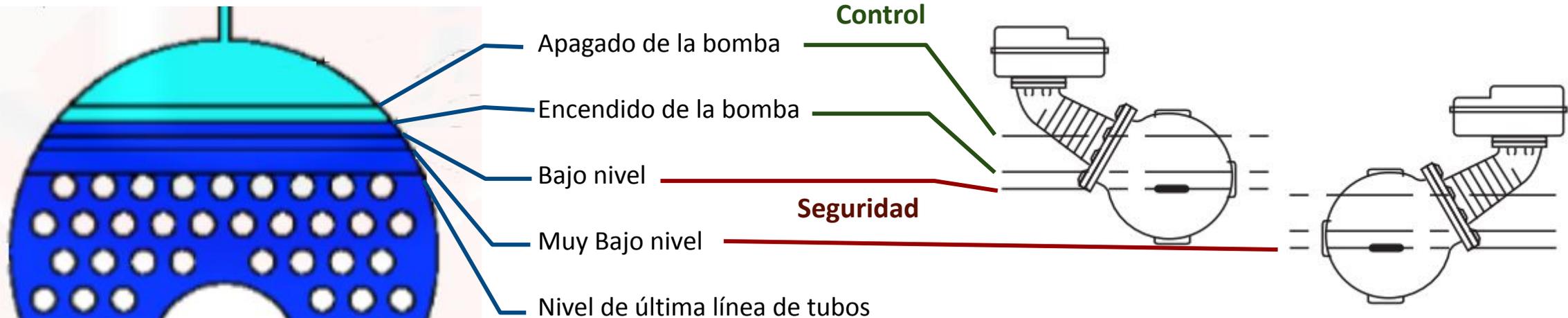


El Reglamento de Generadores de Vapor exige la instalación de un Bloqueo por bajo nivel y uno por muy bajo nivel:

- *Corte de suministro de combustible*
- *Activar alarma sonora*
- *Activación de señal lumínica en el tablero de control indicando "Bajo nivel" / "Muy Bajo Nivel"*
- *Apagado de ventiladores (si corresponde)*
- *Cierre de registros de aire de entrada y puesta en posición mínima de los registros de ventilador de tiro inducido (si corresponde)*
- *Reseteo automático en caso de Bajo Nivel, reseteo necesariamente manual en caso muy Bajo nivel.*

# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Seguridad - Bloqueos de Bajo Nivel y Muy Bajo Nivel

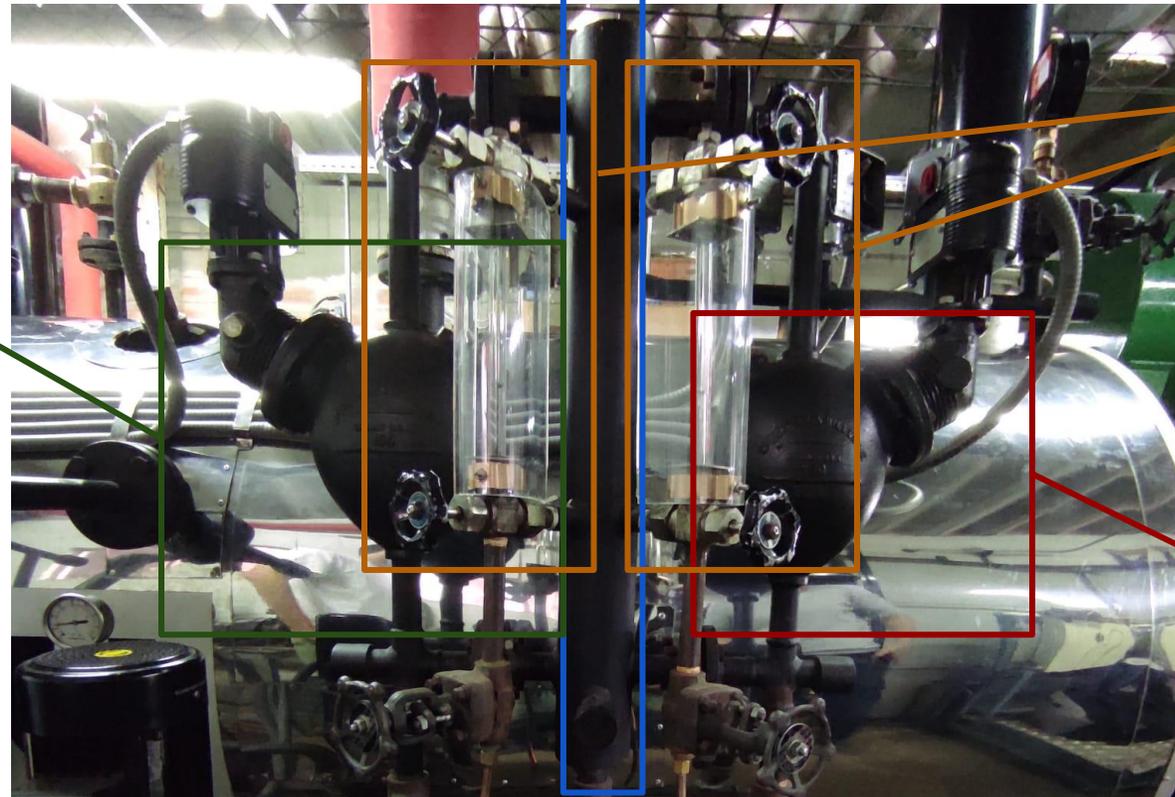


El corte por bajo nivel puede (y habitualmente lo es) ser sentido por el mismo sensor que se utiliza para control. El corte por muy bajo nivel debe tener un sensor independiente al anterior.

# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

Columna de agua

Medición de nivel  
para control y corte  
por bajo nivel



Medición visual

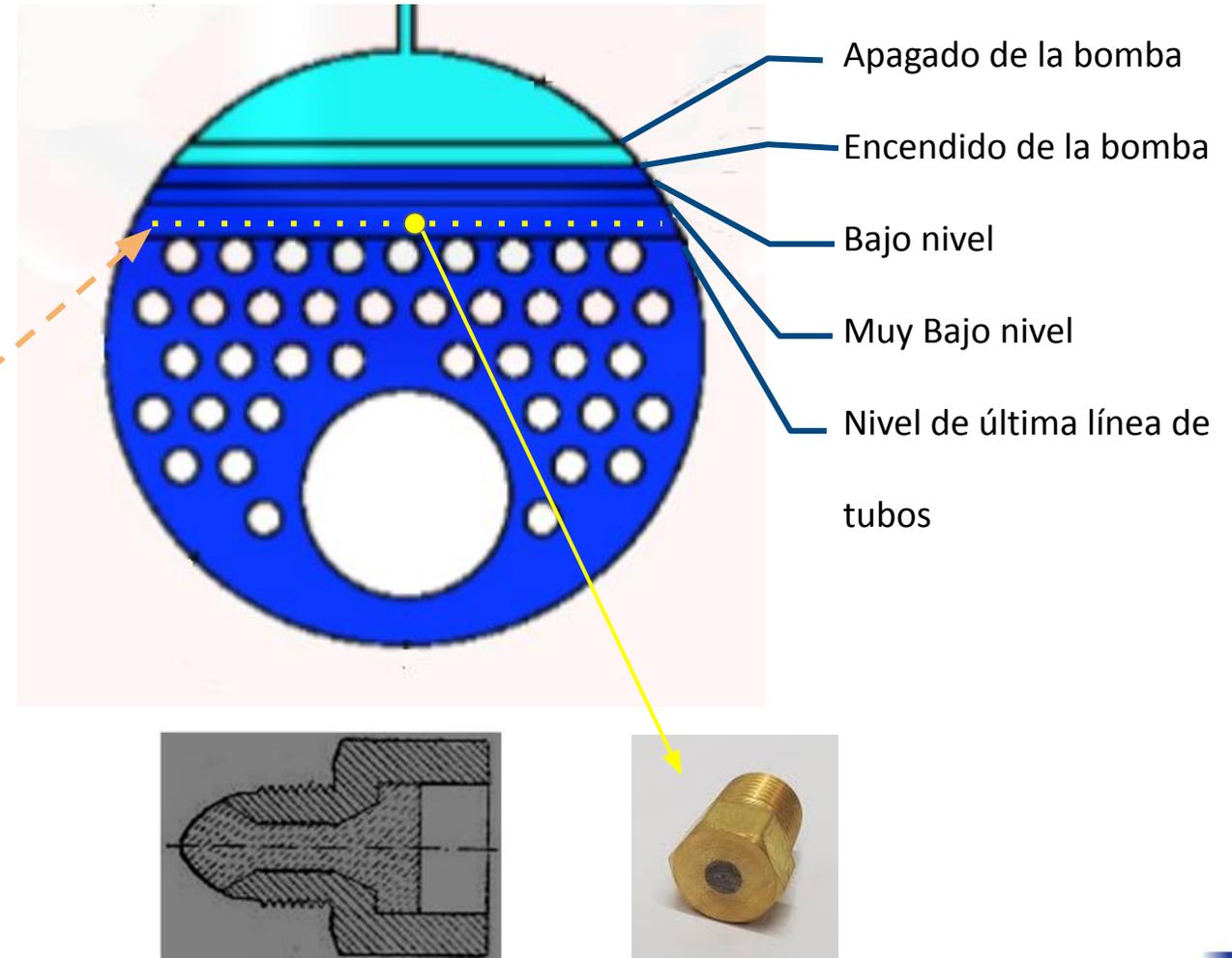
Medición de nivel  
para corte por muy  
bajo nivel

# Medición, Control y seguridad por nivel de agua

## Tapón fusible

El tapón fusible es un un tapón roscado de bronce, que en su centro cuenta con un núcleo de otro material que tiene una temperatura de fusión baja (estaño puro o con una pequeña proporción de plomo). Si el tapón fusible deja de estar refrigerado por el agua líquida, este material se funde y permite el paso de vapor hacia el exterior, cumpliendo con la función de alertar que el agua alcanzó un nivel crítico (por debajo del Bloqueo de Muy Bajo Nivel y por encima de la fila de tubos más alta). Es un respaldo de origen mecánico a los enclavamientos.

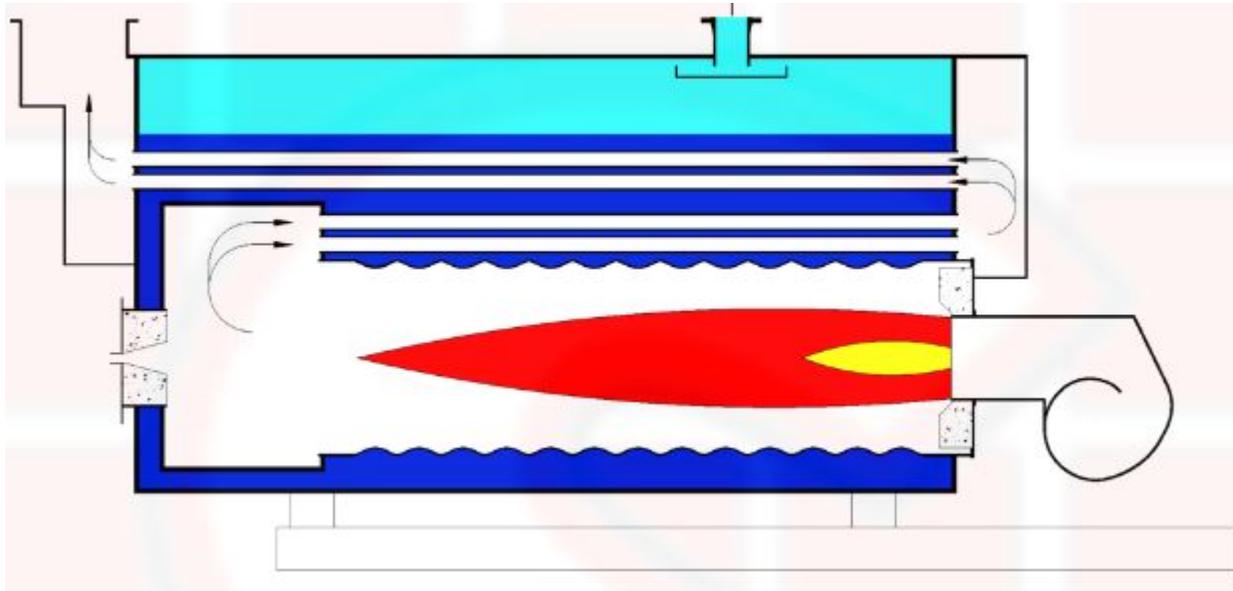
Son utilizados esencialmente en generadores de vapor humotubulares, y generalmente se encuentran instalados en la placa trasera. No son exigidos en el Reglamento de Generadores de Vapor; pero en caso en que el tapón fusible haya sido incluido en el diseño original del equipo, exige que sea reemplazado al menos 1 vez al año.



# Medición, Control y seguridad por presencia de llama

## Medición de llama

**Mirilla, tapilla o visor:** Son elementos que permiten visualizar la zona de combustión. Se pueden encontrar en la caja de humos trasera en generadores humotubulares, en paredes de un hogar acuotubular, en quemadores, cámaras torsionales, etc.



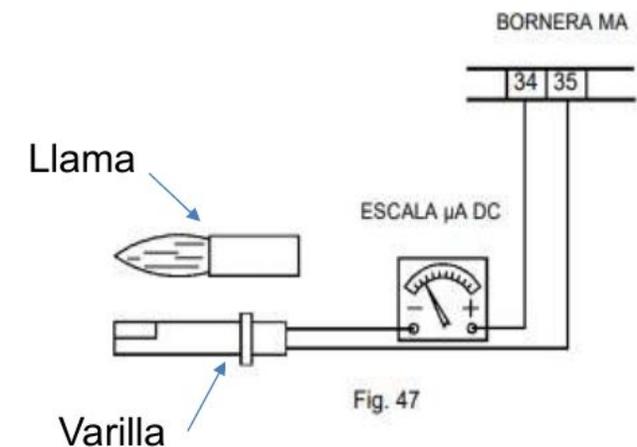
# Medición, Control y seguridad por presencia de llama

## Instrumentos de control por falta de llama

**Detectores de llama:** Permiten reconocer la presencia o no de la llama. Para distintos combustibles / tipos de llama, se requiere que el dispositivo sea sensible a diferentes tipos de radiación.

Detector de radiaciones visible: Comúnmente llamados célula fotoeléctrica o fotocélula, son sensibles a radiaciones con longitudes de onda entre 0,37 y 0,8 micrones. Están formadas por un ánodo y un cátodo revestido de un material sensible a estas radiaciones, a los que se le aplica una diferencia de potencial alterna. Mientras que no hay llama, no hay pasaje de corriente entre ellos; y cuando detecta llama, se establece una corriente rectificadora.

Detector de radiaciones infrarrojas: Sensibles a longitudes de onda entre 0,8 y 2,6 micrones gracias a que el ánodo de sulfato de cobre disminuye su resistencia eléctrica y genera el pasaje de una corriente alterna hacia el cátodo. En el uso de éstas, se debe ser cuidadoso de proteger al dispositivo frente a radiación del refractario que pueden ser del mismo orden.



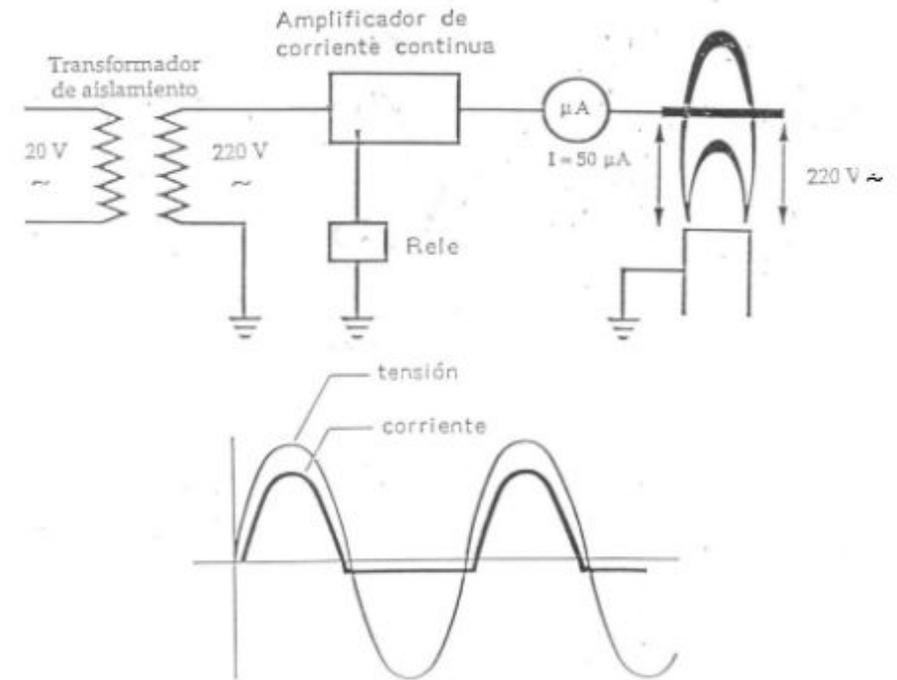
# Medición, Control y seguridad por presencia de llama

## Instrumentos de control por falta de llama

Detector de radiaciones ultravioletas: Denominados varillas de ionización, son sensibles a longitudes de onda entre 0,19 y 0,39 micrones. Consiste en un tubo de cuarzo lleno de un gas con dos electrodos, que a partir del efecto de ionización del gas, genera una corriente que activa un relé cuando el tubo es expuesto a radiación UV.



- I) LA LLAMA GAS ES CONDUCTORA
- II) LA LLAMA GAS "RECTIFICA" LA CORRIENTE



# Medición, Control y seguridad por presencia de llama

## Enclavamientos por presencia de llama - Bloqueo por Falta de Llama

El Reglamento de Generadores de Vapor exige que aquellos que utilizan gas y/o combustibles líquidos, deben contar con Bloqueo por Falta de Llama, que como mínimo ejecute las siguientes acciones:

- *Apagado del quemador.*
- *Activación de alarma sonora.*
- *Activación de señal lumínica en el tablero de control indicando “Falta de Llama”.*



# Medición de otros parámetros.

## Temperatura

Los parámetros relacionados a temperatura que pueden ser de interés medir o controlar, son:

- **Temperatura en circuito de humos** - (indicador de rendimiento del sistema y de correcta operación, limpieza del circuito de humos)
- **Temperatura de vapor sobrecalentado** - (verificación del setpoint y posible regulación para alcanzarlo)
- **Temperatura de combustible** - (correcto suministro de combustible al quemador)
- **Temperatura del agua de alimentación** - (cavitación en la bomba, choques térmicos, eficiencia energética)

### Medición:

- **Termómetros:** Pueden ser de mercurio, bimetálicos o de par termoeléctrico (termocuplas).

### Control:

- **Termostatos:** Por diferencia de dilatación entre 2 metales, provoca accionamiento de un contacto eléctrico, que es restablecido cuando la temperatura desciende en un diferencial.
- **A partir de señal eléctrica: Termocuplas:** La unión de 2 metales diferentes formando un circuito cerrado, de manera que las uniones entre ambos se mantengan a diferentes temperaturas, genera una corriente eléctrica cuya intensidad depende de la diferencia de temperaturas.



# Medición de otros parámetros.

## Composición de gases

### Medición:

- **Analizador de gases:** Los analizadores de gases permiten obtener valores de concentración de las distintas especies de gases de combustión, y a partir de estos valores obtener información sobre la condición de la combustión. Estas mediciones permiten optimizar las condiciones de combustión regulando el exceso de aire inyectado al hogar e identificar posibles malos funcionamientos. Existen analizadores de gases discretos (portátiles, que toman una muestra puntual) y continuos (vinculados al sistema de control del generador de vapor, toman datos de forma continua)

### Instrumentos de Control:

- **Analizador de gases continuos:** Existen sistemas de control que analizan los gases continuamente y tienen incorporadas ciertas acciones de regulación entre el tiro de los ventiladores e ingreso de combustible, que optimizan la combustión para determinada condición de operación.



# Medición de otros parámetros.

## Presión en el hogar, agua de alimentación y combustible

### Medición:

- **Agua y combustibles líquidos o gaseosos:** Se utilizan los mismos instrumentos de medida que para el vapor: manómetros o transmisores de presión.
- **Hogar:** Según el tipo de combustible y de tecnología de combustión, los hogares pueden estar diseñados para operar a presiones mayores o menores a la presión atmosférica. En aquellos donde la presión sea menor a la atmosférica, es de suma importancia verificar que la presión se mantenga en ciertos rango por debajo de la presión atmosférica. En esos casos se utilizan:
  - **Vacuómetros**
  - **Columnas en “U”**
  - **Transmisores de presión**

### Instrumentos de control:

- **Combustibles líquidos o gaseosos:** Presostatos y transmisores de presión en líneas de alimentación de combustibles.
- **Hogar:** Los transmisores de presión son utilizados para controlar la presión en el hogar mediante la regulación de los ventiladores del generador de vapor.

