

Sistemas de Control en Calderas

SPIRAX-SARCO, S.A.U.



Formador



Santiago Gómez Santamaría

Director de Formación

Móvil: +34 639 819 884

e-mail: santiago.gomez@es.spiraxsarco.com

Linked in

es.linkedin.com/in/santiagogomezsantamaria

Objetivo

- Proporcionar conocimiento en relación al equipamiento de las calderas de vapor con el fin de garantizar el buen funcionamiento y la seguridad de las calderas, así como mejorar la eficiencia.

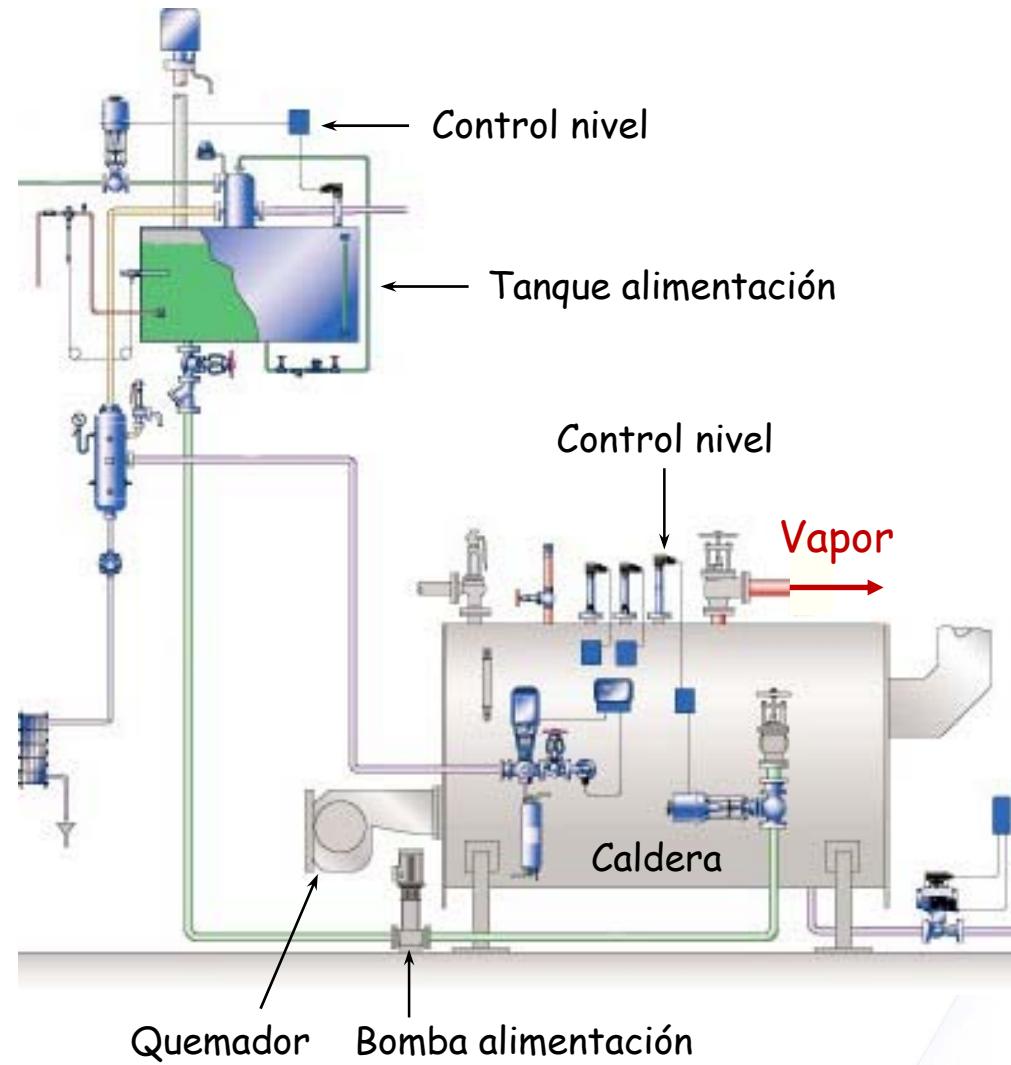
Calderas de vapor

- Es importante que las calderas incorporen los equipos más adecuados para:
 - Asegurar un correcto **funcionamiento**
 - Cumplir normativas de **seguridad**
 - Obtener la máxima **eficiencia** en la generación de vapor.

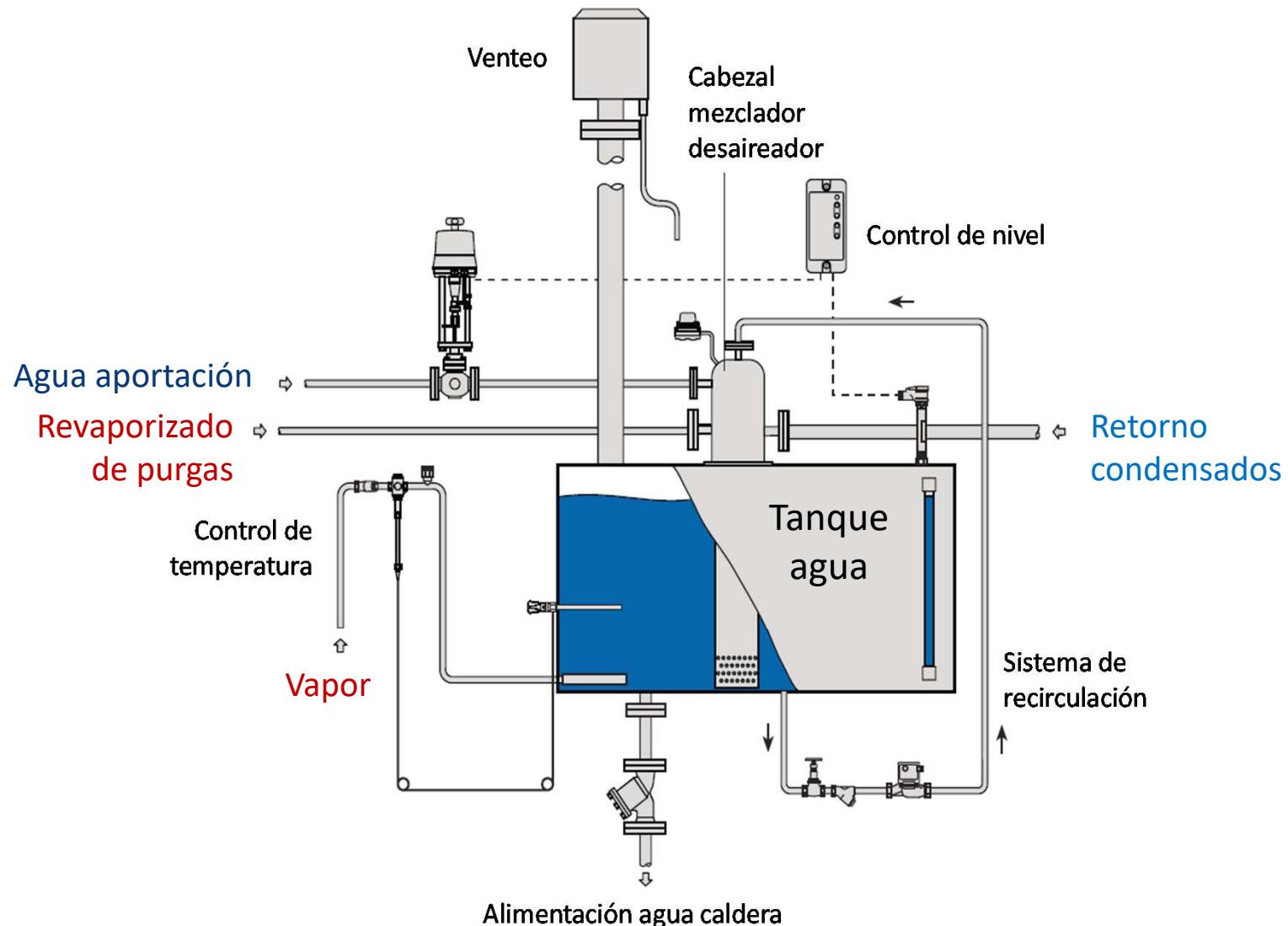


Equipamiento calderas por funcionamiento

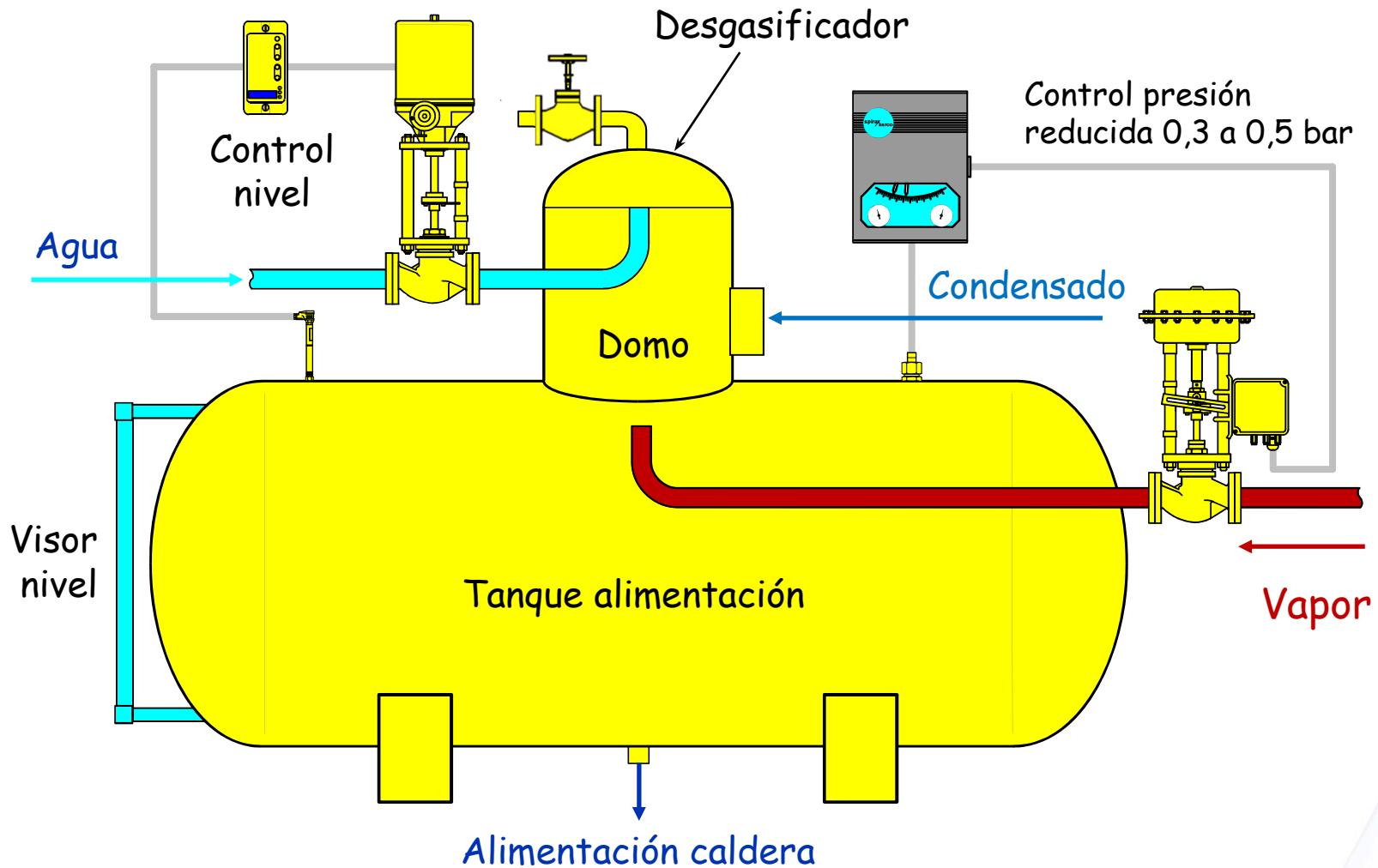
- Tanque alimentación agua, con control de nivel y otros equipos
- Sistema control nivel agua en caldera
- Bomba alimentación agua caldera
- Quemador combustible y Presostatos
- Válvulas interrupción, manómetros, etc.



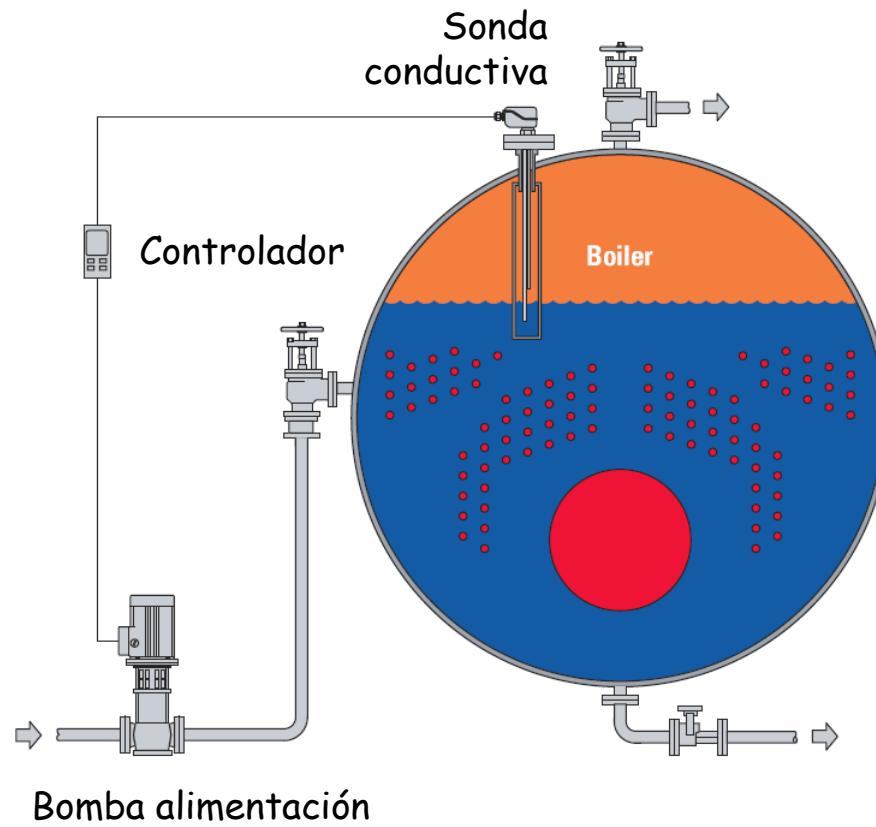
Tanque alimentación atmosférico



Tanque alimentación presurizado



Control de nivel todo-nada



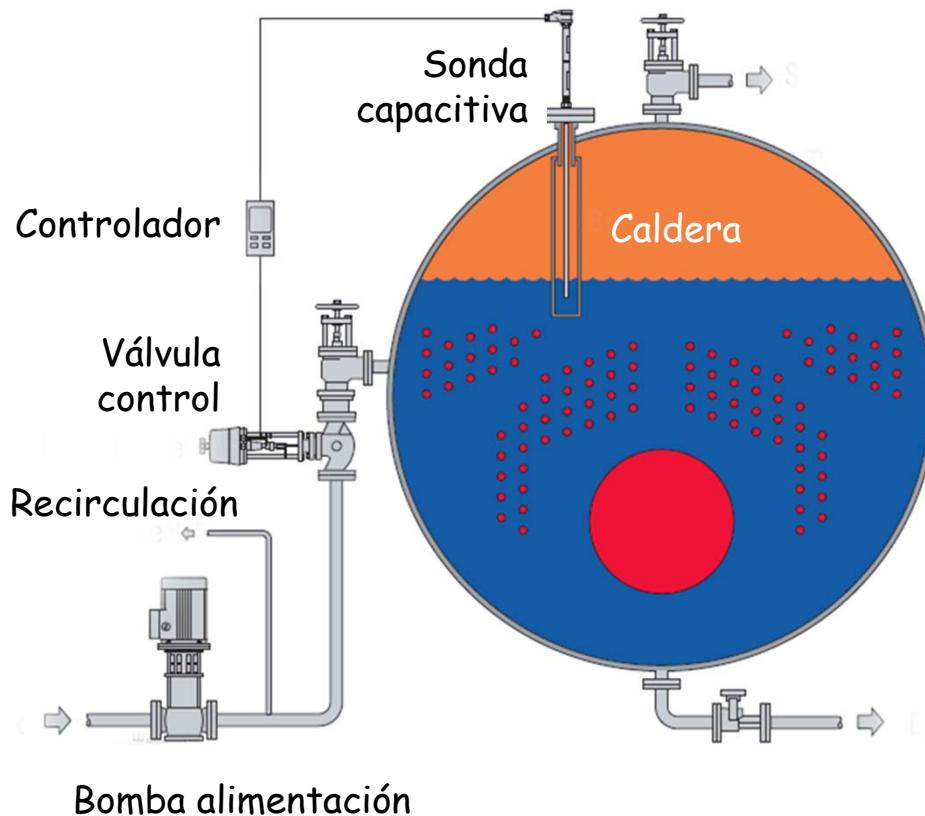
Ventajas:

- Simple
- Bajo costo
- Bueno para calderas en espera

Desventajas:

- Cada caldera requiere su propia bomba
- Presión y caudal de vapor variable
- Más posibilidad de arrastre de agua de caldera
- Mayor probabilidad de problemas operativos diarios bajo demanda con grandes oscilaciones.

Control de nivel modulante



El control puede ser a través de una bomba y válvula modulante o una bomba de frecuencia variable. Mejor la primera opción y lo más eficaz bomba variable y válvula modulante.

Ventajas:

- Presión de vapor y caudal constante
- Funcionamiento más eficiente del quemador
- Menos estrés térmico en caldera
- Menos arrastres de agua
- Puede utilizar una estación central de bombeo
- Menos desgaste de bomba y quemador

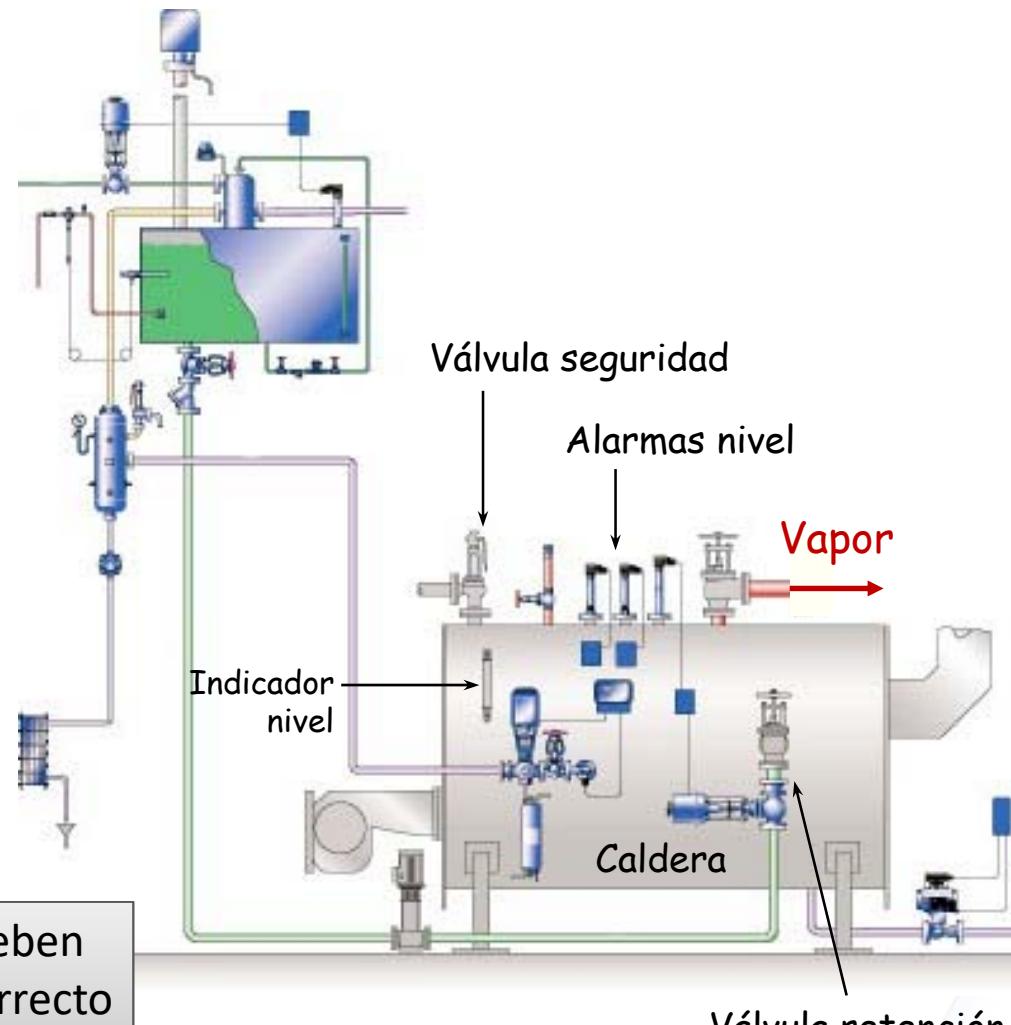
Desventajas:

- Más caro
- Menos adecuado para la operación 'en espera'
- Posiblemente un mayor consumo de electricidad.

Equipamiento calderas por seguridad

- Indicadores de nivel
- Alarmas de nivel
- Válvulas de seguridad
- Válvulas de retención alimentación agua
- Presostato de seguridad para quemador
- Normativas de construcción, ubicación y vigilancia

Los dispositivos de seguridad deben supervisarse para asegurar un correcto funcionamiento en caso necesario.



Sistema de vigilancia de calderas

Según normativa:

- El operador de caldera realizará las comprobaciones adecuadas de los controles, elementos de seguridad y calidad del agua, para asegurarse del buen estado y funcionamiento de la caldera
- El sistema de vigilancia cumplirá:

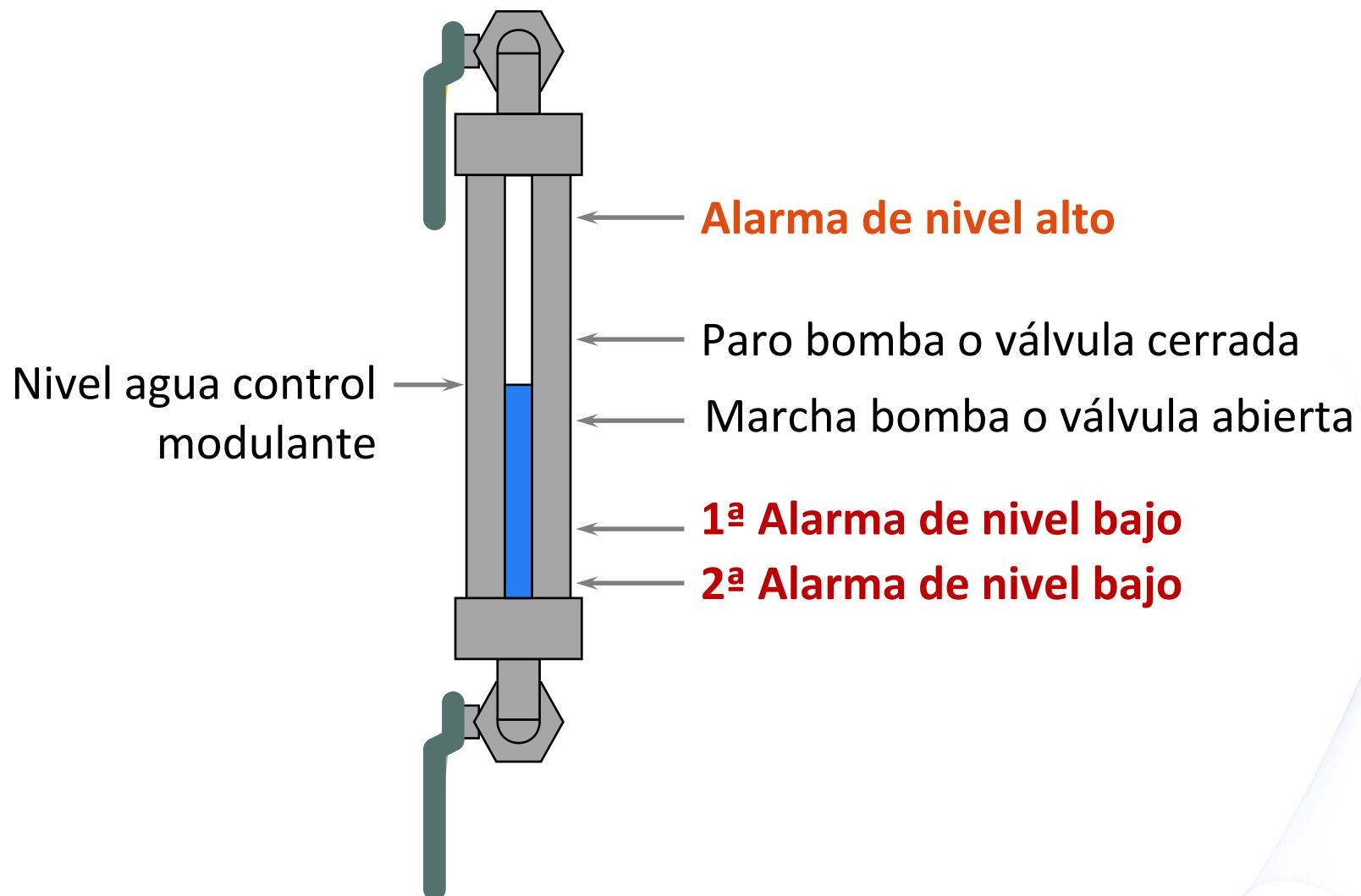
Vigilancia directa

- El operador de la caldera debe asegurar su presencia en la sala de caldera o cerca para poder actuar de forma inmediata en caso de anomalía
- La caldera dispondrá de un reloj que avisa y para el quemador cada dos horas

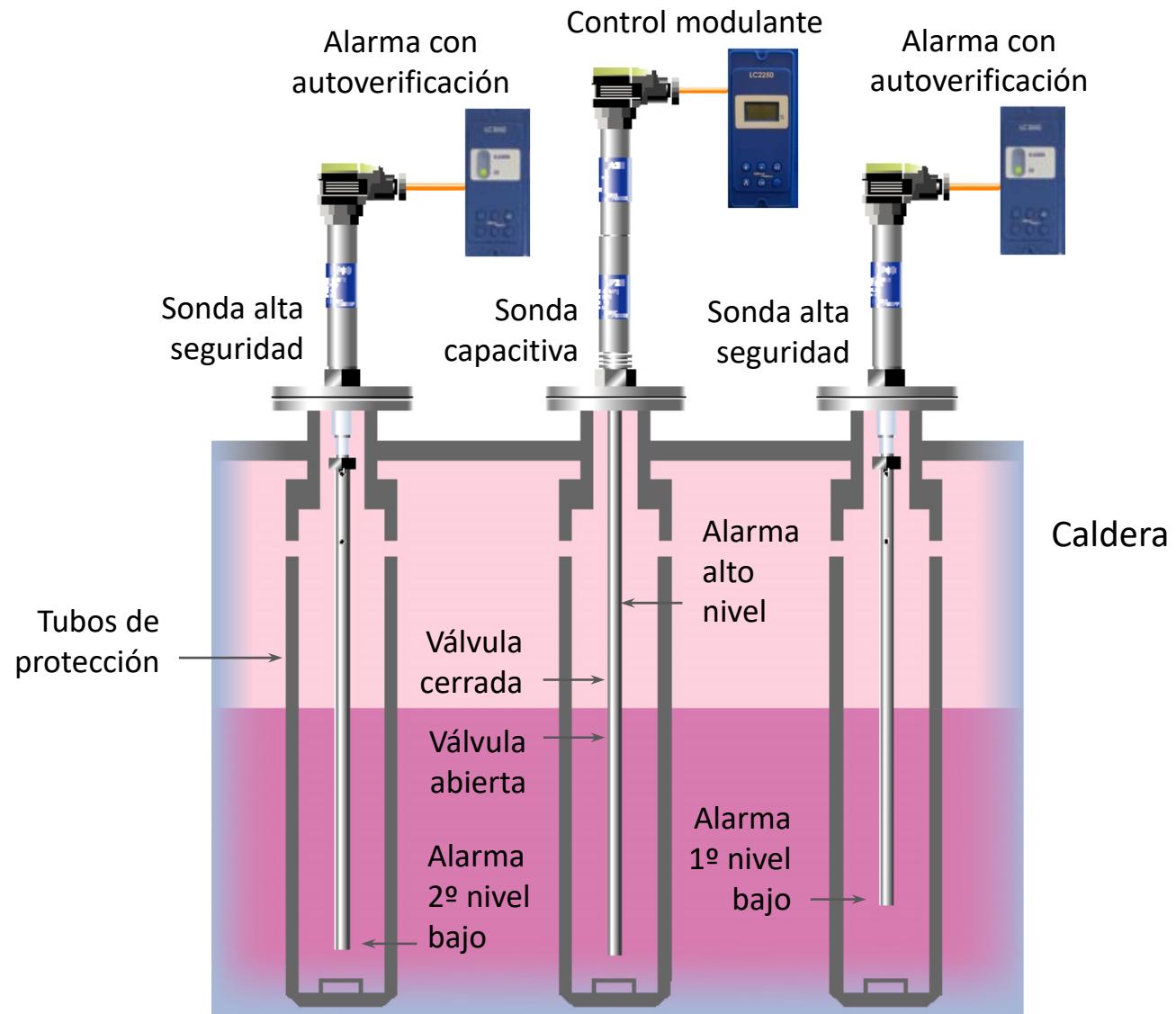
Vigilancia indirecta

- Los intervalos de comprobación de los sistemas de control y seguridad (24 ó 72 horas), serán indicados por el fabricante de la caldera. Estará relacionado con los dispositivos de control que disponga.

Indicadores de nivel

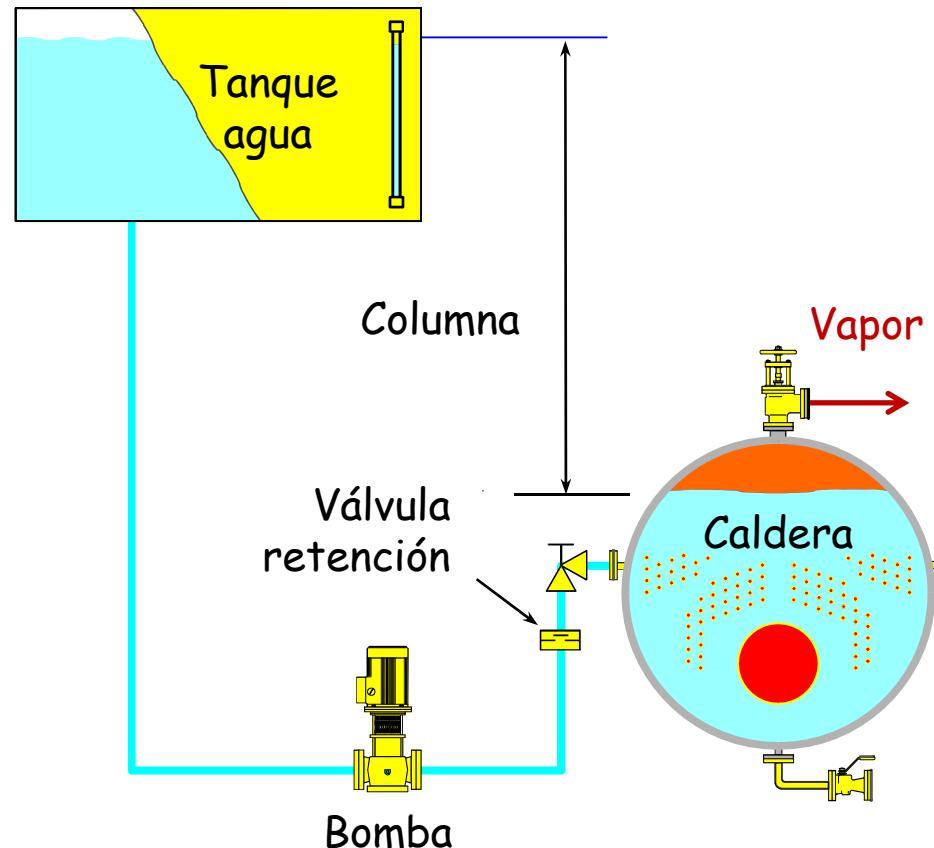


Alarmas de alta seguridad para vigilancia indirecta



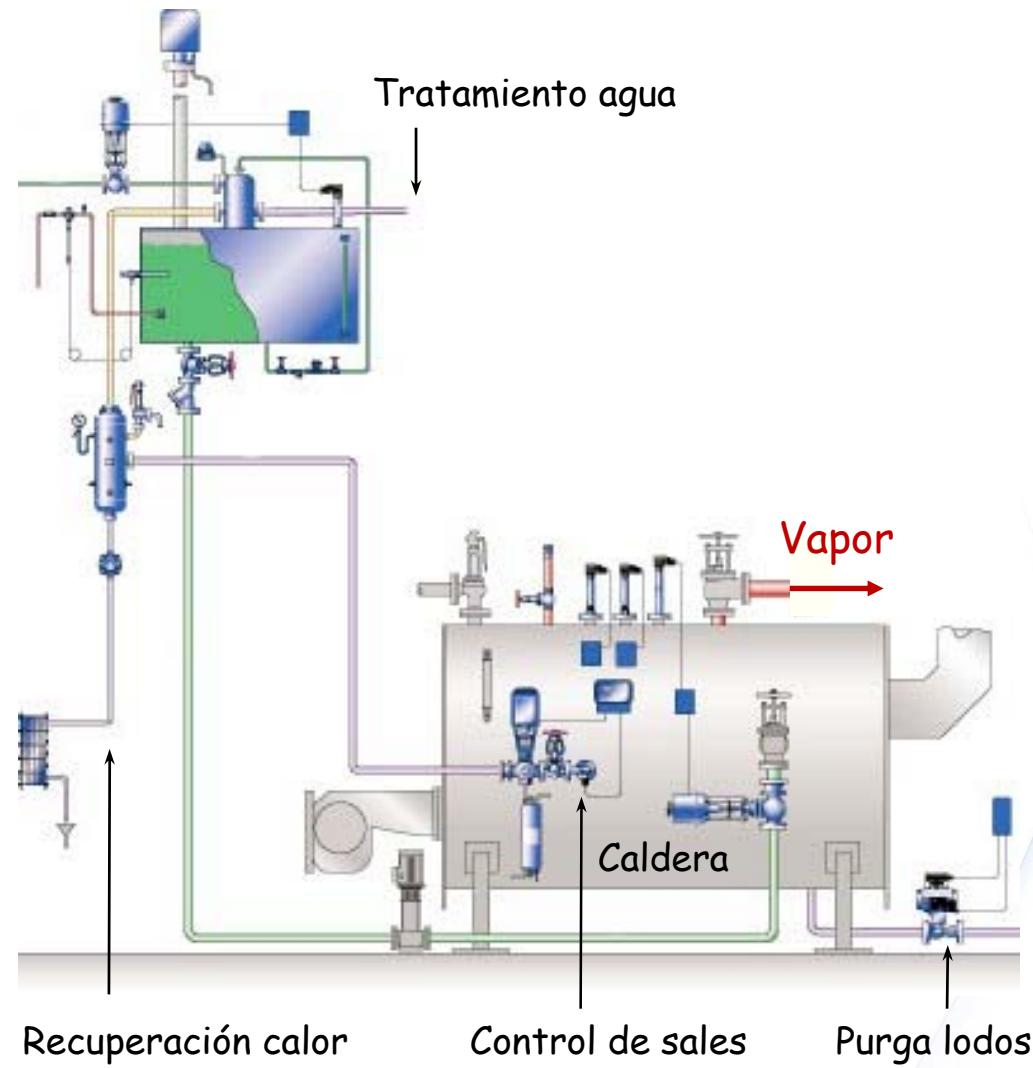
Válvula retención en alimentación agua de caldera

- La válvula de retención no debe permitir el paso de agua en las paradas, por la diferencia de presión hidrostática
- Es necesario utilizar una válvula de retención específica para la entrada de agua en calderas.



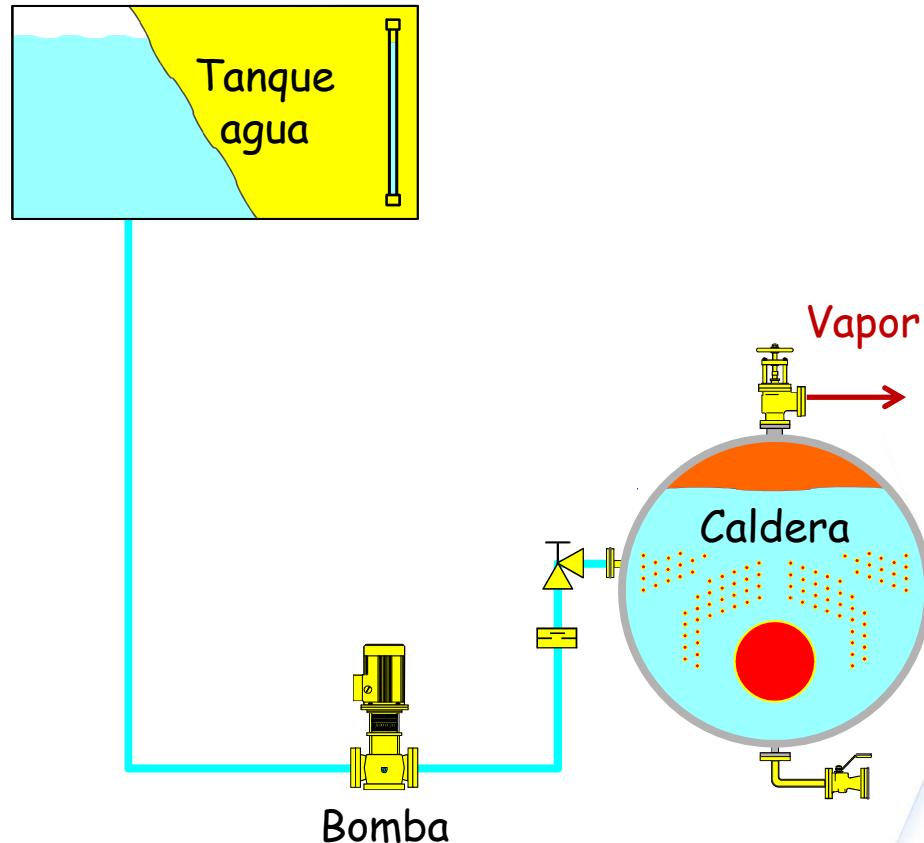
Equipamiento por eficiencia

- Tratamiento del agua de alimentación
- Control purgas de caldera
- Recuperación de calor en las purgas
- Control de la combustión
- Recuperación de calor en los humos de combustión.



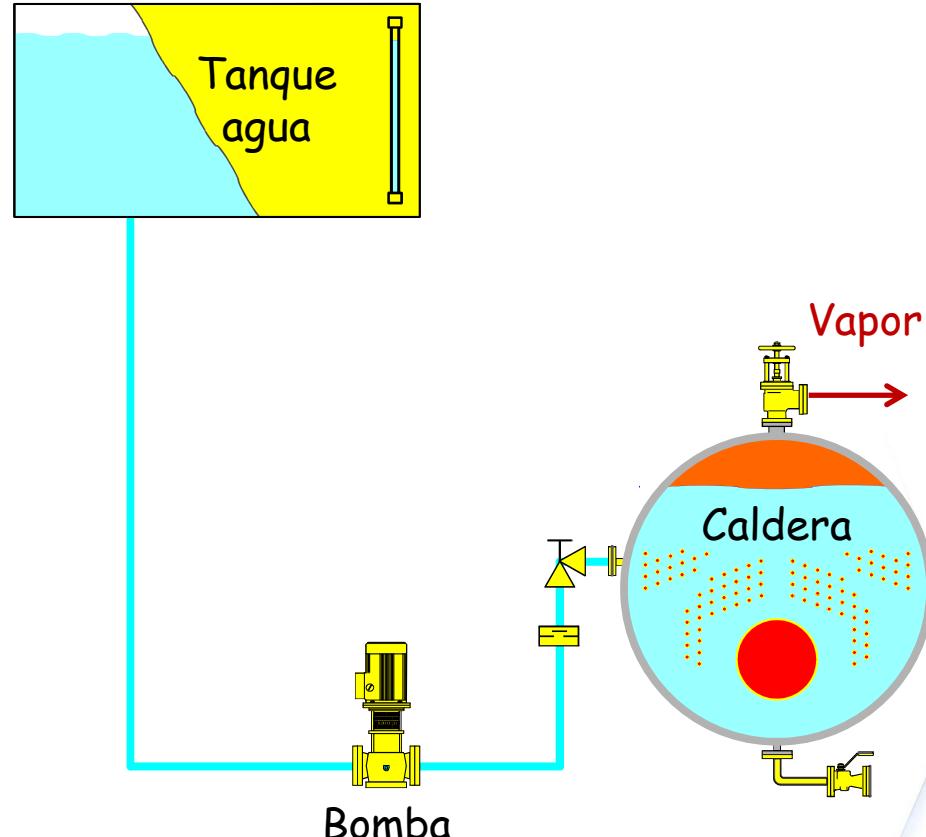
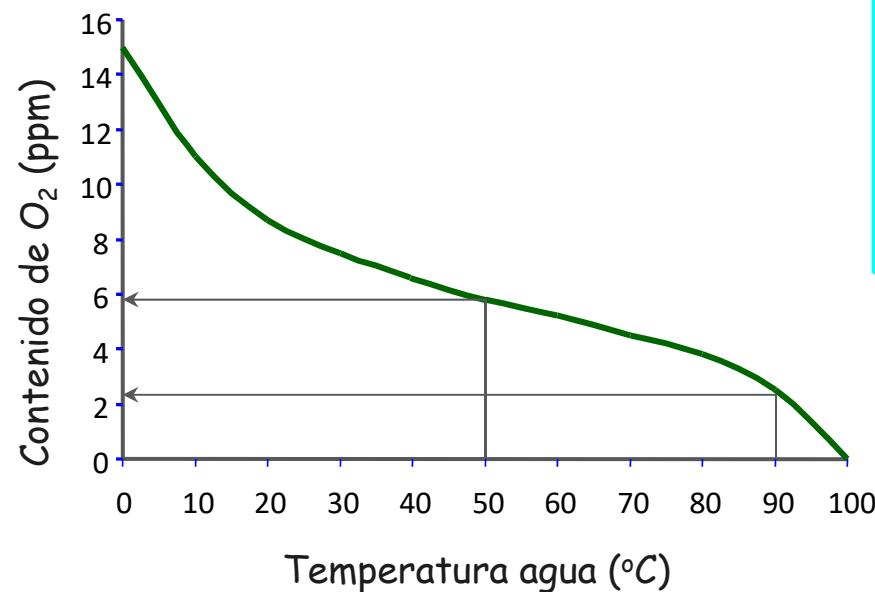
Tratamiento agua de caldera

- El agua de alimentación debe tratarse para:
 - Evitar **corrosiones** en caldera y circuito
 - Evitar **incrustaciones**
 - Minimizar la formación de **espumas**, que facilitan el arrastre
- Se utilizan productos químicos y a veces procesos de ósmosis, que reducen el contenido de sales.

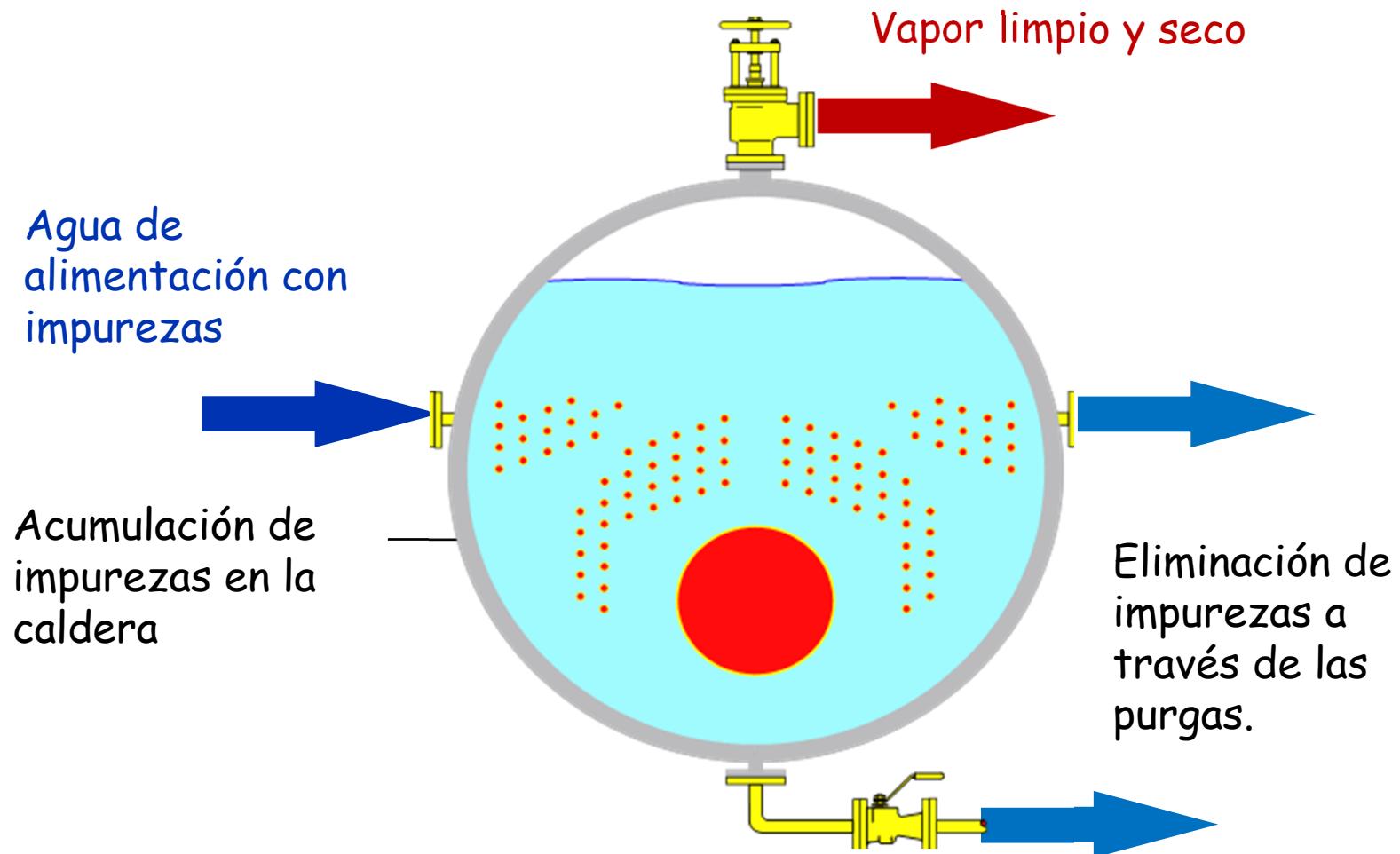


Alimentación agua de caldera

- Es importante que el agua de alimentación tenga la máxima temperatura que admita el sistema de acumulación y la bomba, para reducir oxígeno y producir menos enfriamiento en caldera.



Generación de vapor



Calidad del agua de caldera

- Norma **UNE EN-12953-10** para calderas pirotubulares

	Unidad	Agua en caldera vapor que utiliza agua de alimentación con conductividad:	
		> 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$	$\leq 30 \mu\text{S}/\text{cm}$
Presión de servicio	bar	0,5 a 20	0,5 a 20
Conductividad a 25 °C	$\mu\text{S}/\text{cm}$	< 6000 *	< 1500
pH a 25 °C		10,5 a 12	10 a 11

- El valor de conductividad (*) con recalentador será el 50% del indicado
- La norma también hace referencia a otros parámetros (alcalinidad, sílice, fosfato, etc)
- En el agua de alimentación también es importante controlar el pH, Hierro, Oxígeno, Dureza.

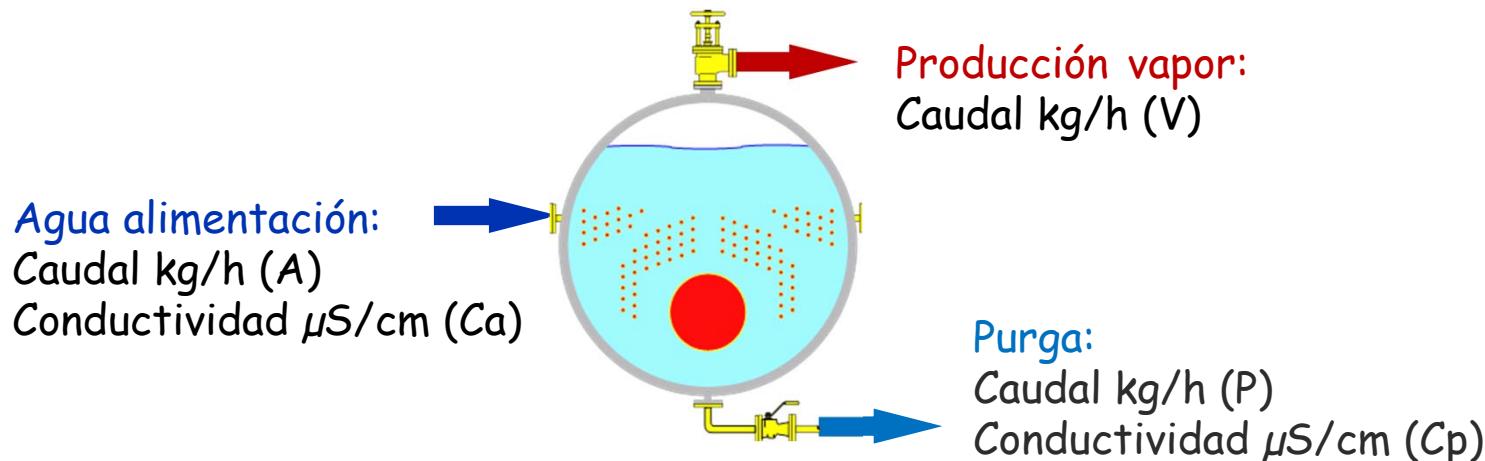
Calidad del agua de caldera

- Norma **UNE EN-12952-12** para calderas acuotubulares

	Unidad	Agua en caldera vapor que utiliza agua de alimentación con conductividad:				
		> 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$	≤ 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$			
Presión de servicio	bar	0,5 a 20	20 a 40	40 a 60	0,5 a 60	60 a 100
Conductividad a 25 °C	$\mu\text{S}/\text{cm}$	< 6000 *	< (6000 a 3000) *	<(3000 a 1500) *	<(1500 a 800)	< (800 a 250)
pH a 25 °C		10,5 - 12	10,5 - 11,8	10,3 - 11,5	10 - 11	9,8 - 10,5

- El valor de conductividad (*) con recalentador será el 50% del indicado
- La norma también hace referencia a otros parámetros (alcalinidad, sílice, fosfato, etc) y otros valores cuando la conductividad del agua de alimentación es ≤ 0,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- En el agua de alimentación también es importante controlar el pH, Hierro, Oxígeno, Dureza.

Cálculo de la purga de caldera



- Se calcula de la siguiente forma:

Sales entrantes en caldera = Sales extraídas en la purga

$$A \times Ca = P \times Cp \quad (\text{Sustituyendo } A = V + P)$$

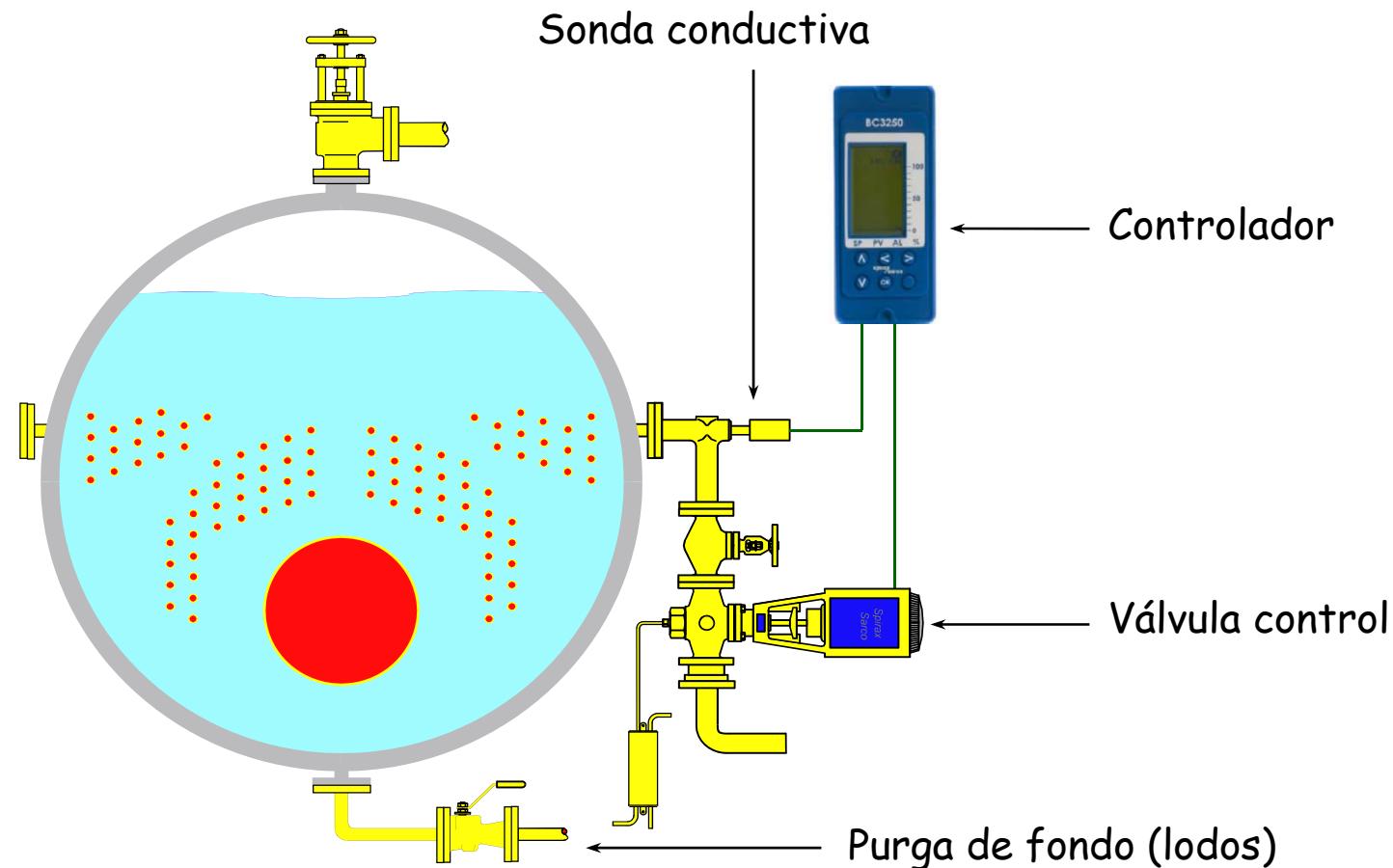
$$(V + P) \times Ca = P \times Cp \Rightarrow (V \times Ca) + (P \times Ca) = P \times Cp$$

$$V \times Ca = (P \times Cp) - (P \times Ca) = P \times (Cp - Ca) \Rightarrow P = \frac{V \times Ca}{Cp - Ca}$$

- Debe existir un sistema que ajuste la purga en función del caudal de producción de vapor y conductividad del agua de alimentación.

¿Cómo purgar la caldera?

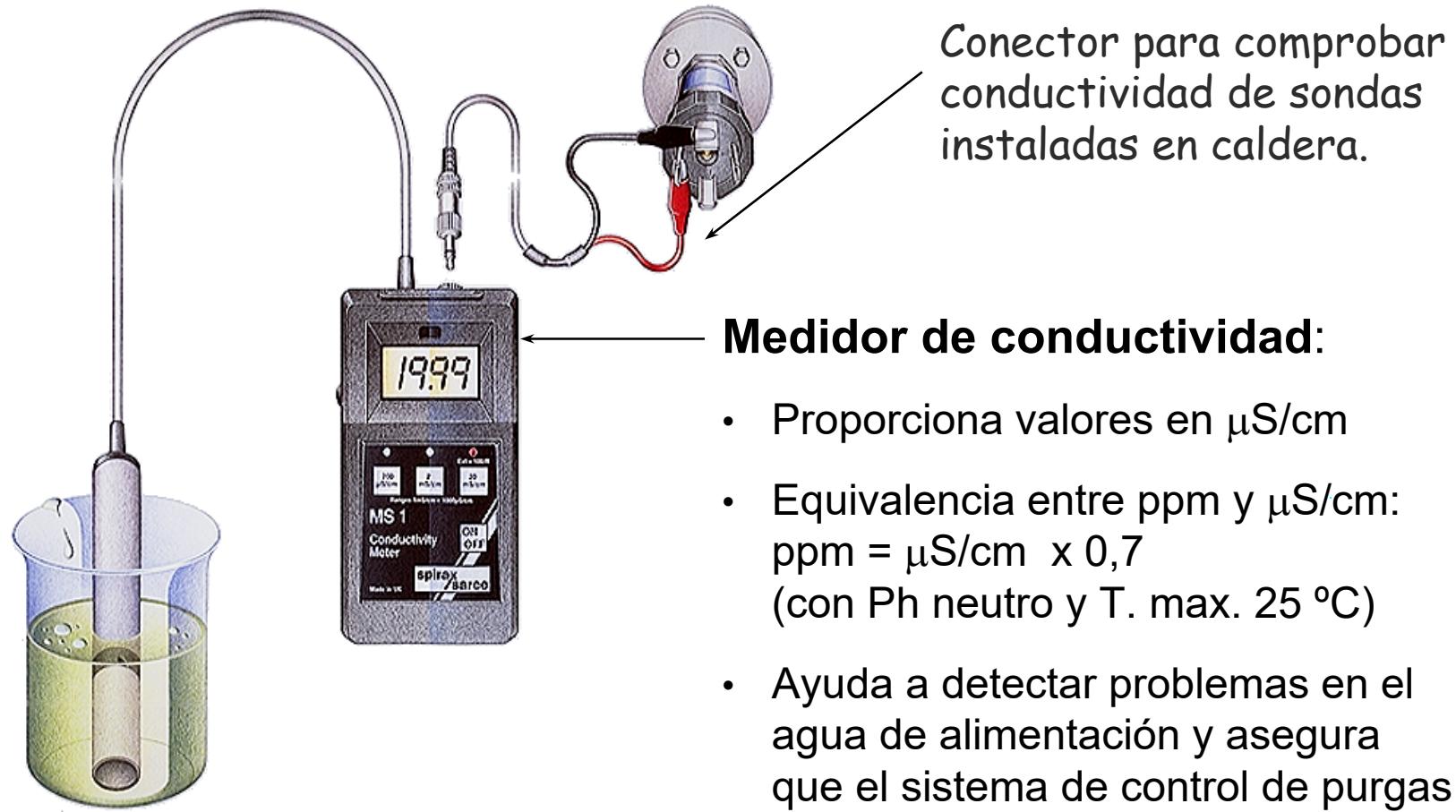
- Es necesario un sistema automático de control de sales y una purga temporizada de lodos.



Enfriador de muestras

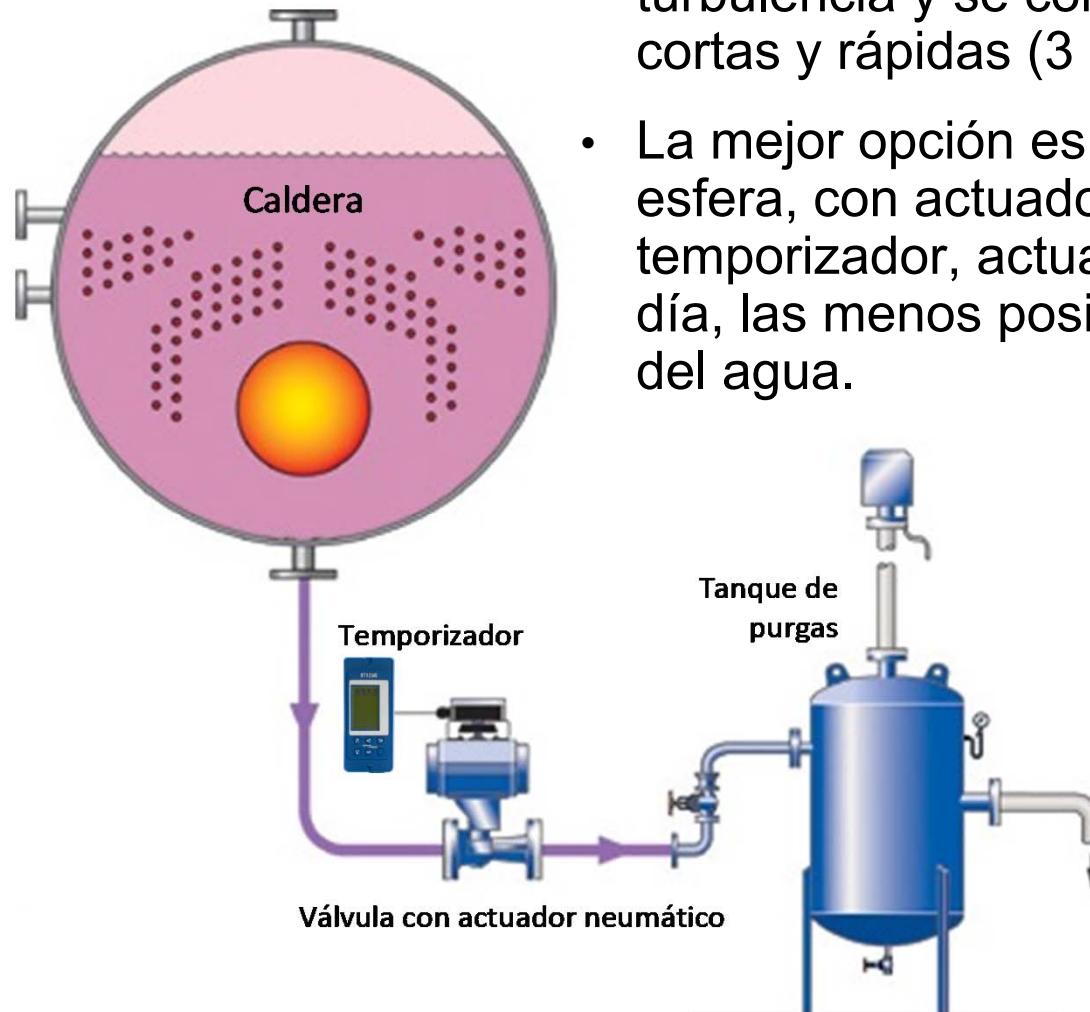


Medidor de conductividad



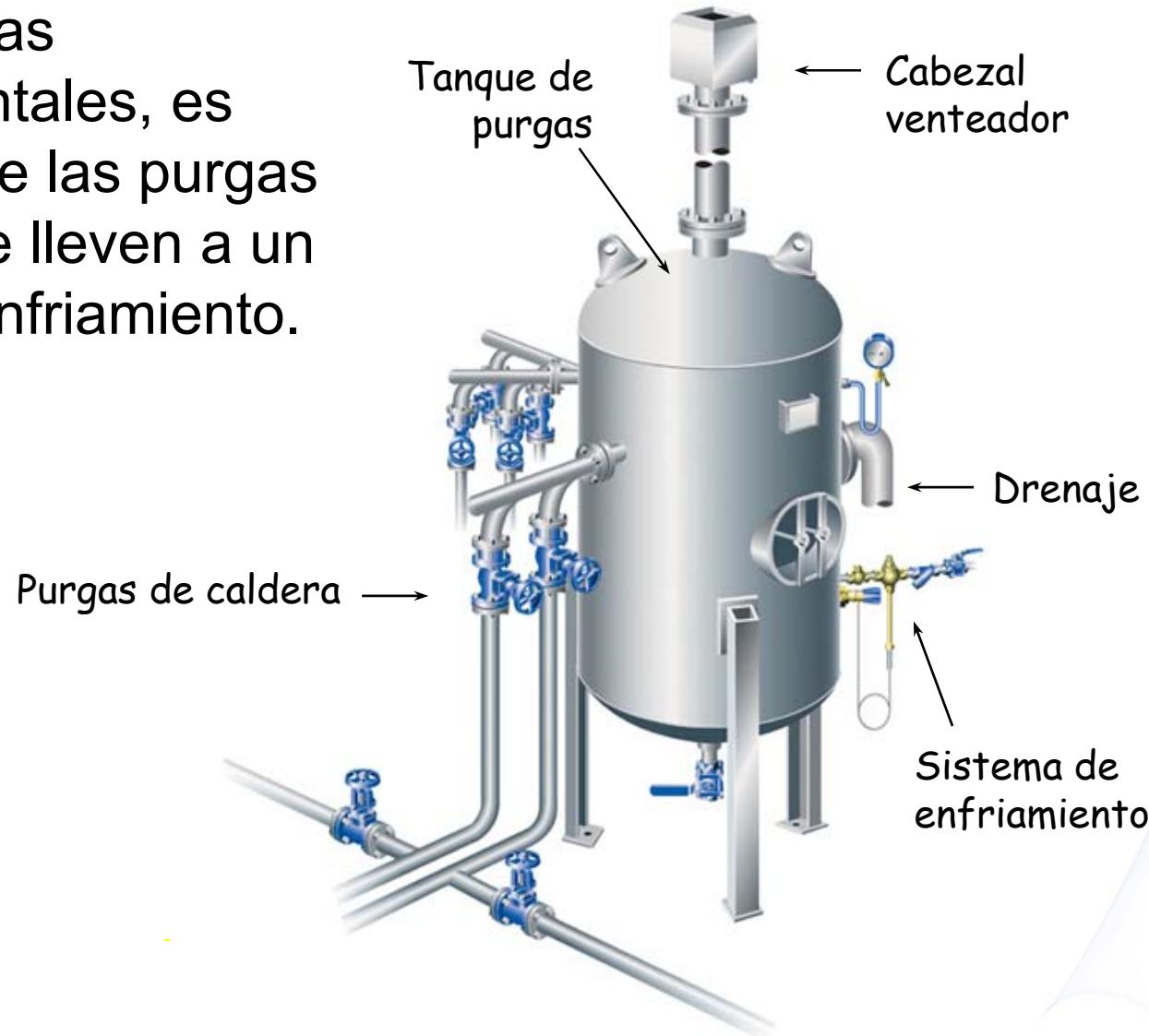
Purga de fondo de caldera

- Para eliminar lodos debe producirse turbulencia y se consigue con purgas cortas y rápidas (3 a 5 seg)
- La mejor opción es una válvula de esfera, con actuador neumático y temporizador, actuando varias veces al día, las menos posible, según calidad del agua.



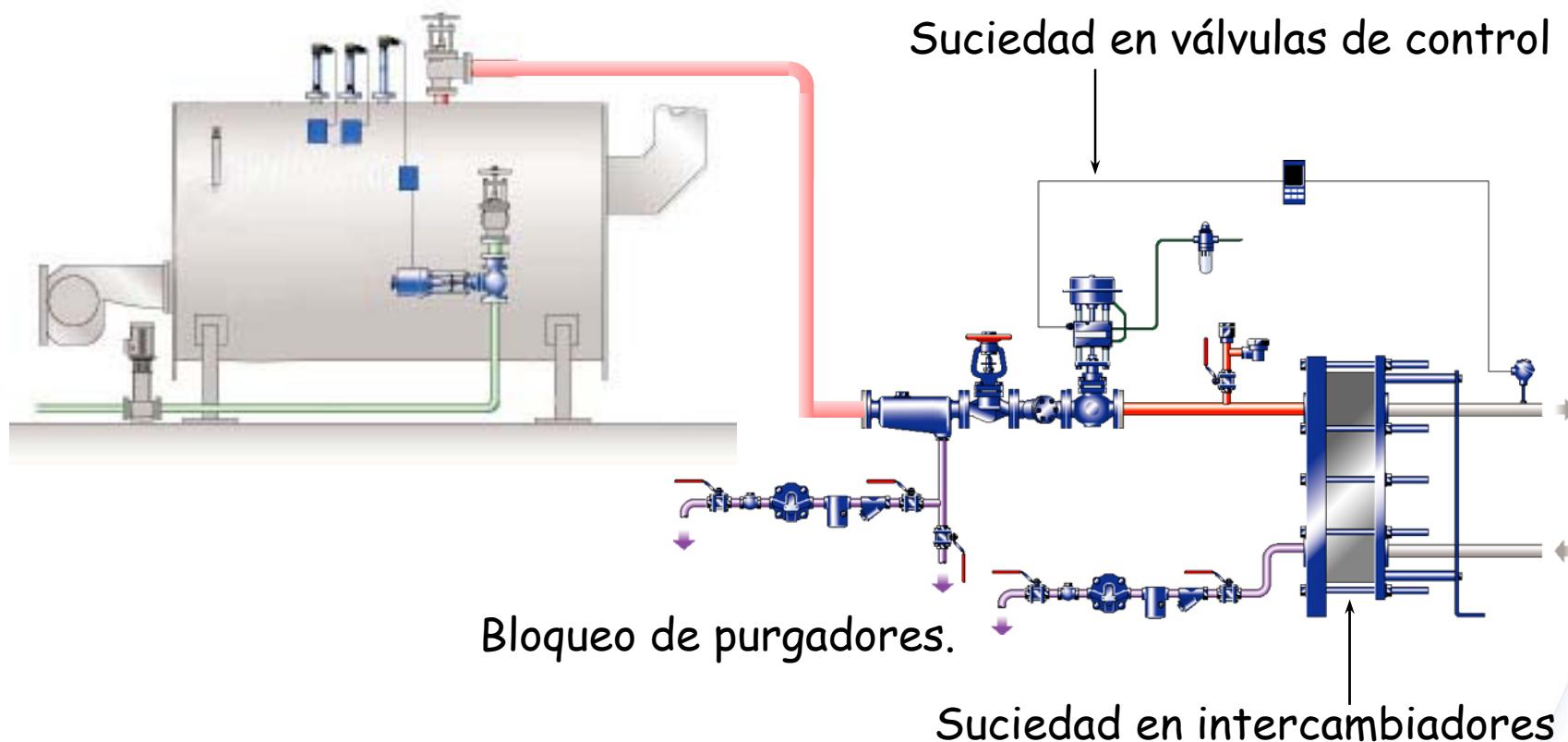
Tanque de recogida de purgas

- Por normativas medioambientales, es necesario que las purgas de caldera se lleven a un sistema de enfriamiento.



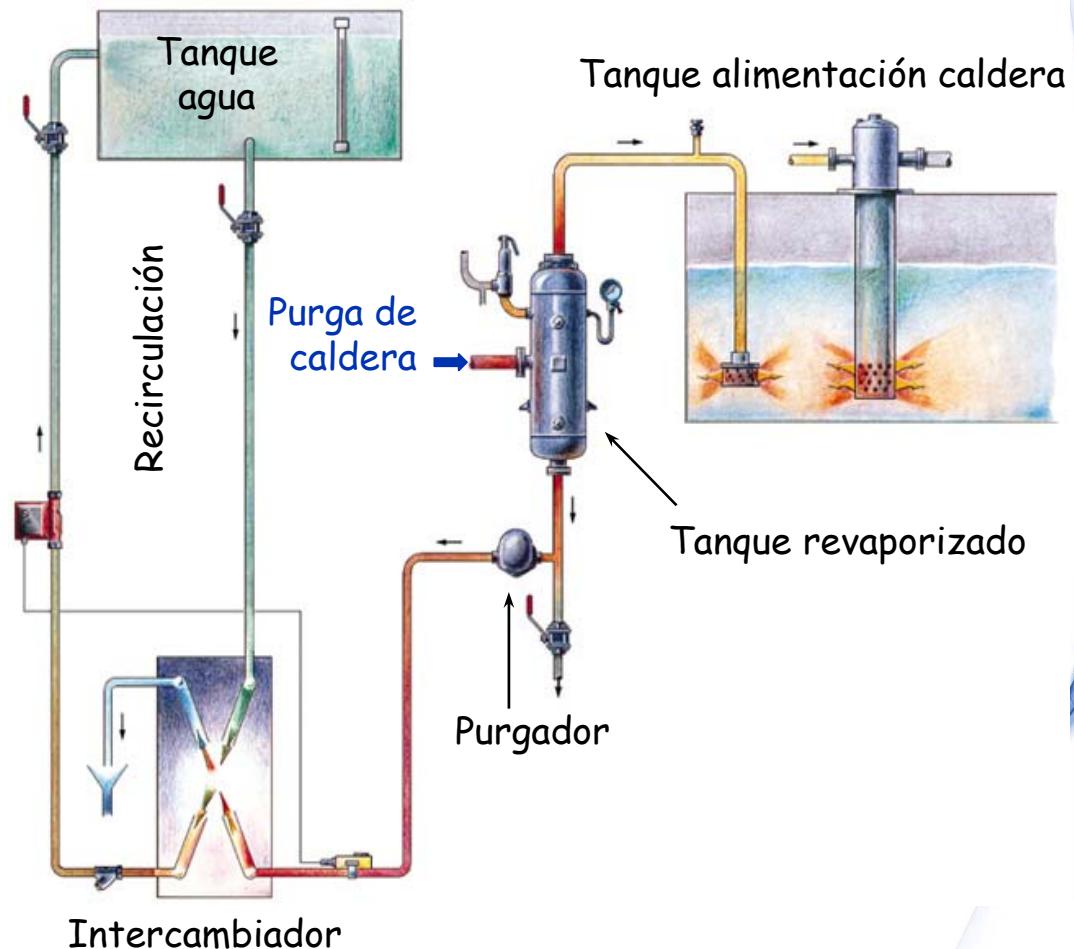
Purga de caldera inferior a la necesaria

- Una concentración alta de sales en caldera producirá:



Recuperación calor en la purga de sales

- Se puede recuperar hasta el 80% del calor de la purga de sales
- El sistema de recuperación estaría compuesto de un tanque de revaporizado, un intercambiador de calor y accesorios.



Combustión

- La combustión se define como la combinación del Oxígeno del aire con el Combustible, originándose desprendimiento de calor
- En la caldera se pueden dar dos tipos de combustión:
 - Combustión completa
 - Todo el combustible se ha quemado, con independencia del exceso de aire
 - Combustión incompleta
 - Parte del combustible ha quedado sin quemar.

Exceso de aire

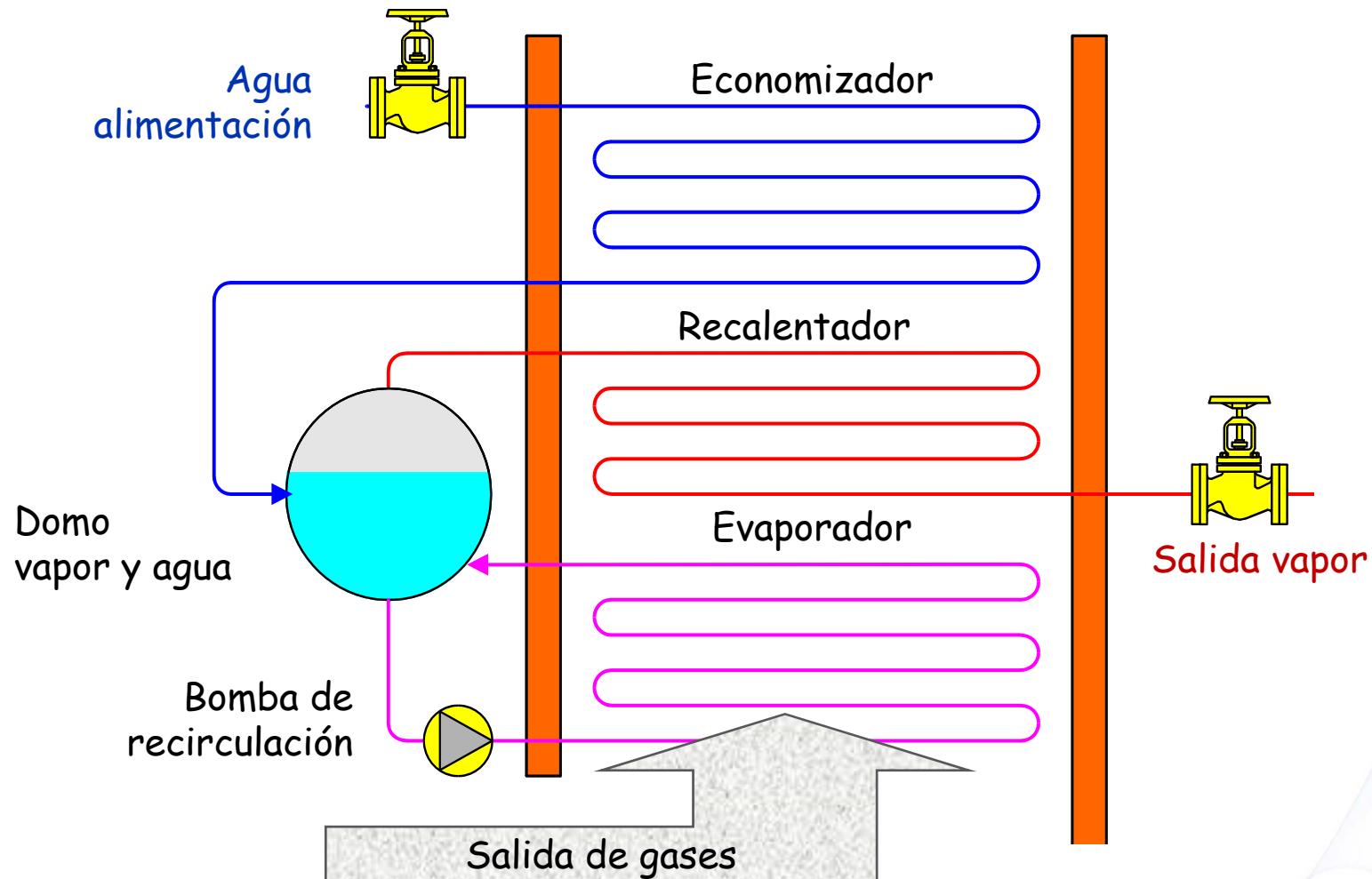
- En la práctica no se puede conseguir la combustión perfecta
- Con el aire justo parte del combustible quedará sin quemar
- Siempre se debe trabajar con un cierto exceso de aire, el mínimo necesario para asegurar la combustión completa
 - Poco aire: Se tira combustible sin quemar
 - Mucho aire: Bajo rendimiento.

Control de la combustión

- Analizando los gases de la combustión se obtiene información del rendimiento:
 - Pérdidas de calor o combustible in quemado
 - Un aumento del 1% en el rendimiento, supone un ahorro aproximado en combustible del 1,1%
- Hay equipos portátiles que miden O₂, CO, Temperatura y calculan CO₂, Exceso de aire y Eficiencia
- Para cumplir normativas medioambientales, también es necesario medir y controlar las emisiones de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre cuando exista posibilidad
- Una recomendación para optimizar la eficiencia energética, es la instalación de un sistema de control de O₂ en continuo, que regula el caudal de aire en el quemador, permitiendo trabajar con excesos de aire mínimos.

Calor de los gases de combustión

- Esquema de aprovechamiento calor en caldera acuotubular.

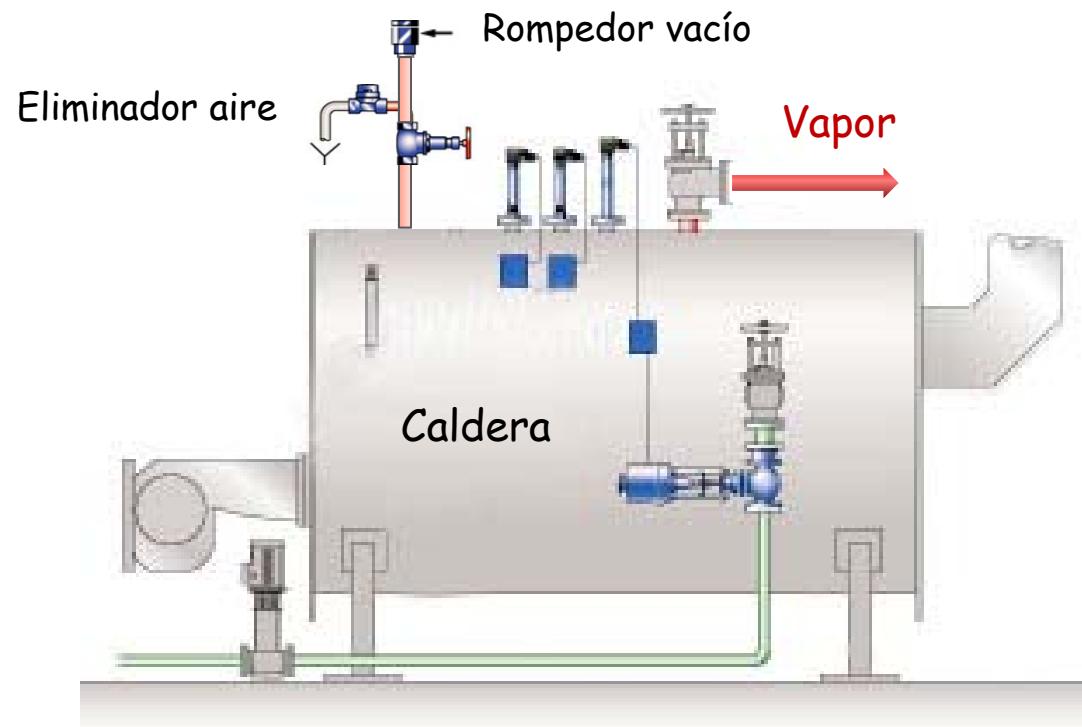


Arrastres de agua con el vapor

- Hay que tener presente que las calderas producen arrastres de agua con el vapor por:
 - Producción a baja presión
 - Demanda excesiva
 - Nivel de agua alto
 - Formación de espuma por alta concentración de sales
- El arrastre de agua implica
 - Golpes de ariete
 - Reducción de eficiencia
 - Contaminación por sales del agua de caldera.

Eliminación de aire

- En la puesta en marcha de caldera y antes de abrir la válvula de vapor, es necesario eliminar el aire, que se ha introducido en la parada por vacío al condensar el vapor
- Una buena solución es un sistema automático formado por un rompedor de vacío y un eliminador termostático de aire.



Gracias por su atención

Sistemas de Control en Calderas

SPIRAX-SARCO, S.A.U.