



HDR

Manual de instalación y mantenimiento de calderas de vapor

Caldera de vapor 2 pasos de humo
de 250 a 1.500 kg/h

ACV-YGNIS



Groupe Atlantic lleva más de 50 años proponiendo innovación y tecnología en instalaciones de media y gran potencia con soluciones de alto rendimiento, confort y eficiencia energética. Además, como especialista en confort térmico, Groupe Atlantic dispone de una de las gamas más amplias del mercado en instalaciones centralizadas, con la marca ACV para soluciones en ACS e YGNIS para soluciones en calefacción.

CREADORES DE SOLUCIONES GLOBALES
DE CONFORT TÉRMICO



Manual de instalación y mantenimiento de la caldera de vapor HDR

El conocimiento del contenido de este Manual es obligatorio para todo el personal encargado de la supervisión manejo o mantenimiento de la caldera de vapor HDR de Ygnis.

El personal de mantenimiento que desconozca el contenido del mismo no puede realizar labores de control de funcionamiento de la caldera.

La conducción de calderas, debe ser confiada a personal capacitado técnicamente. Los operadores de calderas serán instruidos en la conducción de las mismas. (Ver capítulo 2).

Para las calderas de clase II (volumen total en L por la presión de servicio ≥ 15.000), las personas encargadas de la supervisión y manejo de la misma deberán estar en posesión del carné de operador industrial de calderas. Para la obtención del carné deberá superarse un curso de capacitación impartido por entidades autorizadas por el órgano competente de la comunidad autónoma. (Artículo 13 de la ITC EP-1 del Reglamento de Equipos a Presión R.D. 2060/2008 de 12 de diciembre).

Es responsabilidad de la propiedad del aparato que se cumplan las condiciones de conocimientos mínimos exigibles al personal encargado de la supervisión y manejo de la caldera (Artículo 13 apartado 1 de la ITC EP-1 del Reglamento de Equipos a Presión Real Decreto 809/2021 de 21 de septiembre).



ASEGÚRESE DE QUE EL PERSONAL A CARGO DE LA CALDERA LEA ESTAS INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO.

ÍNDICE

1	DIRECTIVAS Y NORMAS APLICADAS	4
2	PERSONAL A CARGO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA	7
3	DATOS TÉCNICOS	8
4	VENTAJAS	9
5	ÁMBITOS DE USO	10
6	CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN	11
7	INFORMACIÓN TÉCNICA	12
8	ACCESORIOS	20
9	TIPOS DE PANELES DE MANDOS	27
10	ACCESORIOS EN LA SALA DE CALDERAS	38
11	ANEXOS TÉCNICOS	50
12	NORMAS DE INSTALACIÓN	52
13	NORMAS PARA LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LA CALDERA	61
14	ESPECIFICACIONES QUÍMICAS DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN Y DEL AGUA DE LA CALDERA	67
15	VIGILANCIA INDIRECTA DE LA CALDERA	70
16	INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LA CALDERA	72
17	GARANTÍA DE LA CALDERA	75

1 DIRECTIVAS Y NORMAS APLICADAS

■ Certificación de las calderas

Todas las calderas de vapor YGNIS, tienen el correspondiente marcado CE conforme a lo requisitos del Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva (UE) 2015/1535 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los equipos de presión.

Cada una de las calderas de vapor YGNIS se entrega con su correspondiente Declaración de Conformidad conforme a lo indicado en el Real Decreto 809/2021.

■ Clasificación de las calderas de vapor

Según lo indicado en el artículo 3 de la ITC EP-1 del Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas complementarias, a efectos de las condiciones exigibles, las instalaciones se clasificarán en función del tipo de caldera en:

1 Categoría I: Calderas pirotubulares cuyo $P_{ms} \times V_T \leq 15.000$.

Siendo:

- P_{ms} : La presión máxima de servicio en la instalación expresada en bar.
- V_T : volumen total en litros de la caldera, más el volumen del sobrecalentador si lo tuviera.

2 Categoría II: Calderas que igualen o superen los valores indicados en el apartado anterior.

■ Requisitos de instalación

Los requisitos de instalación de las calderas de vapor se recogen en el artículo 4 de la ITC EP-1 del Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre.

La instalación de las caldera de vapor de clase I se considera de menor riesgo, por lo que no requerirá la presentación de proyecto de instalación, debiendo presentarse, además de lo indicado en el apartado 4 del anexo II del Reglamento de equipos a presión, una memoria técnica de la empresa instaladora, en la que se incluya la documentación indicada en el apartado 1 del artículo 4 de la ITC EP-1 del R.D. 809/2021.

La instalación de las calderas de vapor de clase II requerirán la presentación de un proyecto técnico cuyo contenido deberá satisfacer lo indicado en el punto 2 del Anexo II e incluir lo exigido por el apartado 2 del artículo 4 de la ITC EP-1 todo ello referido al R.D. 809/2021.

La instalación de éstas, deberá realizarse por empresas instaladoras de la categoría EIP-2 inscritas en el registro del órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente a su domicilio social.

Las instalaciones de los equipos a presión dispondrán de los dispositivos y medios apropiados de protección necesarios para que su funcionamiento se realice de forma segura.

Los equipos a presión se instalarán en condiciones que permitan la realización posterior de las operaciones de mantenimiento y control previstas en este manual de instrucciones y la realización de las inspecciones periódicas indicadas en el artículo 9, Capítulo II de la ITC EP-1 del R.D. 809/2021.

Las uniones permanentes que deban realizarse en las instalaciones deberán ser llevadas a cabo con procedimientos de soldadura adecuados y por profesionales acreditados. La descarga de las válvulas de seguridad deberá evacuar en un lugar seguro.

El lugar de instalación de la caldera debe cumplir con lo indicado en el artículo 6 de la ITC EP-1 del R.D. 809/2021, así como con cualquier otra norma aplicable. Cuando sea necesario instalar la caldera dentro de una sala se tendrá en cuenta que la puerta de acceso debe abrirse hacia el exterior.

Además, debe haber una entrada de aire en la parte inferior y una salida en la parte superior ambas, de dimensiones adecuadas en función de la potencia de la caldera. No debe conectarse más de una caldera a la misma chimenea.

La caldera debe instalarse sobre una bancada elevada del suelo de la sala. La parte posterior de la bancada está provista de taladros de fijación rasgados que permiten movimientos de dilatación y contracción térmica de la caldera, los pernos de fijación de la parte posterior a la bancada deben permitir estos movimientos de la caldera.

Las conexiones de la caldera con el circuito de instalación deben realizarse correctamente y los equipos y elementos auxiliares que se monten deben ser adecuados para las condiciones de presión y temperatura de la caldera.

■ Requisitos para la puesta en servicio

Finalizadas las obras de montaje, para la puesta en servicio de las instalaciones, se requerirá la acreditación previa de las condiciones de seguridad de la instalación ante el órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente, mediante la presentación de la siguiente documentación:

- Certificado de dirección técnica emitido por técnico titulado competente y visado por el correspondiente colegio oficial, en caso de instalaciones que requieran proyecto de instalación.
- Certificado de instalación suscrito tanto por empresa instaladora de equipos a presión inscrita como por su responsable técnico, en el que se haga constar que los equipos cumplen con el reglamento de equipos a presión, que se han realizado las pruebas requeridas, incluyendo en su caso, la correspondiente prueba hidrostática de resistencia de los elementos no probados y que el funcionamiento es correcto.
- Declaraciones de conformidad de los equipos a presión o conjuntos.
- Proyecto de instalación para las calderas con Categoría II.

Antes de la puesta en servicio deberán realizarse las pruebas en el lugar del emplazamiento, para comprobar su buen funcionamiento y que dispone de condiciones de utilización seguras.

En caso de que el equipo a presión haya sufrido alguna anomalía durante el transporte o manipulación que pueda haber afectado a la resistencia del mismo, o en las comprobaciones se detecte algún fallo real o aparente, se realizarán los ensayos y pruebas necesarios que garanticen su seguridad, antes de proceder a su puesta en servicio. Los ensayos y pruebas que se realicen deberán ser certificados por un organismo de control autorizado, o por el fabricante.

El órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente podrá solicitar que, en las instalaciones que requieren proyecto, las pruebas en el lugar del emplazamiento sean supervisadas por un organismo de control autorizado, en aplicación del Reglamento de Equipos a presión.

■ Calderas con quemador a gas

Las calderas de vapor que sean equipadas con un quemador de gas, deberán someterse a una verificación por unidad según lo indicado en el punto 3 del Anexo 1 de la ITC-ICG 08 del Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

La verificación por unidad es el procedimiento mediante el cual un organismo de control comprueba y certifica que un aparato en concreto y de forma independiente cumple los requisitos contemplados en la normativa vigente que le sea aplicable.

El fabricante del equipo o su representante legal, presentará la solicitud de examen de verificación de unidad a un organismo de control.

Se entiende por fabricante del equipo consumidor de gas a la empresa encargada de instalar, o de coordinar la instalación, de todos y cada uno de los elementos que lo forman, es decir la caldera, el quemador, la rampa de gas, y la instalación de gas desde la llave de aparato hasta el punto de consumo, y que por sí solos, no pueden considerarse como equipos consumidores de gas.

El organismo de control, examinará la documentación de diseño, y comprobará que el aparato ha sido fabricado de acuerdo con la misma, y con los requisitos contemplados en la normativa vigente que le sea aplicable.

También realizará o hará que se realicen, de acuerdo con la acreditación correspondiente para la realización de ensayos que procedan, las pruebas de acuerdo con las normas o procedimiento aplicables. Si el organismo de control lo considera necesario, los exámenes y ensayos podrán llevarse a cabo tras la instalación del aparato.

Cuando el aparato cumple todas las disposiciones aplicables, el organismo de control expedirá al solicitante el certificado de verificación de la unidad.

Las calderas que por su instalación se incluyan en el ámbito de aplicación de alguna otra ITC diferente de la ITC EP-1 deberán cumplir lo indicado en ellas en cuanto a su instalación y mantenimiento.

2 PERSONAL A CARGO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA

En el artículo 13 de la ITC EP-1 del Reglamento de Equipos a Presión se detallan las disposiciones del personal a cargo de la caldera.

■ Artículo 13. Operadores de calderas.

1. Capacitación del operador. La conducción de calderas, debe ser confiada a personal capacitado técnicamente. Los operadores u operadoras de calderas serán instruidos en la conducción de las mismas por la o el fabricante, la empresa instaladora o por la usuaria o usuario, si dispone de personal técnico titulado competente.

2. Responsabilidades. El operador u operadora de la caldera es la persona responsable de vigilar, supervisar y realizar el control del correcto funcionamiento de la caldera, debiendo ser consciente de los peligros que puede ocasionar una falsa maniobra, así como un mal entretenimiento o una mala conducción. Durante el proceso de arranque de la caldera será obligatorio que ésta sea conducida por el operador u operadora de la misma, no pudiendo ausentarse hasta que se haya comprobado que el funcionamiento de la caldera es correcto y todos los dispositivos de seguridad, limitadores y controladores funcionan correctamente. Deberá poder actuar de forma inmediata, manual o remota, en caso de que se dispare la válvula de seguridad o cualquier otra de las seguridades de la instalación, hasta que se restablezcan las condiciones normales de funcionamiento, utilizando los procedimientos escritos indicados en el reglamento.

3. Carné de Operador Industrial de calderas. Las calderas de la clase segunda, de vapor o de agua sobrecalentada deberán ser conducidas por personal con carné de Operador industrial de calderas.

Para la obtención del carné deberán disponerse de conocimientos técnicos adecuados. Para ello, deberá superarse un curso de capacitación impartido por entidades autorizadas por el órgano competente de la comunidad autónoma. En el anexo II de la ITC, se indican los conocimientos mínimos, la duración del curso y los requisitos que deben cumplir las entidades para la impartición de dichos cursos. El carné, que tendrá validez y eficacia para todo el territorio español, será expedido por el órgano competente de la comunidad autónoma, una vez acreditado por el solicitante:

- a) Tener cumplidos 18 años.
- b) La superación de un curso impartido por una entidad autorizada, que incluya los conocimientos y la duración mínima indicada en el anexo II de la ITC.
- c) La superación de un examen realizado por el órgano competente de la comunidad autónoma.
- d) En el caso de extranjeros, previo cumplimiento de los requisitos previstos en la normativa española vigente en materia de extranjería e inmigración.



ASEGÚRESE DE QUE EL PERSONAL A CARGO DE LAS CALDERAS CUENTE CON LA CAPACITACIÓN Y LOS CONOCIMIENTOS TÉCNICOS ADECUADOS.

3 DATOS TÉCNICOS

■ Generador de vapor – Caldera Modelo HDR 25 -400

- Caldera de vapor alta, media y baja presión
- Gas, gasóleo
- Diseño caldera inversión de llama



- Capacidad de producción de vapor 0,25 -4,0 t/h
- Presiones de funcionamiento de 6-12 bar *
- Funcionamiento a gas y gasóleo
- Adecuado para un requerimiento de vapor rápido y estable con una relación agua/vapor óptimo
- Se adapta a las salas de calderas con espacio limitado gracias a su diseño compacto
- Adecuado para funcionar en salas de calderas y en zonas habitadas gracias a sus bajas emisiones sonoras
- Cámara de combustión con fondo inferior húmedo mejora el intercambio energético para un rendimiento óptimo
- El alto coeficiente de aislamiento de los materiales de protección permite obtener bajísimas pérdidas por radiación
- Rendimiento hasta el 90,5% (Posibilidad de elevarlo hasta el 94% con nuestro recuperador/economizador en diversas aplicaciones)
- Facilidad de montaje y facilidad de acceso a los accesorios superiores a través de la plataforma transitable
- Carga térmica uniforme en la cámara de combustión y superficie de calefacción.
- Independencia de la geometría de las chimeneas
- Reducción del exceso de aire a través de la transferencia de energía debido a la inversión de humos en la cámara de combustión
- Facilidad de puesta en marcha
- Amplio rango de trabajo
- Excelentes características de combustión
- Ahorro de energía gracias el diámetro reducido de la chimenea

■ Certificación

- 2014/68/EU Directiva de Equipos a Presión
- EN 12953 Calderas pirotubulares
- *Presiones superiores disponibles bajo solicitud



4 VENTAJAS

■ Gran eficiencia

Elevada eficiencia gracias a la gran superficie de intercambio, a la geometría especial del fondo húmedo y a las bajas pérdidas por radiación debidas al alto coeficiente de aislamiento. Los generadores de vapor de la serie HDR reducen los costes gracias a su altísimo rendimiento y ofrecen una flexibilidad y unas prestaciones excepcionales en todos los procesos industriales. Para aumentar aún más la eficiencia, es posible instalar economizadores, específicamente estudiados. Nuestros técnicos están preparados para ofrecerle una solución completa adaptada a las exigencias de la instalación en la que desee montar un generador de vapor HDR.

■ Respeto total del medio ambiente

Los generadores de vapor de la serie HDR permiten unas bajas emisiones contaminantes, cumpliendo las directivas y los estándares en materia de protección del medio ambiente en vigor.

Gracias al que el volumen de agua de la caldera está diseñado para obtener el máximo rendimiento, la cantidad de aguas residuales vertidas al alcantarillado es inferior a los generadores equivalentes en el mercado.

Nuestra oficina de proyectos le ayudará a elegir el quemador más adecuado para obtener las mejores prestaciones.

■ Calidad siempre garantizada

Nuestra filosofía constructiva nos permite fabricar generadores fiables y que se adelantan a las exigencias del futuro. Este esfuerzo nos lleva a considerar la calidad en cada paso, del diseño a la inspección final de la caldera. Utilizamos materiales certificados, mano de obra cualificada y métodos de construcción y ensayo acordes con las normativas en vigor en los distintos países, aplicando los más estrictos controles de calidad.

■ Equipos de control y seguridad avanzados

Utilizamos tecnologías de control y gestión completamente de vanguardia. Con la ayuda de las nuevas plataformas electrónicas, todos los parámetros de proceso se pueden monitorizar, aumentando la eficiencia; además, la fabricación computarizada programable permite garantizar la fiabilidad operativa y la seguridad.

■ Calderas con una larga vida útil

Si utiliza su caldera YGNIS dentro de las condiciones normales de uso y siguiendo los manuales de uso y funcionamiento, a buen seguro tendrá un generador que funcionará durante años perfectamente y sin dar ningún problema. Si lo desea, puede contratar los servicios de mantenimiento ofrecidos por YGNIS para garantizar en todo momento un alto nivel de prestaciones y eficiencia, así como la entrega a tiempo de las piezas de recambio originales.

5 ÁMBITOS DE USO



Industria alimentaria animal



Aeropuertos



Industria de los automóviles
y los neumáticos



Industria química



Industria cosmética



Industria bélica



Industria del cartón y del papel



Industria farmacéutica



Industria del plástico



Industria alimentaria



Industria del vidrio
y sus derivados



Hospitales, residencias
de ancianos y centros de
investigación



Lavanderías industriales



Industria mecánica



Industria del acero
y del metal pesado



Industria del reciclaje



Industria textil y de la piel



Industria tabacalera



Hornos de cerámica



Granjas de leche



Cerveceras



Industria cementera
y sus agregados

6 CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN

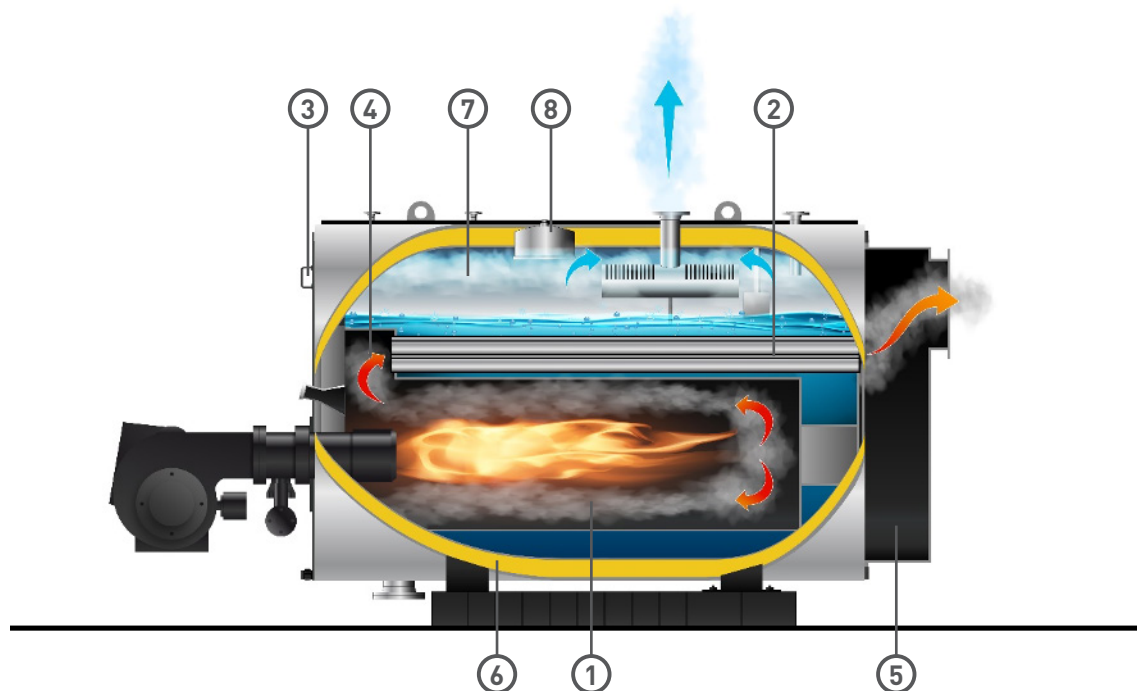
Las calderas de vapor HDR están diseñadas para la combustión con inversión de llama en la cámara tal como se muestra en el gráfico a continuación. El proceso de combustión obtiene excelentes resultados gracias a que la inversión de la llama en la cámara de combustión, las partes inquemadas del combustible se combinan con el oxígeno todavía presente en los humos de retorno. Después de que los gases de escape hayan completado su paso en ambas direcciones de la cámara de combustión entran, a través de las tuberías en la tercera vuelta externa, y se transportan a la caja de humos. El diseño de llama inversa permite la combustión completa y la máxima transferencia de energía al agua para producir mucho vapor.

La llama del quemador debe calibrarse para extenderse hasta los extremos finales de la cámara de combustión. La presión generada por la llama permite que los humos lleguen al extremo trasero de la cámara de combustión, invirtiendo la dirección y fluyendo en dirección opuesta a la llama.

Gracias a este sencillo sistema se envuelve la llama en todos sus lados evitando así que toque las paredes de la cámara de combustión.

Durante el proceso de inversión se crea una turbulencia entre los bordes de la llama y la parte lateral de los humos que permite que las partículas de combustible no quemadas se unan a las partículas de oxígeno permitiendo así un excelente compromiso entre oxígeno y combustión para una combustión ideal.

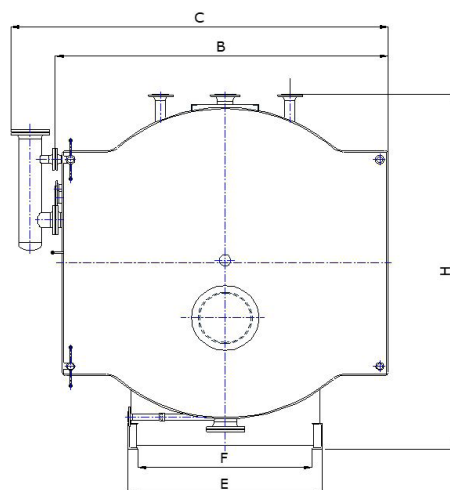
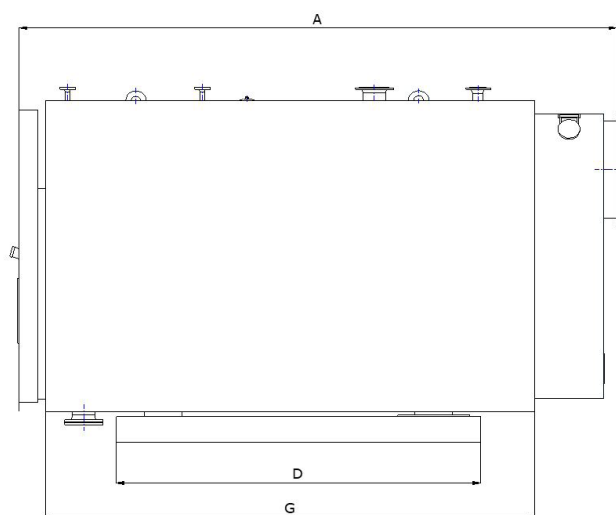
Por otro lado, los humos transfieren parte de su calor a las partículas atomizadas del combustible que hacen que se evapore para calderas de combustible líquido. Esto resulta en una mezcla entre comburente y combustible con bajo exceso de aire.



- | | |
|--|--------------------|
| ① Cámara de combustión (lisa o corrugada) | ⑤ Cámara de humos |
| ② Tubo de humos | ⑥ Aislante térmico |
| ③ Compuerta delantera | ⑦ Cámara de vapor |
| ④ Cámara de inversión refrigerada por agua | ⑧ Boca de hombre |

7 INFORMACIÓN TÉCNICA

■ HDR 25-80



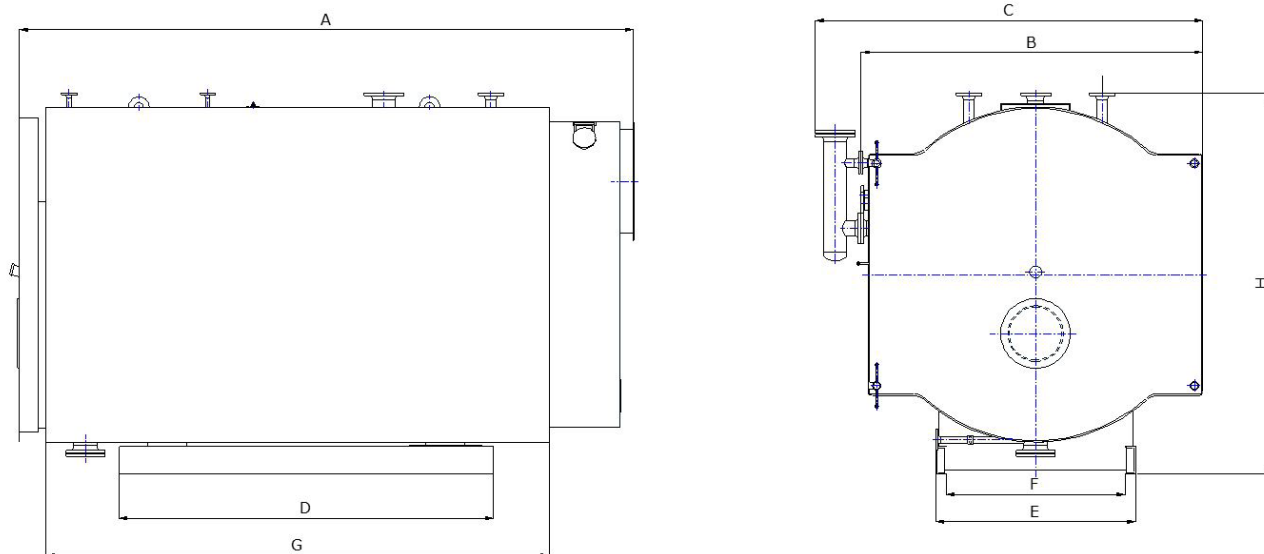
HDR	Unidad	25	32	40	50	65
Producción de vapor*	kg/h	250	320	400	500	650
	kW	164	209	262	327	426
Consumo de gas** (metano)	Nm ³ /h	19	24	30	38	49
Consumo ** Gasóleo	kg/h	15	20	24	31	40
Pérdida de carga (lado de los humos)	mbar	0,8 - 1,2	1 - 1,5	2 - 2,5	2 - 2,5	2,5 - 3
Volumen de agua	m ³	509	509	746	746	929
Volumen de vapor	m ³	175	175	220	220	249
Caudal másico de humos por caldera de 10 bar (gas metano)	g/s	76	97	121	151	197
Longitud total (A)	mm	1.863	1.863	2.183	2.183	2.388
Ancho total (B)		1.225	1.225	1.285	1.285	1.370
Altura total (H)		1.500	1.500	1.587	1.587	1.689
C		1.537	1.537	1.580	1.580	1.682
D		940	940	1.180	1.180	1.314
E		700	700	740	740	800
F		600	600	640	640	680
G		1.325	1.325	1.645	1.645	1.800
Peso en vacío del modelo de 10 bar***	kg	1.400	1.400	1.741	1.741	2.097

* Capacidad de producción de vapor con agua de suministro de energía a 102°C y 10 bar de trabajo.

** Los valores de consumo de combustible se basan en los valores caloríficos inferiores; 9,6 MW/Nm³ en el caso del gas y 11,9 MW/kg en el caso del gasóleo.

*** Este valor puede variar en torno a un ±10 %. Es preciso tener en cuenta las distintas presiones y temperaturas de funcionamiento.

■ HDR 100-400



HDR	Unidad	100	125	160	200	250	300	400
Producción de vapor*	kg/h	1.000	1.250	1.500	2.000	2.500	3.000	4.000
	kW	655	818	982	1.309	1.637	1.964	2.619
Consumo de gas ** (metano)	Nm³/h	76	95	114	151	189	227	303
Consumo ** Gasóleo	kg/h	61	76	92	122	153	183	244
Pérdida de carga (lado de los humos)	mbar	4,5 - 5	5 - 5,5	5,5 - 6	5,5 - 6	6 - 6,5	6,5 - 7	7 - 7,5
Volumen de agua	m³	1.153	1.528	1.864	2.168	3.100	3.464	4.384
Volumen de vapor	m³	286	329	383	604	1.003	1.388	1.611
Caudal másico de humos por caldera de 10 bar (gas metano)	g/seg	316	394	473	631	789	947	1.262
Longitud total (A)	mm	2.573	2.788	2.983	3.310	3.490	3.840	4.115
Ancho total (B)		1.451	1.520	1.595	1.685	1.971	2.050	2.165
Altura total (H)		1.752	1.826	1.895	2.016	2.284	2.350	2.480
C		1.762	1.847	1.922	2.012	2.297	2.377	2.492
D		1.480	1.780	1.780	2.100	2.000	2.500	2.650
E		850	900	960	1.040	1.170	1.190	1.345
F		730	780	830	910	1.020	1.040	1.195
G		1.985	2.200	2.395	2.670	2.850	3.200	3.425
Peso en vacío del modelo 10 bar***	kg	2.392	2.886	3.299	3.980	5.260	6.642	7.540

* Capacidad de producción de vapor con agua de suministro de energía a 102°C y 10 bar de trabajo.

** Los valores de consumo de combustible se basan en los valores caloríficos inferiores; 9,6 MW/Nm³ en el caso del gas y 11,9 MW/kg en el caso del gasóleo.

*** Este valor puede variar en torno a un ±10 %. Es preciso tener en cuenta las distintas presiones y temperaturas de funcionamiento.

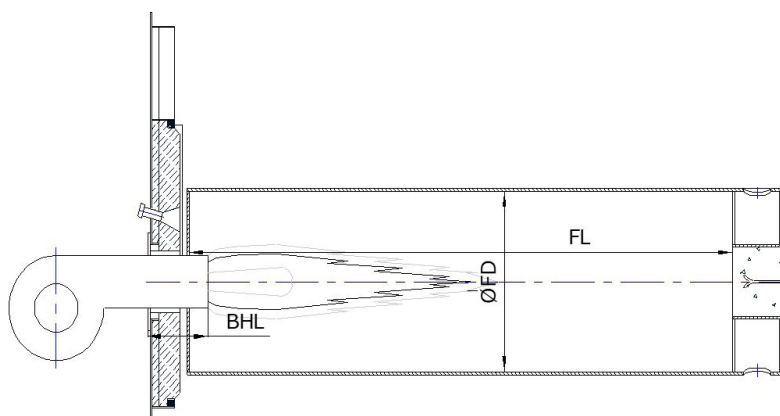
- No es necesario aplicar la norma TRD por debajo de 350 KW (incluido 500 kg/h=327KW).
- La mayor parte de la capacidad no está comprendida en el ámbito de aplicación de la Directiva de planta de combustión de potencia media (MCPD) de hasta 1 MW (incluido HDR 160 = 1500 kg/h = 982 KW).

■ Consejos para la elección del quemador

La siguiente información pretende servir de ayuda para elegir correctamente el quemador en caso de que no sea directamente suministrado por YGNIS. El quemador se debe elegir teniendo en cuenta las pérdidas de carga del generador de vapor y las dimensiones de la cámara de combustión. El quemador y su cabezal de combustión se deben elegir con arreglo a los datos y a la tabla siguientes.

Condiciones para la elección:

- % de O₂ entre 3 y 4 %
- Altitud sobre el nivel del mar < 500 m
- Temperatura del aire comburente 15 °C



		25	32	40	50	65	80
Potencia nominal	kW	182	233	291	364	473	582
Ø cámara de combustión* (ØFD)	mm	Ø450	Ø450	Ø500	Ø500	Ø550	Ø550
Longitud cám. comb. (FL)	mm	1.000	1.000	1.200	1.200	1.360	1.360
Pérdida de carga	mbar	0,8 - 1,2	1 - 1,5	2 - 2,5	2 - 2,5	2,5 - 3	3-3,5
Longitud de la tobera** (BHL)	mm	298	298	298	298	300	300

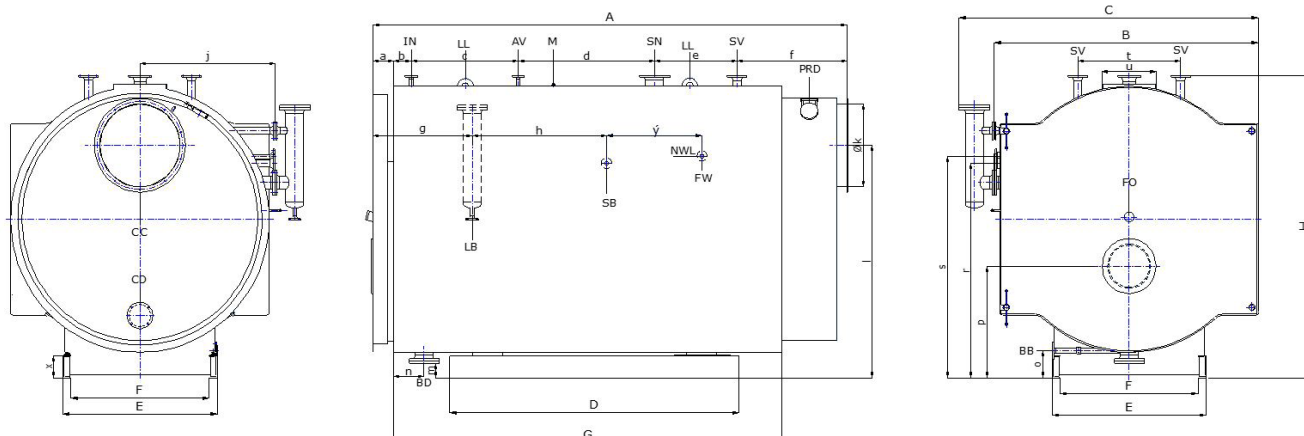
		100	125	160***	200***	250***	300***	400***
Potencia nominal	kW	727	909	1.091	1.455	1.818	2.182	2.910
Ø cámara de combustión* (ØFD)	mm	Ø600	Ø650	Ø700	Ø750	Ø850	Ø950	Ø950
Longitud cám. comb. (FL)	mm	1.650	1.650	1.750	2.000	2.230	2.530	2.850
Pérdida de carga	mbar	4,5 - 5	5 - 5,5	5,5 - 6	5,5 - 6	6 - 6,5	6,5 - 7	7 - 7,5
Longitud de la tobera** (BHL)	mm	300	300	300	302	483	483	477

* El diámetro de la cámara de combustión se calcula con metal liso. Pregunte en caso de metal corrugado.

** Medida del cabezal del quemador que entra aproximadamente en la cámara de combustión 30 mm. Si el cabezal del quemador es más largo, es preciso usar un distanciador adecuado.

*** Para potencias superiores a 1.000 kW verificar cumplimiento de NOx.

■ Dimensiones HDR 25 - 80

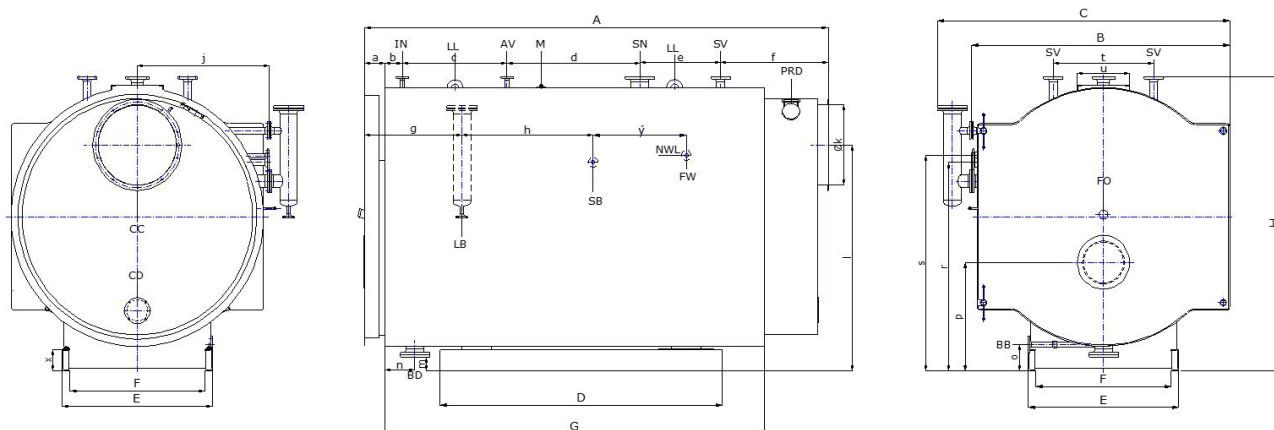


HDR	Unidad	25	32	40	50	65	80
A	mm	1.863	1.863	2.183	2.183	2.388	2.388
B	mm	1.225	1.225	1.285	1.285	1.370	1.370
C	mm	1.500	1.500	1.587	1.587	1.689	1.689
D	mm	1.537	1.537	1.580	1.580	1.682	1.682
E	mm	940	940	1.180	1.180	1.314	1.314
F	mm	700	700	740	740	800	800
G	mm	600	600	640	640	680	680
H	mm	1.325	1.325	1.645	1.645	1.800	1.800
a	mm	188	188	188	188	188	188
b	mm	118	118	155	155	185	185
c	mm	322	322	345	345	425	425
d	mm	455	455	570	570	555	555
e	mm	345	345	380	380	475	475
f	mm	435	435	545	545	560	560
g	mm	270	270	300	300	300	300
h	mm	600	600	580	580	800	800
i	mm	160	160	350	350	319	319
j	mm	640	640	665	665	710	710
k	mm	250	250	250	250	300	300
l	mm	1.113	1.113	1.202	1.202	1.282	1.282
m	mm	127	127	146	146	163	163
n	mm	135	135	150	150	150	200
o	mm	240	240	258	258	283	283
p	mm	628	628	667	667	710	710
r	mm	996	996	1.089	1.089	1.192	1.192
s	mm	1.056	1.056	1.149	1.149	1.253	1.253
t	mm	500	500	550	550	600	600
u	mm	400	400	400	400	400	400

- LI** Indicador de nivel
- EN** Toma para electrodo
- SN** Toma de salida de vapor
- AV** Toma de ventilación
- SV** Válvula de seguridad
- SB** Accesorio de descarga de superficie
- FW** Toma de llenado
- BB** Toma de drenaje inferior
- BD** Descarga caldera
- SD** Descarga caja de humos
- M** Boca de hombre
- CD** Puerta de limpieza
- NWL** Nivel normal de agua
- LL** Anillas elevación
- CC** Conexión de chimenea
- PRD** Puerta descarga presión
- FO** Visor de llama

HDR	25	32	40	50	65	80
Toma salida de vapor (SN)						
6 bar	DN25 PN16	DN32 PN16	DN32 PN16	DN40 PN16	DN50 PN16	DN65 PN16
8 bar	DN25 PN16	DN32 PN16	DN32 PN16	DN32 PN16	DN40 PN16	DN50 PN16
10 bar	DN25 PN16	DN25 PN16	DN32 PN16	DN32 PN16	DN40 PN16	DN50 PN16
12 bar	DN25 PN16	DN25 PN16	DN32 PN16	DN32 PN16	DN32 PN16	DN40 PN16
Válvula de seguridad (SV)						
6 bar	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16
8 bar	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16
10 bar	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16
12 bar	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16	DN25 PN16

■ Dimensiones HDR 100 - 400

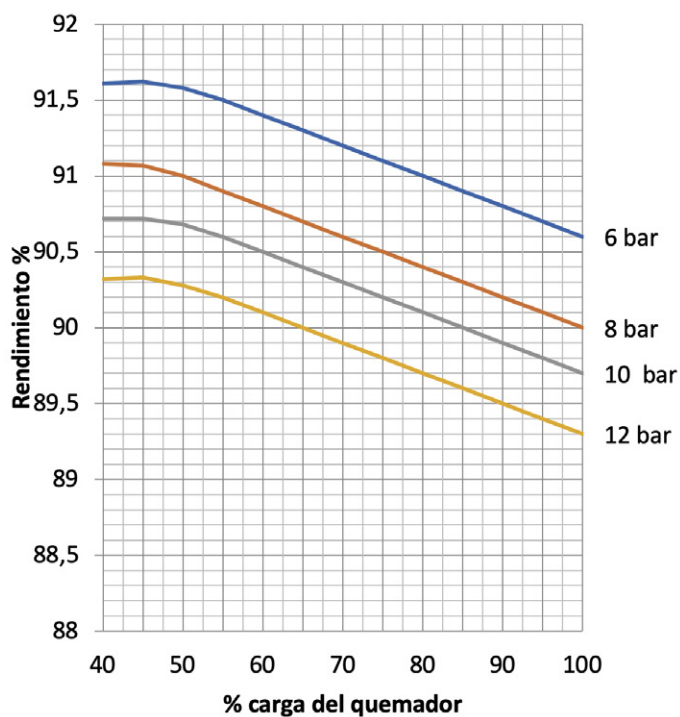


HDR	Unidad	100	125	160	200	250	300	400
A	mm	2.573	2.788	2.983	3.310	3.490	3.840	4.115
B	mm	1.451	1.520	1.595	1.685	1.971	2.050	2.165
C	mm	1.752	1.826	1.895	2.016	2.284	2.350	2.480
D	mm	1.762	1.847	1.922	2.012	2.297	2.377	2.492
E	mm	1.480	1.780	1.780	2.100	2.000	2.500	2.650
F	mm	850	900	960	1.040	1.170	1.190	1.345
G	mm	730	780	830	910	1.020	1.040	1.195
H	mm	1.985	2.200	2.395	2.670	2.850	3.200	3.425
a	mm	188	188	188	190	140	140	140
b		165	190	190	190	190	186	230
c		445	464	550	675	559	600	571
d		729	710	895	845	1.076	1.304	1.329
e		501	626	600	700	685	750	1020
f		545	610	560	710	840	860	825
g		400	400	400	450	400	700	650
h		730	880	980	600	1.210	940	1.040
i		500	400	400	1.020	650	990	1234
j		751	780	820	860	1.010	1.050	1.110
k		350	400	450	450	500	550	650
l		1.332	1.370	1.952	1.531	1.776	1.794	1.898
m		148	144	144	164	160	147	160
n		200	200	200	250	300	300	300
o		265	261	261	281	277	263	242
p		714	792	754	796	937	892	935
r		1.255	1.331	1.396	1.461	1.652	1.667	1.781
s		1.315	1.391	1.456	1.524	1.711	1.727	1.841
t		600	600	600	770	790	790	880
u		400	500	500	500	500	500	500

HDR	100	125	160	200	250	300	400
Boquilla salida de vapor (SN)							
6 bar	DN65 PN16	DN65 PN16	DN80 PN16	DN100 PN16	DN100 PN16	DN100 PN16	DN125 PN16
8 bar	DN50 PN16	DN65 PN16	DN65 PN16	DN80 PN16	DN100 PN16	DN100 PN16	DN125 PN16
10 bar	DN50 PN16	DN65 PN16	DN65 PN16	DN80 PN16	DN80 PN16	DN100 PN16	DN100 PN16
12 bar	DN 50 PN16	DN 50 PN16	DN 65 PN16	DN 65 PN16	DN 80 PN16	DN 80 PN16	DN100 PN16
Válvula de seguridad (SV)							
6 bar	DN32 PN16	DN32 PN16	DN100 PN16	DN40 PN16	DN50 PN16	DN50 PN16	DN65 PN16
8 bar	DN25 PN16	DN32 PN16	DN100 PN16	DN40 PN16	DN40 PN16	DN50 PN16	DN50 PN16
10 bar	DN25 PN16	DN25 PN16	DN80 PN16	DN32 PN16	DN40 PN16	DN40 PN16	DN50 PN16
12 bar	DN 25 PN16	DN25 PN16	DN 80 PN16	DN32 PN16	DN40 PN16	DN40 PN16	DN50 PN16

■ Rendimiento

HDR - rendimiento sin economizador

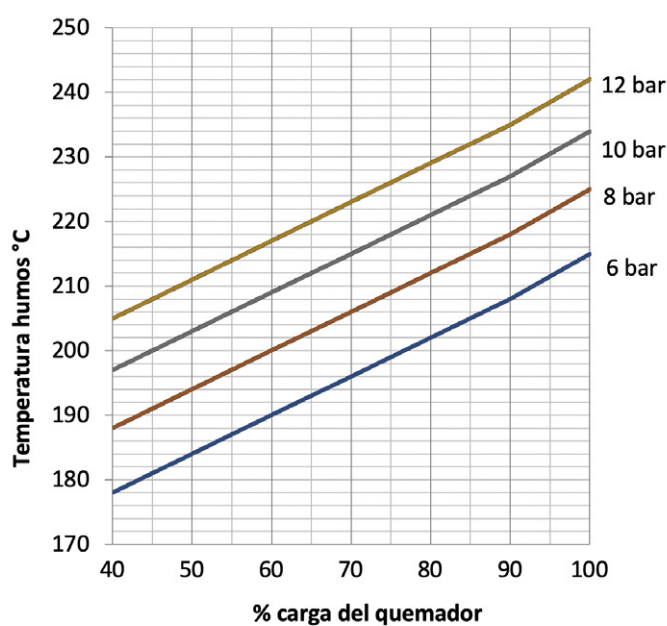


Condiciones:

- Combustible gas natural
- % O₂ entre el 3 - 4%
- Temperatura del agua alimentación 102 °C

■ Temperatura humos

Temperatura de humos sin economizador

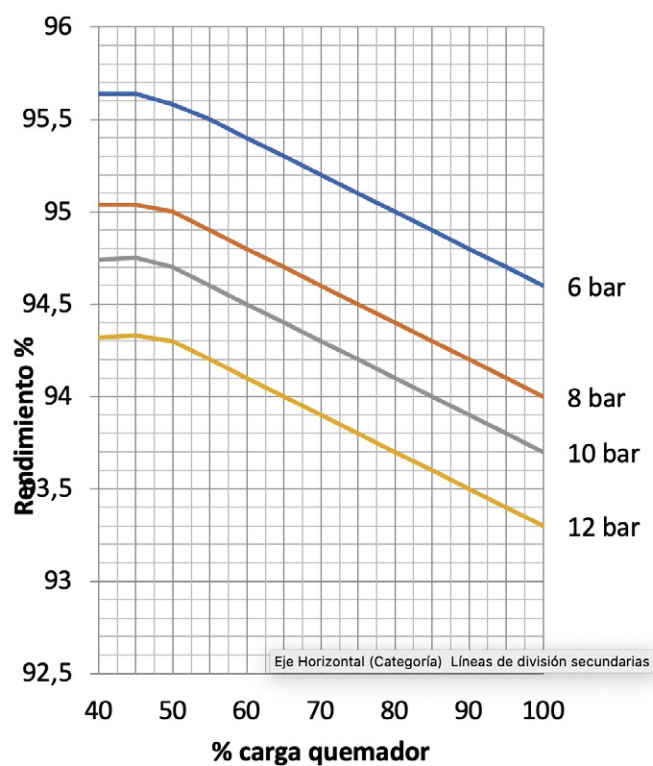


Condiciones:

- Combustible gas natural
- % O₂ entre el 3 - 4%
- Temperatura del agua alimentación 102 °C

Rendimiento

HDR - Rendimiento con economizador



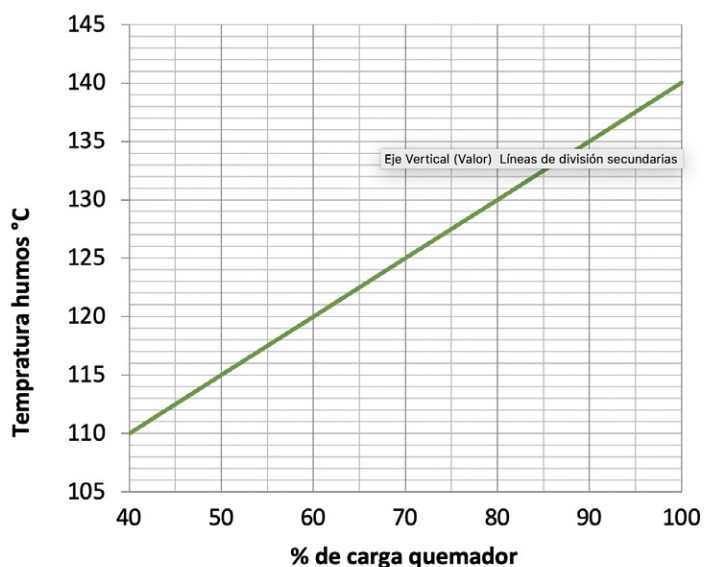
Condiciones:

- Combustible gas natural
- % O₂ entre el 3 - 4%
- Temperatura del agua alimentación 102 °C

Temperatura humos

El gráfico de la temperatura de humos, a diferentes cargas del quemador, muestra como con el uso de economizador reduce la temperatura de los humos de hasta 140 °C en beneficio de la eficiencia de la propia caldera.

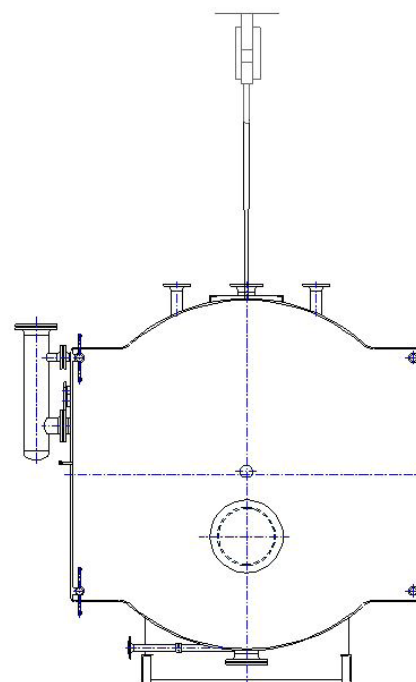
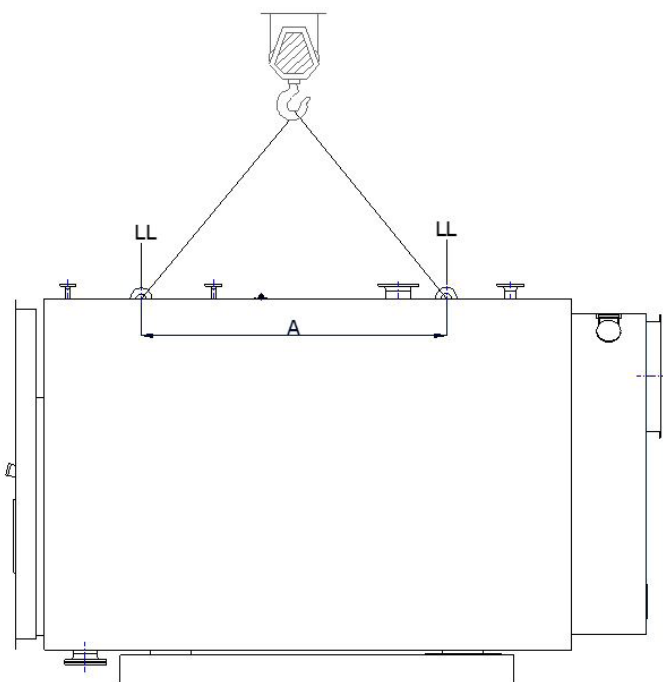
Temperatura humos con economizador



Condiciones:

- Combustible gas natural
- % O₂ entre el 3 - 4%
- Temperatura del agua alimentación 102 °C

■ Transporte



		25	32	40	50	65	80
Distancia entre anillas de elevación (A)	mm	789	789	950	950	1.015	1.015
Peso aproximado de la caldera de 10 bar	kg	1.400	1.400	1.741	1.741	2.097	2.099

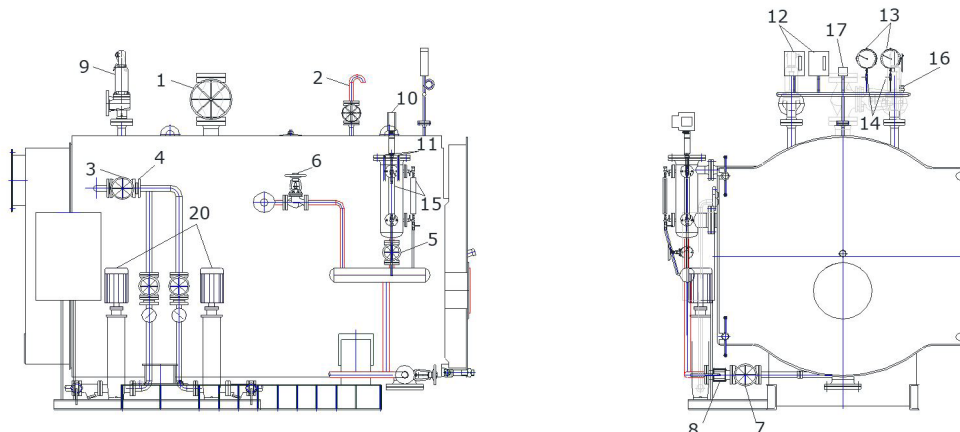
		100	125	160	200	250	300	400
Distancia entre anillas de elevación (A)	mm	1.315	1.283	1.545	1.575	1.681	1.914	2.209
Peso aproximado de la caldera de 10 bar	kg	2.392	2.886	3.299	3.980	5.260	6.642	7.540

- 1- Fijar los cables a las anillas de elevación (LL) de la caldera. Orificios para los ganchos de elevación (Ø 75 mm).
¡Usar los grilletes (LL) solamente durante el movimiento y/o transporte de la caldera!
- 2- Utilizar el anclaje (FL) durante el transporte de la caldera.
- 3- Capacidad 4 Ton/h para transportar en un contenedor de 20 pies con apertura superior para carga y descarga rápida y segura.
¡No elevar la caldera usando estos anclajes!

8 ACCESORIOS

A continuación, se incluye la lista de los accesorios estándares y de los accesorios que permiten un funcionamiento con supervisión permanente con arreglo a la norma TRD 601. En la Tabla X+1 se describen los accesorios necesarios para el funcionamiento, sin supervisión según el TRD 604 para 24 horas y 72h.

■ Accesorios para funcionamiento con supervisor permanente según TRD 601

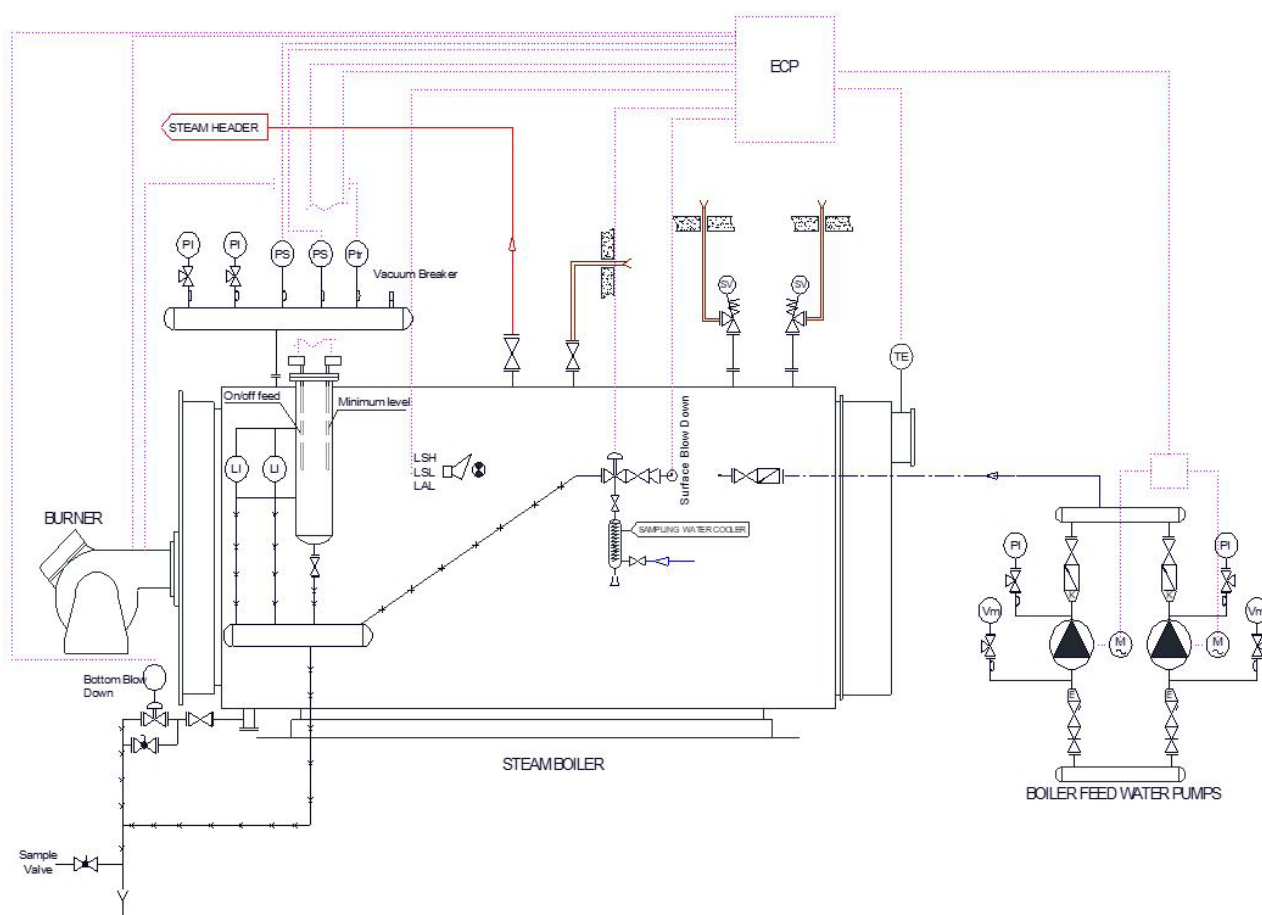


Pos. No	Definición	Cant.	Especificaciones especiales
Accesorios caldera			
1	Válvula de cierre salida vapor	1	
2	Válvula de descarga de aire	1	
3	Válvula de cierre impulsión de agua	1	
4	Válvula de retención de agua de suministro	1	
5	Accesorios de válvula de descarga de botella	1	
6	Valor de escape superficial	1	
7	Válvula de descarga de lodos inferior	1	
8	Válvula de descarga de bola inferior	1	Paso reducido
9	Valor de seguridad	2	Apertura total, accionada por resorte
10	Electrodo de control de nivel	1	On / Off
11	Electrodo de control de nivel Mín.	1	On / Off
12	Presostato	2	Control presión de trabajo
13	Manómetro	2	Ø160 mm
14	Llave de manómetro	2	Válvula de tres vías 3 vías 1/2"
15	Indicador nivel del agua	2	Vidrio transparente
16	Llave de vacío	1	1/2"
17	transmisor de presión	1	Para quemadores modulantes
18	Termómetro de resistencia	1	Pt 100
	Recogida de agua de muestra (opcional)	1	
19	Suministro general de agua de la bomba	2	
	Caudal de la bomba		Capacidad de vapor x 1.25
	Prevalencia de la bomba		Presión de trabajo + 2 bar
20/21	Quemador	1	
22	Sistema de control para la modulación del agua de alimentación (Opcional)	1	
	Sonda de modulación	1	
	Válvula de 3 vías	1	Motorizada
	Filtro	1	
	Válvula de retorno del desaerdor	1	
23	Descarga continua automática (Opcional)	1	
	Sonda	1	Sonda de Conductividad
	Válvula motorizada	1	Válvula de 2 vías
24	Sistema de escape intermitente (Opcional)	1	
	Centralita	1	Temporizador
	Válvula de control	1	Válvula neumática

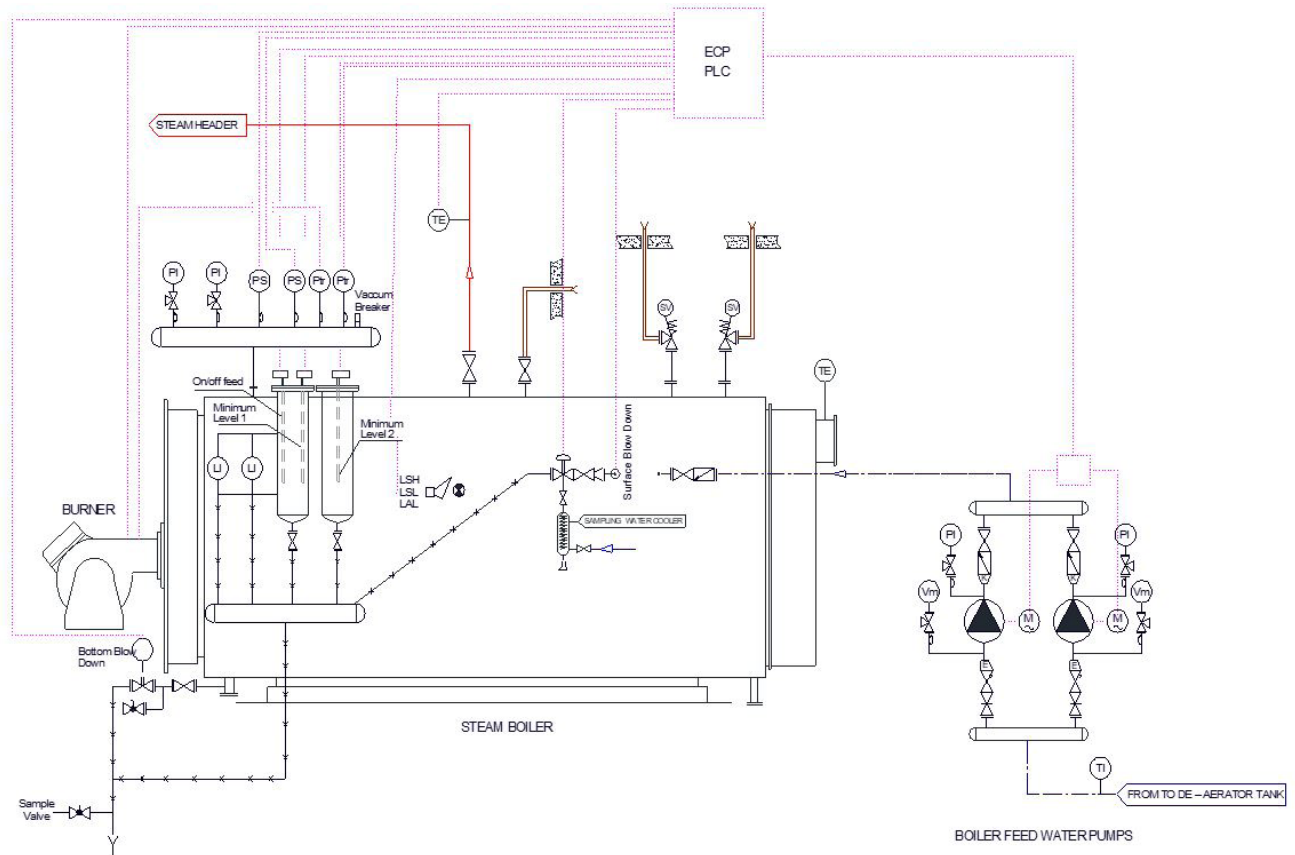
■ Accesorios para la exención permanente de supervisor según la norma 604

		TRD 604	
Control		24 horas	72 horas
Nivel del agua	Nivel mínimo	2 Electrodo 2 Centralita	2 Electrodo 2 Centralita
	Nivel máximo	-	1 Electrodo 1 Centralita
Agua de alimentación	Alimentación On/off	1 Electrodo	1 Electrodo (redundante)
	Alimentación modulada	-	1 Electrodo 1 Centralita 1 Válvula motorizada 3 vías
Quemador		Cámara mecánica	Cámaras electrónicas
Descarga de superficie		1 Electrodo 1 Centralita 1 Válvula motorizada 2 vías	
Descarga de lodos inferior		1 Válvula 1 Temporizador 1 Válvula neumática	
Presión		2 Presostatos	

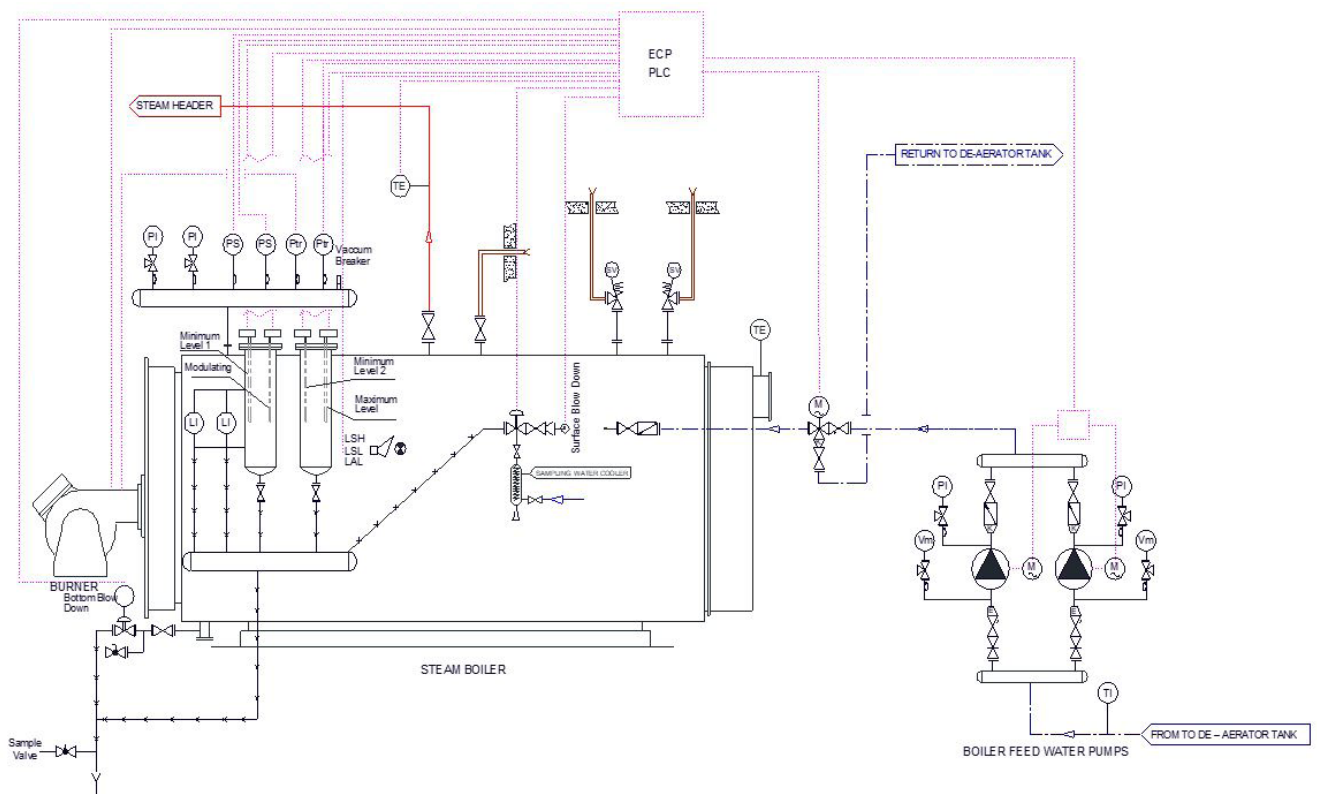
■ Esquema con supervisión permanente según TRD 601



■ Esquema de instalación para vigilancia 24 h según TRD 604



■ Esquema de instalación para vigilancia 72 h según TRD 604



■ Válvula de retorno

Se utiliza para interrumpir el retorno del vapor que procede de la instalación. Puede ser de bola, de pistón, de diafragma, etc.

Sus dimensiones dependen de la velocidad y del caudal del vapor para mantener la pérdida de carga en los límites de funcionamiento.



Válvula de bola

■ Válvula de descarga

Se utiliza para la descarga (vaciado) de la caldera. Es una válvula homologada para el agua sobrecalentada y puede ser de bola, de pistón, de diafragma, etc. Normalmente se utiliza al principio durante la primera puesta en marcha, debe utilizarse con la caldera fría. Su tamaño es pequeño.



Válvula de pistón

■ Válvula de impulsión

Se utiliza para la suministrar agua a la caldera. Es una válvula de vapor y puede ser de bola, pistón, tipo diafragma, etc. Sus dimensiones dependen de la velocidad y el caudal del agua de reabastecimiento para mantener la pérdida de carga dentro de los límites de trabajo.



Válvula de diafragma

■ Válvula de retención de suministro de agua

Se utiliza para evitar la circulación inversa de agua de la bomba. Puede ser del tipo de disco o muelle. Su tamaño está determinado por el tamaño de la válvula del suministro de agua de interceptación.

■ Válvula de descarga de botellas

Se utiliza para la descarga de agua de los accesorios de la botella o de la propia botella.

Es una válvula aprobada por vapor y puede ser de bola, pistón, tipo diafragma, etc.

■ Válvula de descarga superficial

Se utiliza para la descarga de agua sucia de la superficie de la caldera. Es una válvula aprobada por vapor y puede ser de bola, pistón, de diafragma, etc.



Válvula de disco

■ Válvula de vaciado de lodos inferior

Se utiliza para la descarga de agua fangosa en la parte inferior de la caldera. Es una válvula de vapor y puede ser de bola, pistón, diafragma, etc.

■ Válvula de bola de escape inferior

Se utiliza para la descarga de agua y lodos en la parte inferior de la caldera. Es una válvula de bola con apertura y cierre rápidos.



■ Válvula de seguridad

En caso de que la presión en el generador sea excesiva, se usa para liberar una parte de ésta, garantizando así su seguridad. Son de apertura total, accionadas por resorte. La capacidad de descarga viene determinada por la capacidad productiva máxima de agua sobrecalentada del generador. Cada válvula está homologada para determinadas presiones.



■ Electrodo de control del nivel - On/Off (opcional)

Se utiliza para controlar el nivel de agua del generador que debe trabajar dentro de niveles específicos (NWL).

Puede ser de tipo On/Off o modulante según las exigencias del cliente.



■ Electrodo de nivel mínimo de agua - señal de alarma

Se utiliza para indicar las alarmas de posición mínima del agua y limitar el funcionamiento de la caldera en caso de bajo nivel de agua.

Puede ser de tipo On/Off o modulante según las exigencias del cliente.

Se considera un cuerpo de seguridad.



■ Presostato

Se utiliza para tener bajo control la presión de funcionamiento del generador dentro de un rango de presión específico. El rango de funcionamiento se debe elegir en función de la presión de funcionamiento del generador.



■ Manómetro

Se utiliza para ver la presión de funcionamiento del generador. El rango de funcionamiento se debe elegir en función de la presión de funcionamiento del generador.



■ Llave del manómetro

Se utiliza para interrumpir la lectura de presión del manómetro y fijar en el mismo la presión medida en ese preciso instante. Se trata de una llave de tres vías que permite al operador descargar la presión y comprobar que el manómetro funciona correctamente.



■ Indicador de nivel de agua

Se utiliza para controlar el nivel de agua de la caldera. Son del tipo de vidrio para permitirle ver el nivel de agua dentro de la caldera. Se utilizan 2 piezas para la verificación de nivel.



■ Interruptor de vacío

Se utiliza para proteger la caldera en caso de vacío en el interior debido a un enfriamiento repentino y rápido de vapor de la caldera durante el funcionamiento normal.



■ Transmisor de presión

Se usa para transmitir el valor de presión del generador en las distintas etapas de funcionamiento al panel del PLC, por ejemplo.



■ Termómetro de resistencia

Es un termómetro de resistencia tipo Pt100 que envía la señal a la unidad de control. Se instala en la salida de humos de la caldera. Se usa para monitorizar y controlar la temperatura de los gases de descarga y, en caso de anomalía de temperatura, para enviar una señal de alarma a la unidad de control principal.



■ Bomba de Suministro de agua

Se utiliza para alimentar o reponer el agua de la caldera. La velocidad de suministro de agua debe adaptarse a la capacidad de la caldera. La bomba está diseñada para poder adaptarse incluso los picos máximos de producción de vapor sin problemas.



■ Quemador de levas mecánicas

Un sistema de levas mecánicas son las responsables de la mezcla de aire y combustible en las cantidades adecuadas a la necesidad de cada momento. El mecanismo de levas pone en movimiento un brazo mecánico que conecta la compuerta del aire y la entrada de combustible.

El quemador mecánico tiene un servomotor para la apertura y el cierre de la válvula de mariposa de aire situada en la boca de aspiración. Hay otro mecanismo, conectado a un segundo servomotor, que controla y gestiona la válvula de mariposa del combustible gaseoso y que pasa a través de la compuerta de gas. Durante la puesta en marcha, se realiza un análisis de los humos y se regulan los flujos de aire y de gas con vistas a que la combustión sea perfecta. La limitación de este sistema de regulación la determina la propia mecánica, que puede verse ligeramente restringida respecto a un sistema de levas electrónico.



■ Quemador de levas electrónicas

La electrónica presente en el quemador es responsable de la mezcla de aire y combustible en las cantidades adecuadas para que se produzca una combustión lo más estequiométrica posible. La electrónica controla los servomotores de aire y combustible con total independencia.

En un quemador con regulación electrónica es posible efectuar un ajuste de la combustión más sensible, sobre todo en lo que se refiere a las capacidades mínima y máxima, gracias a la presencia de servomotores físicamente independientes en las entradas tanto del aire como del combustible. Además, añadiendo al mecanismo de leva electrónica un dispositivo de control mediante sonda de oxígeno y un ventilador de caudal variable es posible obtener una regulación prácticamente perfecta con unas bajas emisiones contaminantes y un buen ahorro de combustible y electricidad.



■ Electrodo para modulación de entrada de agua

El nivel de agua del electrodo de control de la caldera funciona a través de la detección capacitiva. El electrodo da la señal a la unidad de control y el regulador modula el caudal del agua a la caldera. Hay una válvula de tres vías que regula el flujo de agua en la línea de suministro de agua de reabastecimiento. Si la caldera no necesita agua, la válvula de tres vías transporta agua al desgasificador térmico.



■ Purga continua de sales de superficie

El principio de medición para el sistema de conductividad es el mismo que para las sondas de control de nivel. Un área definida detecta el cambio en la conductividad. Mediante un método de compensación de temperatura, la conductividad total se reduce a temperatura ambiente (25°C). La sonda de conductividad da una señal al controlador que, en consecuencia, ajusta la válvula de descarga de superficie.



■ Descarga de lodos inferior temporizada

Esta válvula se utiliza para purgar los lodos inferiores. Es una válvula neumática, controlada por un temporizador. El temporizador se programa de acuerdo con el nivel TDS del agua de suministro de la caldera. Para el funcionamiento es necesario tener una línea de aire comprimido (6 bar).



■ Electrodo para el control de nivel máximo

Se utiliza para obtener la señal de alarma. Si el nivel de agua de la caldera excede el nivel de parada de la bomba y continuara aumentando, el controlador da alarma y detiene el quemador con el fin de proteger la calidad del vapor y evitar que el vapor esté húmedo y sucio.



9 TIPOS DE PANELES DE MANDOS

■ Panel de mando estándar



Descripción de las funciones del cuadro eléctrico

- Función de parada de emergencia con relés de seguridad interno y externo con certificación SIL3
- Control de la presión límite de la caldera con relé de seguridad certificado SIL3
- Control de la presión de seguridad de la caldera mediante relé de seguridad certificado SIL3
- Control del nivel de agua con relé de seguridad certificado SIL3 y electrodo de nivel ON/OFF
- Control del nivel mínimo de agua con relé de seguridad y dispositivo de nivel certificados SIL3
- Control del funcionamiento de la alimentación del generador y de la bomba modulante
- Control del funcionamiento y de la alimentación en condiciones de seguridad del quemador tanto modulante como de dos etapas
- Control de la alimentación del ventilador del quemador
- Control del nivel del depósito de agua de alimentación
- Bornes de conexión rápida
- Posibilidad de expansión de los accesorios
- Clase de protección: IP 55

Funcionalidad

Es un panel de mando diseñado para hacer que la caldera funcione de forma tradicional de conformidad con las normativas vigentes.

- Funcionamiento sencillo e intuitivo
- Primera puesta en servicio extremadamente fácil
- Facilidad de uso
- Control total de las funciones estándares del generador
- Control y monitorización del funcionamiento mediante indicadores luminosos en el panel frontal
- Alto nivel de control
- Control y gestión del agua y de las bombas de carga de alimentación de agua del generador
- Señalización de fallos del quemador

Instalación

- El cuadro eléctrico se entrega ensamblado en el soporte especial del generador
- El montaje de los equipos dentro del cuadro se realiza mediante barras DIN
- Montaje sencillo del generador
- Todos los accesorios montados en la caldera vienen preensamblados con cables y bornes específicos con conexión rápida al panel de mando

Seguridad

- El panel de mando garantiza la seguridad de conformidad con las normas vigentes del país de instalación
- Distintas posibilidades de control de las alarmas del generador disponibles.
- El generador no puede funcionar en caso de señalización de alarma. Para restablecer el funcionamiento del generador es necesario reiniciar la(s) alarma(s) presente(s)
- Los sistemas de seguridad de la caldera están dotados de relés de seguridad compatibles con SIL3
- Posibilidad (opción) de controlar la parada de emergencia de forma remota desde puestos externos

■ Panel de mando estándar, autoportante

(*) Las imágenes y especificaciones mostradas a continuación NO son contractuales y pueden diferir de la propuesta técnica y comercial que se presente para cada proyecto.



Lista de las funciones básicas

- Función de parada de emergencia con relés de seguridad interno y externo con certificación SIL3
- Control de la presión límite de la caldera con relé de seguridad certificado SIL3
- Control del nivel de presión de seguridad de la caldera con relé de seguridad certificado SIL3
- Control del nivel de agua con relé de seguridad certificado SIL3 y sonda de nivel ON/OFF
- Control del nivel de agua control con bomba inversora o válvula motorizada de 3 vías
- Control del nivel mínimo de agua con relé de seguridad y dispositivo de nivel certificados SIL3 Caldera extra 1
- Control del nivel mínimo de agua con relé de seguridad y dispositivo de nivel certificados SIL3 Caldera extra 2
- Control del nivel máximo de agua con relé de seguridad y dispositivo de nivel certificados SIL3
- Control automático de la superficie
- Control automático inferior de la caldera
- Alimentación y control modulante de la bomba del agua de alimentación de la caldera principal
- Alimentación y control modulante de la bomba del agua de alimentación del desgasificador térmico
- Control de la seguridad del quemador progresivo y modulante
- Salida de alimentación del quemador y el ventilador y circuitos de control
- Control del nivel del desgasificador térmico
- Control del nivel del depósito de agua de alimentación
- Control de la temperatura del economizador
- Conector eléctrico con conexión rápida
- Posibilidad de expandir los accesorios opcionales
- Conformidad con los principales sistemas externos de control remoto
- Clase de protección: IP 54

Funcionalidad

Se trata de un panel de mando diseñado para gestionar la instalación, los dispositivos de seguridad y los instrumentos de la caldera.

- Funcionamiento sencillo y práctico
- Facilidad de uso
- Puesta en servicio fácil
- Capacidad de expansión gracias a la función de estructura modular
- Control completo de todas las funciones elegidas para el funcionamiento del sistema
- Control y monitorización del sistema mediante señales luminosas y botones situados en la parte frontal del panel
- Información sobre el funcionamiento o la parada del quemador
- Posibilidad de funcionamiento sin supervisión permanente mediante la instalación del kit de vigilancia y control 24h o 72h según la norma TRD 604
- Posibilidad de integración de un sistema externo de control remoto

Instalación

- El panel de mando se puede instalar mediante soporte junto al generador de vapor
- Un zócalo técnico de 10 cm permite introducir los distintos cables a través del suelo
- El panel no se encuentra ensamblado al cuerpo de la caldera
- Todos los accesorios, los dispositivos de seguridad y las sondas del generador están cableados con la regleta de conexiones del cuadro mediante conectores rápidos y específicos

Seguridad

- El panel de mando garantiza de forma autónoma un funcionamiento seguro de la caldera de conformidad con la normativa vigente
- El panel de mando dispone de la infraestructura de control de las alarmas necesaria para un funcionamiento totalmente seguro de la caldera
- La caldera no puede funcionar sin que se restablezcan las alarmas de seguridad existentes
- Los circuitos de seguridad del generador están dotados de relés de seguridad compatibles con SIL3
- Opción de conexión remota para la parada de emergencia posible

■ Panel de mando con control mediante PLC

(*) Las imágenes y especificaciones mostradas a continuación NO son contractuales y pueden diferir de la propuesta técnica y comercial que se presente para cada proyecto.



Descripción

Se trata de un panel de mando controlado mediante PLC con posibilidad de parametrización mediante pantalla táctil; este panel de mando asegura las máximas prestaciones de funcionamiento y seguridad del sistema de control de la caldera. Es una parte importante del generador para lograr un sistema de control global. Cuenta con la mejor y más reciente tecnología de control disponible en el mercado, ofreciendo un funcionamiento seguro y de fácil interpretación.

El PLC se fabrica con componentes de alta calidad que permiten una gestión modular. Gracias al software de control electrónico, permite que el sistema pueda funcionar con distintas configuraciones de forma simultánea. Esto garantiza una gestión más inteligente y completa de la caldera, que se puede programar para que funcione con arreglo a las necesidades del proceso productivo. El panel del PLC está dotado de varias entradas y salidas que permiten controlar complejas funciones de trabajo de la caldera simultáneamente. El cuadro puede gestionar todos los parámetros de funcionamiento y seguridad durante el funcionamiento de la caldera sin supervisión durante un máximo de 72 h con arreglo a los protocolos de la norma TRD 604.

Finalidades de uso

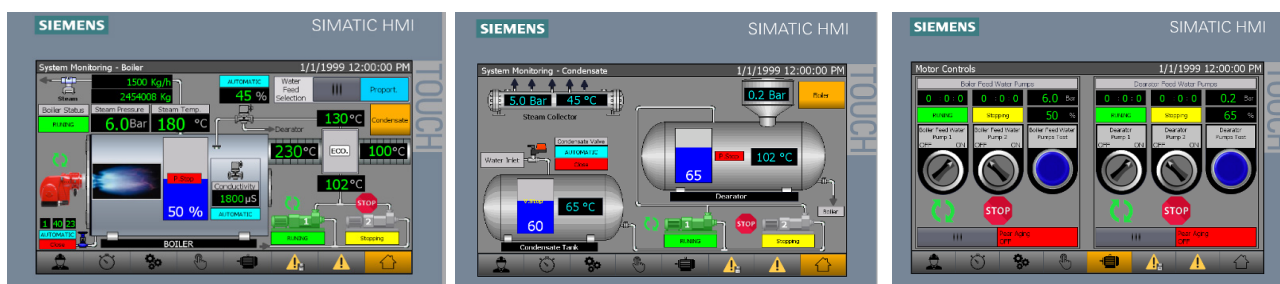
- Monitorización de los valores de presión, nivel, flujo y temperatura en el sistema de control de la caldera
- Control de la actividad de todos los instrumentos, incluidos los de seguridad, y monitorización de la información de estado en el sistema de la caldera
- Funciones de parada de emergencia mediante relés de seguridad interno y externo con certificación SIL3
- Control de la presión límite de la caldera con relé de seguridad certificado SIL3
- Control de la presión de seguridad de la caldera con relé de seguridad certificado SIL3
- Control del nivel de agua con relé de seguridad certificado SIL3 y sonda de nivel ON/OFF
- Control del nivel de agua control con bomba inversora o válvula motorizada de 3 vías
- Control del nivel mínimo de agua con relé de seguridad y dispositivo de nivel certificados SIL3 Caldera extra 1
- Control del nivel mínimo de agua con relé de seguridad y dispositivo de nivel certificados SIL3 Caldera extra 2
- Control del nivel máximo de agua con relé de seguridad y dispositivo de nivel certificados SIL3
- Control automático de descarga de superficie
- Control automático de descarga del fondo
- Control del tiempo de funcionamiento y de las horas de trabajo efectivo, y control modulante de la bomba del agua de alimentación del generador
- Control del tiempo de funcionamiento y de las horas de trabajo efectivo, y control modulante de la bomba del agua de alimentación del desgasificador térmico
- Control de la seguridad del quemador progresivo y modulante
- Horas de trabajo del quemador e información acerca del estado
- Control del nivel del desgasificador térmico
- Control del nivel del depósito de agua de alimentación
- Conector eléctrico con conexión rápida
- Posibilidad de expandir los accesorios opcionales
- Conformidad con los principales sistemas externos de control remoto
- Clase de protección: IP 54

Funcionalidad

Se trata de un panel de mando con PLC de última generación, programado para atender las necesidades del sistema y de la estructura del generador de manera extremadamente eficiente, de conformidad con las normativas vigentes. El microprocesador programable (PLC) garantiza la seguridad de la caldera y el funcionamiento del sistema, regulando todos los procesos de la caldera en función de las condiciones requeridas.

- Sencillez y eficiencia
- Es un panel con componentes electrónicos que ofrecen numerosas ventajas para el control de la caldera
- Facilidad de uso
- Puesta en servicio fácil
- Capacidad de expansión gracias a la característica de la estructura modular
- Control y monitorización eficiente del sistema
- Control completo de todas las funciones conectadas al hardware del sistema
- Conformidad del hardware para permitir un funcionamiento permanente sin supervisión (24h y 72h) conforme a la norma TRD 604
- Posibilidad de integración del sistema hardware adicional específico
- Gráficos de la pantalla del panel específicos para el sistema. Permiten ver los menús en la página principal
- La información acerca del funcionamiento de la caldera y el estado de los principales dispositivos de control se muestran con esquemas
- El acceso a los ajustes se realiza directamente a través de la pantalla táctil
- Páginas relativas a los ajustes y a las alarmas incluidas

- Intuitivo, gracias a los símbolos y a la representación gráfica
- Pantalla táctil resistente a los arañazos e interfaz de usuario con gráficos ergonómicos
- Fácil optimización de todas las funciones de medición y control
- Blindaje de alto nivel y fácil conexión con los sistemas de control
- Transferencia de los datos mediante puerto Ethernet (interfaz Profibus opcional)
- Capacidad de expansión en función de las necesidades gracias al diseño modular específico del sistema
- Integración completa gracias a los distintos componentes útiles del sistema
- Elevada fiabilidad operativa
- Conexión remota con módulo de interfaz opcional
- Varios idiomas disponibles
- Probado directamente en el establecimiento de producción
- Servicio de piezas de recambio en todo el mundo Instalación
- El panel se puede situar junto a la caldera
- La parte inferior del panel cuenta con un zócalo de 10 cm de altura para la entrada de los cables y la fijación al suelo
- El panel no se puede montar en la caldera. Es aconsejable y preferible ponerlo en el local de la caldera
- El armario posee orificios en la parte superior para una elevación segura y sencilla
- Todos los cables de los accesorios de la caldera se deben conectar al cuadro de la central
- La entrada de las conexiones está diseñada para poderse expandir en función de las necesidades
- El sistema de control de la caldera se puede conectar a las redes de Internet y telefónica añadiendo módulos opcionales adicionales. Con este sistema se permite la monitorización a distancia de la caldera
- Los mensajes de funcionamiento y/o de error de control de la caldera se pueden enviar automáticamente al centro de control si es necesario
- Comunicación posible desde cualquier parte del mundo en caso de conexión remota
- Actualizaciones, controles y optimización posibles desde cualquier lugar en caso de conexión remota



EJEMPLOS DE VISUALIZACIÓN EN LA PANTALLA

Instalación

- El panel se puede situar junto a la caldera
- La parte inferior del panel cuenta con un zócalo de 10 cm de altura para la entrada de los cables y la fijación al suelo
- El panel no se puede montar en la caldera. Es aconsejable y preferible ponerlo en el local de la caldera
- El armario posee orificios en la parte superior para una elevación segura y sencilla
- Todos los cables de los accesorios de la caldera se deben conectar al cuadro de la central
- La entrada de las conexiones está diseñada para poderse expandir en función de las necesidades
- El sistema de control de la caldera se puede conectar a las redes de Internet y telefónica añadiendo módulos opcionales adicionales. Con este sistema se permite la monitorización a distancia de la caldera
- Los mensajes de funcionamiento y/o de error de control de la caldera se pueden enviar automáticamente al centro de control si es necesario
- Comunicación posible desde cualquier parte del mundo en caso de conexión remota
- Actualizaciones, controles y optimización posibles desde cualquier lugar en caso de conexión remota

Operatividad

Para realizar una programación, basta con pulsar aquellas partes de la pantalla táctil cuyo ajuste se desea programar o modificar. La pantalla posee unos gráficos coloridos y muestra en tiempo real los valores del sistema. La pantalla tiene una estructura sencilla y funcional.

El paso de un menú a otro es fácil e intuitivo gracias a una guía presente en el programa. Las combinaciones gráficas y los breves textos de sugerencia permiten un uso sencillo. El sistema está preparado para trabajar en todas las situaciones. El idioma del sistema se puede elegir directamente a través de la interfaz de usuario.

Mensajes

Los mensajes de alarma relativos al funcionamiento se monitorizan y archivan simultáneamente en el panel de operador. Los mensajes se guardan de forma permanente como texto en un archivo de datos en la memoria USB introducida en el panel de operador.

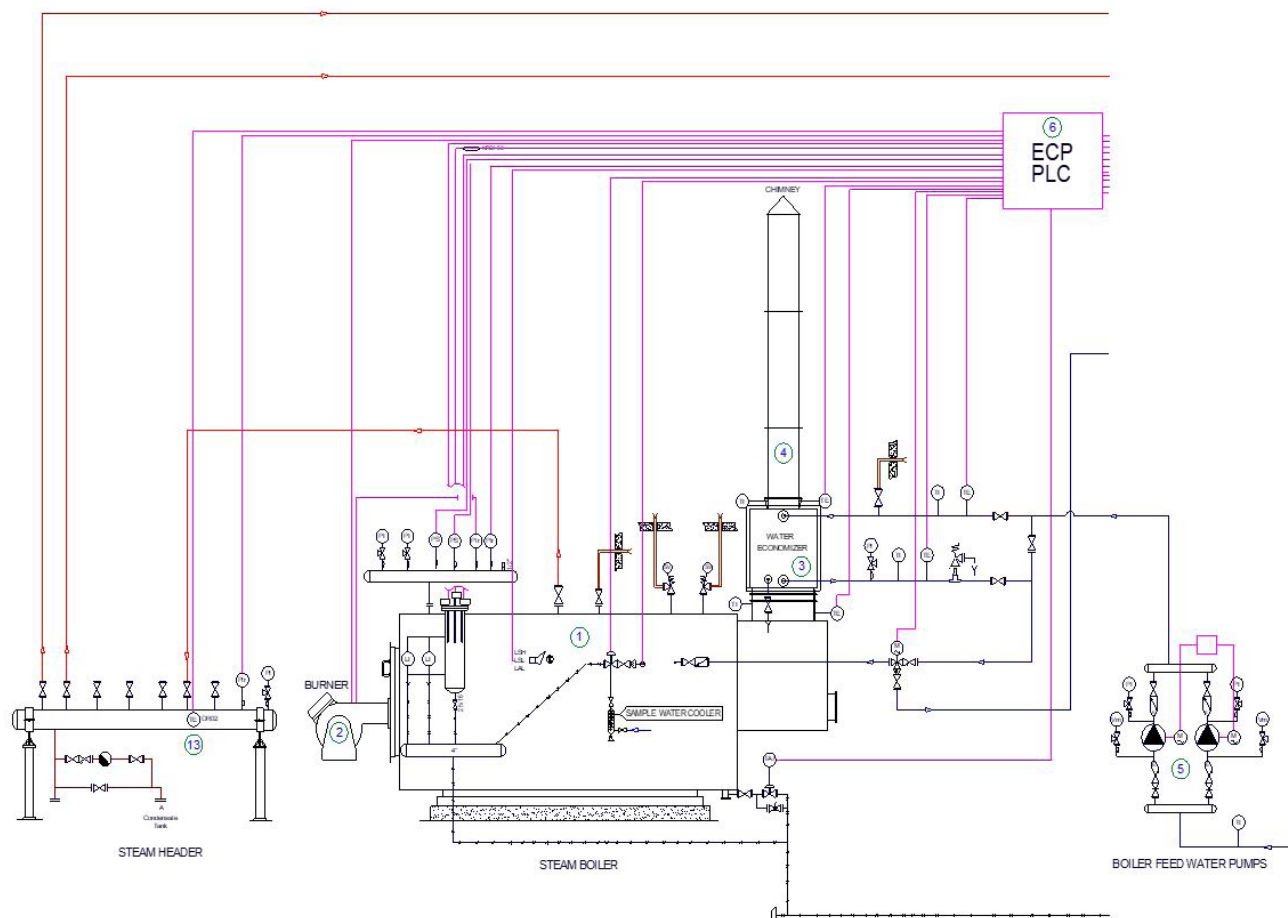
La memoria USB permite la transferencia externa de los datos si es necesario.

El cuadro, si se encuentra conectado mediante red o sistema remoto, puede transferir los datos de forma continua de un sistema a otro mediante interfaz Ethernet. La interfaz Profibus se puede conectar al sistema en un segundo momento como opción.

Seguridad

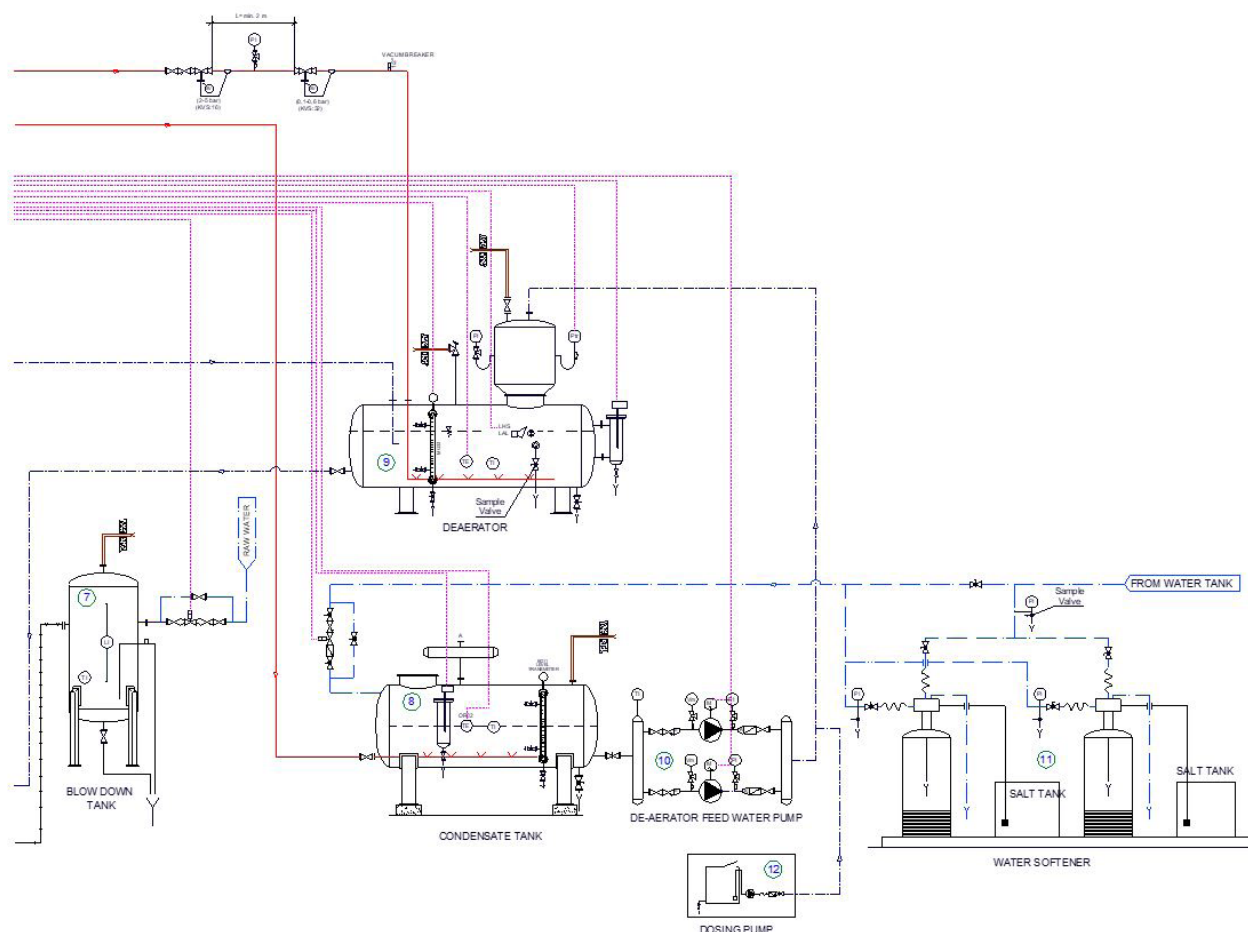
- El panel de mando garantiza de forma autónoma un funcionamiento seguro de la caldera de conformidad con la normativa vigente
- El panel de mando dispone de la infraestructura de control de las alarmas necesaria para un funcionamiento totalmente seguro de la caldera
- La caldera no puede funcionar sin que se restablezcan las alarmas de seguridad existentes
- Los circuitos de seguridad del generador están dotados de relés de seguridad compatibles con SIL3
- Opción de conexión remota para la parada de emergencia posible
- Limitación de los valores mínimo y máximo de las alarmas ajustados para evitar configuraciones completamente erróneas y fuera de cualquier lógica de funcionamiento
- Acceso a los menús mediante contraseña

- El primer esquema representa como se posiciona el economizador en la parte superior de la caja de humos y el canal de humos se fija directamente al economizador



- ① Caldera
- ② Quemador
- ③ Economizador (agua)
- ④ Conducto de evacuación
- ⑤ Bomba de recirculación
- ⑥ Panel de mando
- ⑦ Tanque de drenaje de lodos
- ⑧ Tanque de recogida de condensados
- ⑨ Desgasificador térmico
- ⑩ Bombeo de carga del desgasificador térmico
- ⑪ Tratamiento de agua
- ⑫ Bomba dosificadora
- ⑬ Colector
- ⑭ Depósito combustible

- La figura 2 representa la opción donde el economizador (versión agua/aire) se posiciona detrás de la caja de humos del generador y la posición de la chimenea cambia en consecuencia

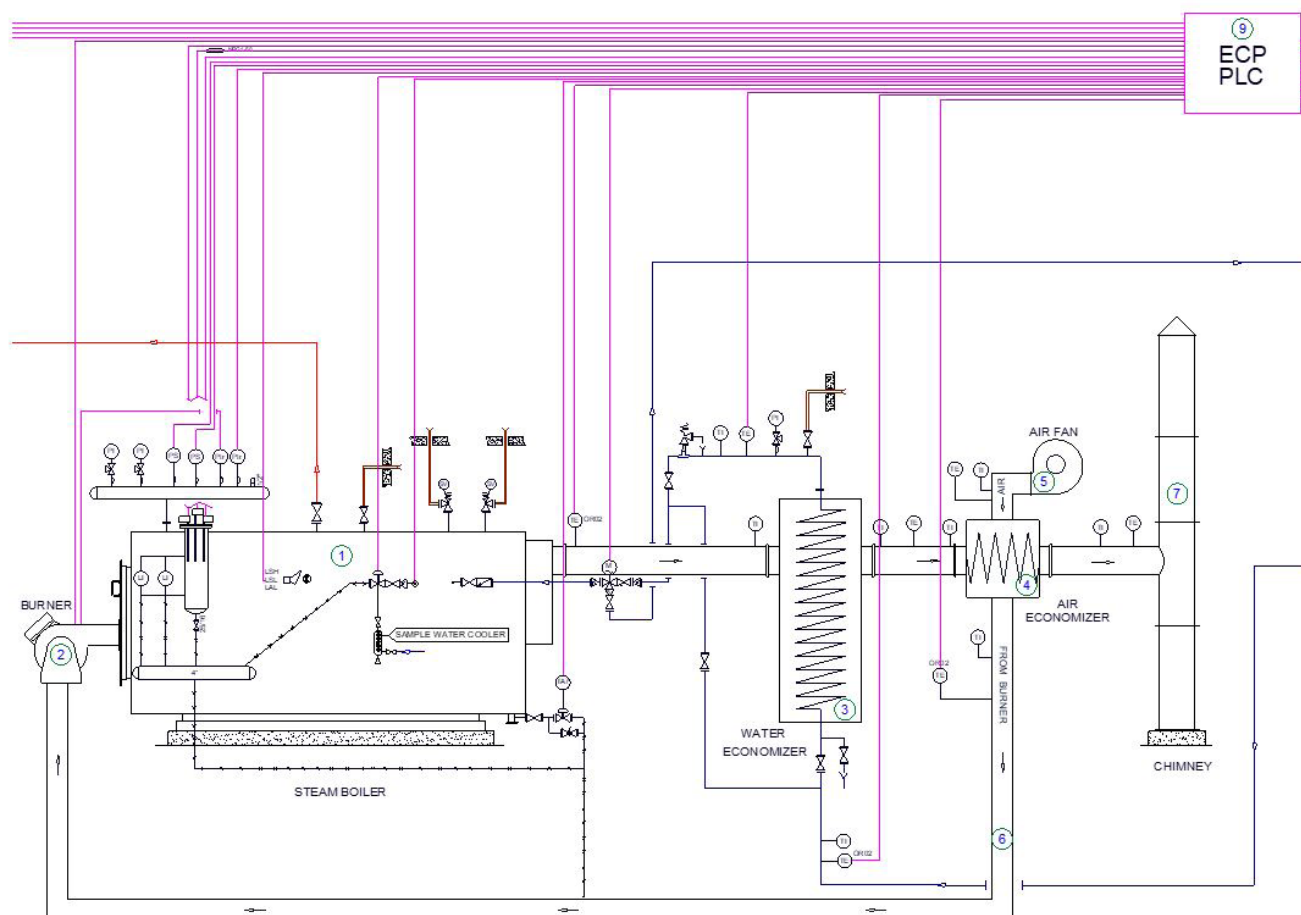


- ① Caldera
- ② Quemador
- ③ Economizador (agua)
- ④ Conducto de evacuación
- ⑤ Bomba de recirculación
- ⑥ Panel de mando
- ⑦ Tanque de drenaje de lodos
- ⑧ Tanque de recogida de condensados
- ⑨ Desgasificador térmico
- ⑩ Bombeo de carga del desgasificador térmico
- ⑪ Tratamiento de agua
- ⑫ Bomba dosificadora
- ⑬ Colector
- ⑭ Depósito combustible

	STEAM VALVE
	BALL VALVE
	THREADED BALL VALVE
	GATE VALVE
	STRAINER
	NON-RETURN VALVE
	CONDENSATE TRAP FLOAT TYPE
	SAFETY VALVE
	PUMP
	PRESSURE REGULATOR
	SOLENOID VALVE
	RESISTANCE THERMOMETER
	PRESSURE TRANSMITTER
	PYROMETER
	DIGITAL TEMPERATURE CONTROLLER

	MANOMETER & THREE WAY COCK
	MANOVACUUMMETER & THREE WAY COCK
	LEVEL INDICATOR
	PRESSURE SWITCH
	ALARM SIGNAL AND HORN
	STEAM LINE
	MAKE-UP WATER LINE
	CONDENSATE LINE
	SOFTENED COLD WATER LINE
	PRESSURIZED BLOW-OFF LINE
	ELECTRIC CONTROL LINE
	ECCENTRIC REDUCTION
	CONCENTRIC REDUCTION

■ Figura 2. Esquema (Economizador dentro del generador)



- ① Caldera
- ② Quemador
- ③ Economizador (agua)
- ④ Economizador (aire)
- ⑤ Ventilador aire
- ⑥ Conducto aire
- ⑦ Chimenea
- ⑧ Cuadro de mando

10 ACCESORIOS EN LA SALA DE CALDERAS

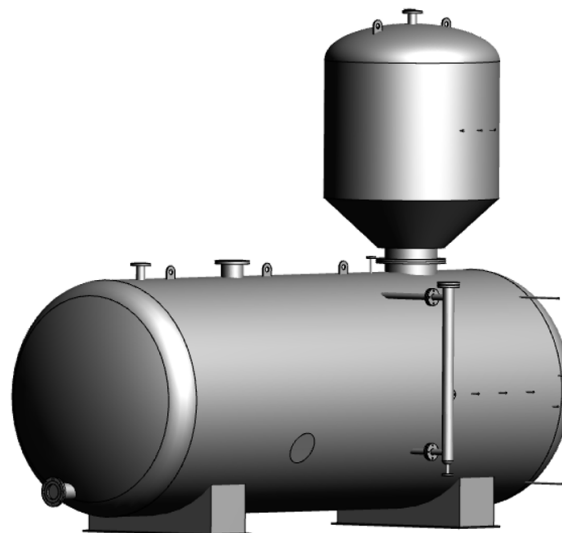
■ Desgasificador térmico

El desgasificador térmico puede ser atmosférico o presurizado.

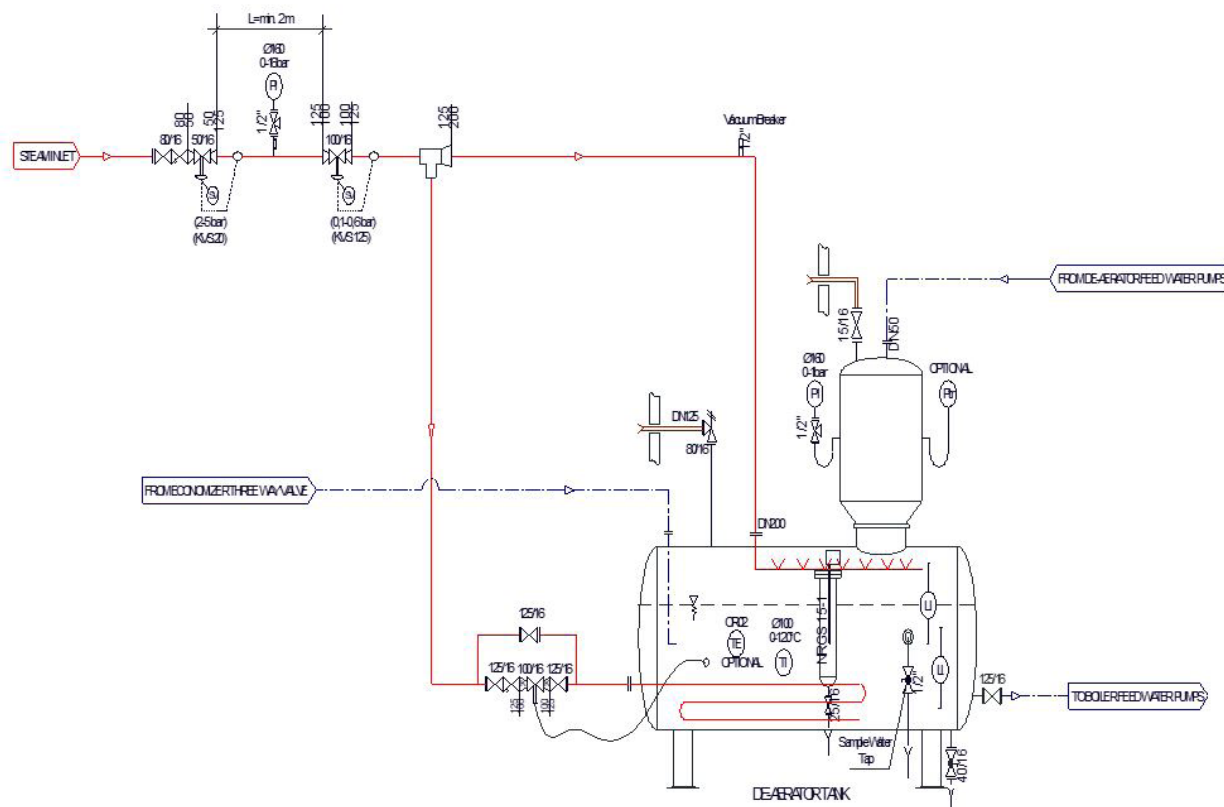
La Figura 1 y la Figura 2 ilustran los patrones de uso de vasos de expansión atmosféricos y presurizados.

Se utiliza para:

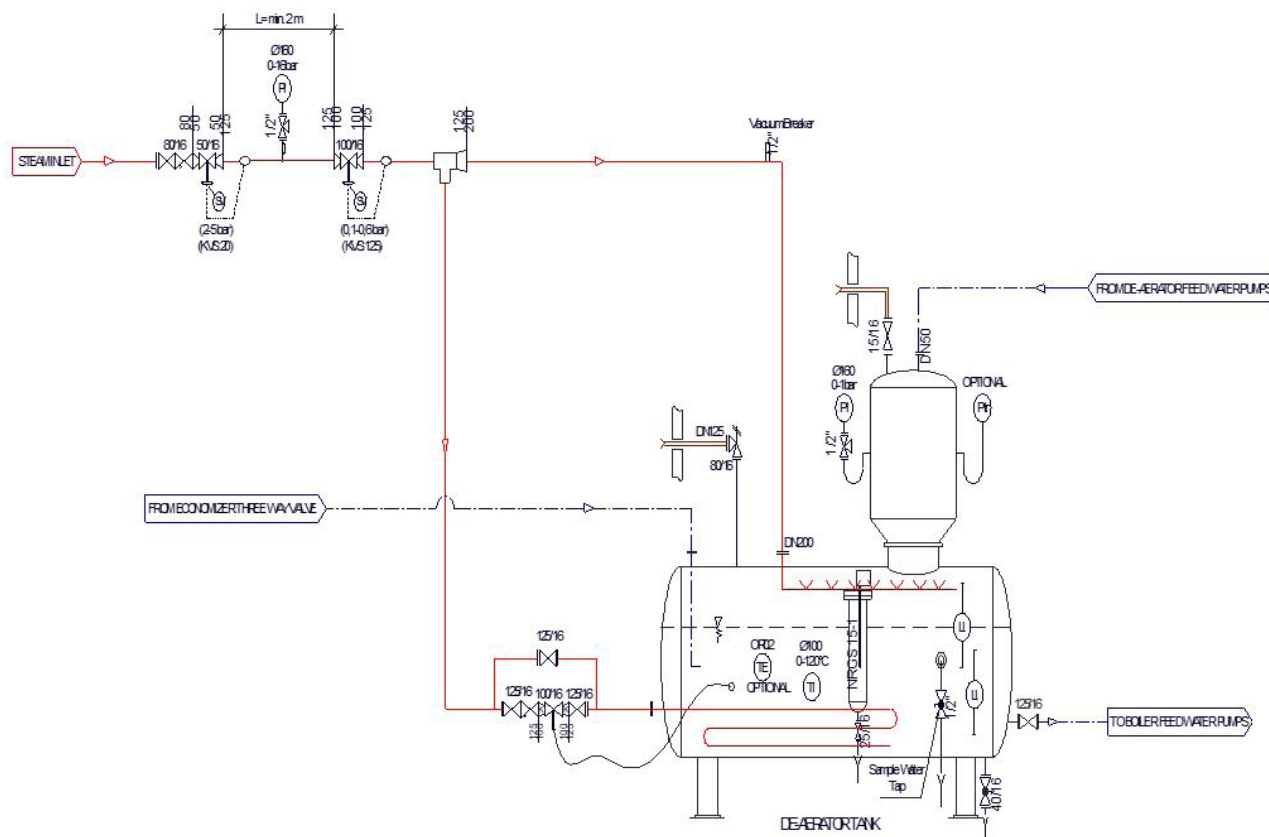
- Prevenir la corrosión mediante la eliminación de O_2 y CO_2 del agua del generador por proceso térmico.
- Aumentar la temperatura del agua de carga del generador de $80^{\circ}C$ a $102^{\circ}C$ mediante inyección vapor.



Atmosférico - control con válvula termostática



Presurizado- control con válvula termostática



■ Accesorios del desgasificador térmico

Reductor de presión

Se utiliza para reducir la presión del vapor que llega del generador hacia el desgasificador térmico.
1 Fase (2-5 bar) kvs= 2,5

Reductor de presión

Se utiliza para reducir la presión del vapor que llega del generador hacia el desgasificador térmico.
2 Fase (0,1-0,6 bar) kvs= 6,3

Válvula inyección de vapor

Es una válvula de aislamiento homologada para vapor.

Filtro

Se utiliza para filtrar las impurezas y partículas presentes en el fluido vector. Es de tipo Y.

Válvula de liberación

Se utiliza para descargar el exceso de aire acumulado en el vaso. Es una válvula de vapor que puede ser de bola, de pistón, de compuerta, etc. Tiene un tamaño reducido.

Válvula de salida de agua de alimentación

Estas válvulas se utilizan para proporcionar agua a las bombas de agua de alimentación de la caldera. Es una válvula de compuerta para mantener el nivel de pérdida de carga al mínimo. Su tamaño se determina en función de la velocidad del caudal para mantener al mínimo la pérdida de carga.

Controlador de nivel

Se usa para regular el nivel de agua en el interior del desgasificador térmico, dentro del nivel de funcionamiento normal. Es de tipo ON-OFF.

Manómetro

Se utiliza para monitorizar la presión de vapor proveniente de la caldera. Ø 160, 0-16 bar.

Manómetro del desgasificador térmico

Se utiliza para monitorizar la presión del desgasificador térmico.

Llave para indicador de presión

Se utilizan para aislar los indicadores de presión. Son de tres vías y sirven para descargar la presión presente en el interior del indicador y comprobar su correcto funcionamiento.

Indicador de temperatura

Se usa para monitorizar la temperatura del agua del desgasificador térmico. Ø 100, 0-120 °C.

Indicador de nivel del agua

Se usa para monitorizar el nivel de agua del depósito. Es de vidrio o de plástico.

Válvula de seguridad

Se utiliza para descargar el exceso de presión. Son de elevación completa y accionadas por resorte. Su capacidad de descarga depende de la capacidad completa y máxima del depósito. Tiene certificado de presión.

Vacuómetro

Se utiliza para proteger el desgasificador térmico en caso de vacío dentro del depósito debido a su enfriamiento cuando está fuera de servicio.

Termómetro de resistencia

Transmite la temperatura de resistencia Pt 100 que proporciona la señal al PLC cuando está disponible. Se ubica en el centro del depósito. Se utiliza para controlar la temperatura del agua del depósito.

Transmisor de presión

Se utiliza para controlar la presión del desgasificador térmico.

■ Opción para la capacidad del depósito del desgasificador térmico

La capacidad del del desgasificador térmico cambia dependiendo de la potencia de la caldera y la presión de funcionamiento. La tabla siguiente ayudan a determinar los requisitos en función de los parámetros y capacidades del caso y de la campana superior compatibles con la capacidad de la caldera HDR.

Tabla desgasificador térmico

Capacidad del generador de vapor (kg/h)	Presión de servicio del generador (bar)		
	0- 5 bar	6- 9 bar	>= 10 bar
<3.000	No necesita desgasificador térmico (ver nota 2).		
>= 3.000	No necesita	Opcional	Necesario

1. No es necesario expandir el agua de alimentación de la caldera para presiones inferiores a 10 bar; porque el O₂ y el CO₂ están presentes en cantidades de riesgo solo para presiones superiores a 10 bar.
2. Se puede recomendar una bomba dosificadora de sales para las calderas de capacidad < 3000 Kg/h.

Capacidad del vaso y campana compatibles con la potencia de la caldera

Capacidad vapor [kg/h]	Capacidad campana [m ³ /h]	Capacidad Vaso exp. [m ³]
3.000	3	2
4.000	4	3

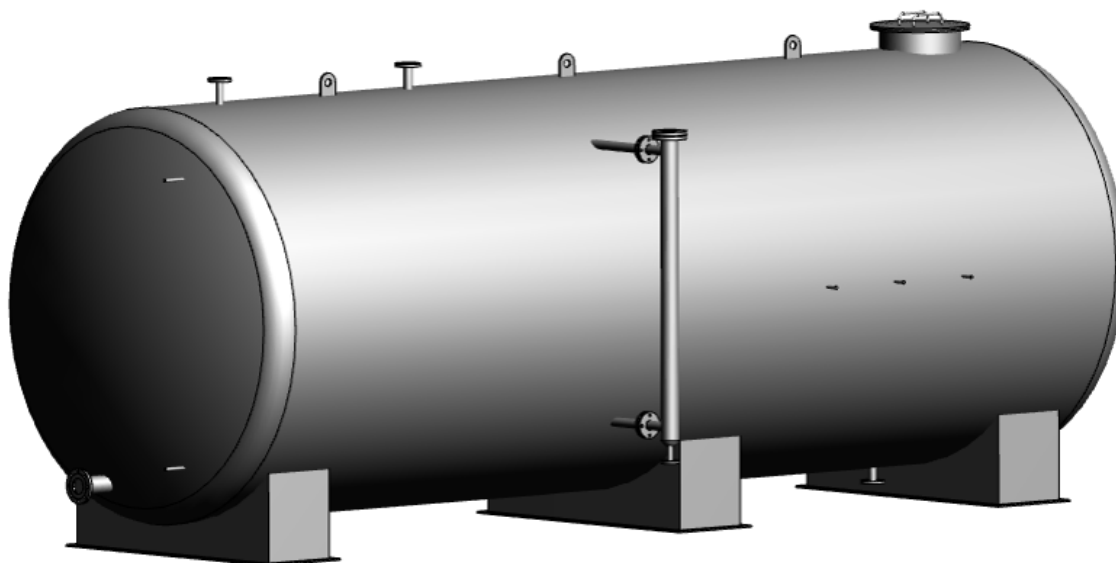
■ Tanque de condensación

El tanque de condensación puede ser atmosférico o presurizado.

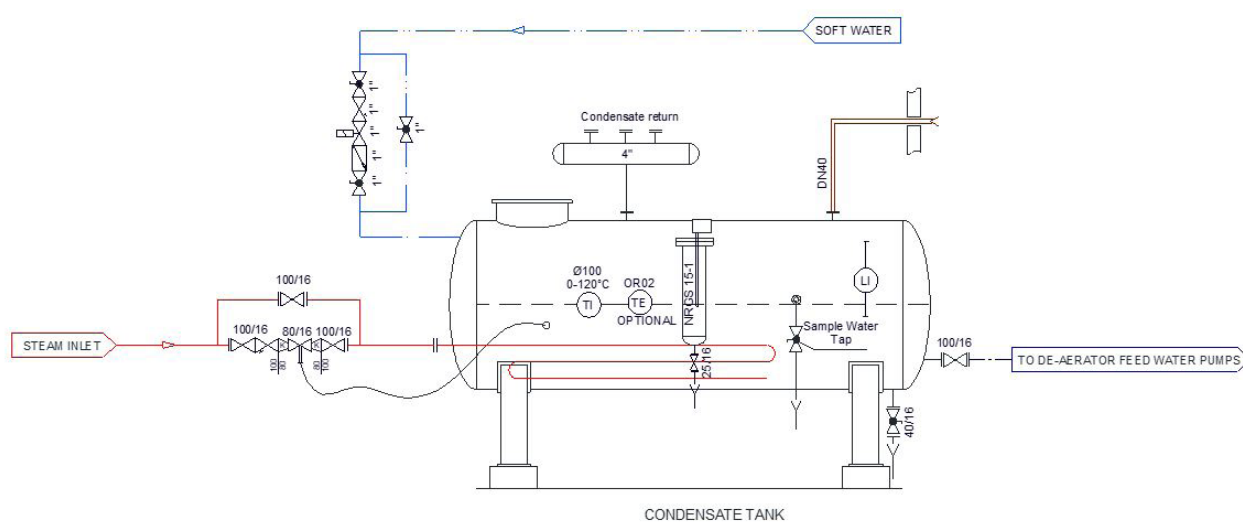
La Figura 1 y Figura 2 ilustran los esquemas de uso de tanques condensados atmosféricos y presurizados.

El tanque condensado se utiliza para :

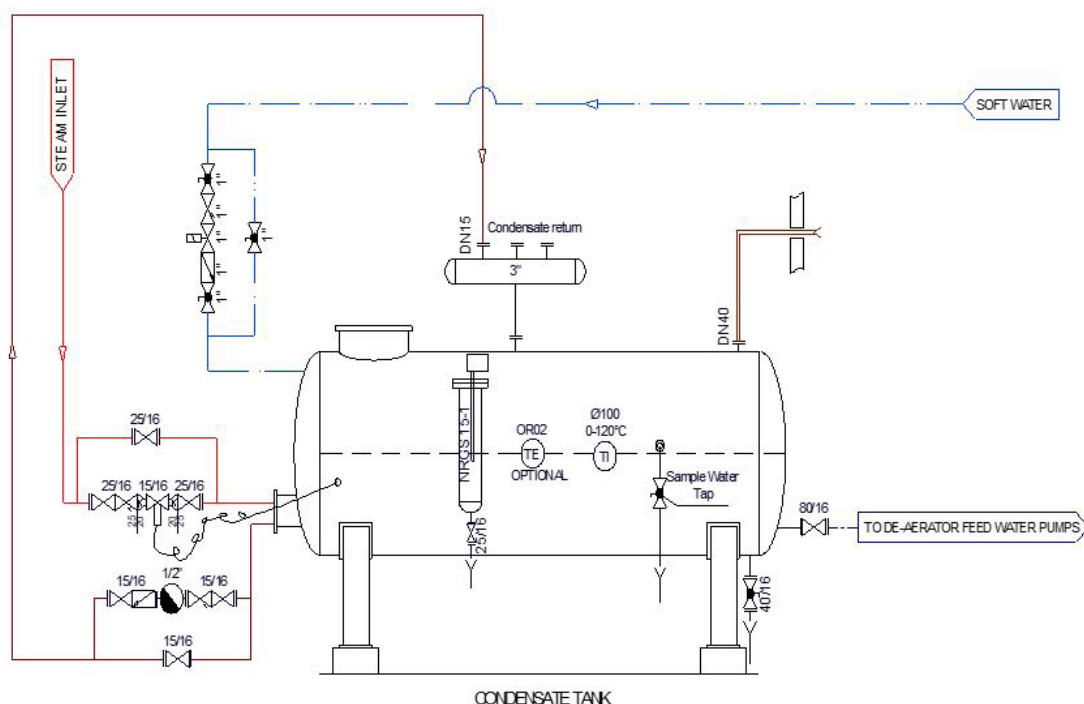
- Para recoger los condensados de retorno de la planta.
- Para recuperar el agua de procesamiento de los condensados
- Aumentar la temperatura del agua de carga hasta 80°C.



Atmosférico – control de válvula termostática



Presurizado- control de válvula termostática



■ Accesorios para tanques de condensación

Válvulas solenoide

Estas válvulas se utilizan para controlar el flujo del agua de alimentación y se abren y cierran mediante unos interruptores de control. Normalmente se instalan entre las válvulas de bola y el filtro.

Son de tipo normalmente abierto.

Controlador de nivel

Son interruptores de nivel flotantes. Abren o cierran electroválvulas.

Válvula de salida del agua de alimentación

Válvula de salida del agua de alimentación. Es una válvula de compuerta que permite mantener la pérdida de carga en el nivel mínimo. Su tamaño depende de la velocidad del flujo de agua necesaria para mantener la mínima pérdida de carga.

Válvula esférica

Son válvulas de aislamiento colocadas antes y después de las válvulas solenoides.

Válvula de retención

Es una válvula de retención de disco y se usa para impedir el flujo inverso del depósito.

Indicador de nivel

Se usa para monitorizar el nivel de agua del depósito. Es de vidrio o de plástico.

Válvula de descarga

Se usa para descargar el lodo acumulado en la parte baja del depósito. Es una válvula de bola.

Indicador de temperatura

Se usa para monitorizar la temperatura del depósito.

Válvula de vapor

Se utilizan para proporcionar vapor al tanque de condensado. Este tipo de válvulas puede ser de bola, de pistón, de compuerta, etc. Su tamaño se determina en función de la velocidad del flujo de vapor que lo atraviesa.

Filtro

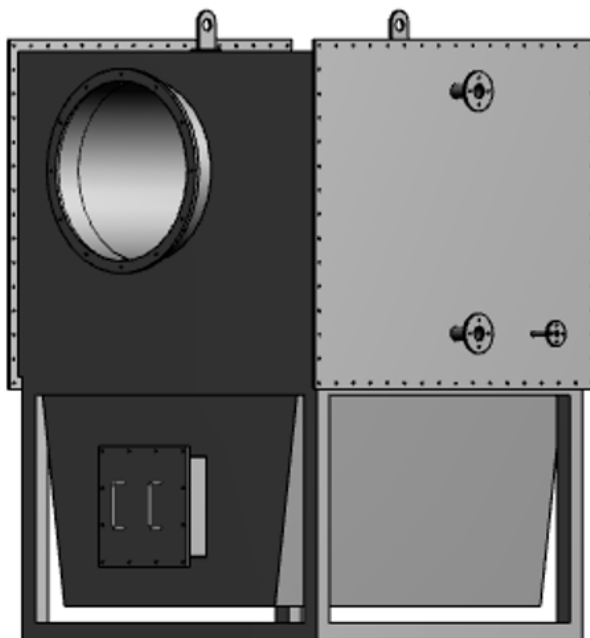
Se utiliza para filtrar las impurezas y partículas presentes en el fluido vector. Es de tipo Y.

Termómetro de resistencia

Transmite la temperatura de resistencia Pt 100 que proporciona la señal al PLC cuando está disponible. Se ubica en el centro del depósito. Se utiliza para controlar la temperatura del agua del depósito.

■ Economizador con intercambio humos/agua

- Permite aumentar la eficiencia de la caldera utilizando la energía latente de los humos para subir la temperatura del agua de alimentación, ayudando a ahorrar combustible.



■ Accesorios para el economizador humos/agua

Válvula de entrada del agua

Se utiliza para proporcionar agua al economizador. Es una válvula de compuerta que permite mantener al mínimo las pérdidas de carga. Su tamaño depende de la velocidad del flujo de agua en el interior necesaria para mantener una pérdida de carga mínima. Se usa principalmente para el bypass.

Válvula de liberación del aire

Se usa para liberar el aire que se crea en el interior del economizador. Es una válvula de vapor que puede ser de bola, de pistón, de compuerta, etc. Se utiliza al inicio, durante la primera puesta en marcha. Siempre es mejor liberar el aire en frío. Su tamaño es pequeño.

Indicador de temperatura

Se utiliza para monitorizar la temperatura del agua en la salida del economizador Ø 100; T 0-400 °C.

Indicador de temperatura

Se utiliza para monitorizar la temperatura del agua en la entrada del economizador Ø 100; T 0-200 °C.

Válvula de seguridad

Se utiliza para descargar el exceso de presión, en caso de producirse, con la finalidad de proteger al economizador. Son de elevación completa y accionadas por resorte. Su capacidad de descarga depende de la capacidad completa y máxima del economizador.

Manómetro

Se utiliza para monitorizar la presión del economizador; la elección de la escala de uso depende de la presión de funcionamiento de las bombas. Ø 100, 0-25 bar.

Llave para indicador de presión

Se utilizan para aislar los indicadores de presión. Son de tres vías y sirven para descargar la presión presente en el interior del indicador y comprobar su correcto funcionamiento.

Válvula de descarga

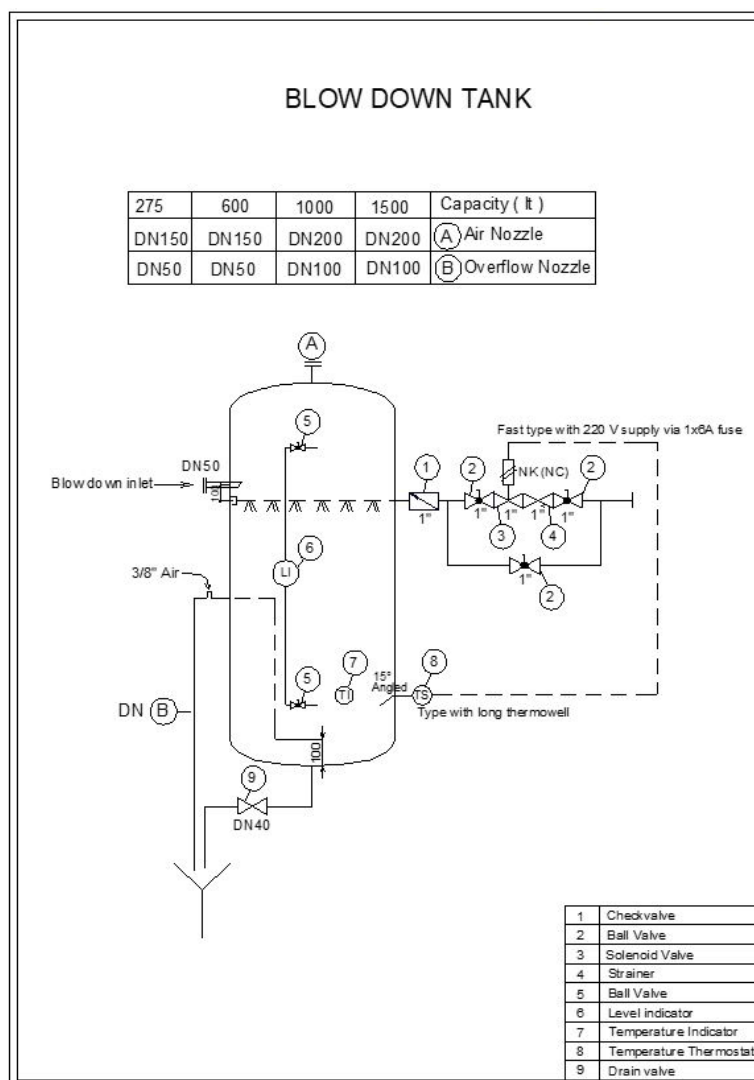
Se usa para descargar el agua y las impurezas acumuladas en el fondo del economizador. Es una válvula de bola.

Termómetro de resistencia

Son transmisores de temperatura de resistencia Pt100 que proporcionan la señal del PLC, en su caso. Se utilizan para monitorizar la temperatura del agua en la entrada y en la salida del economizador. El tercero se utiliza para monitorizar la temperatura de salida de los humos del economizador.

■ Tanque de descarga residual inferior

El tanque de drenaje de residuos inferior se utiliza para recoger las aguas residuales de la caldera y enfriarla antes de verter en las aguas negras del alcantarillado.



■ Accesorios para el sistema de escape inferior

Válvulas solenoides

Estas válvulas se utilizan para controlar el flujo de agua y abrir o cerrar a través de interruptores térmicos. Son del tipo normalmente cerrados.

Válvulas de bola

Son válvulas de aislamiento y se colocan antes y después de las válvulas solenoides. Son del tipo bola.

Filtro

Se utiliza para filtrar impurezas y partículas de agua. Es del tipo Y. El modelo y el tamaño están determinados por el tipo de válvulas de entrada de agua.

Válvula de control

Es una válvula de retención de tipo disco, se utiliza para evitar el flujo inverso del tanque.

Válvula de entrada de agua fría.

Es una válvula de derivación, utilizada en caso de que el solenoide tenga problemas o necesite ser reemplazado. Es una válvula de bola de apertura manual.

Válvula de escape

Se utiliza para vaciar el lodo acumulado en la parte baja del tanque. Es una válvula de bola.

Indicadores de nivel

Se utiliza para monitorizar el nivel de agua dentro del tanque. Está hecho de vidrio o plástico.

Válvulas de bola

Son válvulas de aislamiento que se colocan antes y después de los indicadores de nivel. Son del tipo de bola.

Termostato

Es un interruptor que controla la temperatura del agua dentro del tanque. 0-120°C.

Termómetro

Muestra la temperatura del agua dentro del tanque. Ø 100 0-120°C

■ Tratamiento del agua

- Se utiliza para disminuir el nivel de dureza del agua de alimentación para evitar la acumulación de calcio dentro de la caldera y el sistema
- Alargar la vida útil de la caldera
- Aumentar la eficiencia de la caldera
- Doble columna
- Funcionamiento automático programable



■ Conducto de evacuación

- Para evacuar a la atmósfera los gases de descarga del generador
- Pueden ser: de cámara simple (acero al carbono) o doble pared (acero inoxidable)
- Autoportante
- Diseño modular

Producción de vapor (kg/h)	Canal de humos (mm)	Diámetro conducto evacuación* (mm)		
		Pared simple	Doble pared	
			Interior	Exterior
250	250	350	350	450
320	250	350	350	450
400	250	350	350	450
500	250	350	350	450
650	300	400	400	500
800	300	400	400	500
1.000	350	450	450	550
1.250	400	500	500	600
1.500	450	550	550	650
2.000	450	550	550	650
2.500	500	600	600	700
3.000	550	650	650	750
4.000	650	750	750	850

* La tabla anterior constituye un ejemplo para la aplicación, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

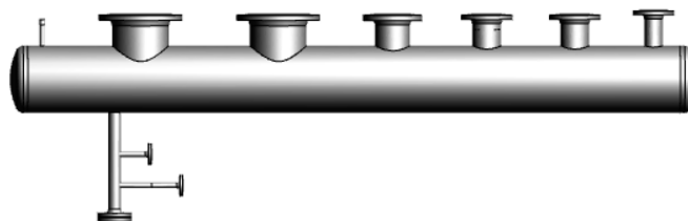
La longitud estándar del canal de humos es de 3 m, ninguna curva, el acoplamiento entre el canal de humos y el codo de conexión del conducto de evacuación es de 15-20° y la altura efectiva del conducto de evacuación (ECH) es de 10 m.

Para un cálculo preciso, se aconseja contactar con un estudio especializado en conductos de evacuación.



■ Colectores

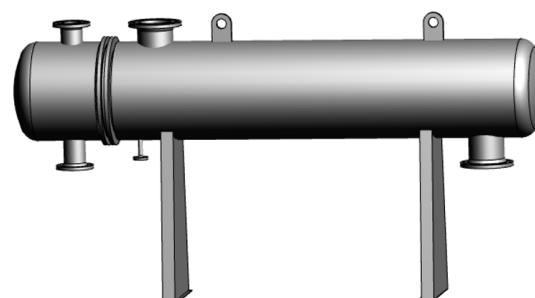
Distribuye el vapor procedente de la caldera en los diferentes circuitos de calentamiento. Por lo general, un colector incluye válvulas y los instrumentos y aparatos de medición necesarios.



■ Intercambiador de calor

El diseño de la calandra del intercambiador de calor es en forma de U.

Tras ser alimentado con vapor caliente procedente del generador produce agua caliente a la temperatura requerida por el proceso.



11 ANEXOS TÉCNICOS

■ ANEXO I. Sección de tubos de vapor

Presión (bar)	Velocidad del Vapor (m/s)	Capacidad (kg/h)													
		Sección nominal de los tubos (DN)													
		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
0.4	15	7	14	24	37	52	99	145	213	394	648	917	1606	2590	3680
	25	10	25	40	62	92	162	265	384	675	972	1457	2806	4101	5936
	40	17	35	64	102	142	265	403	576	1037	1670	2303	4318	6909	9500
0.7	15	7	16	25	40	59	109	166	250	431	680	1006	1708	2791	3852
	25	12	25	45	72	100	182	287	430	716	1145	1575	2816	4629	6204
	40	18	37	68	106	167	298	428	630	1108	1715	2417	4532	7251	10323
1	15	8	17	29	43	65	112	182	260	470	694	1020	1864	2814	4045
	25	12	26	48	72	100	193	300	445	730	1160	1660	3099	4869	6751
	40	19	39	71	112	172	311	465	640	1150	1800	2500	4815	7333	10370
2	15	12	25	45	70	100	182	280	410	715	1125	1580	2814	4545	6277
	25	19	43	70	112	162	195	428	656	1215	1755	2520	4815	7425	10575
	40	30	64	115	178	275	475	745	1010	1895	2925	4175	7678	11997	16796
3	15	16	37	60	93	127	245	385	535	925	1505	2040	3983	6217	8743
	25	26	56	100	152	225	425	632	910	1580	2480	3440	6779	10269	14316
	40	41	87	157	250	357	595	1025	1460	2540	4050	5940	10479	16470	22950
4	15	19	42	70	108	156	281	432	635	1166	1685	2460	4618	7121	10358
	25	30	63	115	180	270	450	742	1080	1980	2925	4225	7866	12225	17304
	40	49	116	197	295	456	796	1247	1825	3120	4940	7050	12661	1963	27816
5	15	22	49	87	128	187	352	526	770	1295	2105	2835	5548	8586	11947
	25	36	81	135	211	308	548	885	1265	2110	3540	5150	8865	14268	20051
	40	59	131	225	338	495	855	1350	1890	3510	5400	7870	13761	23205	32244
6	15	26	59	105	153	225	425	632	925	1555	2525	3400	6654	10297	14328
	25	43	97	162	253	370	658	1065	1520	2530	4250	6175	10629	17108	24042
	40	71	157	270	405	595	1025	1620	2270	4210	6475	9445	16515	27849	38697
7	15	29	63	110	165	260	445	705	952	1815	2765	3990	7390	12015	16096
	25	49	114	190	288	450	785	1205	1750	3025	4815	6900	12288	19377	27080
	40	76	177	303	455	690	1210	1865	2520	4585	7560	10880	19141	30978	43470
8	15	32	70	126	190	285	475	800	1125	1990	3025	4540	8042	12625	17728
	25	54	122	205	320	465	810	1260	1870	3240	5220	7120	13140	21600	30210
	40	84	192	327	510	730	1370	2065	3120	5135	8395	12470	21247	33669	46858
10	15	41	95	155	250	372	626	1012	1465	2495	3995	5860	9994	16172	22713
	25	66	145	257	405	562	990	1530	2205	3825	6295	8995	15966	25860	35890
	40	104	216	408	615	910	1635	2545	3600	6230	9880	14390	26621	41011	57560
14	15	50	121	205	310	465	810	1270	1870	3220	5215	7390	12921	20538	29016
	25	85	195	331	520	740	1375	2080	3120	5200	8500	12560	21720	34139	47128
	40	126	305	555	825	1210	2195	3425	4735	8510	13050	18630	35548	54883	76534

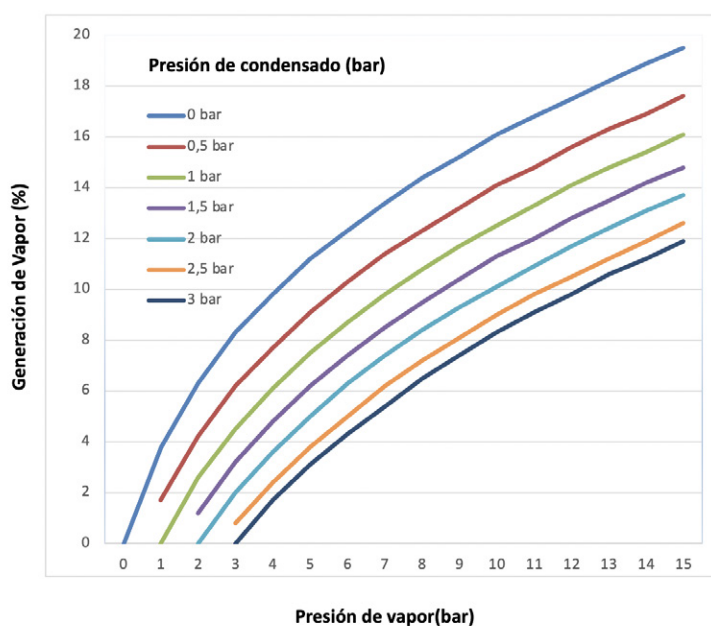
■ Anexo II. Resumen de la tabla de vapor

Resumen de vapor condensado (%)

Presión de vapor (bar)	Presión de condensado (bar)						
	0 ¹⁾	0.5	1	1.5	2	2.5	3
0	0.0						
1	3.8	1.7	0.0				
2	6.3	4.2	2.6	1.2	0.0		
3	8.3	6.2	4.5	3.2	2.0	0.8	0.0
4	9.8	7.7	6.1	4.8	3.6	2.4	1.7
5	11.2	9.1	7.5	6.2	5.0	3.8	3.1
6	12.3	10.3	8.7	7.4	6.3	5.0	4.3
7	13.4	11.4	9.8	8.5	7.4	6.2	5.4
8	14.4	12.3	10.8	9.5	8.4	7.2	6.5
9	15.2	13.2	11.7	10.4	9.3	8.1	7.4
10	16.1	14.1	12.5	11.3	10.1	9.0	8.3
11	16.8	14.8	13.3	12.0	10.9	9.8	9.1
12	17.5	15.6	14.1	12.8	11.7	10.5	9.8
13	18.2	16.3	14.8	13.5	12.4	11.2	10.6
14	18.9	16.9	15.4	14.2	13.1	11.9	11.2
15	19.5	17.6	16.1	14.8	13.7	12.6	11.9

1) Es común ventilar los sistemas de condensación en la atmósfera, donde la presión es de 0 bar.

1 bar = 105 Pa (N/m²) = 10.197 kp/m² = 10.20 m H₂O = 0.9869 atm = 14.50 psi (lbf/in²)



12 NORMAS DE INSTALACIÓN

■ TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO PROVISORIO

La caldera debe transportarse utilizando los puntos de izado y transporte, y con los equipos adecuados.

Movimientos horizontales: el desplazamiento horizontal es posible a través del traslado controlado de la tubería, cuando sea imposible utilizar un montacargas.

La caldera debe estar protegida contra estallidos mecánicos y colisiones durante la carga, el transporte y la descarga.

Durante el almacenamiento provisorio y antes del transporte y la instalación, la caldera debe estar protegida contra los daños que pueden resultar debido a la humedad y a los agentes mecánicos externos.



UTILICE LA CALDERA CONFORME A LAS ADVERTENCIAS Y RECOMENDACIONES QUE SE INDICAN EN ESTA GUÍA DE INSTRUCCIONES

■ INSTALACIÓN

El sitio de instalación de la caldera debe cumplir con los procedimientos y las normas relacionadas. La puerta de la sala de calderas debe abrirse hacia el exterior. Además, debe haber una entrada de aire puro al nivel del piso y una salida de aire contaminado al nivel del techo. No debe conectarse más de una caldera a la misma chimenea.

La caldera debe instalarse sobre un cimiento elevado del piso. Las bases posteriores se han fabricado como un sistema deslizante a fines de conformidad con la norma de expansión térmica. Los pernos del sistema deslizante deben aflojarse para permitir que éste funcione.

Las conexiones mecánicas de la caldera deben cumplir con el Diagrama del circuito de instalación.

Se recomienda comprar la caldera como paquete con armadura incluida. En caso de comprar la caldera de vapor sin la armadura, la armadura que se elija debe coincidir con la presión operativa de la caldera y los procedimientos y las normas asociadas. La instalación debe realizarla personal técnico calificado.

En la caldera deben estar presentes los siguientes dispositivos de control:

- Al menos 2 manómetros (Ø100 mm mín)
- 1 presostato (cantidad de etapas del quemador + 1)
- Termómetro (para el gas de la chimenea y la temperatura del agua de inyección)
- Al menos 2 indicadores de nivel
- Dispositivo de alimentación automática
- Al menos 2 válvulas de seguridad

Se recomienda que en la caldera haya una alarma:

- Alarma de nivel de agua alto y bajo

Bloque automático y equipo físico de protección

En función del tipo, capacidad y características, y para que las calderas funcionen de manera segura, deben contar con sistemas de bloqueo de seguridad y circuitos de alarmas. Se recomienda que en la caldera haya al menos los siguientes elementos de bloqueo:

- Un sistema de seguridad de llama principal que supervisará continuamente la llama de encendido inicial y detendrá el circuito de ignición si la llama se extingue.
- Un monitor fotoeléctrico que controle la llama del quemador principal, corte el combustible y apague la llama si ésta se extingue o la combustión genera humo excesivo.
- Un interruptor regulable de seguridad para la presión (presostato) que detenga el quemador cuando la presión del vapor sea demasiado alta.
- Un dispositivo de control de nivel que detenga el quemador cuando el nivel de agua sea demasiado bajo.
- En calderas con combustión a querosén, un presostato regulable que corte el combustible si desciende la presión de salida de la bomba de combustible.
- En calderas con combustión a fueloil, un termostato regulable que corte el combustible si desciende la temperatura del combustible.
- Un presostato que cierre el quemador en caso de que descienda la presión del aire de combustión de la caldera.
- Si se aplica atomización durante la combustión del combustible líquido, el equipo físico debe cortar el combustible si desciende la presión del entorno de atomización (vapor o aire presurizado).
- En calderas con combustión a gas, un presostato regulable que corte el combustible si desciende la presión del gas.
- Deben realizarse tareas de inspección, mantenimiento, control y ajuste en las mirillas de los medidores, las válvulas de descarga, las válvulas de control, los medidores de presión y temperatura, las válvulas de seguridad, los dispositivos de control y medición, el equipo físico de bloqueo y protección, los calentadores de aire, las bombas de alimentación de la caldera y los sopladores.
- El panel eléctrico, el ventilador y el panel del quemador y los impulsores de la bomba de alimentación de la caldera deben limpiarse con aire seco presurizado. Deben estar protegidos contra el polvo y el agua.

■ SELECCIÓN E INSTALACIÓN DEL QUEMADOR

Para lograr una combustión de buen rendimiento, el quemador que se acoplará a la caldera debe seleccionarse de acuerdo con la cámara de combustión definida en la sección de especificaciones técnicas de la caldera.

Durante la instalación del quemador, debe procurarse que el eje de la boquilla del quemador coincida con el eje de la cámara de combustión.

Para evitar la entrada de aire excesivo desde el exterior a la cámara de combustión, la instalación del quemador debe realizarse con cuidado para evitar fugas.

El combustible que se utiliza para el funcionamiento debe cumplir con las recomendaciones del fabricante del quemador.

Debe seleccionarse un quemador adecuado, según la potencia nominal de la caldera y cuya presión de la cámara de combustión (en capacidad nominal) se ajuste a la contrapresión de la caldera. Cuando se ordena una caldera, el personal de ventas debe informar sobre el quemador seleccionado para facilitar el diseño de la puerta de la caldera y para que la brida de conexión se adapte al quemador.

■ SELECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL COMBUSTIBLE

Debe adquirirse combustible que cumpla con las características indicadas en el manual del usuario del quemador o en los catálogos del proveedor.

Las líneas de transferencia deben cumplir con las especificaciones técnicas, las guías de procedimientos y las normas vigentes. Los niveles del eje del quemador y del tanque de combustible no deben superar las cifras especificadas en el manual de usuario del quemador.

Los tanques de combustible deben ajustarse a las normas. Entre el tanque de combustible y la caldera debe haber una pared.

Si el combustible es aceite, deben realizarse los arreglos necesarios e instalarse los sistemas adecuados para la circulación del combustible desde el tanque al quemador.

■ EQUIPO FÍSICO DEL COMBUSTIBLE

En relación al funcionamiento de una caldera, es muy importante el equipo físico para el combustible. Existen diferentes equipos físicos de quemadores para diversos combustibles. También se utilizan sistemas automáticos para el quemado de combustible. Dado que el sistema puede presentar fallas de funcionamiento en cualquier momento y por cualquier motivo durante el quemado automático de combustible, el personal a cargo del funcionamiento de calderas controladas por combustión automática debe estar capacitado para el manejo manual de la caldera cuando sea necesario. Los operarios encargados de la caldera deben supervisar continuamente el funcionamiento automático y, en casos de emergencia, el sistema debe transferirse inmediatamente al modo manual.

El equipo físico para el combustible debe controlarse antes del encendido, sea cual fuere el tipo de combustible con el cual funciona la caldera.

Cuando una caldera o un quemador se enciende por primera vez, después de apagarse por algún motivo, debe ventilarse durante al menos 2 minutos para que se purguen las mezclas de gases inflamables que pudieron haberse acumulado en el horno y en los canales de gas de la chimenea.

Equipo físico del combustible líquido

En calderas de combustible líquido, antes de encenderlas por primera vez, deben revisarse el tanque, el calentador, la bomba y los sistemas de válvula y tubería relacionados con el circuito de combustible para garantizar que se encuentren en buenas condiciones y que funcionen normalmente.

Si el tanque de combustible líquido está ubicado a un nivel más bajo que la bomba de combustible, deben inspeccionarse las piezas como válvulas, bridas y filtros. Deben tomarse precauciones contra fugas en la tubería de succión y debe evitarse que la bomba succione aire. Cuando se utiliza fueloil como combustible líquido, todos los quemadores que funcionan con electricidad o vapor deben controlarse para comprobar que funcionen correctamente. En calentadores a vapor, debe controlarse la existencia de fugas de fueloil hacia el lado de vapor. Para comprender esta situación, debe ponerse en marcha la bomba de aceite y con la válvula de seguridad de la bomba o la primera válvula después de la salida del calentador en la tubería de fueloil, se debe aplicar durante cinco minutos la presión más alta del sistema mientras se cierra el vapor en el lado de fueloil del calentador. Después, la entrada de vapor debe abrirse por completo y controlarse el agua del condensador para detectar la presencia de fueloil.

En calderas de combustible líquido, el motivo más importante de la mala combustión es que el combustible no se atomiza por completo. Para garantizar una atomización completa, debe aplicarse el tipo de atomización recomendada por el fabricante.

Se debe descargar el agua acumulada en el fondo del tanque de combustible.

Después de asegurar la fluidez del fueloil en las tuberías, debe procurarse la circulación del combustible poniendo en funcionamiento la bomba. Antes, se debe purgar todo el aire del equipo físico del fueloil.

Antes de encender la caldera deben eliminarse los residuos de combustible acumulados en el quemador, el frente de la caldera y especialmente en la base del horno.

Cuando se deba reducir la carga mientras la caldera esté en funcionamiento, los quemadores encendidos deben apagarse de a uno. La cantidad de combustible necesario nunca debe estar por debajo del mínimo para no poner en peligro la continuidad de la llama.

Equipo físico del gas combustible

Antes del encendido se deben controlar las fugas en los puntos articulados como válvulas y bridas en la tubería de gas; se deben inspeccionar los equipos físicos de combustión, las piezas metálicas como quemadores y válvulas de control, y también se deben eliminar inmediatamente las fugas.

Después de ajustar las cantidades de gas y aire a los valores del primer encendido, deben encenderse los quemadores. Nunca se debe encender un quemador desde la llama de otro quemador en funcionamiento.

En equipos físicos de combustión a gas y a combustible líquido, las válvulas de combustible ubicadas después del último manómetro, frente al quemador o al grupo de quemadores, siempre deben permanecer completamente abiertas durante la combustión. De lo contrario, no es posible supervisar el estado real del quemador (como el valor real de la presión de alimentación del combustible).

La llama del primer encendido del equipo físico en calderas del tipo HDR debe ser lo suficientemente grande como para superar la contrapresión de la caldera.

■ NORMAS DE SEGURIDAD

- El uso de la caldera sólo es para la producción de vapor.
- El uso de la caldera debe ser conforme a las advertencias y recomendaciones del presente procedimiento.
- La instalación de vapor debe estar a cargo de personal autorizado.
- Las conexiones eléctricas de la caldera deben estar a cargo de personal autorizado.
- No debe ponerse en funcionamiento la caldera si el nivel de agua es inferior al mínimo.
- Al abrir la puerta principal, el quemador debe estar apagado y la energía desconectada.
- El personal a cargo del funcionamiento de la caldera debe contar con certificación que lo habilite.
- La chimenea debe cumplir con las normas de construcción de chimeneas. No está permitido el uso de ladrillos huecos ni briquetas.
- La limpieza de la chimenea debe realizarse 2 veces al año; además, debe garantizarse que no presente grietas ni orificios. La puerta de acceso para realizar tareas de limpieza debe permanecer cerrada y correctamente aislada.
- Durante la primera puesta en funcionamiento y en los siguientes encendidos se debe controlar que la caldera y el tanque condensador estén llenos de agua y que estén abiertas las válvulas de succión y descarga de la bomba de alimentación de la caldera que se pondrá en funcionamiento. También debe controlarse que se haya realizado la purga de la bomba de aire y que la bomba gire en la dirección correcta.
- Si durante el funcionamiento se detectan ruidos no habituales en la caldera o en la instalación, debe apagarse inmediatamente el quemador y liberarse la presión mediante las líneas de descarga. Después, se debe determinar la falla y eliminarla.
- En regiones de clima frío deben tomarse las medidas necesarias para evitar que la temperatura de la caldera y del tanque condensador descienda hasta el punto de congelación.
- Excepto antes del encendido, la caldera no debe llenarse con agua fría. La temperatura del agua de alimentación debe ser de 80 °C para una presión de 10 bares. En ningún caso se recomienda que descienda por debajo de 70 °C. Debe utilizarse en procesos en los que el retorno del condensador sea bajo o nulo y cuando la temperatura del agua del condensador sea baja. El calentamiento del tanque condensador debe garantizarse conectándolo a la línea del calentador de vapor.
- El nivel de agua de la caldera debe controlarse continuamente. Si no es posible observar correctamente el nivel de agua o el indicador está defectuoso, el quemador debe detenerse inmediatamente y limpiar la mirilla del medidor, localizar el error y corregirlo. Se debe controlar con frecuencia que la válvula del medidor y las tuberías de conexión no estén bloqueadas internamente.
- Los dispositivos de alimentación de la caldera deben permanecer en buenas condiciones de funcionamiento; al menos una vez por turno debe abrirse la válvula de descarga del dispositivo para eliminar posibles depósitos y debe realizarse una inspección de la distancia entre tuberías. Una vez al mes se debe abrir y controlar el cuerpo del dispositivo de alimentación, limpiar cualquier depósito existente y controlar las tuberías de conexión y las válvulas con un cable para eliminar obstrucciones. Deben tomarse medidas para evitar el uso de agua dura que pueda provocar depósitos, o utilizar de manera más regular el dispositivo para ablandar agua.
- En situaciones poco habituales, por ejemplo cuando el nivel del agua desciende rápidamente, la presión del vapor asciende con rapidez, se observa el enrojecimiento y curvatura de algunas piezas de la caldera o se detecta alguna fuga, el quemador debe apagarse inmediatamente. El vapor debe salir por la descarga y debe notificarse a las autoridades.
- Si el quemador no funciona, no presione el botón de reinicio más de dos veces y llame al técnico del servicio autorizado.

- Si se observan fugas y pérdidas en las conexiones de combustible del quemador y en las líneas de transferencia, el quemador debe apagarse inmediatamente y cerrarse las válvulas de la línea. En el caso de usar gas natural o gas licuado, utilice un detector de fugas en la sala de calderas y un sistema de cierre automático de combustible en la entrada principal.
- En el caso de usar gas licuado, cuando observe escarcha y gotas de rocío sobre las tuberías de combustible debido a la licuefacción del gas residual de la noche anterior, especialmente en días fríos, no ponga en funcionamiento el quemador en ninguna circunstancia. El gas licuado debe descargarse de manera segura desde el agujero de drenaje. (La licuefacción también puede formarse en climas normales debido a problemas en el control del nivel de gasificación o en el regulador de línea).
- La puerta de la caldera no debe abrirse en ninguna circunstancia antes de detener el quemador y cortar la energía.



LA INSTALCIÓN DEL SISTEMA DE VAPOR DEBE ESTAR A CARGO DE PERSONAL AUTORIZADO.

■ PREPARACIÓN DE LA CALDERA PARA EL FUNCIONAMIENTO Y EL PRIMER ENCENDIDO

Preparaciones iniciales

Antes de encender una caldera nueva, o a la que se le realizaron tareas de reparación o mantenimiento, inspeccione minuciosamente tanto el lado de agua como el lado de gas (interior del horno, cámara, canales de la chimenea de gas, canales de aire, calentador de aire y cámara de combustión del quemador), también debe limpiar los juegos de herramientas, las piezas de tela, las piezas de hierro, la estopa, etc. Además, lave o barra para quitar el polvo, el hollín y la escoria.

Deben ajustarse todos los lugares donde existan piezas internas flojas y demás elementos como soportes, abrazaderas o similares. Después, deben cerrarse todas las entradas y ajustarse los pozos de inspección con juntas adecuadas.

Asegúrese de que las piezas metálicas del equipo para el combustible y el sistema de corriente de la chimenea funcionen correctamente. Controle las aletas existentes para facilitar la apertura y el cierre. Si existen controles de combustión automáticos u otros controles automáticos, realice los ajustes, pruebas y calibraciones asociadas, y procure que el estado de funcionamiento del sistema no presente fallas.

Después de comprobar que las válvulas de descarga y alivio, las válvulas de alivio del indicador de nivel y las válvulas de control funcionan correctamente y no presentan fugas, ciérrelas.

Llene con agua según las especificación requeridas (consulte: Especificaciones del agua de alimentación de la caldera, página 36) hasta observar que se alcanza el nivel normal indicado en la página 22. Durante este proceso, deje abiertas las válvulas de aire para evitar que quede atrapado en alguna de las partes de la caldera.

Cuando la caldera se haya llenado hasta el nivel deseado, detenga la inyección de agua. Abra completamente las válvulas de la columna de nivel de agua y de descarga del indicador de nivel, y permita una pequeña descarga para determinar si existen obstrucciones en las válvulas o en las tuberías. Realice controles mediante purgas desde las demás válvulas de descarga relacionadas con la caldera. Asegúrese de que el medidor principal de presión del vapor muestre el valor correcto (además, controle las conexiones del medidor de presión con la caldera).

Si la caldera no está acoplada a la tubería principal de vapor con una válvula solamente, para comprobar que funcione correctamente, controle la válvula de salida de vapor abriéndola y cerrándola. No ajuste demasiado esta válvula para evitar que se atasque por la expansión de calor cuando se produce el vapor. Cuando la caldera esté caliente y comience a ingresar vapor desde la tubería de descarga, permita que se expulse el aire del interior de la caldera, el vapor debe esperar un rato más; luego, ajuste completamente la válvula de descarga. Dado que el nivel de agua se eleva a medida que se calienta, mantenga el nivel de agua descargándola desde la base.

Para liberar los pernos, afloje las tuercas que se encuentran en las bases de la caldera.

Funcionamiento y primer arranque

- Controle el sistema y las conexiones de la caldera.
- Llene la caldera con agua químicamente adecuada hasta el nivel requerido. Mantenga abierta la válvula de descarga de aire para permitir su expulsión mientras la caldera se llena de agua. (La válvula de descarga debe mantenerse abierta hasta observar la salida del vapor). Cuando el nivel de agua sea el deseado, el dispositivo de alimentación de la caldera detendrá automáticamente la bomba de alimentación. Abra y controle que no existan obstrucciones en las válvulas de descarga de la base y de la superficie, en el dispositivo de alimentación de la caldera y en las válvulas del indicador de nivel.
- Durante el primer funcionamiento de la caldera o durante la ignición inicial de una caldera fría, el quemador debe estar encendido y funcionar durante al menos 10 minutos. Espere 10 minutos en el 1º nivel de llama pequeña y por lo menos 1 hora para permitir que la presión y la temperatura aumenten gradualmente para así evitar el esfuerzo térmico.
- Cuando la caldera comience a acumular presión, abra un poco la válvula de salida de vapor para permitir que el vapor dentro del sistema comience a calentarse gradualmente. Cuando la presión de vapor alcance $\frac{1}{4}$ de la presión operativa detenga el quemador y espere entre 5 y 10 minutos para que se realice una distribución balanceada de calor en el sistema. Después, reinicie el quemador para retomar el encendido. La presión operativa debe lograrse lo más lentamente posible. Cuando la presión de vapor alcance el nivel establecido en el presostato, el quemador se detendrá y se evitarán aumentos de presión posteriores.
- Después de que la caldera alcance la presión operativa, abra durante 10 segundos la descarga de superficie y durante 5 segundos la descarga inferior para limpiar sustancias indeseadas de la caldera. Se recomienda el uso de sistemas automáticos de descarga con el fin de evitar errores humanos y negligencias en el funcionamiento de la caldera.
- En calderas sin sistemas automáticos de descarga, debe analizarse el agua de la caldera y, si se halla alto el índice de conductividad, debe realizarse con mayor frecuencia la descarga de superficie. Cuando el valor de dureza es elevado, debe realizarse con mayor frecuencia la descarga de la base.
- Periódicamente deben repetirse los análisis del agua de la caldera y de alimentación. Si alguno de los resultados es negativo, deben implementarse procedimientos de mejora bajo el control de un químico experto en aguas. Consulte a nuestra empresa sobre estos temas.
- Cuando no sea posible realizar análisis del agua, tres veces al día deben realizarse descargas de la superficie y de la base. Las descargas de la base deben realizarse varias veces con la válvula de descarga inferior completamente abierta durante 3 segundos como máximo. Las descargas de superficie deben realizarse con la válvula de descarga apenas abierta, pero por períodos de tiempo más prolongados.
- El funcionamiento de los medidores de la caldera y de los dispositivos de control debe controlarse continuamente todos los días. En caso de observar una condición de funcionamiento fuera de lo normal, debe apagarse la caldera y permanecer bajo control para realizar las inspecciones y evaluaciones necesarias. Reemplace los dispositivos defectuosos, si corresponde.
- La temperatura del tanque condensador debe controlarse continuamente y no permitir que supere los 80°C. La alta temperatura del agua puede provocar cavitación en las bombas de alimentación de la caldera, lo que podría ocasionar fallas a corto plazo. El bombeo intermitente de agua dentro de la caldera puede interrumpir su normal funcionamiento. Por este motivo, deben controlarse los toques del condensador en las líneas, limpiarse uno por uno y reemplazarse si se observan fugas de vapor.
- Durante el encendido de la caldera y la acumulación de presión, deben controlarse las armaduras y las conexiones de la caldera, como así también los bordes de las juntas de la puerta del pozo de inspección; si se observa alguna fuga, elimínala. Las fugas que se detecten después de alcanzar la presión operativa no deben repararse inmediatamente. La intervención debe realizarse después de detener la combustión, de despresurizar la caldera y de que haya descendido la temperatura de los materiales para permitir su manipulación.
- Las válvulas de vapor deben abrirse y cerrarse lentamente. De lo contrario, podrían producirse impactos de vapor.

■ AJUSTES Y CONTROLES QUE DEBEN REALIZARSE

Se recomienda comprar la caldera como un paquete que incluya las armaduras. Para calderas que no se compraron como paquete, deben utilizarse armaduras que se ajusten a los valores nominales de la caldera y que cumplan con las normas. Para la selección de la armadura adecuada, puede solicitar asesoramiento a nuestra empresa.

El ajuste de la capacidad del quemador debe realizarlo una empresa de quemadores con presencia en el mercado, y ésta no debe exceder el valor nominal de la caldera.

Los ajustes del presostato no deben superar la presión operativa de la caldera y deben cumplir con los requisitos del proceso.

La bomba de alimentación de agua de la caldera debe girar en la dirección que indica la flecha; si está en contramarcha, las conexiones de fase deben ser inversas.

El nivel de agua de la caldera debe controlarse desde el indicador de nivel, la presión desde el manómetro y el funcionamiento del dispositivo de alimentación de la caldera debe supervisarse de forma continua. Una vez al mes debe comprobarse la presión de apertura de la válvula de seguridad (consulte la tabla de ajustes de la válvula de seguridad en la página 25) y, si se utiliza una válvula de seguridad ponderada, las posiciones del peso deben controlarse constantemente para verificar que permanezcan en las posiciones marcadas.

Control de las válvulas de seguridad

En el arranque deben registrarse los valores nominales de las válvulas de seguridad. Conserve los registros. En calderas que tienen más de una válvula de seguridad, primero debe controlarse la válvula que abre a mayor presión. Por eso, las válvulas reguladas a presiones de apertura superiores deben bloquearse con mecanismos especiales; el resorte de la válvula que va a controlarse debe permanecer liberado. Cuando la caldera alcance la presión operativa, debe abrirse y cerrarse varias veces la válvula de seguridad manualmente. De esta manera se asegura el correcto funcionamiento y se calienta el cuerpo de la válvula.

Después, la presión de la caldera debe aumentarse al valor de la válvula de descarga y se debe controlar que la válvula abra automáticamente a la presión requerida. Una vez abierta la válvula de seguridad se debe detener la combustión y bajar la presión del vapor de descarga hasta un nivel que permita el funcionamiento seguro de la válvula.

Las válvulas de seguridad que no estén reguladas al valor nominal deseado se ajustan según las recomendaciones del fabricante. Mientras se ajustan las válvulas de seguridad (especialmente válvulas para calderas de alta presión y capacidad) la presión de la caldera debe estar 20% por debajo de la presión operativa. La misma inspección debe repetirse después de ajustar la válvula.

Control del nivel de agua

Durante el funcionamiento de la caldera, el nivel de agua debe mantenerse al valor deseado con la mayor constancia posible. Para calderas de alta capacidad y con cambios constantes en la corriente de vapor, deberá procurarse un control automático del nivel de agua. Sin embargo, debe tenerse en cuenta la probabilidad de fallas en el dispositivo y, por ese motivo, los operarios deberán supervisar continuamente el nivel de agua.

Deben existir al menos 2 herramientas para medir y controlar el nivel de agua en cada caldera; uno de ellos debe ser la mirilla. Si se observan diferencias entre los medidores, debe averiguarse el motivo y corregirlo.

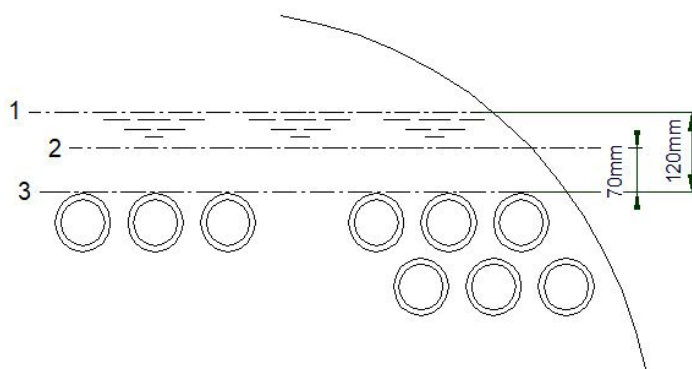
Al menos una vez por turno debe descargarse el dispositivo de control de nivel mediante la apertura de su válvula de descarga; luego debe cerrarse para observar que el dispositivo vuelva a llenarse con agua.

En la mirilla deben marcarse los niveles de agua máximo y mínimo. La mirilla y sus periféricos deben estar bien iluminados y se debe controlar que no existan fugas de vapor. Debe mantenerse limpia. Si no puede observarse el nivel de agua, debe realizarse una descarga de agua.

1 Nivel normal de agua

2 Nivel mínimo permitido

3 Punto más alto de nivel de calor

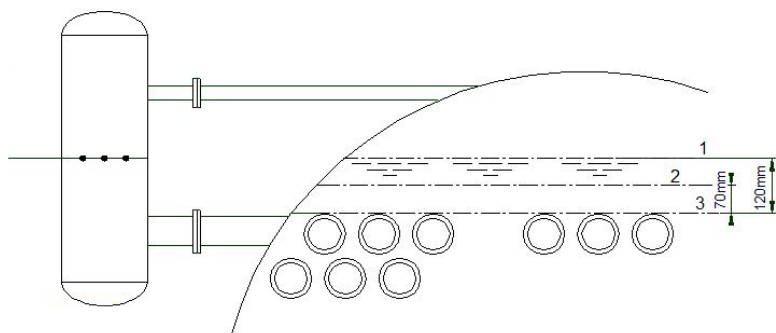


Nivel de agua de la caldera

En calderas con control automático de nivel de agua, si éste disminuye o aumenta en exceso, el sistema debe pasarse de control automático a control manual. Después de realizar el cambio, el sistema no debe conectarse a control automático sin antes entender y corregir el motivo de la falla.

En caso de utilizarse un electrodo de nivel, consulte la opinión de la empresa fabricante y vendedora.

ADECUADO



Instalación del dispositivo automático de alimentación de la caldera

Control de la espuma

Cuando se forma espuma, lo que se manifiesta en fluctuaciones del nivel de agua y en descensos inexplicables en la temperatura del vapor, debe reducirse la corriente de vapor para restaurar el nivel constante de agua. Para retirar la espuma, el agua debe volver al nivel normal y el vapor debe descargarse continuamente al nivel de la espuma. Debe llenarse la caldera con agua dulce y la descarga de la espuma debe continuar hasta que no se forme más; si no se puede impedir la formación de espuma, entonces la caldera debe detenerse y se deben investigar las causas del problema.

Control del agua de alimentación de la caldera

El agua de alimentación debe enviarse a la caldera después de pasar por un dispositivo ablandador de agua y deben eliminarse las condiciones indeseadas mediante análisis constantes del agua.

Las bombas de agua de alimentación de la caldera deben mantenerse bajo control durante el funcionamiento y, en caso de producirse una falla, inmediatamente debe ponerse en funcionamiento la bomba de repuesto para evitar que se corte el agua de alimentación.

Purga

Es posible mantener la concentración de sólidos dispersos en el agua de la caldera (TDS: sólidos totalmente disueltos) en un nivel aceptable mediante análisis constantes del agua de alimentación y purgas continuas de las tuberías de purga instaladas para ese fin. Si no se realizan los análisis que pueden determinar la cantidad de purga continua y la duración, la caldera deberá purgarse mediante la apertura completa de la válvula de purga inferior una vez en cada turno. Las purgas deben realizarse cuando la corriente de vapor está el mínimo.

Cuando se purgan calderas que tienen válvulas dobles en la línea de purga, la primera válvula en abrirse es la última en cerrarse. Las válvulas de purga deben abrirse con cuidado y lentamente.

El sistema de purga debe inspeccionarse con frecuencia y las válvulas con fugas deben repararse o reemplazarse. Las fugas a alta presión o temperatura deben eliminarse después de cerrar el quemador y bajar la presión.

Durante purgas de alto volumen, la válvula de cierre debe abrirse lentamente hasta el final y luego la purga debe realizarse girando muy despacio la válvula de a 1/2 giro. En este caso, la purga debe realizarse hasta que el nivel de agua en el medidor de nivel descienda de 1.5 a 2 cm. Si se requiere mayor purgado, debe completarse abriendo completamente la válvula de purga. Después de esta etapa, primero debe cerrarse la válvula de purga y después la válvula de cierre.

■ QUÉ SE DEBE HACER EN CONDICIONES DE EMERGENCIA

Nivel de agua anormalmente bajo

Cualquiera sea el motivo, si el nivel de agua en el medidor desciende por debajo del mínimo, el quemador debe detenerse inmediatamente y la salida de vapor debe cerrarse. Después, deben investigarse los motivos.

Es muy peligroso llenar de agua inmediatamente la caldera y restablecer el nivel de agua a su estado anterior. Después de que la caldera se enfríe, debe llenarse de agua bajo supervisión.

Cuando se entiendan los motivos del descenso en el nivel de agua y se haya eliminado la falla, debe restablecerse el nivel normal de agua y encenderse la caldera. En calderas con alarmas eléctricas y sistemas de bloqueo, que notifican el nivel bajo de agua, dichos sistemas deben mantenerse siempre en buen estado de funcionamiento para que brinden protección contra descensos repentinos del nivel.



REALICE LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO
COMPLETOS DE LA CALDERA Y SUS ACCESORIOS

13 NORMAS PARA LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LA CALDERA

■ Generalidades

La planificación de las tareas de mantenimiento periódicas en la caldera debe hacerse de acuerdo con las condiciones de funcionamiento y con la rapidez con que se ensucia.

En condiciones normales de funcionamiento, el mantenimiento de las calderas del lado del humo (limpieza del turbulador y de la tubería de humo) debe realizarse al menos una vez cada 2 semanas para las calderas de combustible líquido y al menos una vez cada 2 meses para las de gas. El mantenimiento del lado del agua deber ser al menos una vez cada 6 meses en ambas. Si la caldera se ensucia más rápido debido a las condiciones de funcionamiento, el período de mantenimiento debe acortarse.

Además, con el fin de eliminar fallos de funcionamiento que se observan en las calderas de vapor, éstas deben someterse al menos una vez al año por una inspección y mantenimiento generales tanto la caldera como su equipamiento, además de las inspecciones exigidas por la normativa vigente.

La inspección, el mantenimiento, los controles y los accesorios de la caldera deben realizarse conforme a las instrucciones del fabricante.

■ Válvulas de seguridad

Según los modelos de las calderas Ygnis, éstas irán provistas de una o dos válvulas de seguridad según modelo. Siempre deben estar en buenas condiciones de funcionamiento.

Al menos una vez al año, las válvulas de seguridad deben pasar por pruebas en caliente y debe controlarse que cumplan con los valores de apertura y cierre, según los valores nominales.

Para válvulas de seguridad nuevas, los valores nominales deben controlarse verificando los ajustes realizados por el fabricante.

Si durante el funcionamiento se observa una fuga en la válvula de seguridad, debe abrirse manualmente para eliminar la fuga y debe purgarse el vapor durante un breve período para permitir la descarga de sustancias extrañas que puedan existir en el asiento de la válvula. Si la fuga continúa, después de enfriar la caldera debe extraerse la válvula para su reparación. En válvulas de seguridad con fugas no debe aumentarse la presión del resorte para eliminar la fuga.

Durante el control de apertura de la válvula de seguridad debe tenerse en cuenta la siguiente fórmula:

$$P_{\text{apertura}} = 1.05 \times P_{\text{servicio}}$$

EJEMPLO: la presión de ajuste de la válvula de seguridad para 6 bares de presión de servicio:

$$P_{\text{apertura}} = 1.05 \times 6 = 6.3 \text{ bares}$$

■ Bombas de agua de alimentación

Antes de poner en funcionamiento las bombas de alimentación de la caldera, deben quitarse las sustancias protectoras de las superficies brillantes externas colocadas por los fabricantes. La bomba de succión debe controlarse y realizarse la inyección de agua.

Las bombas de alimentación de la caldera deben utilizarse de manera alternada para equilibrar la vida útil de cada una de ellas. En caso de que se escuchen ruidos mecánicos anormales provenientes de los cojinetes o de los elementos internos de la bomba, o que se produzcan frecuentes cortes térmicos, comuníquese con el servicio técnico autorizado.

■ Parada de la caldera

Las calderas de vapor Ygnis son de funcionamiento automático, es decir, nivel de agua y presión de trabajo se mantienen en condiciones normales de funcionamiento de manera automática.

Cuando esté previsto realizar una parada prolongada de la caldera deberán seguirse los siguientes pasos.

Desconectar interruptor general lateral del cuadro.

Exista o no una válvula de control en la salida de la caldera, la válvula de cierre en la salida de vapor debe cerrarse bien después de apagar la llama. Si en la salida hay dos válvulas de cierre, el vapor en la tubería que está entre ellas debe purgarse después de cerrar ambas válvulas.

Después de cortar el combustible, si existe un medio atomizante tal como vapor o aire presurizado, debe cerrarse la entrada del medio atomizante.

Si el nivel de agua de la caldera es normal, debe detenerse la bomba de agua de alimentación. La válvula de entrada debe cerrarse y, si el nivel de agua es demasiado alto, realizar una purga para llevarlo al nivel normal.

El período de enfriamiento de la caldera difiere según el tipo, la capacidad y las características de la caldera. Para evitar la formación de calor diferencial, debe evitarse el enfriamiento rápido. En calderas de gran tamaño, durante el enfriamiento deben realizarse encendidos adicionales (cortos) para proporcionar una distribución pareja del calor.

■ Vaciado

Al dejar que la caldera se enfríe debe controlarse el descenso de la presión. Cuando la presión desciende de 2 a 2.5 bar debe abrirse la válvula de desaireación para evitar que las piezas trabajen bajo presión. Cuando la presión de la caldera alcance el valor de 0 bar y la temperatura del agua descienda por debajo de 90°C podrá vaciarse la caldera.

Si la caldera que debe vaciarse funciona en paralelo con otras calderas, solamente debe ponerse atención sobre la válvula de vaciado de esa caldera.

Después de vaciar por completo la caldera, las válvulas de purga deben cerrarse bien y deben colgarse las etiquetas de advertencia que indican que deben permanecer cerradas.

■ Preparación para las tareas de inspección y mantenimiento

- Para realizar las tareas de inspección y mantenimiento, la caldera debe estar parada, fría y vacía.
- Antes de acceder a la caldera para realizar la inspección, la válvula principal de vapor debe estar cerrada. Cuando exista una válvula de purga entre dos válvulas de salida de vapor, ésta debe estar abierta.
- La válvula de entrada del agua de alimentación de la caldera y las válvulas de purga deben estar cerradas y sobre ellas adheridas placas de advertencia.
- Si la válvula de purga de la caldera está conectada a las válvulas de purga de otras calderas, deben tomarse estrictas medidas de seguridad (por ejemplo, quitar los volantes después de cerrar las válvulas de purga).
- Todas las válvula de entrada de combustible deben estar cerradas y sobre ellas adheridas placas de advertencia. Para brindar seguridad al personal encargado del mantenimiento, deben quitarse las tuberías de ignición del quemador y, en calderas de combustión a gas, debe desconectarse la línea o retirarse parte de la tubería.
- Antes de acceder a la caldera, la cámara de combustión y los conductos de la chimenea deben airearse y purgarse los gases internos.
- Cuando ingrese el personal para realizar la inspección, deben colocarse avisos o placas de advertencia en lugares visibles para indicar que hay personas trabajando en el interior. Antes de ingresar, las puertas abisagradas deben permanecer completamente abiertas y sujetas por detrás.
- Antes de parar la caldera para realizar las tareas de inspección y mantenimiento debe soplar el hollín para limpiar las superficies calientes. A los fines de la inspección, primero limpie minuciosamente el hollín de las superficies de transferencia de la caldera, como tuberías.

- Las lámparas móviles y revestimientos que se utilizan para iluminar la caldera no deben superar los 42 W y los cables de extensión deben estar aislados y no presentar fallos. Los cables deben protegerse contra aplastamientos y cortes en posibles lugares con daños (como bordes afilados y aperturas de puertas); todos los dispositivos eléctricos que se utilizan deben estar correctamente conectados a tierra. Elija dispositivos que funcionen con bajos voltajes y realice los trabajos de conexiones de electricidad fuera de la caldera.

■ Inspección y mantenimiento de las superficies internas

Las superficies internas de las partes presurizadas de la caldera deben inspeccionarse para controlar la conformidad con las especificaciones del agua de alimentación y del agua que se utiliza en la caldera. Antes de ingresar a la caldera para realizar dicha tarea, la puerta debe permanecer abierta y la caldera debe haberse ventilado.

Durante la limpieza y el lavado mecánico no deben dañarse las tuberías bajo ninguna circunstancia.

■ Inspección de las superficies externas y demás partes

- Se deben retirar los turbuladores y limpiar las tuberías. Después de la limpieza, los turbuladores deben colocarse en su lugar. Para lograr una completa eficiencia de la caldera, los turbuladores deben instalarse en su totalidad.
- Deben eliminarse todas las fugas y pérdidas que se detecten. Al realizar los ajustes no debe aplicarse demasiada fuerza y, si la fuga no se detiene a pesar de los ajustes, los lugares con fugas deben abrirse y colocarse nuevas juntas después de la limpieza. Mientras se extraen las juntas de las bridas planas, debe ponerse cuidado para no rayar estas superficies.
- Las válvulas, tuberías, adaptadores para conexiones de tubería, tubos exteriores y el equipamiento de la caldera deben inspeccionarse para detectar fugas.
- Las bocas de inspección que presentan fugas deben pasarse a mantenimiento y deben eliminarse las fugas existentes.
- Si la chimenea se encuentra directamente sobre la caldera deben tomarse medidas para evitar que entre agua de lluvia; también deben controlarse las corrosiones.
- Debe inspeccionarse la mirilla y su posición para observar si existen desplazamientos y deben controlarse las tuberías que conectan la botella de nivel de agua a la caldera para comprobar si está ligeramente inclinada hacia la caldera.
- Durante el mantenimiento y la inspección, la caldera y sus periféricos como tomas de aire, base de la chimenea, quemadores, frente de la caldera, alimentación del combustible y dispositivos de control deben mantenerse siempre limpios. Las herramientas y conjuntos que se utilicen durante el mantenimiento no deben dejarse fuera de lugar.

■ Limpieza de las superficies internas

- Las superficies que están en contacto con el agua o el vapor durante el funcionamiento de la caldera deben limpiarse de sustancias como aceite, grasa, ácidos oleosos, óxido y pintura.
- Si la caldera se mantiene fuera de funcionamiento durante un período de tiempo, debe limpiarse por completo, como en la limpieza habitual. Las superficies deben limpiarse con solución sódica para eliminar la acidez.
- Si los depósitos formaron una capa, la limpieza con solución sódica debe repetirse tantas veces como sea necesario. La limpieza suficiente de azufre puede comprobarse con papel de pH (el valor del pH debe estar entre 7 y 9).
- Las puertas de la caldera deben permanecer cerradas para aislarla del aire. Además, debe colocarse un recipiente con cal viva o cualquier otro producto absorbedor de la humedad dentro de la caldera para mantener el aire seco en el interior.

■ Depósitos

Los depósitos sólidos en la caldera se presentan en forma de incrustaciones o lodo en tuberías y demás superficies.

El motivo de las incrustaciones es la falta de un medio químico que evite los depósitos que se forman en muchas calderas. Bajo condiciones específicas, dichos depósitos por lo general forman lodo, endurecimientos y adherencias en las superficies.

Las incrustaciones conducen al calentamiento excesivo de las superficies calientes y por consiguiente a perforaciones del material. Para garantizar que no se formarán incrustaciones, el agua de alimentación de la caldera debe pasar por un tratamiento que le proporcione las condiciones químicas deseadas antes de suministrarse a la caldera. El agua en la caldera debe mantenerse en condiciones químicas adecuadas.

El procedimiento químico correcto que se aplique al agua de la caldera debe controlarse periódicamente con análisis del agua de alimentación y del agua interior de la caldera.



Foto del interior de una caldera donde no se han realizado las operaciones pertinentes de limpieza y purgas.

Los sólidos dispersos se depositaron en las paredes de los tubos incapacitando el rendimiento y funcionamiento de la caldera.



Foto de incrustaciones.

■ Lodo

Deben evitarse las formaciones de lodo en las superficies de la caldera, ya que reducirán la transferencia de calor y producirán el recalentamiento de las superficies.

Al poner en funcionamiento la caldera, el agua del interior no debe vaciarse hasta que se haya enfriado completamente, también se debe evitar que el lodo así formado se solidifique sobre las superficies calientes.

■ Corrosión

La corrosión puede producirse tanto cuando la caldera está en funcionamiento como durante las paradas. Si en la caldera se consigue evitar que haya incrustaciones, la vida útil de las partes metálicas depende de los orificios o de la erosión en su superficie debido a la corrosión.

Si en los lugares con orificios existen manchas de óxido de hierro de color rojo o negro, estas manchas se han formado a causa del carácter neutro o alcalino del agua de la caldera.

Las principales fenómenos de corrosión en las calderas son provocados por oxígeno (pitting) o bien por la corrosión cáustica.

La corrosión por oxígeno consiste en la reacción del mismo disuelto en el agua con los componentes metálicos de la caldera en presencia de agua, provocando su disolución o conversión en sólidos solubles.

La corrosión cáustica se da en zonas de elevada carga térmica con sobreconcentración de sales alcalinas.

Si existe calor excesivo en zonas en las que el agua de la caldera está en contacto con las partes metálicas y la circulación no es la suficiente, se producen orificios o picaduras. Igualmente, puede formarse corrosión en agua neutra, aunque de manera más lenta. Como resultado de este tipo de corrosión se forma óxido de hierro y gas hidrógeno. En ocasiones, dadas las altas temperaturas que se generan debido a la mala transferencia del calor sobre las superficies con depósitos excesivos, los materiales depositados entran en reacción con el metal y esto lleva a la corrosión.

Por lo tanto, debe utilizarse el equipamiento necesario para purgar el agua de alimentación de la caldera de todo tipo de gases, especialmente del oxígeno. (Para este fin debe utilizarse un sistema de desgasificación térmica del agua de alimentación). Además, deben agregarse al agua de la caldera diversos químicos secuestradores de gases.

La concentración de CO_2 en el tanque de condensados de vapor también puede provocar efectos de corrosión en la caldera ya que son arrastrados a ésta con el agua de alimentación. Toda caldera con el lado de agua de color rojizo presenta problemas de corrosión en las líneas de retorno de condensados. Para evitarlo deberá instalarse un sistema de control de contaminación en los condensados disponible como opción.



Foto de pitting [corrosión por oxígeno]



Foto de corrosión cáustica

■ Prevención de la corrosión del lado del gas

Cuando se utiliza combustible líquido, especialmente fueloil pesado, el contenido de azufre llega a 3%. Durante la combustión el azufre se acumula en las superficies de fuego y humo. Durante las operaciones de arranque y parada, el vapor de agua del gas de la chimenea se condensa y el azufre se mezcla con el agua para formar ácido sulfúrico.

Para evitarlo:

- Debe utilizarse combustible líquido con bajo contenido de azufre.
- No se debe permitir que se junten hollín y tizón en las superficies calientes de la caldera (cámara de combustión, tuberías de humo, cajón de humo); el proceso de limpieza debe realizarse con la mayor frecuencia posible.
- El quemador no se debe detener con demasiada frecuencia.
- El aire empleado para la combustión del quemador debe estar en buenas condiciones. El ajuste del quemador debe realizarlo el servicio técnico autorizado con un analizador de gas de chimenea.

■ Grietas en las partes de acero

Las grietas de la caldera y de las tuberías de humo deben eliminarse de inmediato, ya que pueden generar consecuencias peligrosas.

14 ESPECIFICACIONES QUÍMICAS DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN Y DEL AGUA DE LA CALDERA

El agua que se usará en la caldera debe estar acondicionada. Las especificaciones químicas que deben cumplir el agua de alimentación y el agua de la caldera se muestran en las siguientes tablas y gráficos. Para que el funcionamiento de la caldera sea eficiente y económico, el agua de alimentación y el agua de la caldera deben controlarse continuamente para garantizar que estén presentes las condiciones químicas necesarias.

El grado de pureza del vapor y el grado de polución deberán determinarse mediante muestras tomadas del tanque de condensados de vapor.

■ Deterioro de la pureza del vapor

Las sustancias extrañas líquidas y sólidas transportadas en el vapor que se producen en la caldera son contaminantes que deterioran la pureza del vapor. Las sustancias líquidas son las pequeñas gotas de agua que se arrastran junto con la evaporación y las sólidas son sustancias suspendidas o disueltas que se arrastran junto con las mencionadas gotitas de agua o el vapor.

Arrastre del agua: se arrastra a lo largo de grandes volúmenes junto con el vapor debido al aumento del nivel en la caldera o al aumento repentino del caudal de vapor durante un breve período, por cualquier motivo. El arrastre del agua provoca impactos de agua en las tuberías de vapor.

Espuma: es la acumulación de agua de la caldera entorno de burbujas de vapor en forma de membrana debido a sustancias líquidas o sólidas contaminantes presentes en el agua de la caldera. La formación de espuma por este motivo puede aumentar y ser arrastrada junto con el vapor.

Bruma: las pequeñas gotas que existen en la superficie del agua de la caldera son arrojadas en forma de rocío o bruma en el vapor debido a la explosión de las burbujas de vapor que surgen en las superficies donde se liberan.

Cebado: es el evento de agua que se mueve junto con el vapor con un repentino desplazamiento del agua de la caldera. (Puede compararse con el evento que se observa cuando se agita una botella de bebida gaseosa).

Silicato (SiO_2): sustancias sólidas suspendidas en el agua de la caldera y que se acumulan en la película que rodea las burbujas de vapor y que aumentan la resistencia de la burbuja contra roturas y originan la espuma.

■ Efectos del arrastre de agua

- Descenso de la eficiencia operativa de la caldera
- Erosión de los dispositivos que trabajan con vapor
- Formación de depósitos en los circuitos de vapor y del de condensados

■ Control de la pureza del vapor

El arrastre de espuma y agua que se produce en la caldera son condiciones peligrosas que exigen tomar medidas para eliminarlas de inmediato.

■ Medidas para evitar el arrastre del agua

- Realizar purgas controladas continuamente para mantener la condensación del agua de la caldera en los valores previstos para la aplicación.
- Asegurar la ausencia de sustancias espumosas en el agua de la caldera.
- Evitar cambios repentinos en el caudal de vapor.
- Mantener el nivel de agua en los límites indicados.
- Reducir la entrada de sustancias químicas a la caldera.
- Establecer el sistema de acondicionamiento del agua de alimentación para proporcionar las condiciones de la tabla-1.
- Agregar al agua de la caldera sustancias especiales para extraer la espuma.
- Controlar la idoneidad de la selección de capacidad de la caldera.
- Controlar que el quemador seleccionado y sus boquillas coincidan con la capacidad de la caldera.
- Durante el funcionamiento inicial por la mañana, dejar salir el vapor después de que todas las líneas de tubería lleguen a la presión operativa.
- Utilizar separador de agua de vapor (especialmente después de la válvula de vapor principal, antes de algún aliviador de presión existente, en el vapor que usa entradas con dispositivos).
- Diseñar tuberías de vapor que eviten el enfriamiento y la condensación del vapor.

■ Agua de alimentación

El agua de alimentación de la caldera deberá estar tratada para cumplir las características mínimas recogidas en la norma UNE-EN 12953 -10.

Características del agua de alimentación en calderas pirotubulares

Presión máxima de servicio	Entre 0,5 y 20 bar
Aspecto visual	Transparente, sin color ni sedimentos
Dureza total	0,2 Hfr
Oxígeno disuelto (O ₂) en mg/l	≤ 0,05 mg/l
pH a 25°C	> 9,2
Aceites y grasas	≤ 1 mg/l
Hierro (Fe)	< 0,3 mg/l
Cobre (Cu)	< 0,05 mg/l

Principales impurezas del agua y sus defectos

Impureza	Fórmula	Forma	Efectos
Dióxido de Carbono	CO ₂	Gas	Corrosión
Oxígeno	O ₂	Gas	Corrosión
Materias en suspensión		Sólidos no disueltos (turbiedad)	Corrosión
Materia orgánica		Sólidos disueltos y no disueltos	Depósitos espumas y arrastres en el vapor
Aceite		Coloidal	Depósitos espumas y arrastres en el vapor
Acidez	H ⁺		Corrosión
Dureza	Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺	Sales disueltas	Incrustaciones
Alcalinidad	CO ₃ ⁻ , CO ₃ H ⁻ , OH	Sales disueltas	Espumas, arrastres en el vapor, desprendimiento de CO ₂ , fragilidad caustica
Salinidad (TSD)		Sales disueltas	Depósitos espumas y arrastres en el vapor
Cloruros	Cl ⁻	Sales disueltas	Aumento de salinidad y corrosividad
Sílice	SiO ₂	Sales disueltas a veces coloidal	Incrustaciones y depósitos sobre turbinas u otros aparatos utilizadores
Hierro, manganeso	Fe, Mn	Sales disueltas o insolubles	Depósitos
Cobre	Cu	Sales disueltas o insolubles	Depósitos y corrosión

■ Agua en el interior de la caldera

El agua del interior de la caldera deberá tener las características que fija la norma UNE-EN 12953. Para ello una empresa especializada en tratamiento de aguas deberá establecer el programa de purgas de la caldera para que se respeten las características que debe tener el agua del interior de la caldera.

Características del agua de alimentación en calderas pirotubulares

Conductividad directa	> 30 nS/cm	≤ 30 nS/cm
en agua de alimentación a 25 °C	0,5 < p ≤ 20	0,5 < p < 20
Conductividad directa (25°C) μS/cm ²	≤ 6,000	< 1500
Alcalinidad meq/l	1 a 15	0,1 a 10
pH a 25°C	10,5 a 12	10 a 11
Fosfatos en mg/l de P2O5 -	10 a 20	6 a 15
Sílice (SiO2) mg/l	Función de la presión y la alcalinidad según gráfica anexa	

■ Dureza

Se mide en función de la cantidad de carbonato cálcico disuelto en la misma.

Grado de dureza

Grado francés de dureza	1 °dF	10 mg/dm ³ de CO ₃ Ca
Grado alemán de dureza	1°dH=1,79 °dF	17,9 mg/dm ³ de CO ₃ Ca
Grado inglés de dureza	1°dF= 1,43° engl	14,3 mg/dm ³ de CO ₃ Ca

■ Soluciones a los problemas planteados en las calderas de vapor. Tratamiento y acondicionamiento del agua

Para luchar contra los inconvenientes reseñados en el apartado anterior dos soluciones son necesarias:

- 1** Tratar el agua de aportación para eliminar aquellos elementos químicos del agua que son perjudiciales.
 - Clarificación
 - Desendurecimiento
 - Descarbonatación
 - Desmineralización
- 2** Acondicionar el agua añadiéndoles los productos químicos necesarios para modificar su comportamiento.
 - Inhibidores de incrustación y dispersantes
 - Inhibidores de corrosión

15 VIGILANCIA INDIRECTA DE LA CALDERA

Las normas de vigilancia de la caldera sin supervisión permanente están basadas en la Technical Rules for Steam Boilers (TRD), "Operation of steam boilers plants with steam generators of group IV without permanent supervision" – TRD 604.

Todas las operaciones de mantenimiento deben estar efectuadas por empresas autorizadas.

■ Cada 2 horas

Con una periodicidad máxima de 2 horas, se verificarán los equipos de seguridad, regulación y alarma, de forma que se asegure la inexistencia de problemas. Para ello se deberá inspeccionar visualmente la caldera y equipamiento. El conductor sólo reseteará el reloj de dos horas si tras la inspección observa un funcionamiento correcto, de forma contraria deberá desconectar la caldera y avisar al fabricante o mantenedor autorizado de equipos de presión.

Una vez rearmado el pulsador de averías se revisarán: niveles ópticos, manómetro de presión de vapor, temperaturas, válvula de seguridad, quemador y panel de mandos.

También se purgará la caldera, si ésta no tiene purga automática así como los niveles ópticos y botellines externos que alojan los electrodos de nivel para asegurar que la señal de los mismos es correcta.

■ Cada 24 -72 horas

Las calderas de vapor de la marca YGNIS de la gama HDR pueden pasar a un sistema automático de funcionamiento, sin presencia del personal de conducción en la sala de calderas, el operador deberá realizar comprobaciones funcionales para asegurar la operatividad de sus sistemas de control y seguridad cada 24 ó 72 horas según el equipamiento instalado.

Los elementos adicionales que deben de estar instalados para vigilancia 24 ó 72 horas (vigilancia indirecta) según código de diseño TRD 604 son:

- Sistema de purga automático de lodos
- Sistema de purga automática de sales
- Control de nivel alto de agua en caldera
- Control de conductividad de agua tratada (sólo en 72 horas)

■ Comprobaciones

Verificar el correcto funcionamiento de los niveles de seguridad mediante la válvula de purga, ayudándose de la purga de lodos si fuera necesario.

En caso de fallo de controles o seguridades requerirá pasar a un sistema de vigilancia directa (caldera con supervisión continua por parte del conductor responsable de su funcionamiento) hasta la subsanación de la anomalía.

■ Control del agua de alimentación (Medidor de Turbidez)

Si por el tipo de proceso existe la posibilidad de una irrupción de aceite o grasa en el circuito de agua, que ponga en peligro a la caldera, es necesaria la instalación de un sistema automático de control continuo del agua de alimentación. Un dispositivo fiable debe generar una alarma óptica o acústica, cuando el agua de alimentación

contenga más de 3 mg/l de aceite o grasa. La alarma tiene que seguir vigente hasta que el operador de calderas pulse su reconocimiento. Cuando el contenido de aceite o grasa supera los 5 mg/l, el dispositivo de control tiene que apagar y bloquear el sistema de aporte de calor.

■ Control de condensado contaminado

Si por el tipo de proceso existe la posibilidad de una irrupción de otras sustancias extrañas como ácidos, lejías, agua marina, etc., en el circuito de agua, que pongan en peligro a la caldera, es necesaria la instalación de un sistema automático de control continuo del agua de alimentación. Un dispositivo fiable debe apagar y bloquear el sistema de aporte de calor, cuando se superen los valores límite según TRD 611. Se puede prescindir de este dispositivo de control en el caso de instalaciones con doble circuito.

- Para presiones de trabajo ≤ 22 bar: Conductividad (a 25 °C) $< 8000 \mu\text{S}/\text{cm}$ y PH (a 25 °C) entre 10,5 y 12,0.

■ Mensualmente

Adicionalmente a los controles de vigilancia anteriormente expuestos se deben de realizar las siguientes operaciones de mantenimiento:

- Alternar el funcionamiento de las bombas de caldera. (Si existen dos)
- Realizar un análisis de los gases de combustión
- Comprobar el funcionamiento automático de todos los elementos

■ Semestralmente

- Limpieza interior de los tubos de humos
- Limpieza de registros de humos

■ Anualmente

- Inspección de hogares y uniones a las placas tubulares
- Inspección interior de la caldera reponiendo juntas de registro
- Ante presencia de incrustaciones se debe limpiar con líquido desincrustante y posterior neutralizado
- Ante la corrosión, medición de espesores por ultrasonidos



ES IMPORTANTE REALIZAR TAREAS DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y VIGILANCIA DE LAS CALDERAS DE VAPOR PARA EVITAR PROBLEMAS DE CORROSIÓN Y SEGURIDAD.

16 INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS CALDERAS

En este punto se detalla el apartado de la normativa del Reglamento de Aparatos a Presión que hace mención a las inspecciones periódicas y pruebas a las que debe someterse la caldera.

■ Reglamento de Equipos a Presión R.D. 809/2021 – ANEXO III

Nivel de inspección	Agente y periodicidad
	Categorías I – II – III y IV
Nivel A	Empresa instaladora o fabricante 1 año
Nivel B	O.C.A. 3 años
Nivel C	O.C.A. 6 años

Tabla 2. Equipos sometidos a la acción de una llama o aportación de calor incluidos en la tabla 5 del anexo II del Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, para la obtención de vapor o agua sobrecalentada.

Niveles de inspección

Los niveles de inspección indicados tendrán el siguiente alcance:

Nivel A: Inspección en servicio

Consistirá, al menos, en una comprobación de la documentación de los equipos a presión y en una completa inspección visual de todas las partes sometidas a presión, accesorios de seguridad, dispositivos de control y condiciones reglamentarias, no siendo necesario retirar el calorifugado de los equipos.

Si de esta inspección resultase que existen motivos razonables que puedan suponer un deterioro de la instalación, se realizará a continuación una inspección de nivel B por un organismo de control habilitado.

Las inspecciones de nivel A serán realizadas por empresas instaladoras de equipos a presión de la categoría correspondiente a la instalación, no siendo necesario poner fuera de servicio el equipo o instalación a inspeccionar.

Nivel B: Inspección fuera de servicio

Consistirá, como mínimo, en una comprobación de nivel A y en una inspección visual de todas las zonas sometidas a mayores esfuerzos y a mayor corrosión, comprobación de espesores, comprobación y prueba de los accesorios de seguridad y aquellos ensayos no destructivos que se consideren necesarios. Deberán tenerse en cuenta los criterios de diseño de aquellos equipos a presión que puedan presentar fluencia lenta, fatiga o corrosión, según lo indicado en los apartados 2.2.3 y 2.2.4 del anexo I del Real Decreto 709/2015, de 24 de julio.

En los equipos o tuberías que dispongan de calorifugado no será necesario retirarlo completamente, siendo suficiente seleccionar los puntos que puedan presentar mayores problemas (corrosión interior, corrosión exterior o erosión, entre otros) para realizar las correspondientes aberturas de comprobación.

Las inspecciones de nivel B serán realizadas por los organismos de control habilitados, debiendo ponerse fuera de servicio el equipo a presión o instalación a inspeccionar.

En el caso de tuberías, la inspección podrá realizarse sin dejar la instalación fuera de servicio, si pueden realizarse las pruebas indicadas.

Nivel C: Inspección fuera de servicio con prueba de presión

Consistirá, como mínimo, en una inspección de nivel B además de una prueba de presión hidrostática, en las condiciones y presiones iguales a las de la primera prueba, o la indicada en el etiquetado expresado en el apartado 3.3 del anexo I del Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, o cualquier prueba especial sustitutiva de ésta que haya sido expresamente indicada por la o el fabricante en sus instrucciones o previamente autorizada por el órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente al emplazamiento del equipo o instalación.

Periodicidad y comprobaciones de las inspecciones

Deberán tenerse en cuenta las condiciones indicadas en la norma UNE 9-103.

Nivel A. La periodicidad de estas inspecciones será anual

Se realizará una inspección de la caldera de acuerdo con lo indicado en el apartado 2.1 del anexo III del Reglamento de equipos a presión.

La inspección incluirá además las siguientes comprobaciones:

- Existencia y actualización de la documentación correspondiente al mantenimiento y operación de la caldera, así como de la calidad del agua en las calderas de vapor y agua sobrecalentada.
- Limpieza e inspección visual del circuito de humos y de las partes sometidas a presión. Para realizar estas operaciones, deberá estar la caldera parada y ser accesibles las partes sometidas a presión, no siendo necesario retirar el calorifugado.
- Funcionamiento de los elementos de operación y de las seguridades de la caldera, provocando su intervención.
- Mantenimiento de las condiciones de emplazamiento de la caldera y de las instrucciones de seguridad (incluida la protección contra incendios).
- Estanquidad del circuito de gases.
- Inspección visual de las tuberías y equipos que utilizan el fluido de la caldera.

De las actuaciones realizadas se dejará constancia escrita.

Nivel B. La periodicidad de estas inspecciones será cada tres años

Además de lo indicado para la inspección de Nivel A, se realizará una inspección completa de la documentación y del estado de la caldera, de acuerdo con los apartados 4 y 6 de la norma UNE 9-103.

La inspección incluirá las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de la documentación de la caldera y de la placa de instalación e inspecciones periódicas (certificado de instalación, proyecto, declaración de conformidad o certificado de fabricación, instrucciones de funcionamiento, marcas de la caldera, ...)
- Inspección de los elementos de la caldera:
 - Inspección visual previa y posterior a la limpieza.
 - Ensayos suplementarios.
 - Deformaciones.
 - Cordones de soldadura.
 - Medición de espesores.
 - Accesorios y válvulas de seguridad.
 - Manómetros y termómetros.
 - Hogar y conductos de humos.
 - Obra refractaria.
 - Circuito eléctrico.
 - Virotillos y tirantes (en calderas pirotubulares).

- Cartelas de refuerzo (en calderas pirotubulares).
- Tubos, placas tubulares y colectores (en calderas pirotubulares).
- Cajas de humos (en calderas pirotubulares).
- Estructura y fijaciones de tubos a tambores y colectores (en calderas acuotubulares).
- Economizadores, sobrecalentadores y recalentadores (en calderas acuotubulares).
- Haces tubulares o serpentines (en calderas acuotubulares).
- Ensayo de funcionamiento:
 - Regulación y precinto de las válvulas de seguridad o de alivio.
 - Comprobación de los automatismos de regulación.
 - Automatismos de seguridad.

Nivel C. La periodicidad de estas inspecciones será de seis años.

Además de lo indicado para la inspección de Nivel B, se realizará, para las calderas existentes, la prueba hidrostática de acuerdo con el apartado 5 de la norma UNE 9-103. En las calderas con marcado "CE" la presión de prueba será la que se figura en el punto 2.3 del anexo III del Reglamento de equipos a presión.

La inspección incluirá las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de la documentación.
- Inspección de los elementos de la caldera.

En las calderas pirotubulares se efectuarán los siguientes ensayos no destructivos por medio de líquidos penetrantes o partículas magnéticas de:

 - El 100 % de la soldadura unión del hogar con la placa posterior o con la placa tubular de la cámara del hogar.
 - El 100 % de las soldaduras del tubo hogar.
 - El 50 % de la unión de la placa posterior con los tubos del primer paso, si el combustible es gaseoso y el 10 % para el resto de los combustibles.
 - El 100 % de la unión de los virotillos a la cámara del hogar y a la placa tubular posterior, cuando el combustible sea gaseoso y el 50 % en el resto de los combustibles.

En las calderas acuotubulares, excepto las de fluido térmico:

 - El 100 % de las soldaduras de unión de los haces tubulares a colectores, recalentadores o sobrecalentadores.
- Prueba hidrostática.
- Ensayo de funcionamiento.

Documentación a entregar

Certificado de inspección periódica

- Identificación de la empresa instaladora u O.C.A. que realiza la inspección (nombre, dirección y nº de identificación).
- Localización de la instalación (titular, dirección y N.º R.E.I.)
- Características técnicas del equipo a presión: Identificación, denominación, PS, V, PT y clasificación. Presión máxima de servicio (Pms) y fluido contenido. Accesorios de seguridad y presión de precinto (Pp). Si procede, otras características específicas según el tipo de equipo (TS,...).
- Nivel de inspección.
- Descripción de las comprobaciones realizadas.
- Resultado de las comprobaciones.
- Que, en su caso, se mantienen las condiciones de seguridad.
- Que el equipo a presión puede continuar en funcionamiento, debiendo realizarse la próxima inspección periódica antes de
- Fecha y firma.
- Identificación del responsable técnico de la empresa instaladora de equipos a presión que suscribe el certificado u o del inspector del organismo de control autorizado (O.C.A.) y sello de la empresa.

17 GARANTÍA DE LA CALDERA

Las calderas de vapor y de agua sobrecalentada vendidas a partir del día 1 de enero de 2013, se garantizan por 1 año desde la puesta en marcha con un máximo de 18 meses desde la entrega, en calderería, el equipamiento eléctrico, la mano de obra y el desplazamiento.

Durante este período de garantía se reemplazarán las piezas reconocidas defectuosas de fabricación por nuestro Servicio de Asistencia Técnica. Esta garantía no se aplicará por deterioro del material debido a defectos de instalación o condiciones de servicio inadecuados.

■ La aplicación de las condiciones de garantía siempre está supeditada:

- Al seguimiento y mantenimiento del material, inmediatamente después de su puesta en servicio, por una empresa especializada en mantenimiento.
- Al cumplimiento exacto de las condiciones de instalación definidas por las normativas vigentes y, adicionalmente, las siguientes:
 - Existencia de una sonda de temperatura a la entrada del generador, cuando se prevén unas disminuciones de temperatura en el agua de alimentación, para evitar las condensaciones innecesarias.

Para todos los materiales, prever:

- Una desgasificación eficaz y permanente de los generadores.
- Purgas periódicas en el punto bajo de las calderas.
- Para las calderas de vapor y agua sobrecalentada, la calidad del agua deberá ser como mínimo la especificada en la normativa vigente UNE-EN 12953-10, punto 14 de este manual.

■ Renovación de las calderas usadas:

- A la hora de cambiar las calderas, es imprescindible efectuar una limpieza completa de la instalación antes de poner las nuevas calderas en servicio.

■ Protección de la caldera durante la parada:

- Recomendamos tratar todas las superficies (interior del hogar y de los tubos) con una solución grafitada. Las partes accesibles pueden protegerse mediante la aplicación de dicha solución con un pincel y las partes internas de los tubos con un tampón empapado en aceite grafitado más diluido, fijado en el extremo de un útil que permita su aplicación en toda la longitud de todos y cada uno de los tubos de humos.
- Cepillar y engrasar los turbuladores y, luego, almacenarlos en manojo en la sala de calderas.
- Taponar en la medida de lo posible todos los tubos en la parte trasera, del lado de la caja de humos.
- Volver a cerrar la puerta del hogar cerciorándose de su perfecta estanqueidad. Es imprescindible evitar toda entrada de aire en el hogar y los tubos.
- A la hora de volver a encender la caldera, se deben retirar los tapones de los tubos, volver a colocar los turbuladores, cerrar la puerta y a poner en marcha el quemador.
- Se recomienda efectuar una inspección periódica (una vez al año) de todos las juntas de estanqueidad de la caldera y revisar el estado de los refractarios.

■ En particular, y de manera no limitativa, quedan excluidos de la garantía:

- Los defectos derivados de un uso anormal, de un defecto de vigilancia o de mantenimiento, de un deterioro o de accidentes provocados por una negligencia o una intervención de terceros.
- Los daños provocados por una falta de agua en la alimentación.
- Los deterioros provocados por una helada, un rayo, daños causados por el agua, un tiro defectuoso, una ventilación incorrecta del local y, en general, cualquier causa que sea de carácter excepcional.
- La presencia de vapores agresivos (cloro, disolventes, etc).
- Los daños provocados por los gases de combustión en los edificios y en el entorno exterior.
- Los daños provocados por el uso de piezas de recambio no especificadas por el fabricante.
- Cualquier alimentación eléctrica que provoque sobretensiones importantes.
- Cualquier conexión eléctrica defectuosa no conforme con la reglamentación vigente.
- Los ataques de corrosión sulfúrica producidos en el recorrido de los gases de combustión.
- La presencia de sedimentos y otros metales pesados que provocaría una abrasión mecánica importante dentro de los tubos de humos.
- Los ataques de corrosión derivados de una utilización incorrecta o de una falta de mantenimiento del material (frecuencia insuficiente de deshoillados).
- Los daños ocurridos como consecuencia de una purga deficiente de la caldera que haya podido provocar la presencia de sedimentos en la cámara de agua.

GROUPE ATLANTIC ESPAÑA, S.C.T., S.A.

C/ Antonio Machado, 65
Edificio Sócrates
08840 Viladecans (Barcelona)
TLF: +34 935 902 540

ADMINISTRACIÓN DE VENTAS

TLF: +34 988 144 511
ygnis.es@groupe-atlantic.com

SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA

Puesta en marcha - Averías - Piezas de repuesto
TLF: +34 988 144 522
puestaenmarcha@groupe-atlantic.com
callcenterygnis@groupe-atlantic.com
repuestos@groupe-atlantic.com

SERVICIO DE INGENIERÍA

ingenieria@groupe-atlantic.com

ACV-YGNIS se reserva el derecho de modificar las características de sus productos en cualquier momento sin previo aviso.

ACV-YGNIS.COM

Descubre todas las
soluciones ACV-Ygnis en
nuestro catálogo online

