ENTROPIE TT300

20–60 MW; 170 °C; 16 bar

Acceptance at the workshop:
according to the European Pressure Equipment Directive PED (2014/68/EU)

CE-Marking on the Pressure Vessel:
according to the European Pressure Equipment Directive PED (2014/68/EU)

Design code: EN 12953

Designación de las calderas TT300

Las calderas de agua caliente de alta temperatura de tipo mixto (tubo de agua-tubo de gas) se fabrican en serie en el rango de capacidad de calentamiento nominal de 20 a 60 MW con una presión de agua de trabajo de hasta 1.6 MPa (16 kgf/cm^2 de sobrepresión) y una temperatura máxima del agua de 170 °C en la salida de la caldera. Las calderas TT300 son calderas de agua sobrecalentada y se fabrican de conformidad con los requerimientos del Reglamento Técnico de la Unión Aduanera:

- "Sobre la seguridad de los equipos que funcionan bajo sobrepresión";
- "Sobre la seguridad de la maquinaria y los equipos".

Las calderas están diseñadas para su uso en sistemas de calefacción, ventilación y suministro de agua caliente para fines industriales y domésticos, así como para garantizar diversos procesos tecnológicos.

Período de garantía observándose todas las condiciones de transporte, almacenamiento, montaje y operación:

- operando con gas y combustible diesel: 36 meses desde la fecha de puesta en servicio, pero no más de 42 meses desde la fecha de envío del fabricante;
- en caso de funcionamiento con combustible pesado (gasóleo, petróleo crudo, etc.): 12 meses a partir de la fecha de puesta en servicio, pero no más de 18 meses a partir de la fecha de envío del fabricante.

Vista general de la caldera TT300 con escaleras y plataformas para el mantenimiento técnico (las plataformas del mantenimiento son una opción adicional y se solicitan por separado a pedido del cliente)

Elección óptima para una operación confiable:

- una amplia gama de rendimiento. Poder termal de las calderas, desde 20000 hasta 60000 kW;
- amplia selección de posibles configuraciones. En las presentaciones de equipamiento completo y parcial, las calderas están dotadas con sistemas de control y monitoreo automático ENTROMATIK de las series 301 o 300M, con todos los sensores y dispositivos de seguridad necesarios, lo que hace que el funcionamiento de la caldera sea fiable y seguro;
- estanqueidad al gas de 100 %. Todos los elementos de la caldera son estancos del lado del gas. No se requiere la instalación de bombas de humo;
- flexibilidad de ejecución. Al realizar el pedido es posible elegir la versión derecha o izquierda, el ángulo de rotación de la tubuladura de salida de gases de combustión, lo que permitirá instalar la caldera en cualquier sala de calderas;

- fácil mantenimiento técnico. La caldera posee escotillas de acceso a las superficies internas de intercambio de calor para su mantenimiento. El intercambiador de calor de tubos de gas está equipado con un sistema de aspersión para realizar la limpieza química de las superficies internas de los tubos de humo;
- versatilidad de diseño de la tobera del quemador. La tobera de la caldera puede tener cualquier geometría deseada, cualquier ángulo de apertura, cualquier diámetro de garganta, lo que hace que la caldera sea compatible con cualquier dispositivo quemador;
- capacidad de ensamblaje del 100 %. Absolutamente todas las calderas son sometidas al ensamblaje de control de todos los elementos en la posición de diseño (operación). Para este propósito, en la planta de fabricación se ha construido un taller especial con una altura de 23.1 metros;
- compensación de dilataciones térmicas. El diseño de la caldera posee soportes flotantes (deslizantes), lo que elimina la concentración de tensión en las unidades de la caldera, proveniente del desplazamiento lineal y angular de sus elementos;
- en reemplazo del anterior. Se puede instalar la caldera en cualquier sala de calderas de tamaño adecuado, utilizando los bastidores de transición y las variedades de diseño de la caldera;
- compatibilidad con diversos tipos de dispositivos quemadores. Funcionamiento correcto con quemadores automáticos de etapas múltiples y quemadores modulantes.

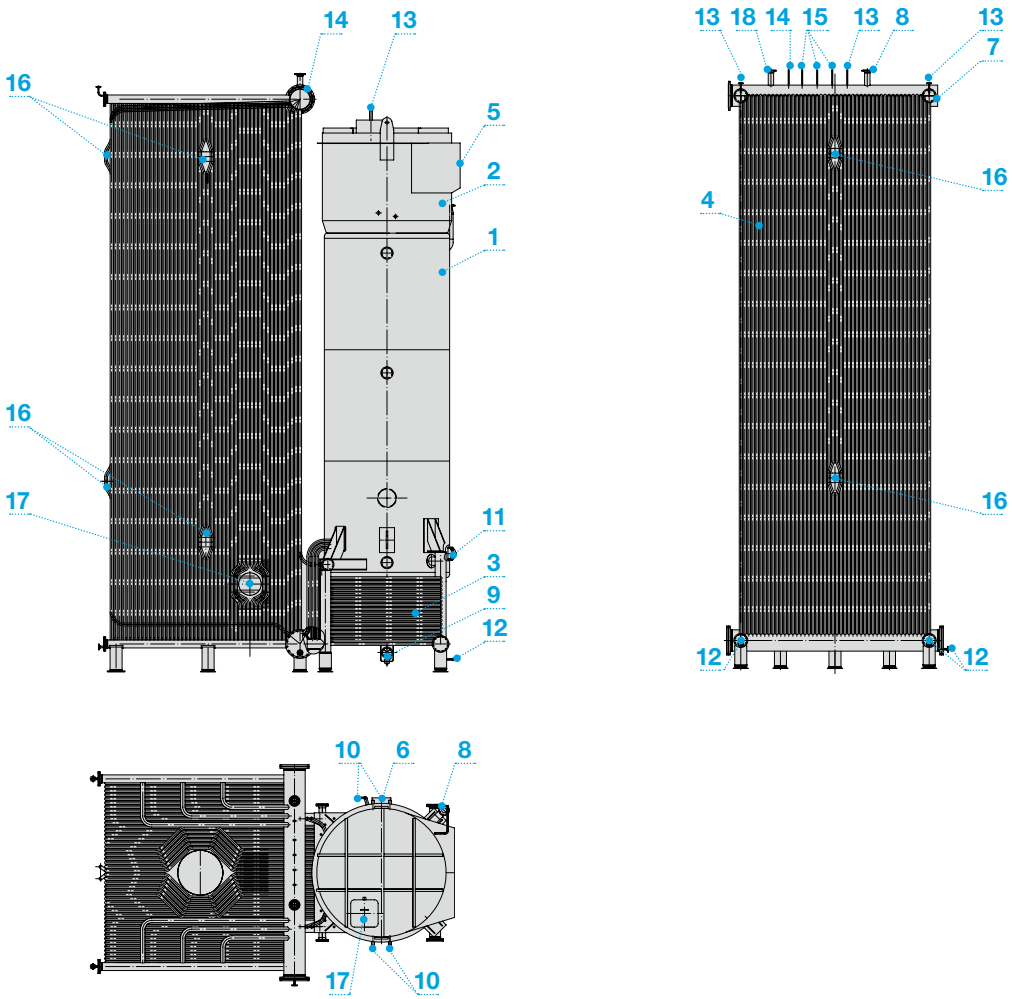
Alta eficiencia con costos operativos mínimos:

- valores máximos de eficiencia operativa entre calderas de esta clase. La alta eficiencia se logra de las siguientes maneras:
  1. El tipo mixto de diseño combina las ventajas de las calderas de tubos de agua y de gas.
  2. Transferencia intensa de calor por convección. En los tubos de humo del intercambiador de calor se instalan turbulizadores de flujo de gases de combustión. Los turbulizadores están elaborados de acero de alta aleación resistente al calor y tienen una larga vida útil.
  3. Transferencia intensa de calor radiante. Una gran superficie de las paredes de la caja de fuego, hecha de paneles tubulares estanques al gas, percibe efectivamente la radiación de la antorcha, desplegada en el volumen del espacio de la caja de fuego.
  4. Gran volumen de agua. La caldera posee una enorme capacidad de almacenamiento, lo que conlleva a una operación menos intensiva del dispositivo quemador y, como resultado, un gran ahorro de combustible.
  5. Aislamiento térmico de alta calidad. Para el aislamiento térmico del cuerpo de la caldera se utilizan esterillas de material mineral con valores bajos de coeficientes de conductividad térmica, lo que minimiza la pérdida de energía al medio ambiente a través del revestimiento de la caldera;
- unidad de caldera. Una configuración completa de caldera, que incluye el quemador, módulo de automatización, armarios eléctricos, todos los sensores y dispositivos de seguridad necesarios, conexiones de tuberías, módulo de bomba. Esta solución le permite obtener una caldera que está completamente lista para operar sin costos adicionales para conexiones e instalación, lo que es económicamente factible y garantiza una selección correcta de los componentes constituyentes.

La constructividad y la calidad están en los detalles:

- chapa laminada y tubos de alta calidad. Para la fabricación de las calderas ENTROPIE, se utilizan chapas laminadas y tubos fabricados por las principales plantas metalúrgicas rusas. Todos los materiales son sometidos a un estricto control de entrada para verificar las propiedades físicas y la composición química con los grados de acero declarados, seleccionados en función de los cálculos de resistencia para cada tamaño estándar de caldera;
- control de calidad multinivel en todas las etapas de la producción. El laboratorio certificado realiza un control no destructivo y de medición visual de conformidad con los requerimientos de la tarjeta de control de cada artículo;
- pruebas hidráulicas obligatorias. Cada artículo es sometido a pruebas hidráulicas en la etapa final de fabricación;
- máxima automatización del proceso de fabricación. En la fabricación se utiliza soldadura automática. Los centros de trabajo están equipados con todas las herramientas y equipos necesarios, lo que influye positivamente en la correcta capacidad de ensamblaje de los artículos y en la preparación cualitativa de los bordes de las piezas soldadas.

Operación de las calderas TT300



Esquema constructivo de la caldera TT300

1. Parte convectiva
2. Caja de humo
3. Parte transitoria
4. Caja de fuego
5. Salida de gases de combustión
6. Entrada de agua
7. Salida de agua
8. Válvulas de seguridad
9. Evacuación del condensado
10. Suministro de reactivos
11. Escotilla de inspección
12. Drenaje de agua
13. Salida de aire
14. Sensor de temperatura
15. Manómetros
16. Mirilla de inspección
17. Escotilla de servicio
18. Tubuladura del sistema de seguridad

Esquema de operación de la caldera TT300

La caldera de agua caliente TT300 es una estructura combinada estanca al gas, de tubos de agua y humo que funciona bajo sobrepresión de los productos de combustión y circulación forzada del caloportador. El esquema constructivo de la caldera se muestra en la Fig.

La configuración de la caldera es de bloques. El diseño de la caldera garantiza el vaciado completo del agua y lodo, así como la eliminación del aire de todos los elementos en los que se pueden formar atascos de aire al llenar e iniciar la caldera.

Las calderas están equipadas con Escotillas de servicio (17) y Mirillas de inspección (11), que garantizan la inspección, la limpieza, la seguridad de trabajos de protección contra la corrosión, el montaje y desmontaje de dispositivos internos desmontables, la reparación y el control de las calderas. La caja de fuego vertical de la caldera consta de paneles de membranas de tubos estancos al gas. Los productos de combustión de la Caja de fuego (4) pasan a la parte convectiva de humo con un gran volumen de agua, realizado también verticalmente. Los tubos de humo están equipados con turbulizadores (al operar con gas y combustible diesel).

El caloportador se suministra a la zona inferior de la Parte convectiva (1), y al pasar por la Parte convectiva (1) y la Parte transitoria (3), ingresa en los paneles estancos al gas de la Caja de fuego (4), avanza por los paneles de tubos de agua estancos al gas de la caja de fuego desde el colector inferior de salida hacia el superior.

De esta forma se garantiza una circulación efectiva a contraflujo en todas las partes de la caldera. La caja de fuego y la parte convectiva se entregan en bloques de transporte preparados, que se conectan entre si in situ.

El esquema de la caldera TT300 con dirección condicional de movimiento del caloportador y los gases de combustión se muestra en la Fig.

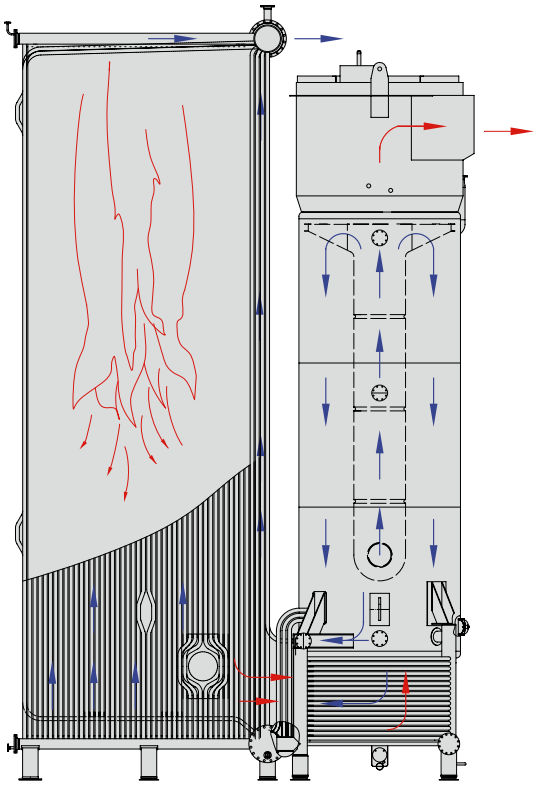
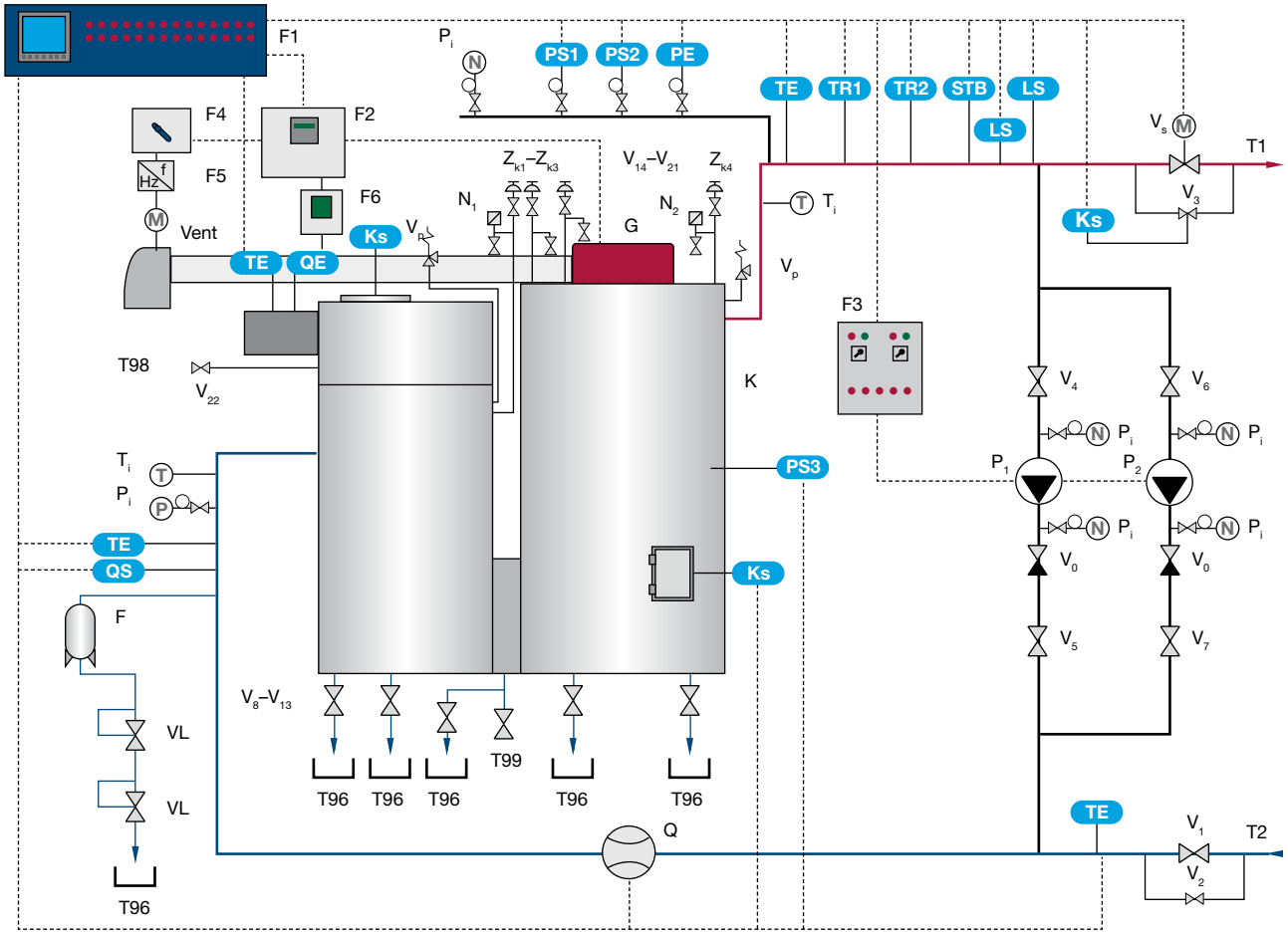


Diagrama esquemático de la caldera TT300

Esquema de la unidad de caldera TT300



Equipamiento básico:
K — caldera de tubo de agua ENTROPIE TT300,
G — quemador estándar de la caldera,
Vent — ventilador del quemador,
P — bombas de circulación.

Cuadros de control:
F1 — equipo automático ENTROPIE TT300,
F2 — cuadro de control del quemador,
F3 — cuadro de fuerza de las bombas,
F4 — cuadro de fuerza del ventilador,
F5 — convertidor de frecuencia,
F6 — analizador de oxígeno.

Accesorios:
V_S — válvula con accionamiento eléctrico,
V — válvula de cierre,
V_O — válvula de retorno,
Z — purga de aire automática,
N — interruptor de vacío,
V_P — válvula de seguridad,
V_3-V_2 — válvulas de alivio,
VL — válvula de acción directa,
E — tanque de expansión.

Instrumentación de control y medición:
TE — sensor de temperatura 4–20 mA,
PE — sensor de presión 4–20 mA,
QS — sensor de consumo de agua,
LS — sensor de protección contra la ebullición,
Q — caudalimetro,
PS1 — presostato de presión mínima,
PS2 — presostato de presión máxima,
PS3 — presostato de presión máxima en la caja de fuego,
TR1 — termostato limitador de la primera etapa,
TR2 — termostato limitador de la segunda etapa,
STB — termostato de emergencia,
T_i — termómetro,
P_i — manómetro,
QE — sensor de oxígeno,
Ks — interruptor final de carrera.

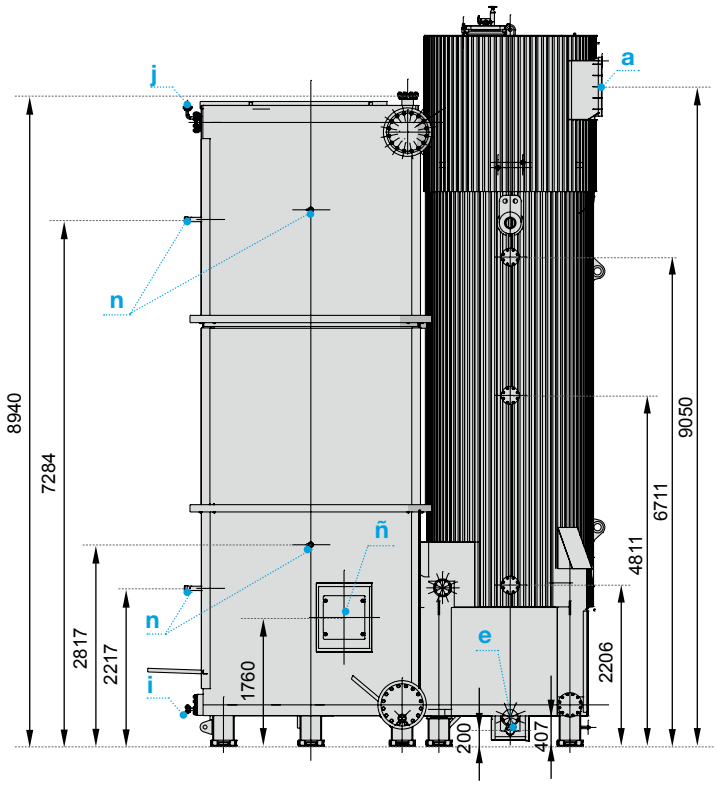
Tubería:
T1 — circuito de suministro al consumidor,
T2 — línea de retorno del consumidor,
T96 — tubería de drenaje,
T98, T99 — línea directa/de retorno del circuito de lavado.

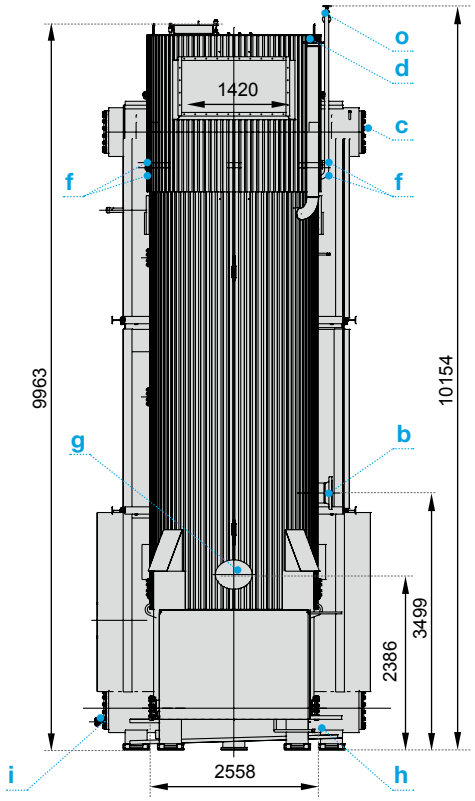
Especificaciones técnicas

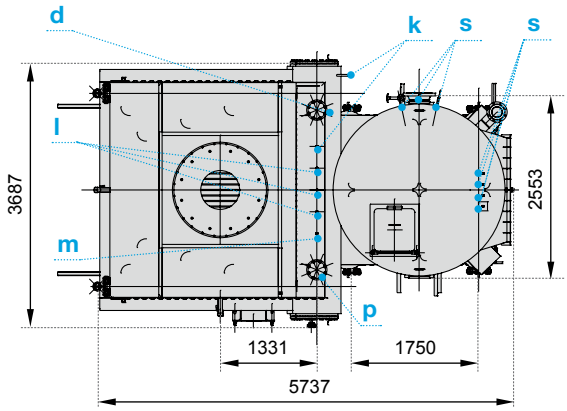
Nombre del indicador	Valor numérico		
Capacidad de calentamiento nominal, MW	**20**	**40**	**60**
Presión de trabajo (sobrepresión) del agua en la caldera, MPa (kgf/cm²), no más de:	1.6 (16)		
Presión del agua en la salida de la caldera, MPa (kgf/cm²), en modo nominal, no menos de	0.9 (9)		
Temperatura del agua en la entrada a la caldera, °C, no menos de	70		
Temperatura del agua en la salida de la caldera, °C, no más de:	170		
Temperatura del agua en la entrada y salida de la caldera, °C, no más de:	80		
Resistencia hidráulica, kPa, no más de	1.91*	5.57*	12.4*
Resistencia aerodinámica, Pa	2610*	3260*	3210*
Rango de ajuste de la capacidad de calentamiento respecto al valor nominal, %	30–100		
Consumo de agua a través de la caldera (dT = 80 K), m³/h	221	443	665
Pérdida total de calor al medio ambiente, kW, no más de	20	40	60
Volumen de agua de caldera, m³	17.1	30.3	41.4
Peso de la caldera seca (tolerancia de peso 4.5 %), kg	43586	69733	98936
Grado de eficiencia, %			
- operando con gas natural - operando con combustible diesel - operando con gasóleo	No menos de 95* No menos de 94* No menos de 93*		
Temperatura de gases de combustión a carga nominal, °C			
- operando con gas natural - operando con combustible diesel - operando con gasóleo	130* 130* 140*		
Emisiones de sustancias nocivas (NOx), mg/m³, no más de			
- operando con gas natural - operando con combustible diesel - operando con gasóleo	130* 230* 340*		
Emisiones de sustancias nocivas (CO), mg/m³, no más de	50		
Vida útil asignada, años, no menos de	25		
Recurso asignado, h, no menos de	200000		

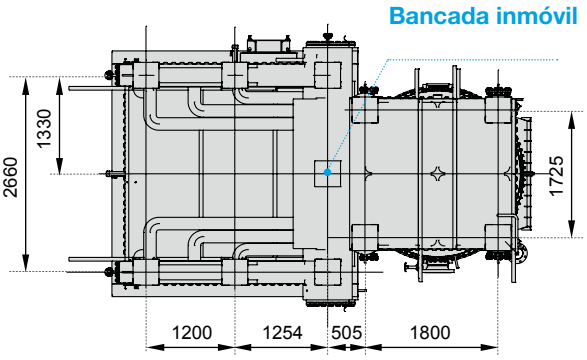
* Estos indicadores son calculados y se especifican durante el diseño y el pedido.

Dimensiones exteriores y de conexión de la caldera TT300 20 MW



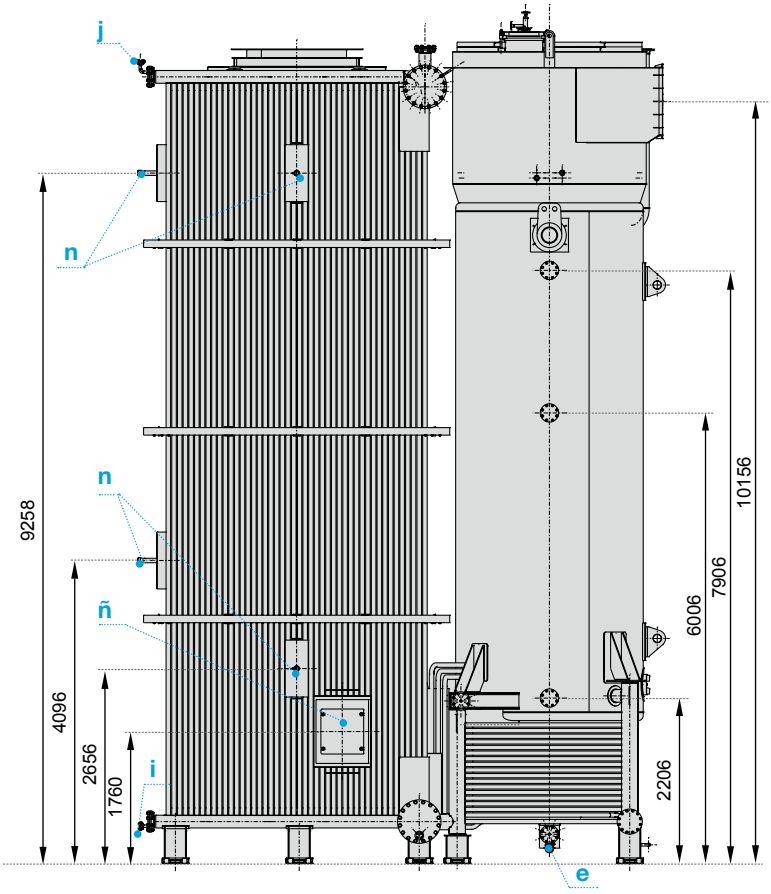


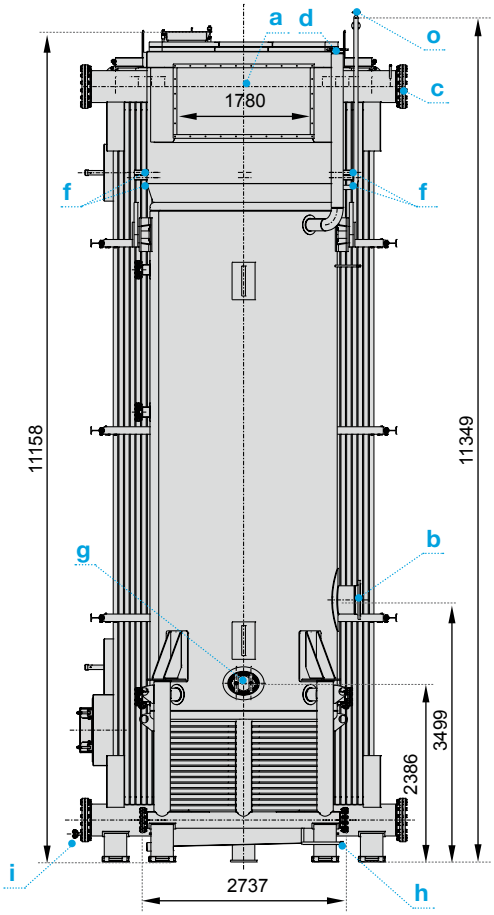


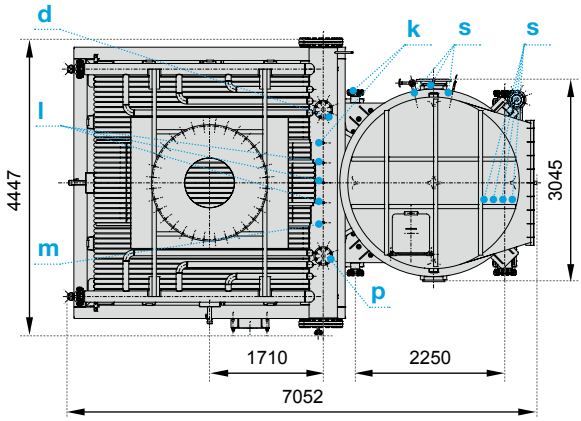


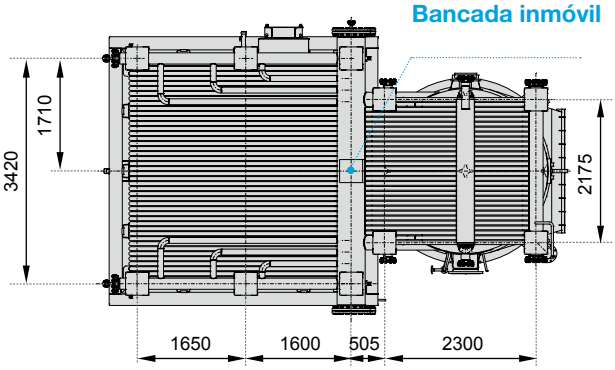
Símbolo	Designación	Cantidad	Diámetro nominal, DN (a×b)	Presión nominal, PN	
			mm	MPa	kgf/cm²
a	Salida de gases de combustión	1	1420×710	0.01	0.1
b	Entrada de agua	1	250	1.6	16
c	Salida de agua	1	400	1.6	16
d	Válvula de seguridad	2	150	4.0	40
e	Evacuación del condensado	1	40	1.6	16
f	Suministro de reactivos	4	50	1.6	16
g	Escotilla de inspección	1	230×330	1.6	16
h	Evacuación de agua	1	G 1 — B	1.6	16
i	Drenaje de agua del colector inferior	3	25	1.6	16
j	Ventilación de aire de la caja de fuego	2	25	1.6	16
k	Sensor de temperatura	2	G ½ — B	1.6	16
l	Manómetros	3	G ½ — B	1.6	16
m	Ventilación de aire del colector principal	1	G ½ — B	1.6	16
n	Mirilla de inspección	4	50	0.01	0.1
ñ	Escotilla de servicio	1	400	0.01	0.1
o	Ventilación de aire de la parte convectiva	1	20	1.6	16
p	Tubuladura del sistema de seguridad	1	150	4.0	40
s	Boquillas para sensores	7	G ½ — B	1.6	16

Dimensiones exteriores y de conexión de la caldera TT300 40 MW



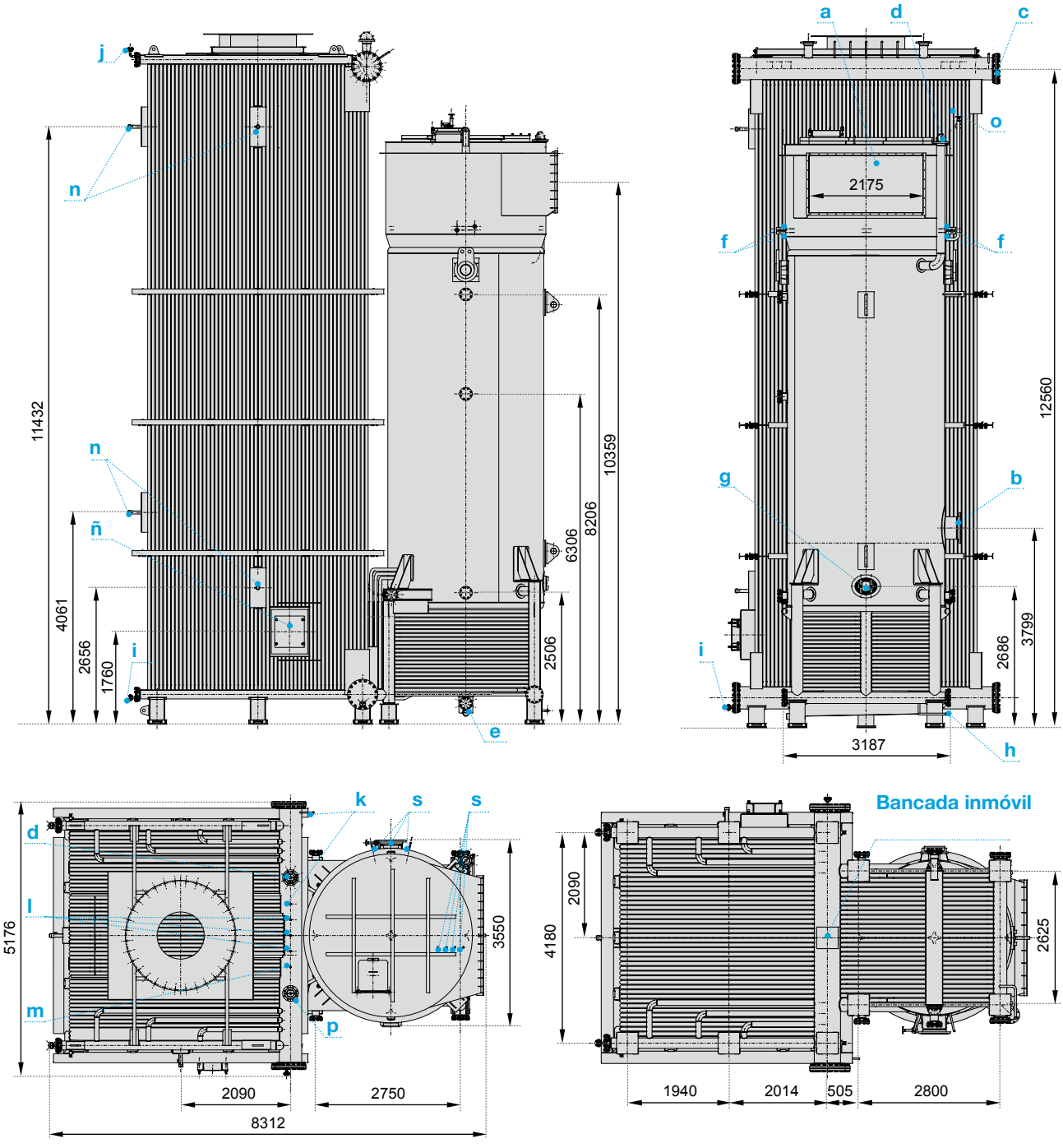






Símbolo	Designación	Cantidad	Diámetro nominal, DN (a×b)	Presión nominal, PN	
			mm	MPa	kgf/cm²
a	Salida de gases de combustión	1	1780×892	0.01	0.1
b	Entrada de agua	1	350	1.6	16
c	Salida de agua	1	400	1.6	16
d	Válvula de seguridad	2	150	4.0	40
e	Evacuación del condensado	1	40	1.6	16
f	Suministro de reactivos	4	50	1.6	16
g	Escotilla de inspección	1	230×330	1.6	16
h	Evacuación de agua	1	G 1 — B	1.6	16
i	Drenaje de agua del colector inferior	3	25	1.6	16
j	Ventilación de aire de la caja de fuego	2	25	1.6	16
k	Sensor de temperatura	2	G ½ — B	1.6	16
l	Manómetros	3	G ½ — B	1.6	16
m	Ventilación de aire del colector principal	1	G ½ — B	1.6	16
n	Mirilla de inspección	4	50	0.01	0.1
ñ	Escotilla de servicio	1	400	0.01	0.1
o	Ventilación de aire de la parte convectiva	1	20	1.6	16
p	Tubuladura del sistema de seguridad	1	150	4.0	40
s	Boquillas para sensores	7	G ½ — B	1.6	16

Dimensiones exteriores y de conexión de la caldera TT300 60 MW



Símbolo	Designación	Cantidad	Diámetro nominal, DN (a×b)	Presión nominal, PN	
			mm	MPa	kgf/cm²
a	Salida de gases de combustión	1	2175×1090	0.01	0.1
b	Entrada de agua	1	350	1.6	16
c	Salida de agua	1	400	1.6	16
d	Válvula de seguridad	2	150	4	40
e	Evacuación del condensado	1	40	1.6	16
f	Suministro de reactivos	4	50	1.6	16
g	Escotilla de inspección	1	230×330	1.6	16
h	Evacuación de agua	1	G 1 — B	1.6	16
i	Drenaje de agua del colector inferior	3	25	1.6	16
j	Ventilación de aire de la caja de fuego	2	25	1.6	16
k	Sensor de temperatura	2	G ½ — B	1.6	16
l	Manómetros	3	G ½ — B	1.6	16
m	Ventilación de aire del colector principal	1	G ½ — B	1.6	16
n	Mirilla de inspección	4	50	0.01	0.1
ñ	Escotilla de servicio	1	400	0.01	0.1
o	Ventilación de aire de la parte convectiva	1	20	1.6	16
p	Tubuladura del sistema de seguridad	1	150	4	40
s	Boquillas para sensores	7	G ½ — B	1.6	16

Selección del dispositivo quemador

El diseño de la caldera ENTROPIE TT300 garantiza la posibilidad de trabajo con quemadores automáticos modernos y altamente eficientes, diseñados para quemar combustibles gaseosos y líquidos.

Se recomienda usar quemadores modulantes con suministro de aire forzado y con coeficiente ajustable de exceso de aire.

Las muestras de quemadores deben pasar pruebas industriales.

La selección del quemador se realiza en función de la potencia de la caldera, el tipo de combustible y los requerimientos para la regulación de la potencia.

Los dispositivos quemadores deben garantizar una inflamación fiable y una combustión estable del combustible, sin separación y avance de la llama en el rango establecido de modos de operación, evitando que las gotas de combustible caigan sobre la superficie la caja de fuego. Las características aerodinámicas de los quemadores y su ubicación deben garantizar el llenado uniforme de la caja de fuego con la antorcha, sin arrojarla contra las paredes y excluyendo la formación de zonas estancadas y mal ventiladas en el volumen de la caja de fuego.

El sistema de automatización del quemador debe garantizar el arranque del quemador, la purga de la cámara de combustión, la operación y la parada en modo automático. Además, el quemador debe tener una serie de protecciones automáticas que al accionarse llevará al corte del suministro de combustible al dispositivo quemador:

- al aumentar o disminuir la presión del combustible gaseoso antes del quemador;
- al bajar la presión del combustible líquido antes de los quemadores y detrás de las válvulas de regulación;
- al bajar la presión de aire antes de los quemadores;
- al disminuir el vacío y/o al aumentar la presión en la caja de fuego;
- al apagarse las antorchas de los quemadores, cuyo apagado no se permite durante el funcionamiento de la caldera;
- al detenerse el rotor de la boquilla (si hubiera);
- en caso de un mal funcionamiento del sistema de automatización de seguridad o de la alarma de emergencia, incluido el corte de corriente en estos dispositivos.

La caldera ENTROPIE TT300 en su configuración estándar puede ser equipada con un quemador del fabricante de la caldera, que cumple con todas las normas y reglas aplicables y seleccionado de manera óptima para que funcione con la caldera.

Si lo desea, la elección del quemador se puede hacer de forma independiente. Al seleccionar un quemador de forma independiente, al hacer el pedido de una caldera deberá indicar el modelo y los datos técnicos del quemador, que permitirán a la planta de fabricación preparar el lugar de montaje para el quemador y determinar correctamente el material y la forma del forro.

Los datos para la selección independiente del quemador se muestran en la tabla.

El montaje del quemador se realiza de acuerdo con el manual de operación del dispositivo quemador.

ENTROPIE TT300	20 MW	40 MW	60 MW
Dimensiones exteriores de la caja de fuego	2660×2660×7590	3420×3420×9650	4180×4180×11960
La geometría de la tobera y la composición del forro se determinan según los requerimientos del fabricante del dispositivo quemador.			

Calidad de agua de la caldera

No se permite la operación de calderas sin previo tratamiento del agua. Se debe prestar una especial atención a la calidad del agua de la caldera, que en la mayoría de los casos es un factor determinante que afecta la vida útil de la caldera y de todos los equipos de la caldera.

El régimen de agua debe garantizar el funcionamiento de la caldera sin dañar sus elementos debido a depósitos de sedimentos y lodos o como resultado de la corrosión del metal, en primer lugar a causa de la desviación de los indicadores normativos de calidad que figuran en la tabla.

La composición del agua en la entrada de la caldera debe corresponder a los valores indicados de los indicadores.

En la sala de calderas siempre debe llevarse el libro de tratamiento del agua, en el que se ingresará regularmente información sobre el régimen químico del agua de la caldera.

Está permitido el uso de líquidos anticongelantes en calidad de caloportador, previo acuerdo con la planta de fabricación.

Nombre del indicador	Valor < 150 °C	Valor < 150 °C
Transparencia de Snellen, cm, no menos de	30	
Dureza de carbonatos (a pH no más de 8.5)	700	600
Contenido de oxígeno disuelto, µg/kg, no más de	50	30
Contenido de compuestos de hierro (en términos de Fe), mcg / kg, no más de	500	400
Valor de pH a 25 °C	7.0–11.0	
Dióxido de carbono libre, mg/kg	No hay	
Contenido de productos derivados del petróleo, mg/kg, no más	1	

Conjunto de entrega de la caldera

El suministro de fábrica de la caldera consta de cuatro unidades principales:

- caja de fuego;
- parte transitoria;
- parte convectiva;
- caja de humo con el dispositivo de limpieza de la superficie de intercambio de calor;
- plataformas para el mantenimiento técnico (bajo pedido).

Las partes y componentes individuales de la caldera han sido seleccionados de manera óptima, por su tamaño y características técnicas, y han sido ensamblados en módulos, listos para su instalación en el lugar de operación.

Cada unidad se entrega en un paquete de película protectora, que garantiza su integridad durante el transporte y el almacenamiento adecuados. Los orificios de los acoplamientos y bridas están protegidos contra la humedad y la suciedad.

Ubicación de calderas

La distancia desde el frente de la caldera hasta la pared y las estructuras del techo de la sala de calderas debe ser suficiente para el mantenimiento y la reparación de la caldera, pero no menos de 3 m, mientras que para las calderas que operan con combustible gaseoso o líquido, la distancia desde las partes sobresalientes del quemador hasta la pared de la sala de calderas no debe ser menor de 1 m. El ancho de los pasillos entre las calderas y entre la caldera y la pared de la sala debe ser de al menos 1 m.

La caldera ENTROPIE TT300 requiere mantenimiento lateral. El ancho del pasillo lateral debe ser suficiente para el mantenimiento y la reparación, pero no menor que el tamaño especificado en la documentación reglamentaria vigente.

Al instalar calderas cerca de paredes o columnas, el aislamiento de las calderas en ausencia de un pasillo no debe estar cerca a la pared de la sala de calderas, y esta distancia debe ser de al menos 0.7 m.

El ancho del pasillo entre la caldera y la pared posterior de la sala de calderas debe ser suficiente para el mantenimiento, reparación e instalación del elemento de conexión del tubo de humo. Además, el ancho del pasillo debe ser de al menos 1 m.

Se permiten desviaciones de las distancias recomendadas, pero solo dentro de los límites indicados en los documentos de regulación territorial.

Transporte

La caldera TT300 se puede almacenar en locales o debajo de toldos (en lugares donde las fluctuaciones de humedad no difieran significativamente de las fluctuaciones al aire libre) ubicados en regiones macroclimáticas con clima templado y frío.

Durante el almacenamiento se debe garantizar:

- la seguridad de la estructura de la caldera contra daños mecánicos;
- la posibilidad de inspección de la caldera.

El transporte de la caldera se puede realizar:

- por carretera de conformidad con las "Reglas generales para el transporte de cargas por carretera";
- por ferrocarril de acuerdo con las "Reglas para el transporte de cargas", "Condiciones técnicas para el transporte y sujeción de cargas".

Por acuerdo con el cliente y los departamentos pertinentes, la caldera se puede transportar por cualquier medio de transporte.

Al transportar la caldera, las uniones abiertas de bridas y boquillas, los puntos de entrada de los cables deben estar tapados, todas las aberturas tecnológicas deben estar herméticamente selladas.

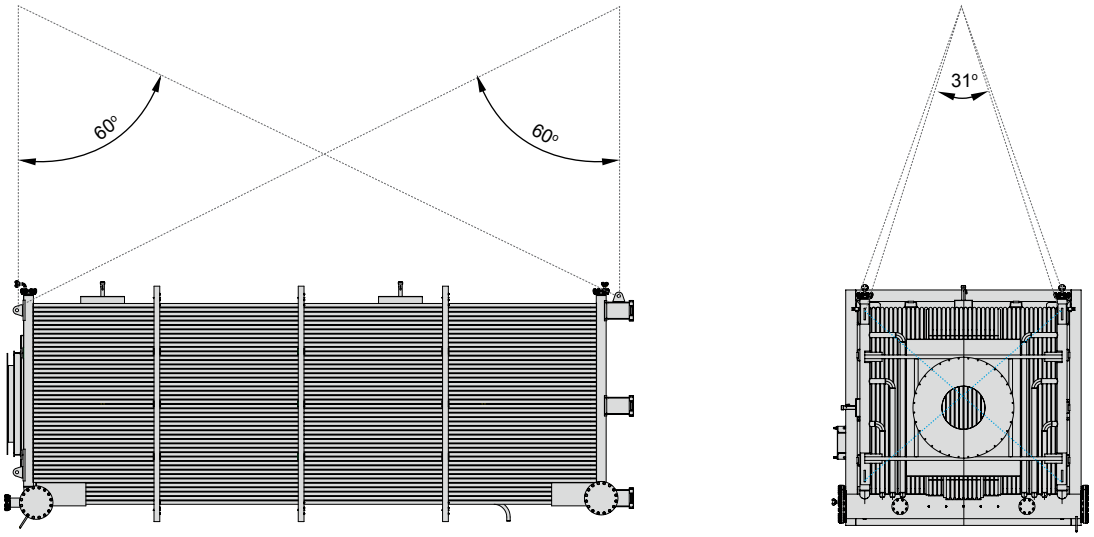
Durante el transporte y el almacenamiento, es necesario tomar las precauciones necesarias para garantizar la protección de la caldera contra daños mecánicos.

Para la carga, descarga e instalación en la posición de diseño de la caldera (unidades, elementos de la caldera), se proporcionan dispositivos de elevación especiales: pernos de argolla. No se permite el eslingamiento de la caldera desde otros elementos. El trabajo de los mecanismos de elevación debe excluir la posibilidad de deslizamiento (arrastre) de cualquier parte sobre las superficies de los lugares de almacenamiento, unidades y vehículos.

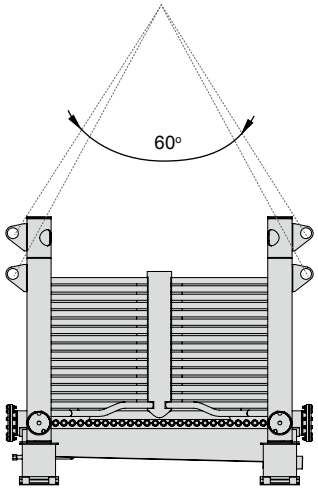
¡No se permite el eslingamiento ni la elevación por otras partes de la caldera!

La carga de la caldera sobre el vehículo de transporte se realiza con ayuda de grúas con la capacidad de carga adecuada, equipadas con travesaños y dispositivos de elevación.

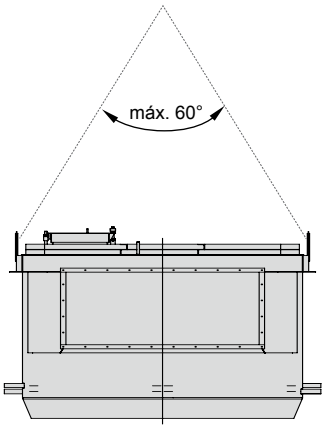
La caldera se debe fijar a los vehículos de acuerdo con las condiciones técnicas y sujeción de cargas, para el tipo de transporte respectivo.



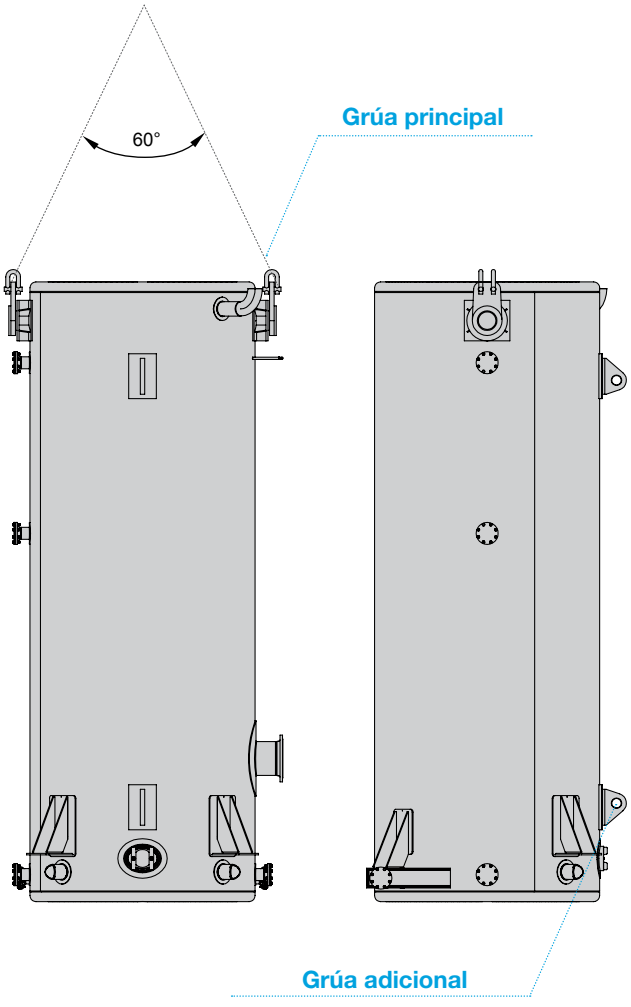
Eslingamiento de la caja de fuego. Paso de la posición de transporte a la posición de operación con dos grúas (para evitar el arrastre)



Eslingamiento de la parte transitoria



Eslingamiento de la caja de humo



Eslingamiento de la parte convectiva