



JORNADAS TÉCNICAS DE FORMACIÓN DE INSTALADORES DE CALEFACCIÓN EN CALDERAS DE BIOMASA



Como son y como funcionan las calderas



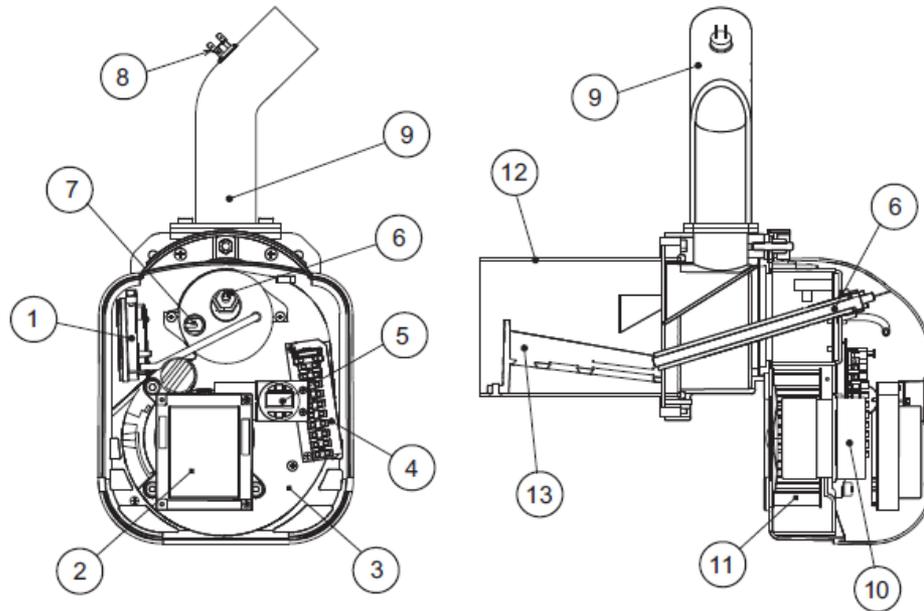
Ponente: Marcos García Glez
Ingeniero Industrial

Colegiado nº 1688 del I.C.O.I.I.G.
Profesor asociado a la Universidad de Vigo



Enero 2015

Componentes básicos de un quemador autónomo de pellets



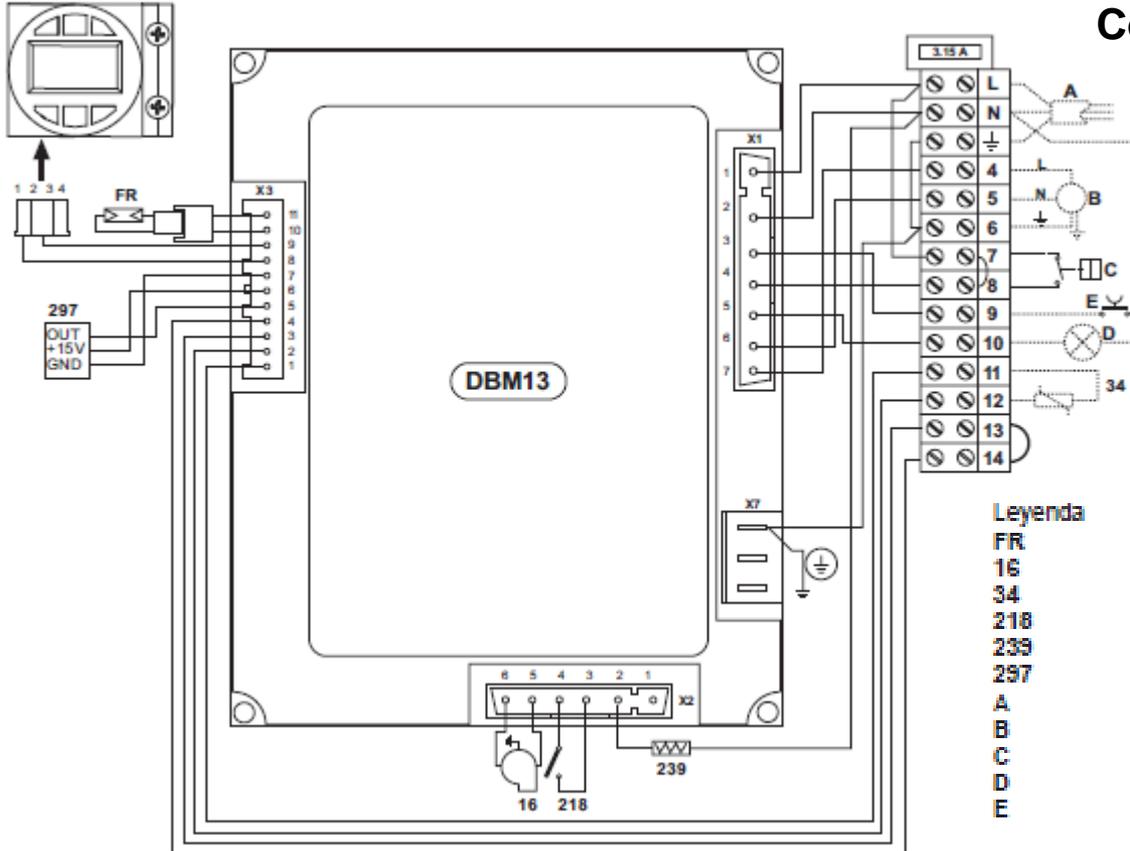
Quemador Ferroli Sun P7
 De 14,1kW a 34kW

Leyenda

- 1 Transductor de presión
- 2 Centralita
- 3 Cuerpo del quemador
- 4 Regleta de conexiones
- 5 Interfaz de usuario
- 6 Resistencia
- 7 Fotorresistencia
- 8 Termostato 85 °C
- 9 Tubo de carga del quemador
- 10 Motor
- 11 Ventilador
- 12 Tobera
- 13 Rejilla

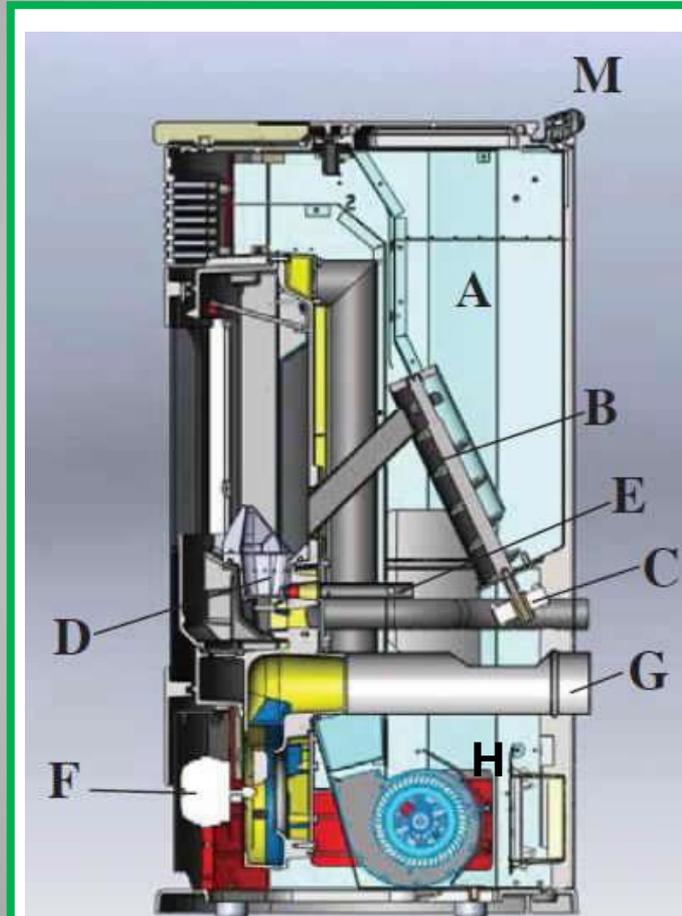
Conexiones eléctricas

INTERFACCIA
 UTENTE BIT01.02



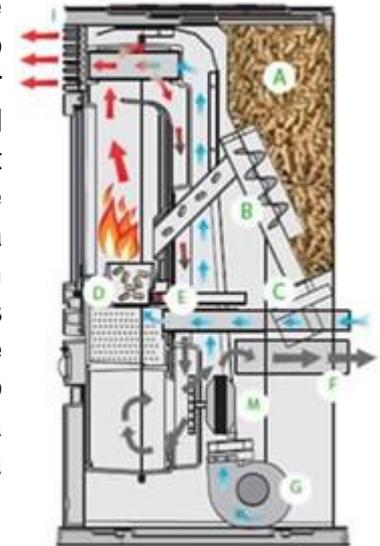
Leyenda

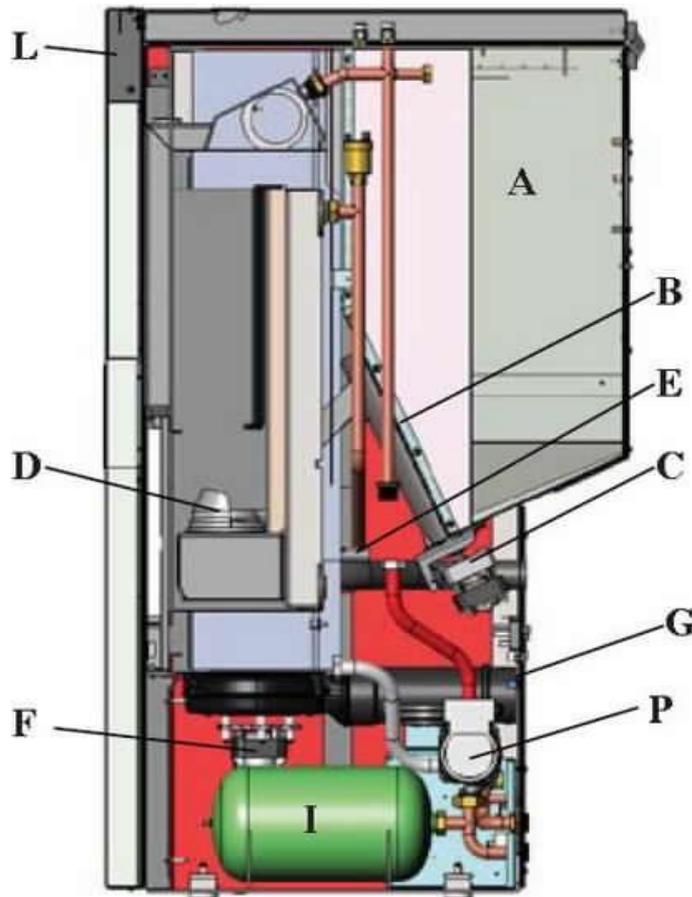
- FR Fotorresistencia
- 16 Ventilador
- 34 Sensor de temperatura de calefacción
- 218 Termostato de seguridad pellets
- 239 Encendedor
- 297 Transductor de presión de aire
- A Alimentación eléctrica
- B Motor-sifflin
- C Contacto de mando
- D Indicación de bloqueo
- E Desbloqueo del quemador



El depósito de combustible (A) está ubicado en la parte posterior y se llena a través de la tapa situada en la parte superior posterior. El pellet se recoge del depósito a través de un con tornillo sin fin (B) activada por un motoreductor (C) y a continuación se transporta al quemador (D). El encendido del pellet se efectúa por medio de aire caliente producido por una resistencia eléctrica (E) y aspirado del quemador por un extractor de humos (F). Los humos producidos por la combustión se extraen del hogar a través del mismo extractor y se expulsan a través de la boca (G) situada en la zona baja de la parte posterior de la estufa.

A estufa encendida, un segundo ventilador (H) aspira el aire de la zona donde se ubica y lo pasa a través de las paredes del hogar, elevando así su temperatura





El depósito de combustible (A) está ubicado en la parte posterior y se llena a través de la tapa situada en la parte superior posterior. El pellet se recoge del depósito a través de un con tornillo sin fin(B) activada por un motorreductor (C) y a continuación se transporta al quemador (D). El encendido del pellet se efectúa por medio de aire caliente producido por una resistencia eléctrica (E) y aspirado del quemador por un extractor de humos (F). Los humos producidos por la combustión se extraen del hogar a través del mismo extractor y se expulsan a través de la boca (G) situada en la zona baja de la parte posterior de la hidrostufa. El panel sinóptico (L) está situado en la parte frontal superior. El agua caliente producido por la hidrostufa es enviada por medio de la bomba de circulación incorporada en la misma hidrostufa al circuito de la instalación de calefacción. La hidrostufa está proyectada para funcionar con vaso de expansión cerrado (I) (situado tras el depósito de pellets) y válvula de seguridad de sobrepresión ambos incorporados.

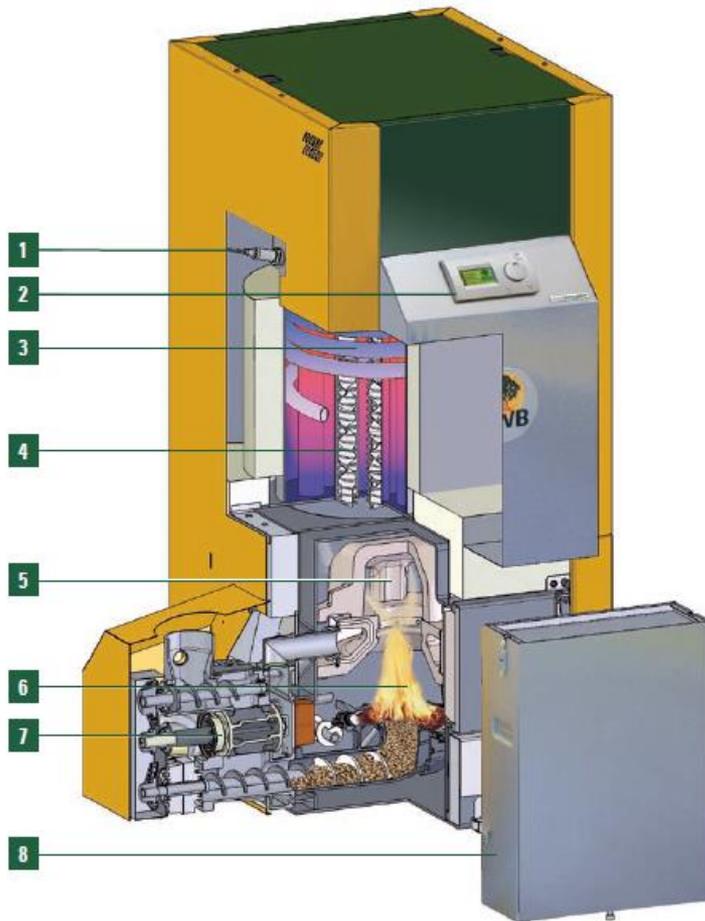


Esquema de funcionamiento de caldera de pellets

1. Puerta del depósito de cenizas
2. Cámara de combustión
3. Dispositivo contra incendio
4. Sistema autolimpieza
5. Motor de limpieza
6. Soplador para la ignición
7. Limpieza automática del intercambiador
8. Aislamiento cerámico
9. Aislamiento externo
10. Espiral de limpieza
11. Intercambiador tubular de calor
12. Ventilador de la extracción
13. Sensor de humo
14. Sonda lambda
15. Sonda lambda
16. Sensor de nivel de pellets
17. Motor
18. Tanque de pellets
19. Sensor de nivel de pellets
20. Motor
21. Tanque de pellets
22. Válvula rotoria de suministro

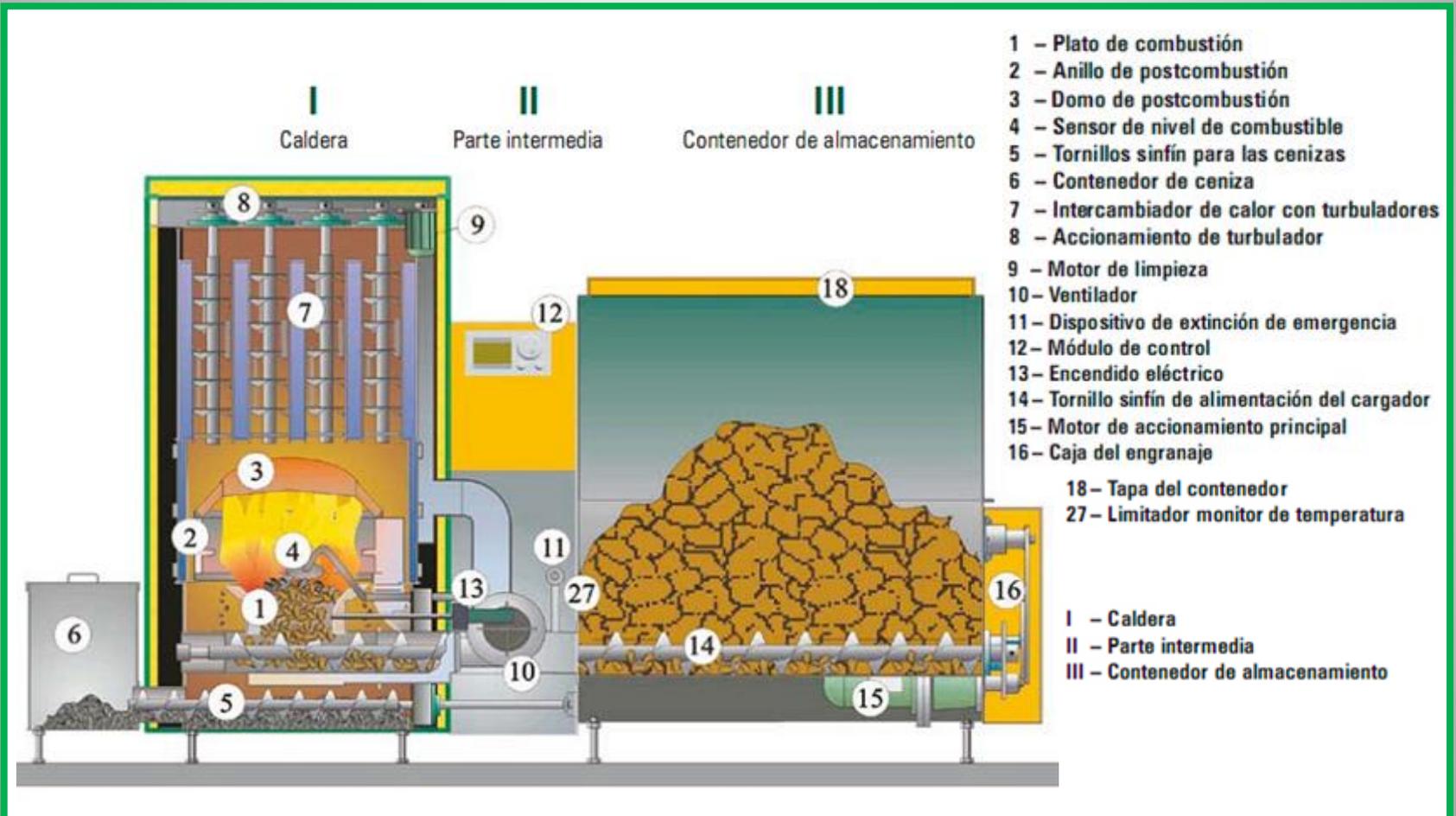


Despiece de calderas de pellet

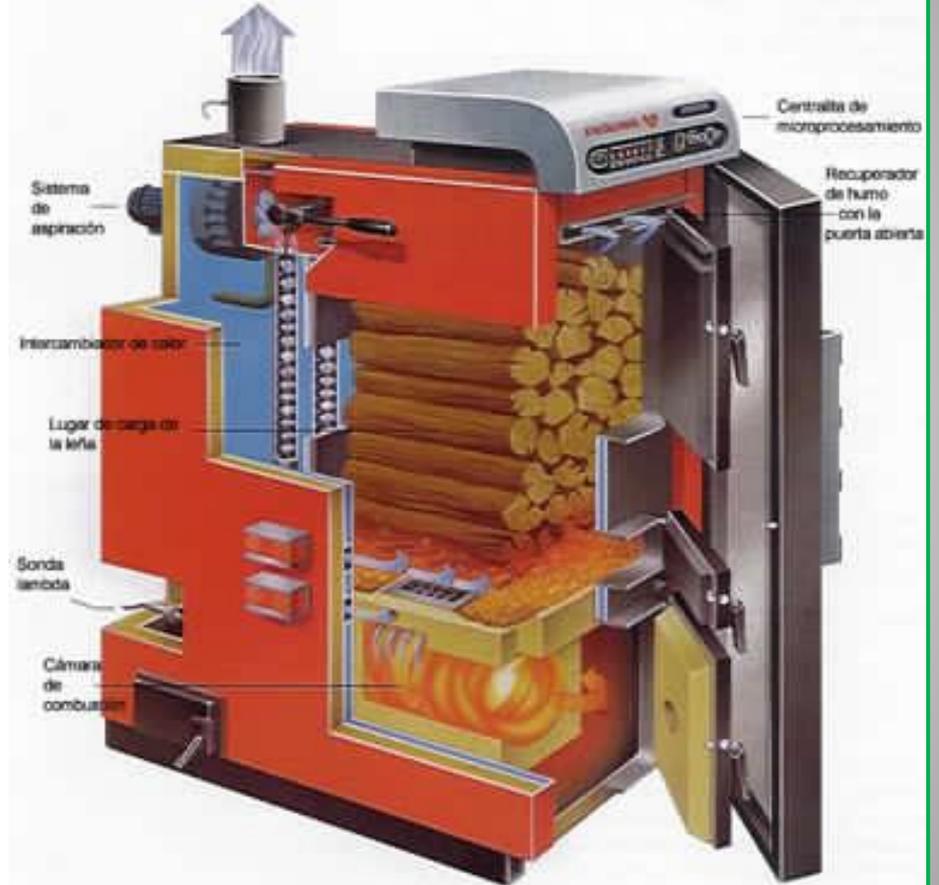
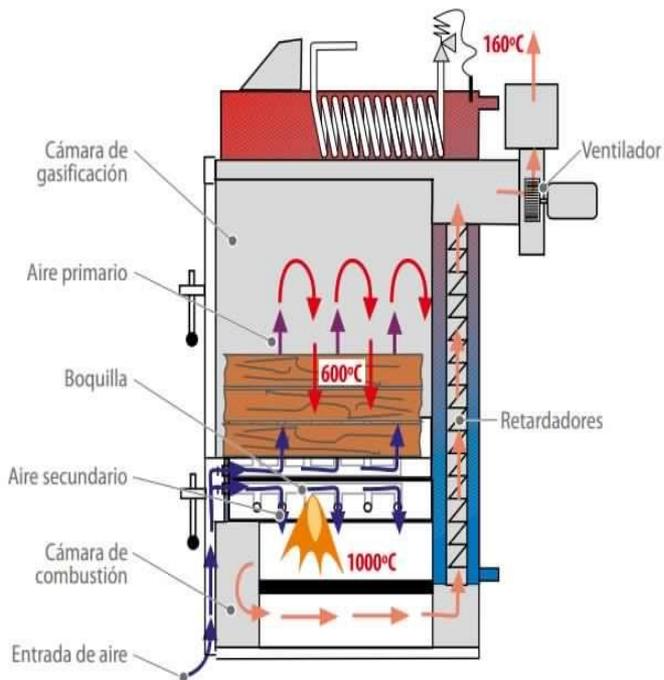


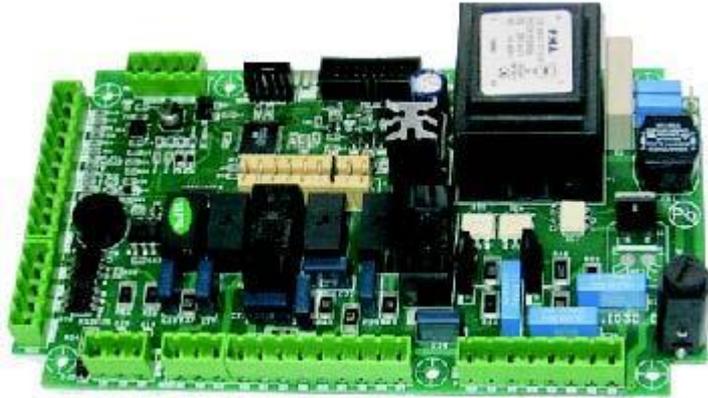
1. **Sonda lambda de banda ancha** para medir con exactitud la cantidad de oxígeno; gran vida útil gracias a la célula de medición de referencia y regulación exacta de la temperatura de la sonda
2. **Manejo y regulación:** manejo sencillo, adaptación de potencia moduladora (gradual), regulación de depresión, supervisión del número de revoluciones del motor Stoker, ventilador de tiro y de combustión
3. **Elevación de temperatura de reflujo integrada** con caudal variable
4. **Intercambiador de calor con limpieza automática** compuesto por muelles de limpieza y turbuladores de alta eficiencia
5. **Separador de polvo con efecto ciclón**
6. **Sistema de combustión:** Hogar de alimentación por debajo, de aluminio y fundición, con plato de combustión de acero fino fiable con combustibles de diferentes calidades
7. **Dispositivo cortafuegos:** Esclusa de rueda celular con siete cámaras de transporte; tornillo sinfín dosificador para alimentación de pellets controlada
8. **Descarga de ceniza automática** en un contenedor de ceniza – móvil en la versión confort y con asa extraíble

Despiece de calderas pellet



Despiece de calderas gasificación





Tarjeta electrónica

Permite el control de las alarmas, da marcha a los



Display

Permite visualizar las condiciones de funcionamiento, la entrada de datos en la tarjeta,...



Transductor de presión

Contacto que se cierra en caso de la presión no esté en el rango 0,5-2,5bar. Alarma por máxima/mínima presión en el circuito de agua



Presostato de depresión

Garantiza que haya depresión en la cámara de combustión. En caso contrario cierra un contacto y da una alarma de fallo.



Sonda Humo

Sonda de control de temperatura de humos (NTC)



Sonda Lambda

Sensor de medición del oxígeno existente después de la combustión



Sin fin

Tornillos de alimentación de combustible



Interruptor General

Interruptor de alimentación eléctrica (ESTUFAS)



Sondas de agua/ambiente

Sensor para lectura de temperatura del cuerpo/ambiente de la caldera o estufa



Termostato de seguridad

Da una señal eléctrica a la tarjeta cuando la temperatura se supere los 90-95°C y desconecta al equipo



Resistencia o soplante de encendido

La resistencia se pone incandescente, calienta al aire circundante por encima de 450°C y produce el inicio de combustión



Ventilador o soplante centrífugo

Ventilador que impulsa el aire dentro de la cámara de combustión



Extractor de humos

Garantiza la depresión en el hogar y es el responsable de forzar la entrada de aire primario



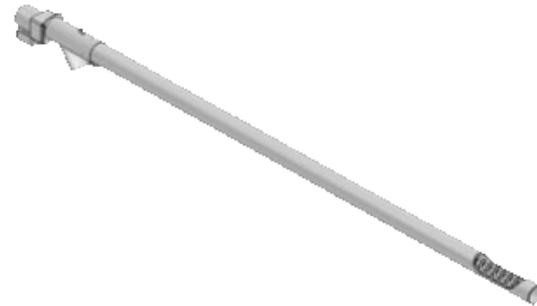
Motorreductor

Abastece de combustible al quemador en arreglo a los parámetros especificados en la tarjeta electrónica



Ventilador Tangencial

Tornillo alimentador de tolva



Tornillo sin fin con motorreductor responsable de la capacidad del pellet en la tolva y traslado al sin fin dosificador

Ventilador tangencial

Ventilador para refrigerar el cuerpo de la caldera y ceder calor al ambiente



Válvula alveolar o rotativa

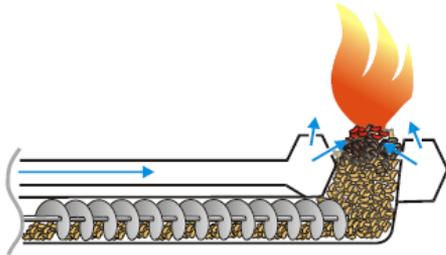
Válvula alveolar para alimentación o descarga en sistemas de transporte neumático por impulsión o vacío con presión diferencial. Incluso protección contra el retroceso de llama



Válvula de bolas

Válvula de bolas motorizada para protección contra el retroceso de llama

Alimentación inferior (afloración)



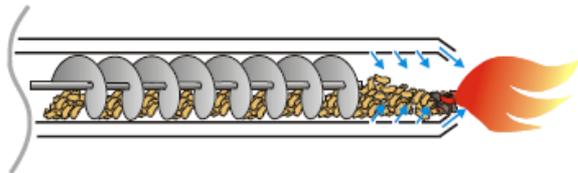
Ventajas:

- Simplicidad.
- El combustible quemado no va en dirección contraria a la alimentación

Inconvenientes:

- No se forma ninguna zona de secado en el combustible acumulado bajo la capa incandescente (contenido <30% de humedad)
- La entrada de aire primario por el combustible es difícil
- La ceniza se puede acumular al quemador y es difícil extraerla

Alimentación horizontal



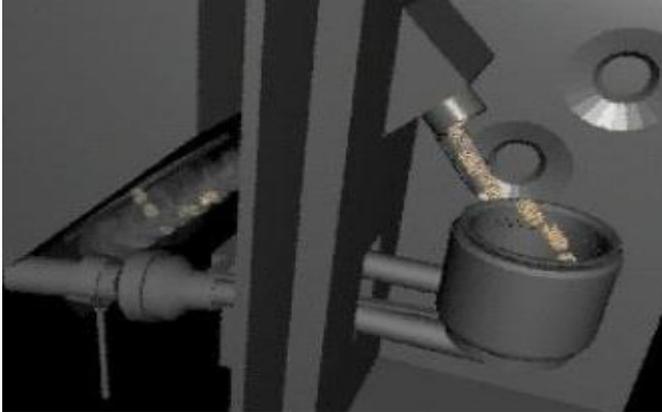
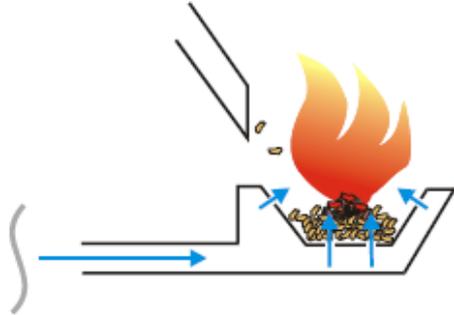
Ventajas:

- Secado antes del quemado.

Inconvenientes:

- El quemado del combustible en dirección contraria no puede ser evitado totalmente por el diseño del sistema que alimenta el combustible y por ese motivo se han de instalar sistemas de seguridad contra fuego en la entrada de combustible

Alimentación superior

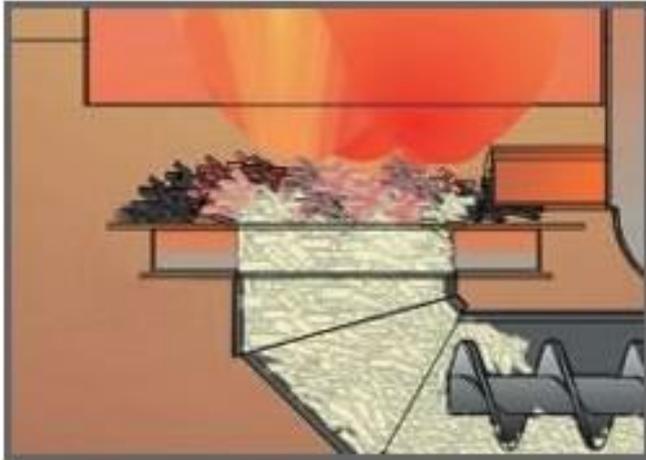


Ventajas:

- Secado del pellet sucede casi inmediatamente

Inconvenientes:

- Perturbaciones en la combustión generando más partículas y emisiones



Retorta

Este tipo de quemadores se construyen de tal manera que la alimentación de los mismos es siempre inferior.

El combustible es empujado por un conducto a la caja de retorta, donde se incorpora a la combustión empujando hacia arriba los restos de combustible quemado que se vierten lateralmente sobre los bordes de la retorta

Tipos de quemadores

Según el diseño



Fija de alimentación superior



Fija de alimentación horizontal



Anillo dotado de inyectores de aire.



Parrilla de embudo

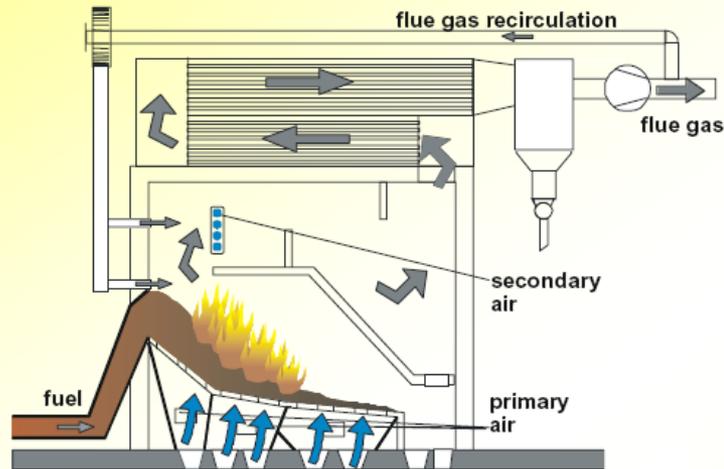


Las parrillas están compuestas por barras cuya sección puede ser trapezoidal o rectangular, de tal manera que entre elemento y elemento existen una serie de huecos por los que caen al cenicero los residuos por los que asciende el aire primario de combustión.

Pueden ser fijas o móviles

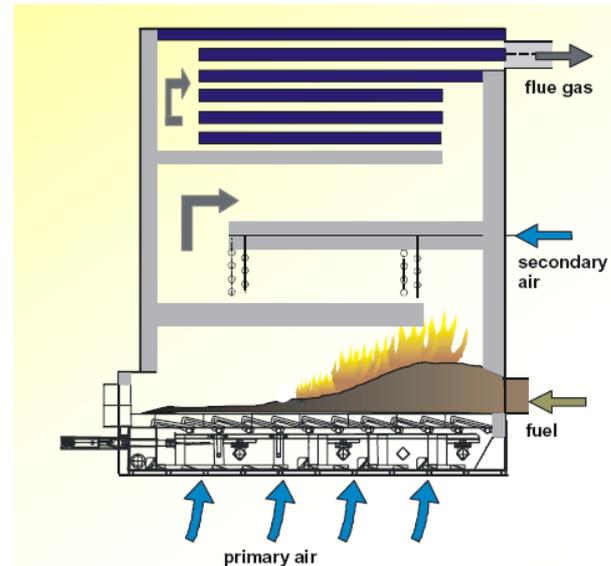


FIJAS



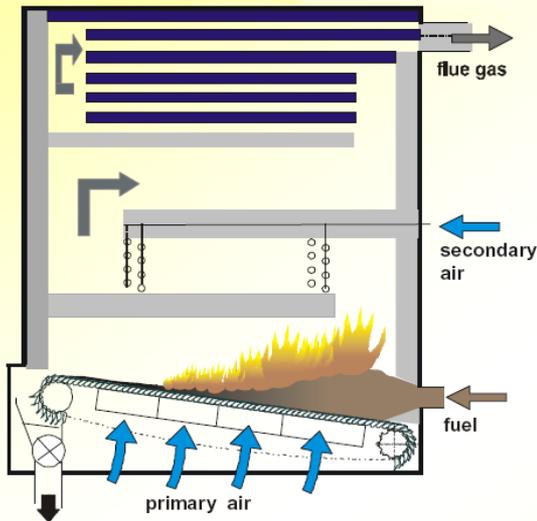
Móvil inclinada

El combustible es transportado a lo largo de la rejilla produciéndose dicho movimiento gracias a cilindros hidráulicos. La parrilla entera es dividida en varias secciones, que pueden ser movidas a diferentes velocidades de acuerdo con las diferentes etapas de combustión.



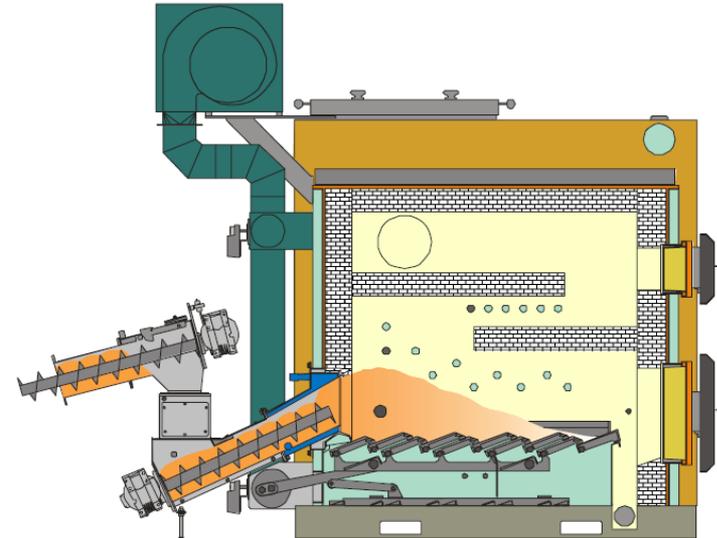
Móvil horizontal

Impide movimientos del combustible inducidos por la gravedad incontrolada, produciéndose una distribución muy homogénea del material sobre la superficie de la parrilla.



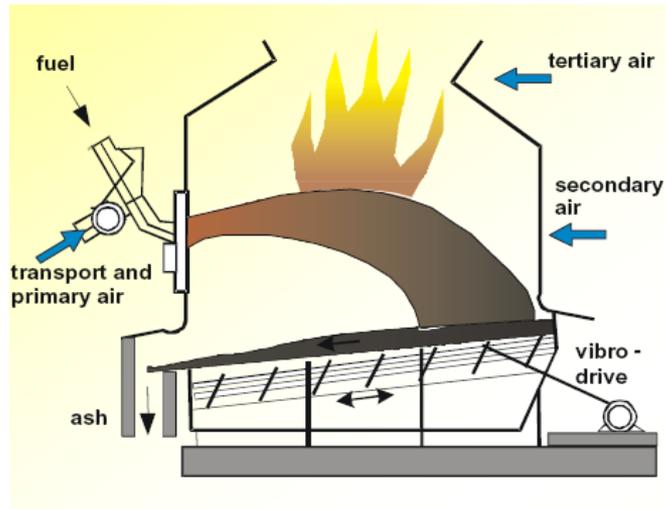
Móvil "Travelling grate"

La cama del combustible propiamente dicha no se mueve, sino que es transportada por la rejilla. Al final de la parrilla, se produce la limpieza de cenizas



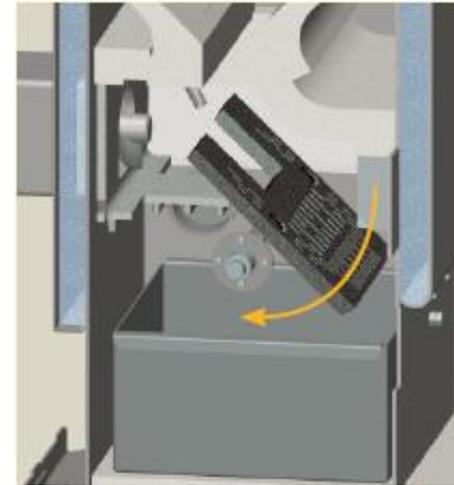
Móvil de avance

El combustible recibe el aire primario por debajo de la parrilla, produciéndose, por una parte, una buena refrigeración de los módulos de la parrilla y por otra, un precalentamiento del aire de combustión.



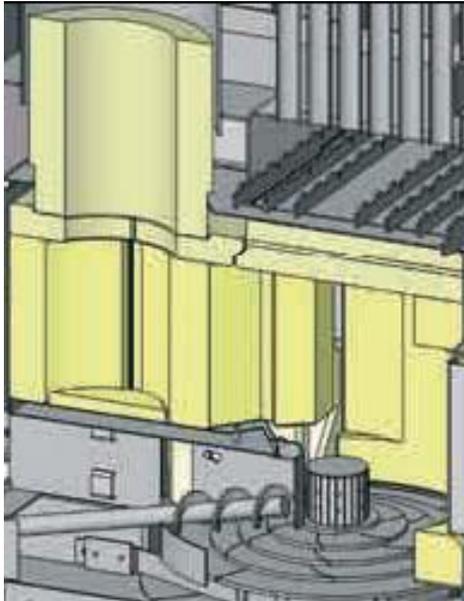
Móvil vibratoria

En este caso dos o más vibradores consiguen que se produzca el transporte del combustible así como la retirada de la ceniza hacia el cajón de cenizas. Esta tecnología es apropiada en caso de que el combustible muestre tendencias de aglomeración



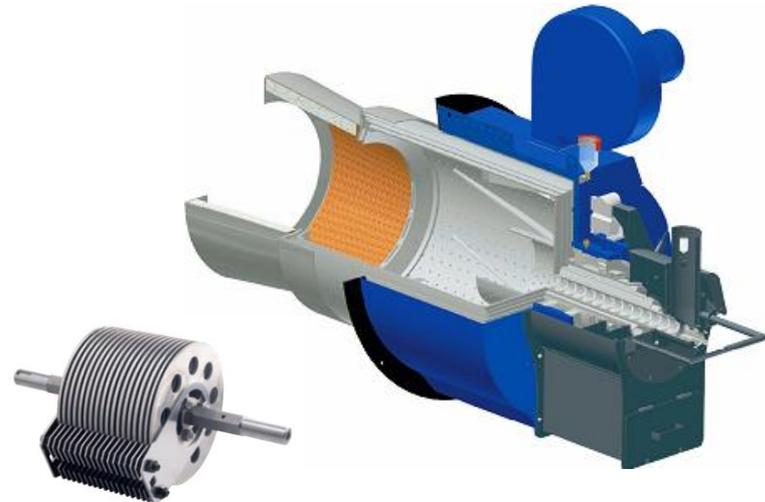
Móvil basculante

La técnica de parrilla basculante permite el transporte de las cenizas y restos de combustión al depósito de cenizas situado bajo la parrilla



Móvil giratoria

Este tipo de parrillas permiten la descarga automática e intermitente de las cenizas



Móvil cilindro rotatorio

El movimiento de la parrilla asegura que la zona de combustión se agita continuamente, asegurando una combustión completa y una pequeña cantidad de ceniza

1. De acero: su coste resulta ser bajo sin embargo resiste poco el calor durante mucho tiempo. Es el material más utilizado por los fabricantes debido a su bajo coste



2. De ladrillos refractarios : más caros que el acero, poseen una mayor resistencia al almacenamiento de calor. Fabricantes como Binder o Fröling utilizan este material en la cámara de combustión



3. De carburo de silicio: Su elevado precio se justifica por el hecho de que no reacciona con la ceniza y es resistente a que se formen depósitos y escoria, por lo que resulta ser un material muy adecuado para la combustión. Este tipo de material se encuentra por ejemplo en la cadera Guntamatic Biostar cuya cámara de combustión está recubierta con una camisa de carburo de silicio resistente al fuego



Tipos de quemadores

Según la cámara de combustión

MATERIAL DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN	COSTE	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CALOR	RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	RESISTENCIA A LA FORMACIÓN DE DEPÓSITOS
ACERO	Bajo	Baja	Media	Media
LADRILLOS REFRACTARIOS	Medio	Alta	Alta	Baja
CARBURO DE SILICIO	Alto	Baja	Alta	Alta

Los **sistemas de control automático** juegan un papel crucial en las calderas de biomasa pues de ellos depende el correcto funcionamiento de las mismas. Dentro de estos sistemas de control nos podemos encontrar con los siguientes:

- El control de carga.
- El control de la combustión.
- El control de la temperatura.
- El control de la presión.

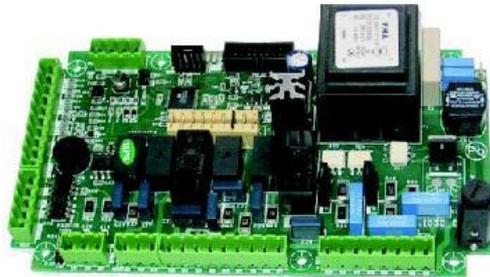
El **control de carga** se realiza teniendo en cuenta la temperatura de retorno del agua y, generalmente, nos determina el combustible y aire primario necesario. Otro sistema es a través del control de la temperatura de salida de gases en función del cual modula la alimentación y el aire primario

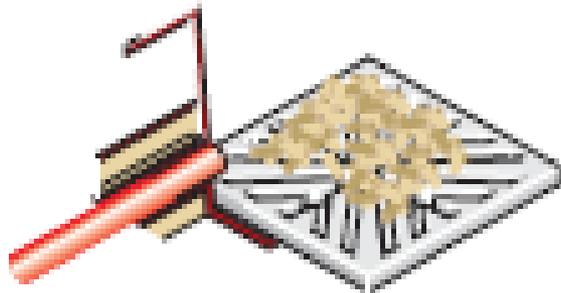
El **control de la combustión** se lleva a cabo a través de la **sonda Lambda**. Esta sonda controla permanentemente los valores de los gases de salida, utilizando los niveles de oxígeno como indicador de la combustión. Se pretende que la cantidad de oxígeno sea la menor posible y que se realice correctamente la combustión. De este modo, se corrige la cantidad de combustible que se necesita así como el aire secundario, que controla aumentando o disminuyendo los tiempos de alimentación

El **control de la temperatura** se realiza teniendo en cuenta la temperatura de la cámara de combustión. Las variables sobre las que actúa son el gas de salida a recircular o mediante el enfriamiento de las paredes de la caldera con agua.

El **control de la presión** se realiza midiendo la misma en la cámara de combustión y se controla mediante un ventilador inducido de aspiración.

En la mayoría de los casos, los fabricantes incluyen un **panel** para que el usuario regule y compruebe las funciones (aire necesario para la combustión, carga de combustible, temperatura del agua, temperatura de los humos...).





Encendido eléctrico

En este caso se produce la ignición mediante una resistencia eléctrica o mediante una barra cerámica incandescente de unos 300-500w



Encendido mediante aire caliente

A través de un generador de aire caliente se produce la llama necesaria para iniciar la combustión. Este tipo de encendido tiene el inconveniente de su alto consumo de corriente que oscila entre 1.500W-1.800W frente los 300W que son necesarios en la técnica de encendido eléctrico.

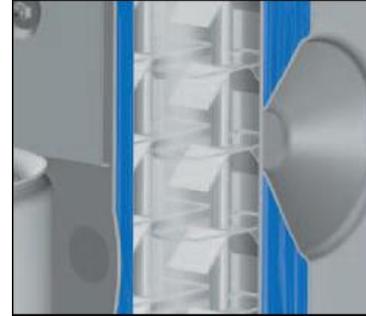
A. Sistemas mecánicos



1. Limpieza por muelles



2. Cuchillas turbuladoras



3. Limpieza mediante palancas



4. Limpieza por mecanismos vibratorios



5. Limpieza por sin fines helicoidales

B. Sistemas por recirculación

Recirculación de aire a alta velocidad. Parte de los gases de combustión se hacen pasar a alta velocidad a través del intercambiador arrastrando las partículas depositadas que serán eliminadas posteriormente en el ciclón.

Una caldera de biomasa tiene mayor inercia para producir calor que una caldera de gasoil o de gas. Así, en el caso de que ocurriese un corte eléctrico, el combustible continuará quemándose en la caldera y produciendo calor adicional que debe ser eliminado.

Una posible solución consiste en un recipiente de **expansión abierto** que pueda liberar el vapor si la temperatura del agua en la caldera alcanza 100 °C. Otra opción es un intercambiador de calor de seguridad en la caldera, que esté refrigerado por una corriente de agua tan pronto como la temperatura de la caldera se eleve demasiado (**válvula de descarga térmica**)

Otro sistema importante de seguridad debe evitar el **reflujo de la llama de la caldera** hacia el tanque de almacenamiento.

Por último, cabe citar un sistema de seguridad para **proteger la caldera contra la corrosión** que se denomina "*shunt*", que mezcla el agua fría de retorno del sistema de calefacción con el agua caliente que sale de la caldera, antes de entrar en la misma. Esto asegura que los humos nunca se condensen en la caldera.

Las normativas de seguridad están documentadas en la norma EN 303-5. Calderas especiales para combustibles sólidos., de carga manual y automática y potencia útil de hasta 300kW

Para evitar el peligro del retorno de la combustión desde la cámara al tanque de almacenamiento se suele de disponer de alguna/s de las siguientes protecciones contra incendios, junto a otros sistemas adicionales:

- **Válvula de bola**
- **Válvula rotativa o alveolar**
- **Tubo flexible termo retráctil**
- **Cambio de nivel**
- **Extinción mediante agua**

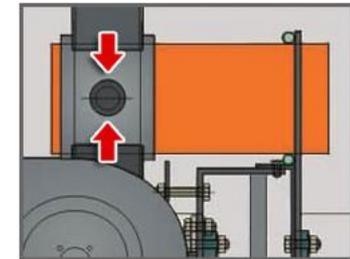


Válvulas de protección

Otros sistemas adicionales:

- Interruptor de control de la temperatura
- Recipiente de almacenamiento intermedio con regulación optoelectrónica de nivel de llenado
- Un dispositivo de control contra el peligro de llenado excesivo
- Dispositivo de limitación de los niveles máximo y mínimo de combustible en el quemador.
- Dispositivo electromecánico de control de la combustión.
- Dos superficies de sellado hermético
- Válvulas de protección
- Exclusa de rueda de célula de un solo eje
- Separación hermética del silo y del transporte de la cámara de combustión mediante una tolva rotativa
- Dosificador alveolar antiincendios
- Sistema de detección de atasco
- Rueda celular que impide el retroceso del fuego

Control contra el peligro de llenado excesivo



Superficies de sellado hermético

Al hablar de cenizas tenemos que considerar tanto las cenizas que se encuentran depositadas en el quemador como las cenizas volantes de la cámara de combustión. Estas cenizas se irán acumulando en depósitos habilitados para tal efecto.

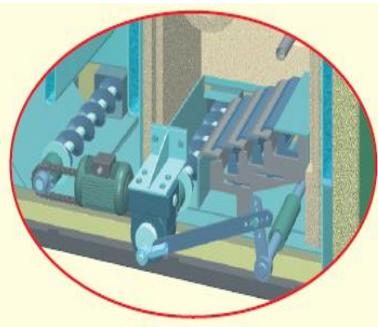
La ceniza depositada en el quemador **puede ser eliminada de forma MANUAL o AUTOMÁTICA**. En ocasiones los quemadores incorporan mecanismos que se encargan de su eliminación, como las parrillas sacudidoras, vibratorias, de bisagra, basculantes...



Limpieza de cenizas mediante suelo móvil



Limpieza de las cenizas mediante parrilla sacudidora



Limpieza de cenizas mediante el movimiento de la parrilla escalonada



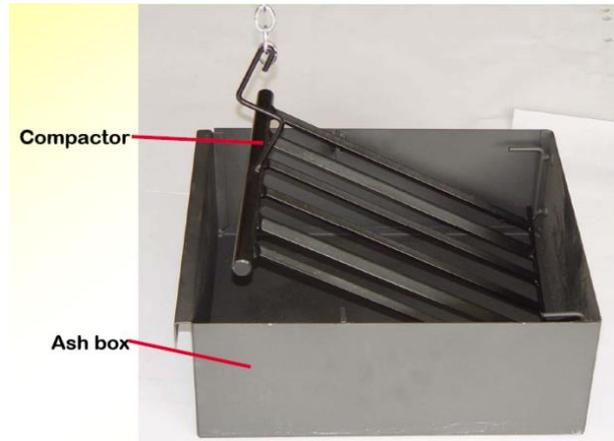
Limpieza de las cenizas mediante plato vibratorio



Limpieza de las cenizas mediante bisagra

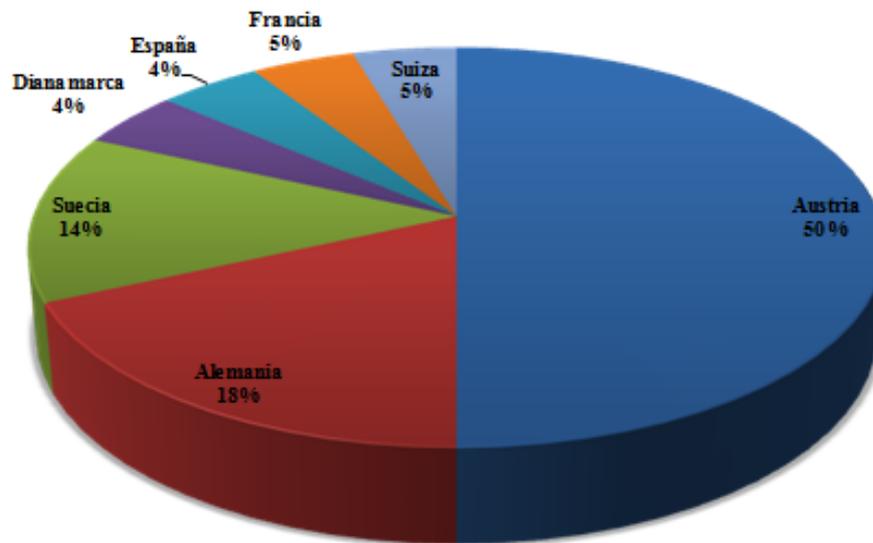
Para conducir la ceniza que queda en el fondo de la cámara de combustión hasta el contenedor, se suelen utilizar sistemas automáticos que consisten en un tornillo sin fin.

Una vez en el contenedor, dicha ceniza es compactada (mediante mecanismos como el que se muestra en la figura), de tal manera que se puede alargar su recogida hasta una o dos veces por año. Los contenedores suelen contener ruedas o un diseño que permita su cómodo transporte hasta el lugar de desecho de las cenizas

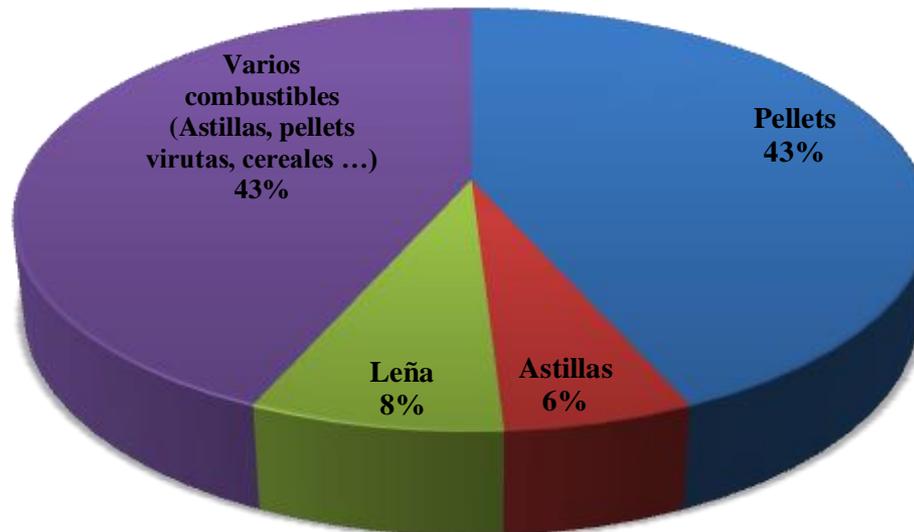


Sistema compactador de cenizas

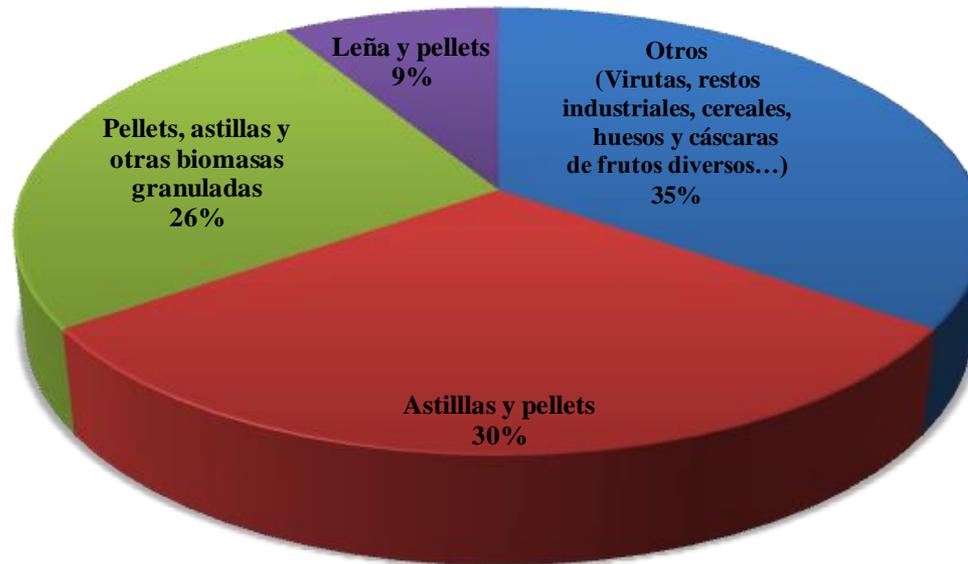
FABRICANTES DE CALDERAS DE BIOMASA POR PAÍSES

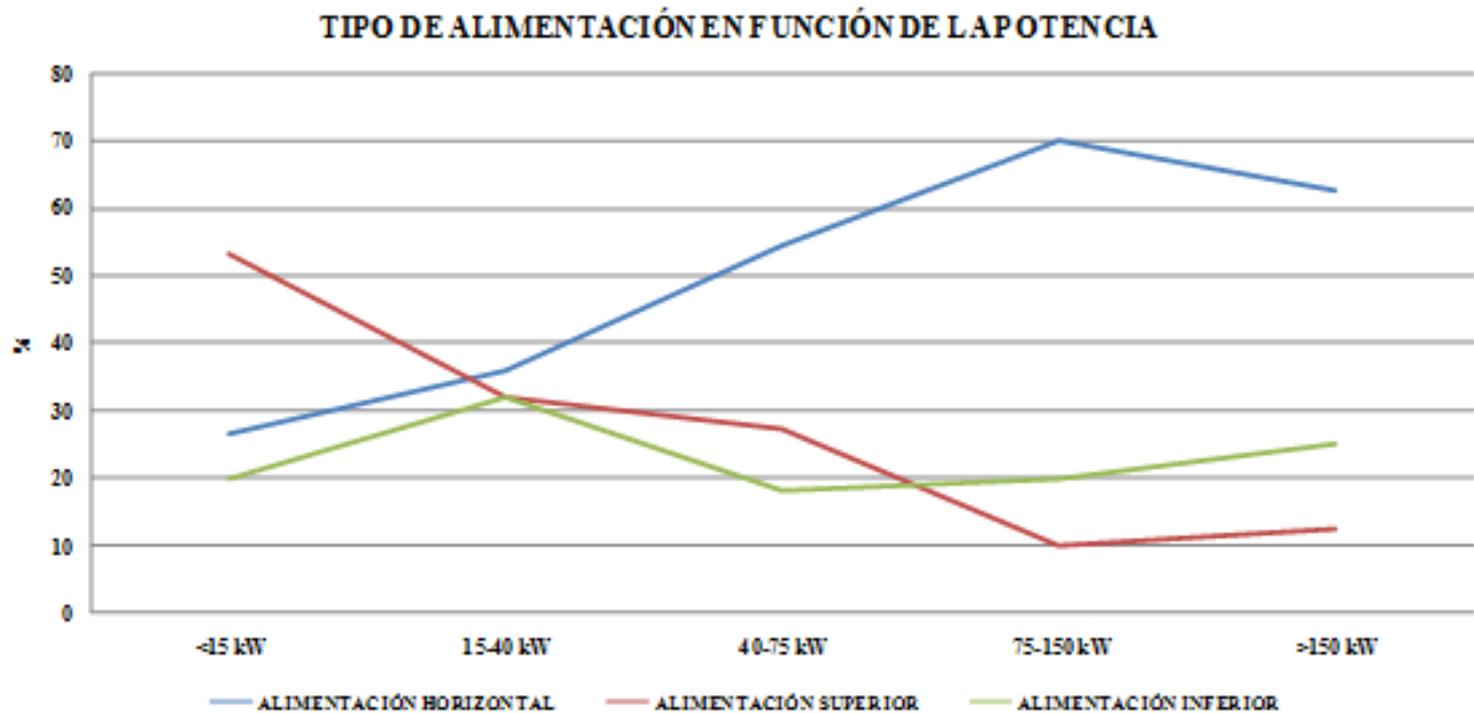


COMBUSTIBLES QUE ADMITEN LAS CALDERAS DE BIOMASA SOMETIDAS A ESTUDIO

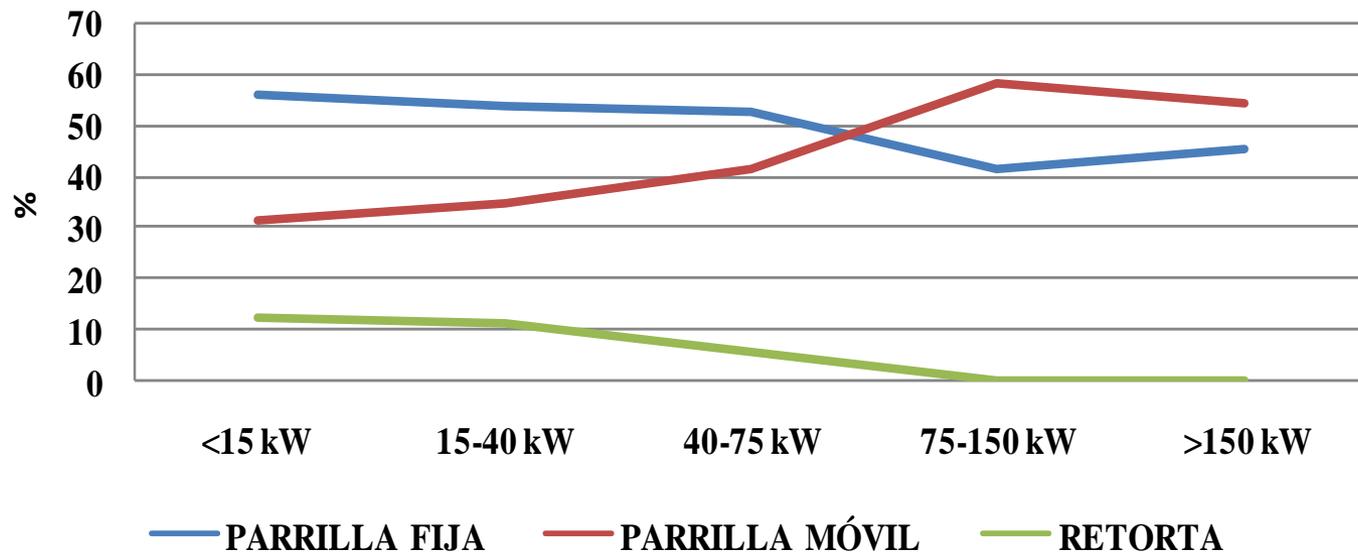


CALDERAS QUE ADMITEN MÁS DE UN COMBUSTIBLE

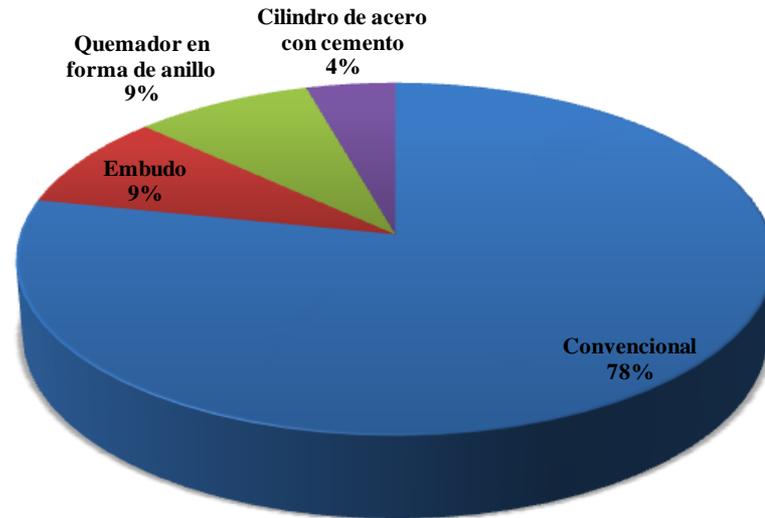




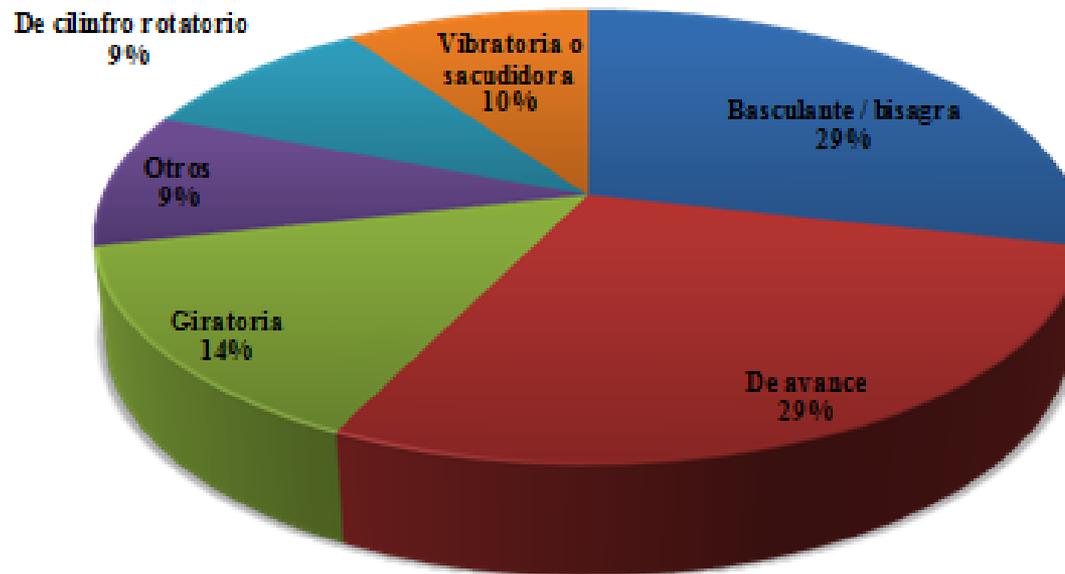
DISEÑO DEL QUEMADOR EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA



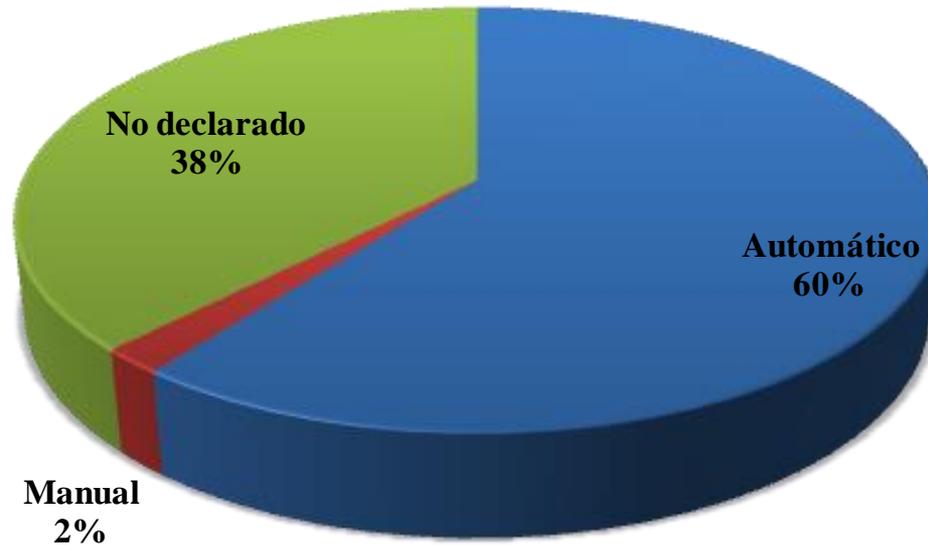
PARRILLA FIJA



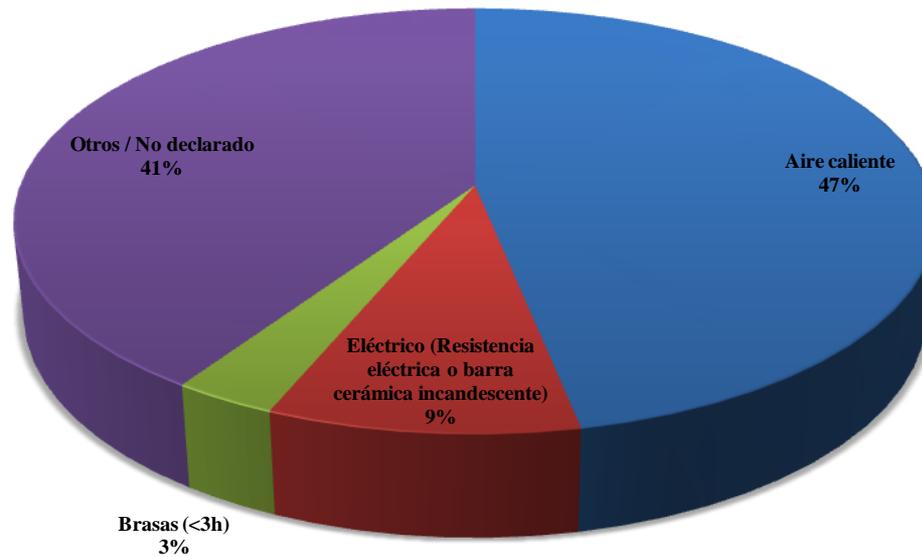
PARRILLA MÓVIL



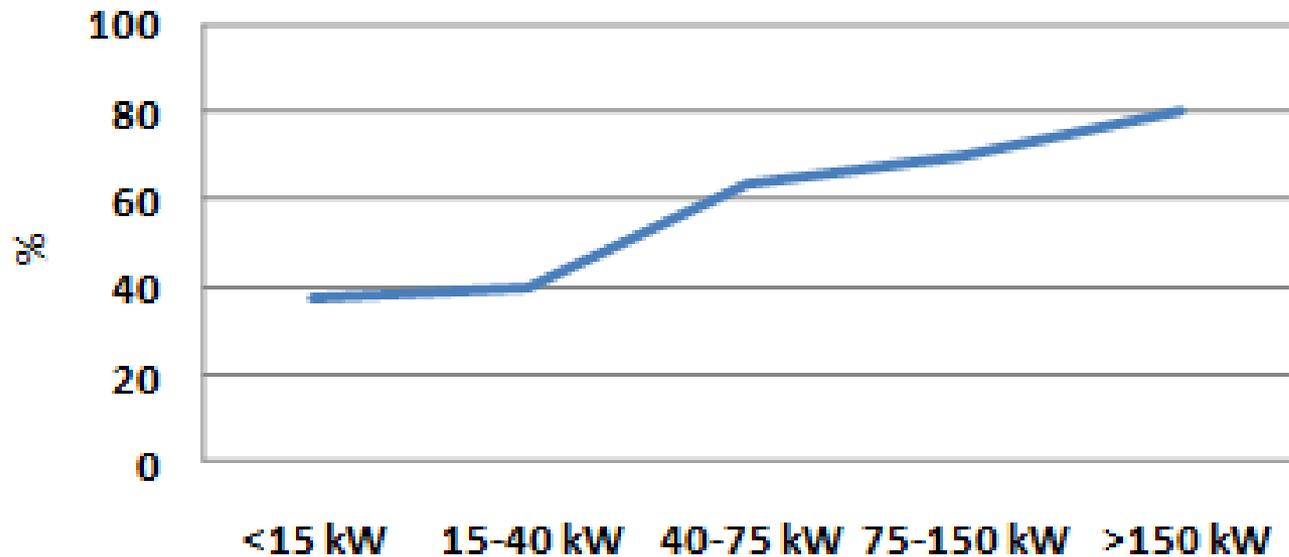
SISTEMA DE IGNICIÓN

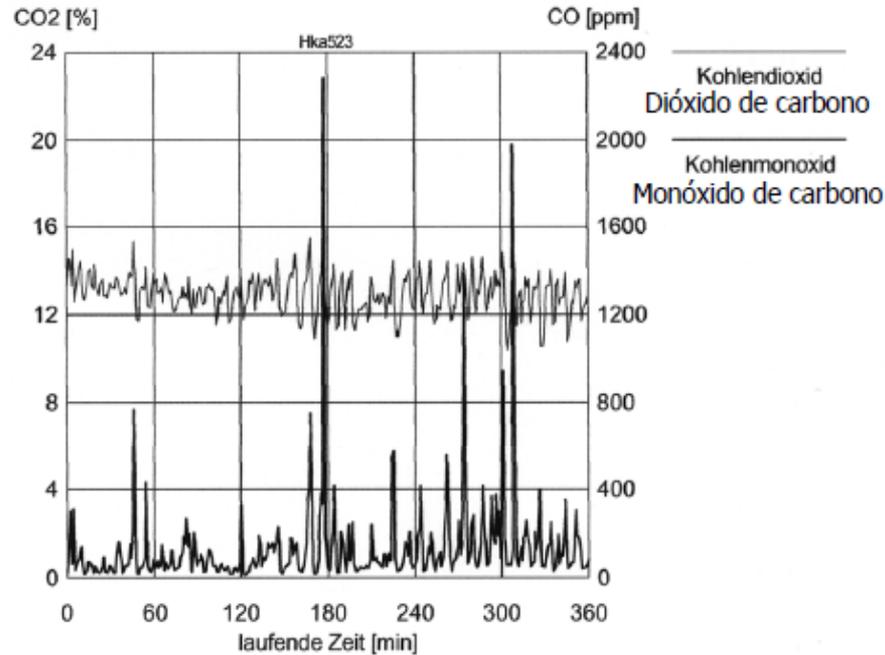


IGNICIÓN AUTOMÁTICA

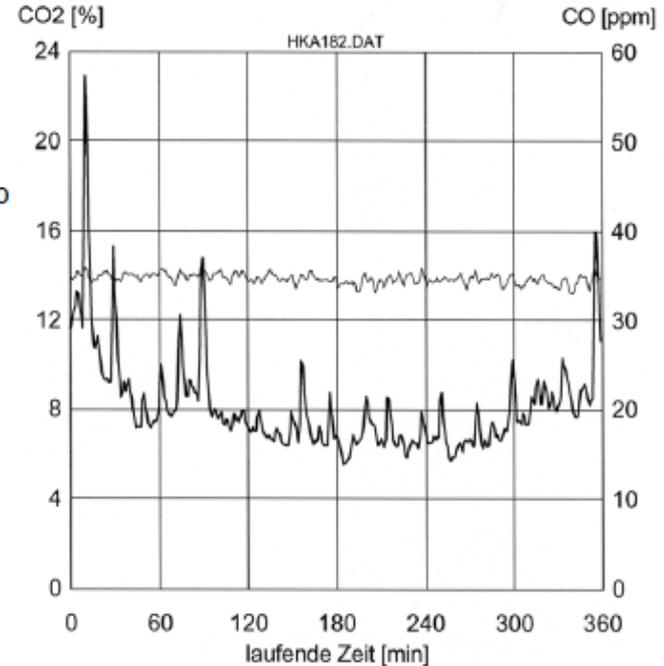


SONDALAMBDA



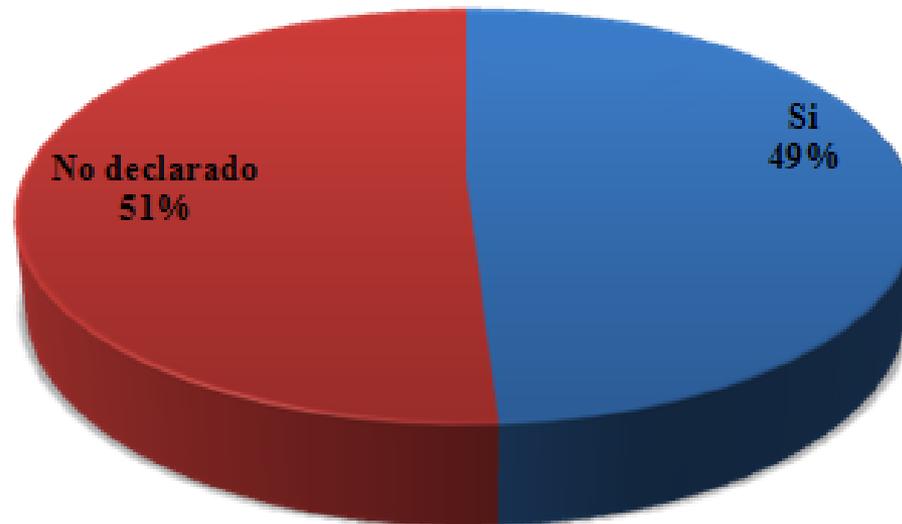


Caldera con sonda lambda

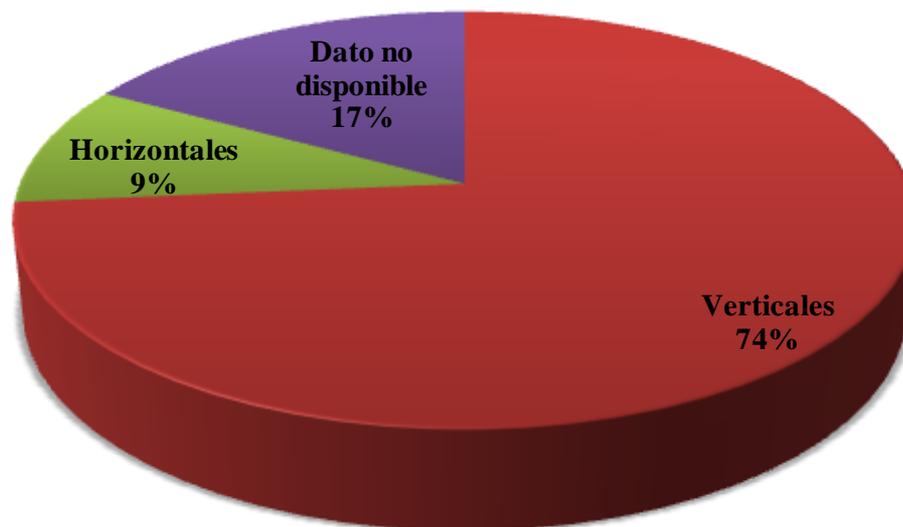


Caldera sin sonda lambda

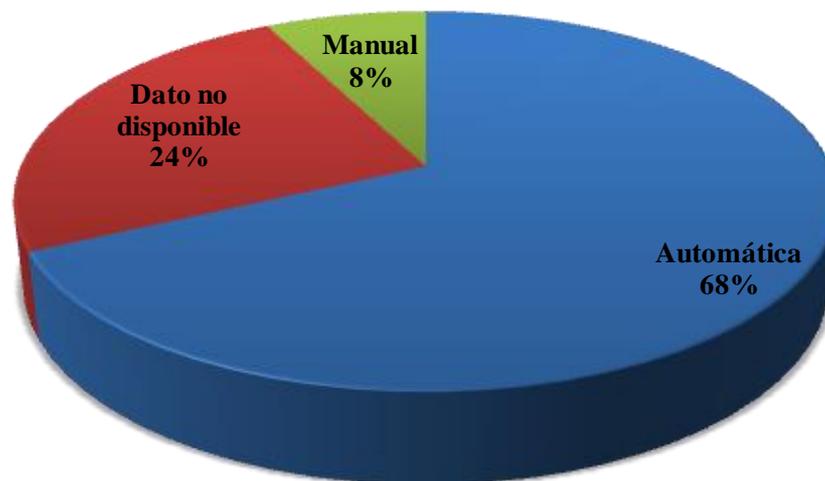
FUNCIONAMIENTO MODULAR



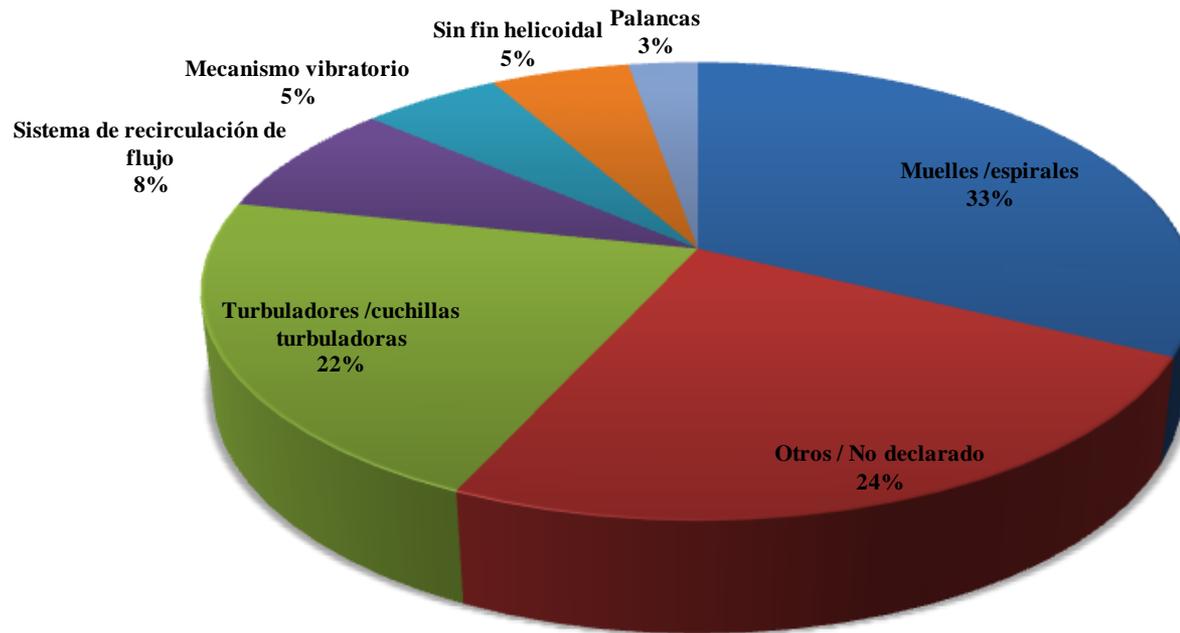
INTERCAMBIADORES DE CALOR



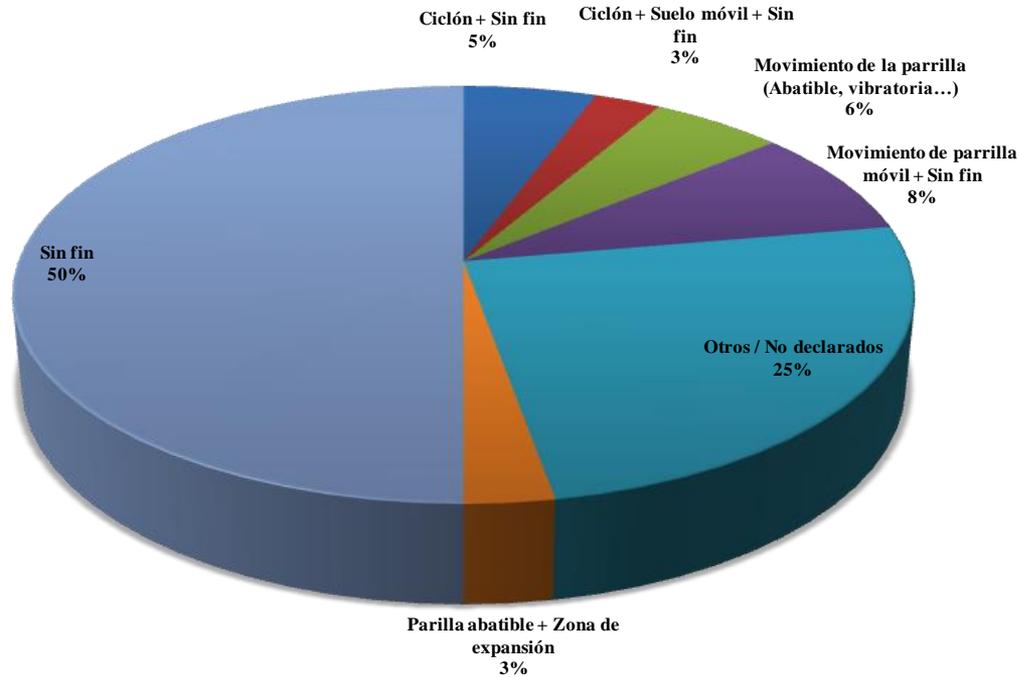
LIMPIEZA DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR



LIMPIEZA AUTOMÁTICA DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR



RETIRADA AUTOMÁTICA DE CENIZAS





**Gracias
por su
atención**