CALEFACCIÓN

pfernandezdiez.es

Pedro Fernández Díez

VII.- CLASIFICACIÓN DE INSTALACIONES DE CALEFACCION

pfernandezdiez.es

VII.1.- CALDERAS

La caldera es el componente esencial de una instalación de calefacción, en la que el calor generado en la combustión de un combustible, se transfiere a un fluido existente en la misma, (generalmente agua), denominándose en este caso, *calderas de agua caliente*.

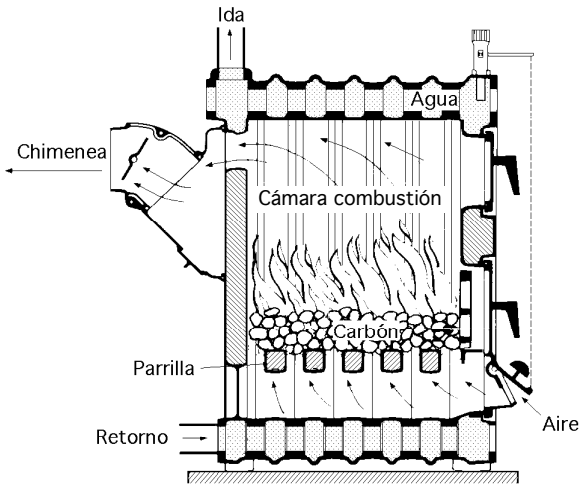


Fig VII.1.- Sección de una caldera de fundición con combustible sólido

Combustión.- La combustión es la reacción de un combustible con el oxígeno del aire, que genera un desprendimiento de calor. El aire necesario para la combustión se introduce en la cámara de combustión (hogar) en forma:

- *Natural, merced al tiro de la chimenea (calderas funcionando con combustibles sólidos)*
- *Forzada, mediante un ventilador que lleva incorporado el quemador mecánico*

La reacción química de la combustión viene representada en la Fig VII.2.

En la transmisión de calor entre los gases de la combustión y la pared exterior de la caldera, la transferencia térmica se efectúa por radiación, convección y conducción; la radiación la emite la llama, la convección es debida al desplazamiento de los gases de combustión que están en contacto con la pared exterior de la cámara y la conducción la transmite la llama al incidir sobre la superficie exterior de la caldera. Este calor absorbido por la superficie de las paredes de la cámara de combustión y del circuito de humos, mediante convección pasa al agua de la caldera.

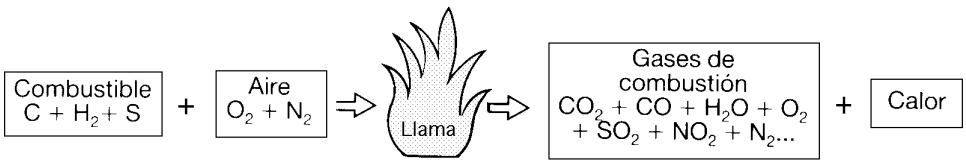


Fig VII.2.- Reacción química de la combustión

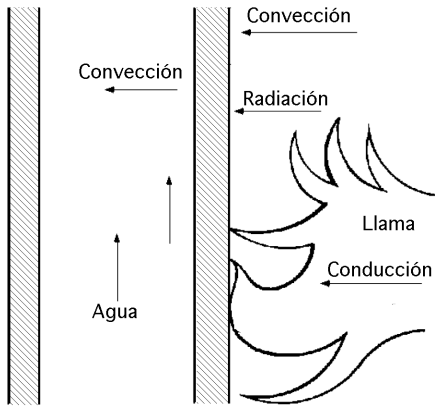


Fig VII.3.- Proceso de la transmisión de calor en un conducto

Cámara de combustión y circuito de humos.- La cámara de combustión es la parte de la caldera donde se quema el combustible; la temperatura que en esta zona alcanzan las llamas y los gases de combustión depende de diversos parámetros, sobre todo de la relación (combustible-aire), y puede llegar a los 1800ºC. El circuito de humos puede ser más ó menos sinuoso, dependiendo del diseño de la caldera.

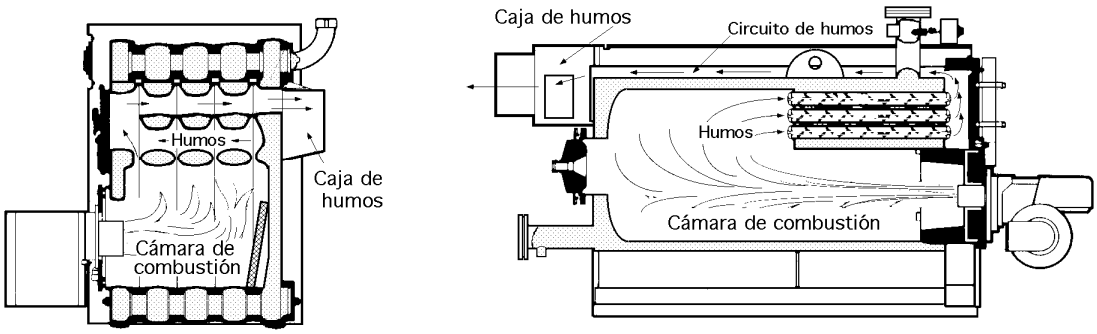


Fig VII.4.- Cámaras de combustión con combustibles líquidos o gaseosos, y circuito de humos

Superficie de calefacción de la caldera.- La superficie de intercambio térmico, es la superficie de calefacción de la caldera, y es la suma de la superficie de la cámara de combustión y del circuito de humos. La temperatura de los humos a la salida de la caldera suele oscilar entre los 200ºC y 260ºC.

Caja de humos.- La caja de humos (colector de humos), es la parte de la caldera donde confluyen los gases de la combustión en su recorrido final, que mediante un tramo de conexión se conducen a la chimenea.

I.2.- CLASIFICACION DE LAS CALDERAS SEGUN EL TIPO DE COMBUSTIBLE

Se clasifican, según el combustible a utilizar, en calderas:

- *Para combustibles* { *- sólidos (leña o carbón)* / *- fluidos (gasóleo o gas)*
- *Eléctricas*

Calderas para combustibles sólidos.- Pueden utilizar indistintamente carbón o leña; si se utiliza leña, la potencia calorífica de la caldera se reduce del orden de un 30% respecto a la de carbón:

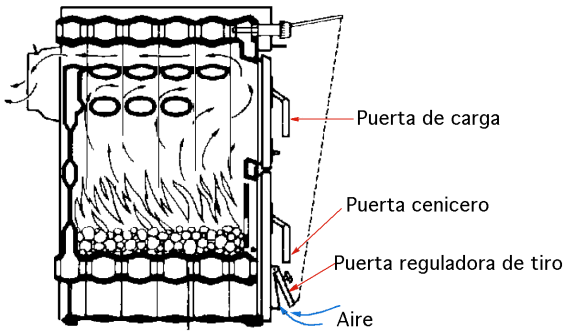


Fig VII.5.- Sección de una caldera de combustible sólido

Potencia de la leña = 0,7 Potencia del carbón

Las calderas para combustibles sólidos disponen de una puerta de carga en la parte superior por donde se introduce el carbón o la leña.

En la parte inferior va situada la puerta cenicero por la que se extraen las cenizas, y formando parte de ella la puerta reguladora de tiro, a través de la cual se introduce el aire para la combustión. El carbón o la leña se coloca en las parrillas, que normalmente están refrigeradas por el agua de la caldera (calderas de fundición). Existen modelos que mediante una sencilla adaptación se pueden transformar para quemar combustibles fluidos.

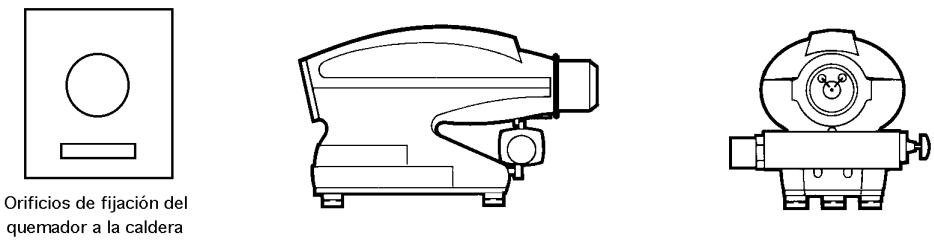
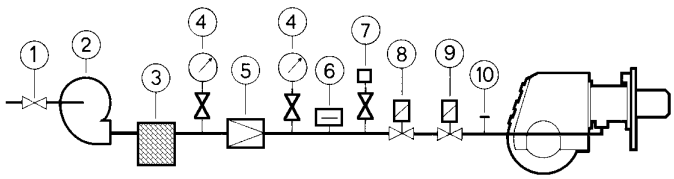


Fig VII.6.- Quemador de combustible gaseoso; accesorios de regulación, control y seguridad

Calderas para combustibles fluidos.- Emplean combustibles líquidos o gases, utilizando quemadores mecánicos, específicos para cada caso. Existen modelos de calderas diseñados exclusi-

vamente para utilizar gases, como las *calderas murales* que van apoyadas en la pared o las *calderas de pie* que se apoyan en el suelo; ambos tipos de caldera utilizan *quemadores atmosféricos*.



Accesorios de regulación, control y seguridad

1.- Válvula de cierre rápido (1/4 de vuelta)
2.- Turbina sobrepresora (sólo necesaria para una presión del gas inferior a la requerida por el quemador
3.- Filtro
4.- Manómetro con llave de cierre
5.- Regulador de presión
6.- Presostato de gas
7.- Mechero Bunsen con llave de cierre
8.- Electroválvula de seguridad de apertura y cierre rápido
9.- Electroválvula de regulación con apertura lenta y cierre rápido
10.- Punto de purga y control

Fig VII.7.- Accesorios de regulación, control y seguridad de un quemador de combustible gaseoso

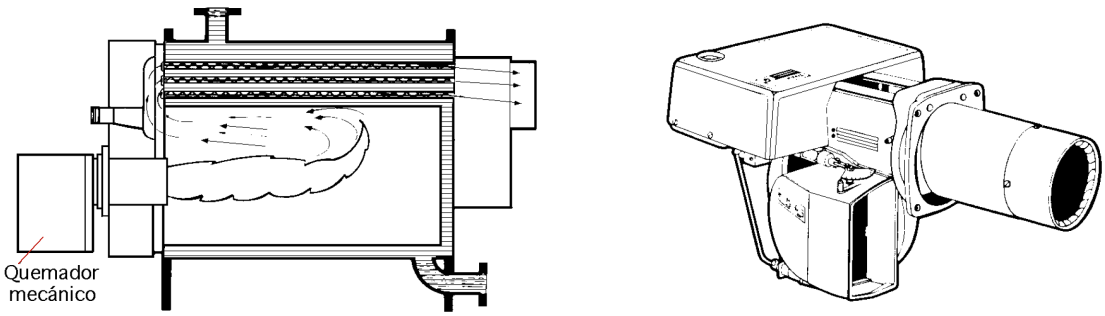


Fig VII.8.- Sección de una caldera de combustible líquido con quemador mecánico

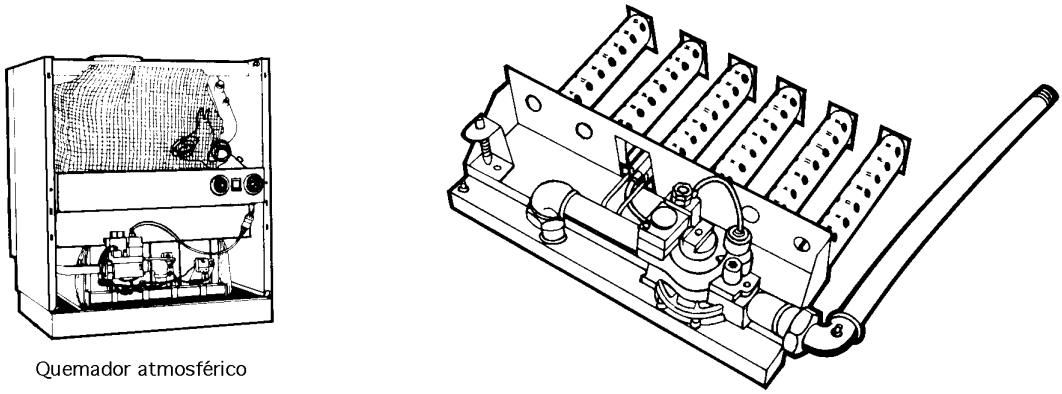


Fig VII.9.- Caldera con quemador atmosférico

Quemadores mecánicos.- Se acoplan a la parte frontal de la caldera mediante una puerta, formando un conjunto rígido; son de funcionamiento totalmente automático, en las que el aire necesario para la combustión lo aporta un ventilador centrífugo que incorpora, Fig VII.8; disponen de un dispositivo de control, que es el órgano principal del quemador, encargado de dar las órdenes oportunas para efectuar las secuencias de funcionamiento.

Quemadores atmosféricos.- Van situados en la parte inferior de la caldera; el aire necesario para la combustión del gas se aporta de modo natural por el efecto Venturi que produce el gas al salir por los orificios del quemador.

Calderas eléctricas.- Se basan en el calor producido (efecto Joule), por una resistencia eléctrica inmersa en el agua contenida en un recipiente; su principal ventaja es su instalación, que no precisa de chimenea, así como un fácil suministro de energía eléctrica.

I.3.- CLASIFICACION DE LAS CALDERAS SEGUN EL MATERIAL DE QUE ESTAN CONSTRUIDAS

Las calderas se pueden clasificar también en calderas de fundición y calderas de acero.

Calderas de fundicion.- Están formadas por módulos de fundición gris acoplados entre sí mediante manguitos. En estas caldera hay tres tipos de elementos, el delantero o frontal, el posterior y los situados en la parte central que se denominan medios.

La gama de potencias de un modelo de caldera se consigue añadiendo elementos medios al de menor potencia.

La unión y estanqueidad de los elementos se hace a través de la rosca de los manguitos; si los manguitos son esféricos se hace mediante tirantes.

En las calderas en *depresión*, el circuito de humos opone muy poca resistencia, (que vence el propio tiro de la chimenea), al paso de los gases de combustión.

- *Tienen una gran superficie de calefacción*
- *Son muy resistentes a la corrosión*
- *Casi todos los modelos se pueden transformar para quemar cualquier tipo de combustible*
- *Con los elementos desmontados, se puede transportar a cualquier zona del edificio*

Calderas de acero.- Están fabricadas con chapa de acero que, una vez soldadas, conforman un conjunto monobloc del cuerpo de la caldera.

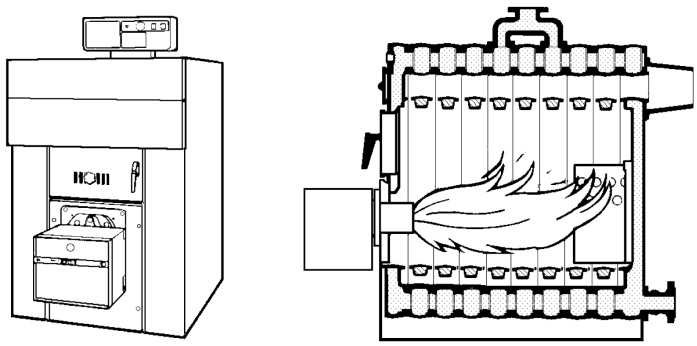


Fig VII.10.- Caldera de fundición

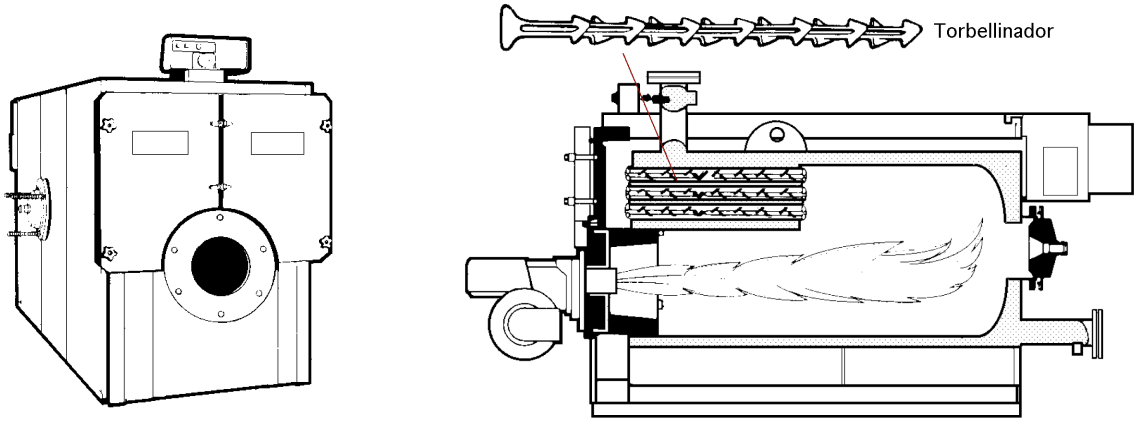


Fig VII.11a.- Caldera de acero

El circuito de humos opone mucha resistencia al paso de los gases de combustión (excepto las calderas que sean de depresión), que es debida a los *turbuladores*, situados en los tubos que forman el haz tubular, que facilitan la transmisión de calor y aumentan el rendimiento de la caldera, pero que dificultan el paso de los gases de combustión que se encuentran en el interior de la misma a una cierta presión, y de aquí el nombre de calderas sobrepresionadas. La superficie de calefacción de estas calderas es menor que la de las calderas de fundición o en depresión, por lo que son poco sensibles a los cambios bruscos de temperatura.

Tienen elevados rendimientos, respecto a la potencia son de tamaño reducido y de poco peso, y para el montaje apenas precisan de mano de obra.

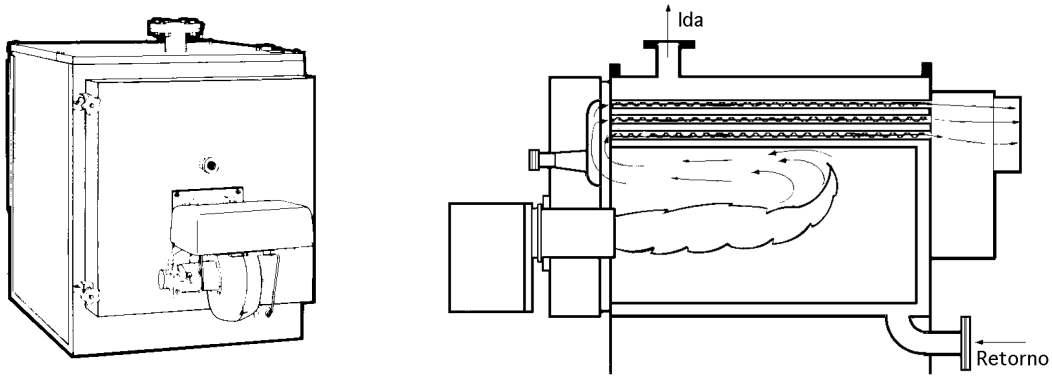


Fig VII.11b.- Caldera de acero

TablaVII.I.- Potencias específicas orientativas

Combustible	*Material de la caldera*	*Observaciones*	*Potencia (Kcal/m²)*
Leña	*Fundición*	*Diseño antiguo*	*5000 a 6000*
		Diseño moderno	*7000 a 9000*
	Acero		*10000 a 13000*
Carbón	*Fundición*	*Diseño antiguo*	*7000 a 8000*
		Diseño moderno	*10000 a 13000*
	Acero	*Diseño moderno*	*23000 a 27000*
Gasóleo o gas	*Fundición*	*Diseño antiguo*	*10000 a 12000*
		Diseño moderno	*15000 a 20000*
	Acero	*Sobrepresión < 30 mm c.a.*	*19000 a 25000*
		Sobrepresión > 30 mm c.a.	*32000 a 42000*

I.4.- POTENCIA ESPECIFICA DE UNA CALDERA.

La potencia específica de una caldera es la relación entre la potencia calorífica que proporciona y la unidad de superficie calefactora. La potencia específica puede variar mucho de un tipo de caldera a otro, interviniendo en gran manera el diseño, el material de la caldera y el combustible que se utiliza.

En la caldera tiene lugar un intercambio térmico entre el calor que emite el combustible quemado y el que el fluido calefactor recibe.

La potencia de la caldera se determina en la forma: $N_u = (N_r + N_L)\, a$

en la que: $\begin{cases} N_u \text{ es la potencia de la caldera en Kcal/hora} \\ N_r \text{ es la potencia instalada en los radiadores en Kcal/hora} \\ N_L \text{ son las pérdidas de calor en las tuberías en Kcal/hora} \\ a \text{ es un factor, (debido a la inercia térmica), de valor: } 1{,}1 \div 1{,}2 \end{cases}$

I.5.- INSTALACION DE CALDERAS

Para optimizar la seguridad de las *calderas apoyadas en el suelo*, evitar sus posibles problemas de funcionamiento y obtener mejores rendimientos en su instalación, se presenta la siguiente normativa:

Emplazamiento.- La caldera se tiene que ubicar en un zócalo para el apoyo de la misma, que debe construirse con materiales resistentes al calor.

Si la caldera trabaja con combustibles sólidos, (carbón o leña), el zócalo debe tener una cavidad central que disponga de una rampa para facilitar la recogida de cenizas. Al colocar la caldera sobre el zócalo, y para evitar entradas parásitas de aire que reducen el rendimiento de la misma, ésta se deberá enmasillar por su base de apoyo con el zócalo.

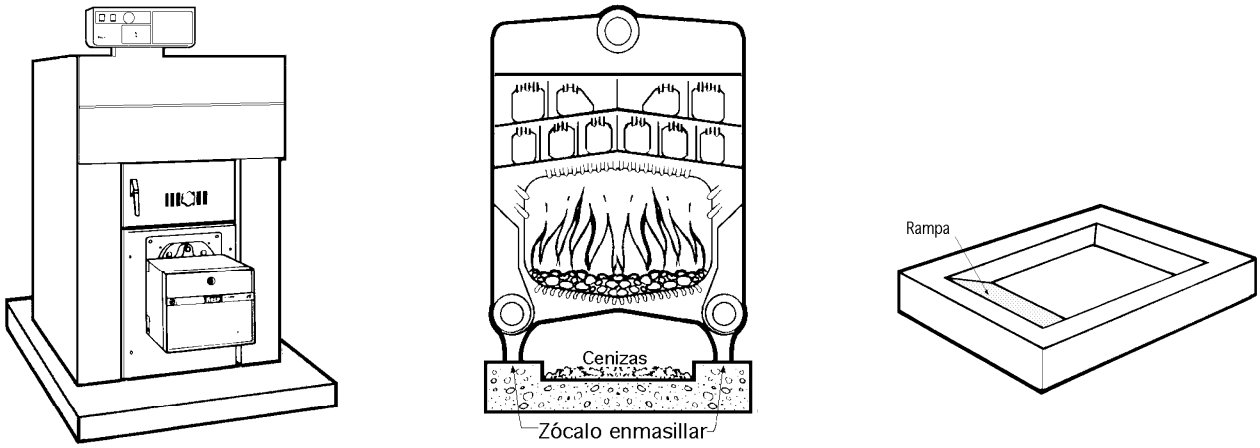


Fig VII.12.- Caldera de combustible sólido ubicada en un zócalo

Sala de calderas.- La altura mínima de la sala de calderas debe ser:

H = altura caldera + 80 cm ; Mínimo 200 cm

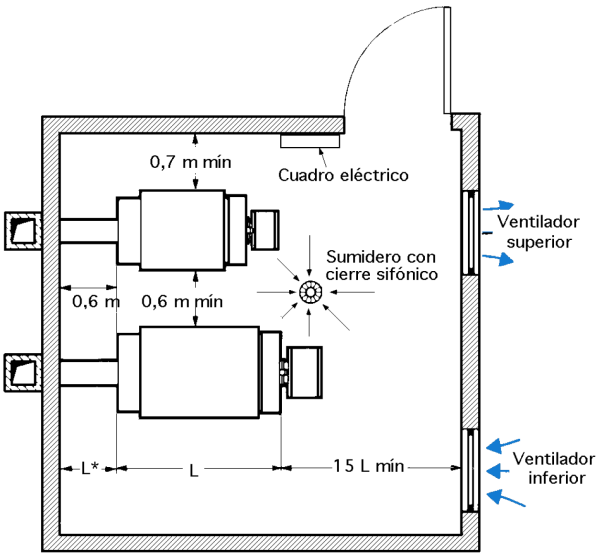


Fig VII.13.- Dimensiones mínimas de una sala de calderas

Se considera sala de calderas, el local en el que se sitúan las calderas para calefacción o agua caliente sanitaria con potencia superior a 50 kW, 43.000 Kcal/hora. Para que la combustión se desarrolle correctamente, las salas de calderas deben disponer de una entrada de aire amplia, con aperturas (de igual sección) a 30 cm del suelo y techo, para la entrada y salida del aire; la aportación de aire se puede realizar mediante ventilación directa, natural o forzada.

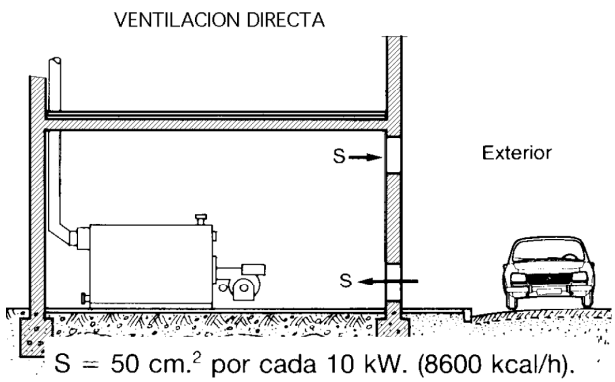
En el caso de ventilación forzada se dispondrá de un ventilador que asegure un mínimo de aire de 45 lit/seg y kW, ya que la falta de aire para la combustión produce hollín en la caldera; su funcionamiento dependerá del tipo de quemador.

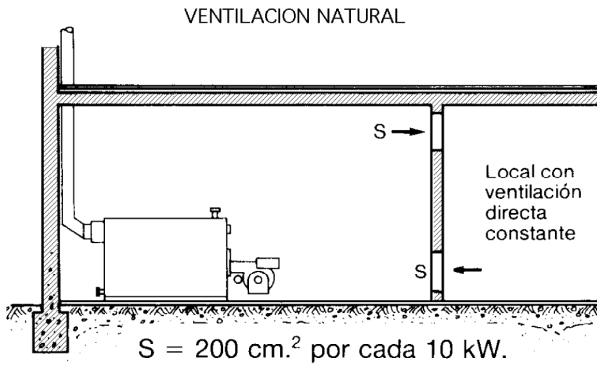
I.6.- ACOPLAMIENTO CALDERA-QUEMADOR

Las calderas presurizadas, se caracterizan por estar el circuito de humos en sobrepresión. La resistencia del paso de los gases de combustión es variable según el modelo de caldera; en las calderas de fundición no suelen superar los 3 mm de c.a., por lo que esta resistencia se puede vencer fácilmente mediante el tiro natural creado por la chimenea, dando lugar a una caldera con depresión en el hogar.

La caldera es *ligeramente presurizada* cuando la resistencia al paso de los gases de la combustión es del orden de, 4÷10 mm de c.a., y es *presurizada* para resistencias superiores.

Para vencer estas resistencias se deben instalar quemadores presurizados capaces de proporcionar la presión suficiente, con la finalidad de hacer salir los gases de la combustión hasta la base de la chimenea; estos quemadores se seleccionan según la curva característica, presión-potencia-caudal combustible.





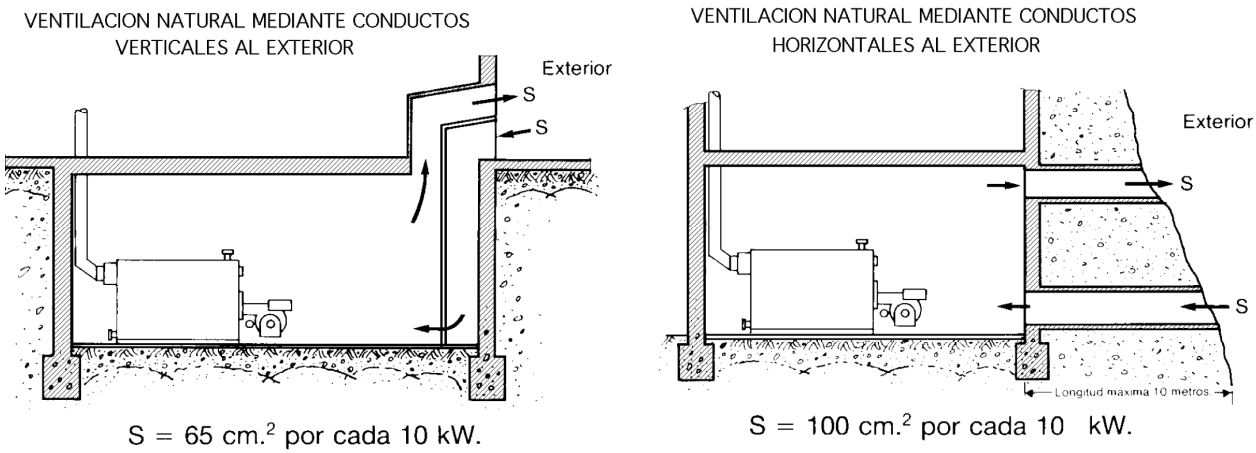


Fig VII.14.- Tipos de ventilación de una sala de calderas

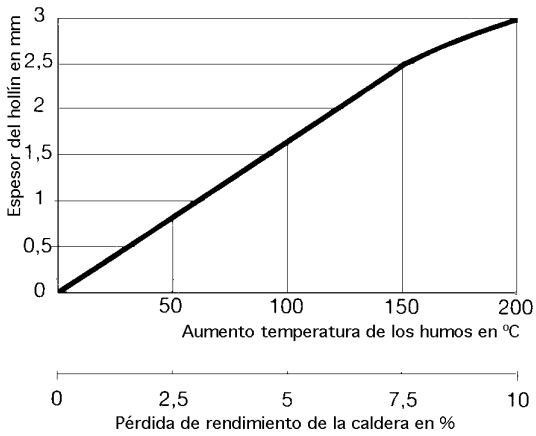


Fig VII.15.- Influencia del hollín en el rendimiento de la caldera y en el aumento de temperatura de los humos

Selección del quemador.- Para un correcto acoplamiento del quemador a un generador hay que considerar, fundamentalmente, la potencia y las características de la cámara de combustión. Elegido el generador, según la potencia requerida por la instalación, hay que determinar el gasto de combustible G a quemar, en kg/hora ó m^3/hora, en la forma:

$$G = \frac{N_u}{(PCI)\,\eta} \quad \text{, siendo: } \begin{cases} N_u \text{ la potencia del generador en Kcal/h} \\ PCI \text{ la potencia calorífica inferior del combustible} \\ \eta \text{ el rendimiento del generador} \end{cases}$$

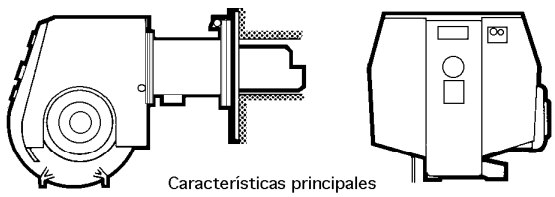


Fig VII.16.- Quemador de combustible gaseoso para cámaras de combustión en sobrepresión

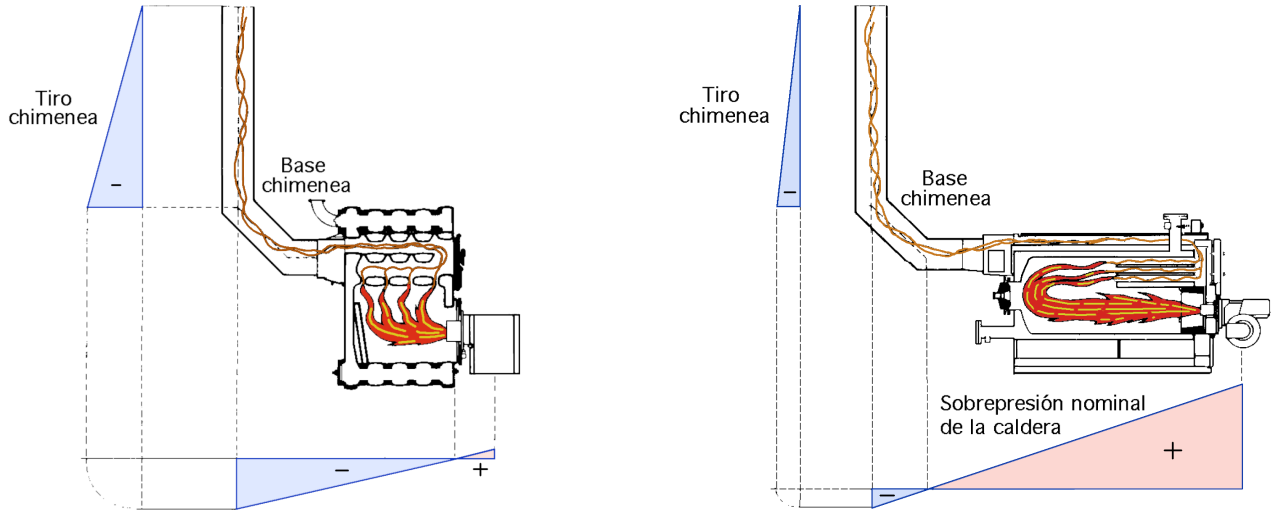


Fig VII.17.- Gráficos de presiones del circuito de humos correspondientes:
a) A una caldera en depresión; b) A una caldera en sobrepresión

La ***potencia calorífica inferior*** *de un combustible PCI* es la energía desprendida durante su combustión por unidad de tiempo, no teniendo en cuenta la energía de condensación del vapor de agua contenido en los gases de combustión; es, por lo tanto, la potencia calorífica inferior.

(PCI) Gasóleo = 10.200 Kcal / kg

(PCI) Fuelóleo = 9.700 Kcal / kg

(PCI) Antracita = 7.000 Kcal / kg

(PCI) Gas Ciudad = 3.800 Kcal / Nm^3

(PCI) Gas Natural = 9.300 Kcal / Nm^3

(PCI) Propano = 22.000 Kcal / Nm^3

I.7.- RENDIMIENTO DE LA COMBUSTION DE UN GENERADOR

El rendimiento de la combustión de un generador en % es = $100\ K\ \dfrac{T_h - T_a}{\%\ CO_2}$

con: $\begin{cases} T_h \text{ es la temperatura de los humos en } ^\circ C \\ T_a \text{ es la temperatura ambiente de la sala en } ^\circ C \\ CO_2 \text{ es el contenido en \% de } CO_2 \end{cases}$ y $K = \begin{cases} 0{,}495 + (0{,}00693\ CO_2) \text{ para gasóleo} \\ 0{,}516 + (0{,}0067\ CO_2) \text{ para fuelóleo} \\ 0{,}379 + (0{,}0097\ CO_2) \text{ para } \begin{cases} \text{gas natural} \\ \text{propano y butano} \end{cases} \\ 0{,}68 \text{ para hulla y antracita} \\ 0{,}57 \text{ para cok} \\ 0{,}50 \text{ para gas ciudad} \end{cases}$

En la elección de un quemador hay que tener en cuenta que si la caldera seleccionada es de hogar presurizado, él también deberá ser presurizado, y se seleccionará conociendo la curva característica (caudal-presión), Fig VII.18.

Ejemplo VII.1a: Consumo combustible = 30 kg / h. Sobrepresión hogar caldera = 40 mm c.a.- El quemador cuya curva característica se indica en la Fig VII.18 es el adecuado

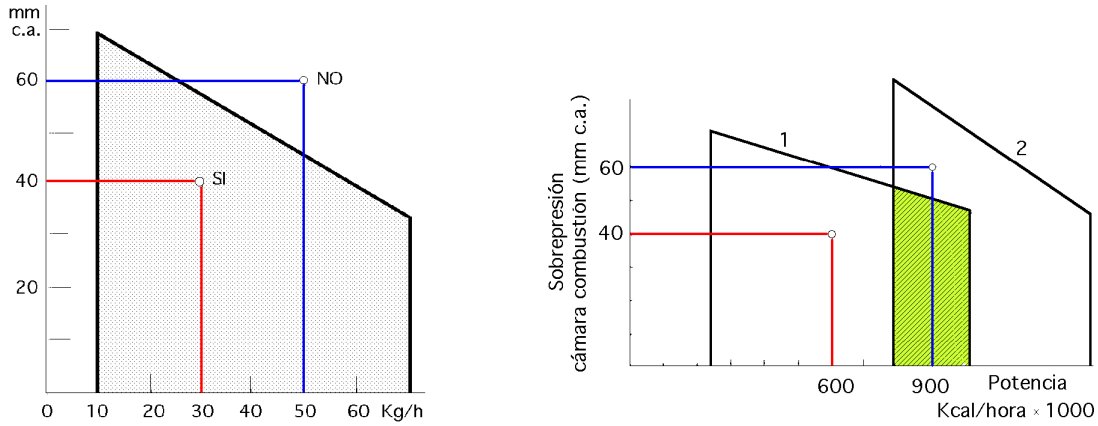


Fig VII.18.- Gráficos: a) Consumo de combustible-sobrepresión hogar caldera; b) Potencia-sobrepresión hogar caldera

TablaVII.2.- Rendimiento mínimo de calor

RENDIMIENTO MINIMO DE CALOR EN %			
Potencia útil del generador en kW	*Combustible mineral sólido*		*Combustible líquido o gaseoso*
	Con parrilla de carga manual	*Con funcionamiento automático o semiautomático*	
Hasta 60	*73*	*74*	*75*
de 60 a 150	*75*	*78*	*80*
de 150 a 800	*77*	*80*	*83*
de 800 a 2000	*77*	*82*	*85*
más de 2000	*77*	*86*	*87*

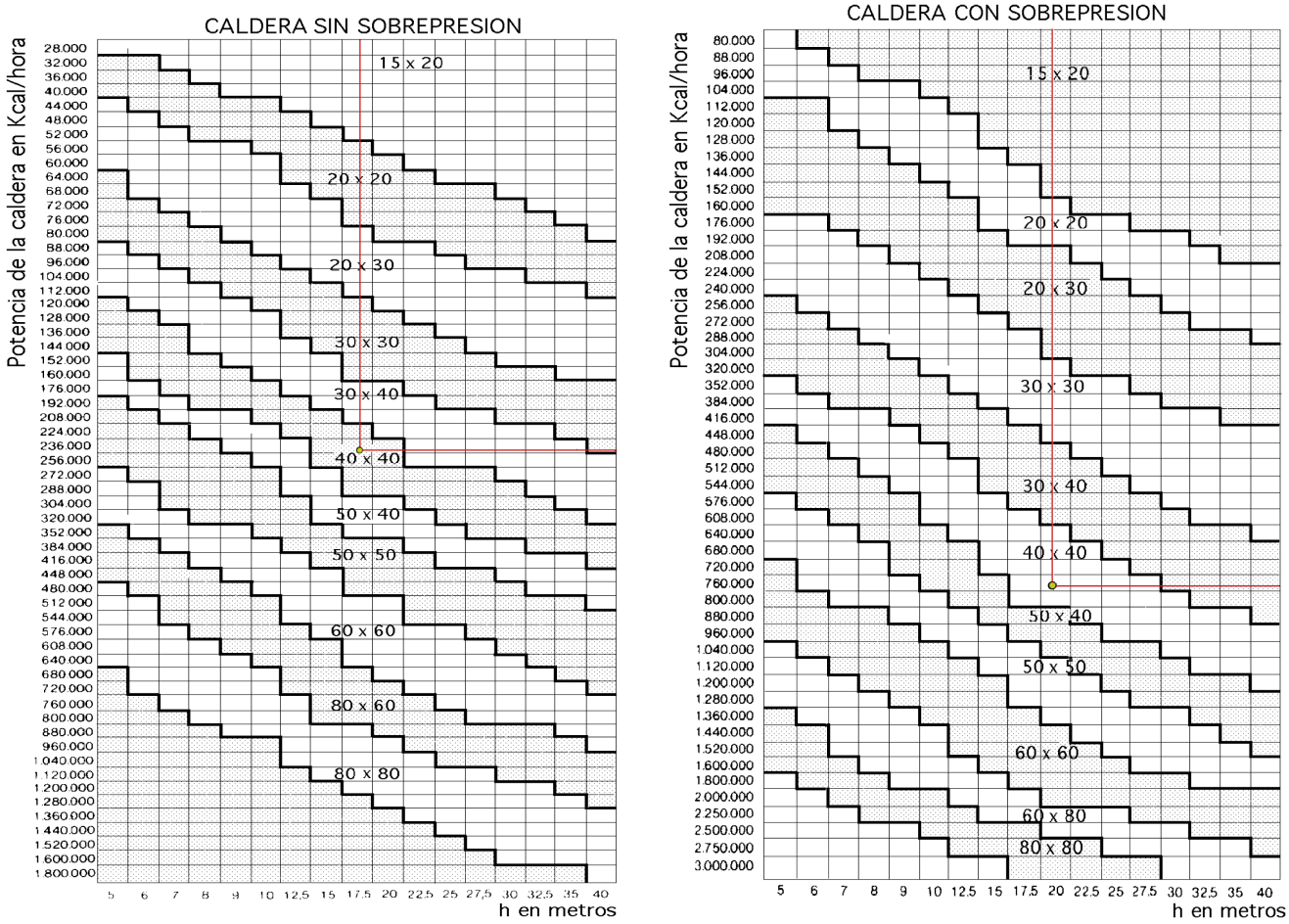


Fig VII.19.- Abacos para el cálculo de la potencia de la caldera

Ejemplo VII.1b: Consumo combustible = 50 kg/h. Sobrepresión hogar caldera = 60 mm c.a.- El quemador cuya curva característica se indica en la Fig VII.18 no es el adecuado, por lo que deberá seleccionarse un modelo superior

Ejemplo VII.1c: Potencia 600.000 Kcal/h; Sobrepresión caldera 40 mm de c.a.- El quemador cuya curva característica es la 1, Fig VII.18b, es adecuado para la caldera

Ejemplo VII.2: Potencia 900.000 Kcal/h; Sobrepresión caldera 60 mm de c.a.- El quemador (1) no es adecuado porque no puede vencer la sobrepresión de la caldera; deberá acoplarse el quemador cuya curva característica es la (2)