

# CAPÍTULO 11

## APARATOS DE GAS

11.1. Introducción.....	383
11.2. Clasificación y tipos de los aparatos de gas.....	383
11.2.1. Clasificación de los aparatos por su aplicación y uso.....	383
11.2.2. Clasificación de los aparatos por las familias de gases que pueden utilizar.....	384
11.2.3. Clasificación de los aparatos por la forma de evacuación de los productos de la combustión (pdc) (ver capítulo 7–7.2.1.) .....	385
11.2.4. Clasificación de los aparatos por el sistema de conexión a la instalación receptora (capítulo 7–7.3.) .....	386
11.3. Aparatos domésticos de cocción .....	386
11.3.1. Cocinas.....	386
11.3.2. Encimeras .....	387
11.3.3. Hornos.....	388
11.3.4. Encimeras vitrocerámicas .....	391
11.4. Aparatos domésticos para la producción de agua caliente sanitaria .....	392
11.4.1. Calentadores de agua por acumulación .....	392
11.4.2. Calentadores de agua instantáneos .....	395
11.5. Aparatos domésticos de calefacción.....	400
11.5.1. Aparatos de calefacción unitaria .....	401
11.5.2. Aparatos de calefacción centralizada.....	404
11.6. Instalación de aparatos.....	412
11.6.1. Conexiones.....	413
11.7. Puesta en marcha de aparatos de gas.....	416
11.7.1. Comprobación del funcionamiento de los aparatos .....	416
11.8. Adaptación de aparatos a otro tipo de gas (sólo categorías B y A) .....	416
Anexo.....	418



## 11.1. INTRODUCCIÓN

En este Capítulo se repasan los distintos tipos de aparatos que utilizan el gas como combustible y los criterios técnicos y documentales así como los requisitos esenciales de seguridad, según lo indicado en la ITC-ICG 08 del Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos y en las Normas UNE 60670-7 y 60670-10.

## 11.2. CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE LOS APARATOS DE GAS

En la actualidad existe una gran diversidad de aparatos de gas que se pueden clasificar en atención a distintos criterios. Todos los aparatos de gas que se comercialicen deben cumplir una serie de requisitos de seguridad y corresponder a modelos certificados de acuerdo con las disposiciones legales que les sean de aplicación.

### 11.2.1. Clasificación de los aparatos por su aplicación y uso

Los aparatos de gas, de acuerdo con su aplicación, se suelen clasificar en:

- Aparatos populares
- Aparatos de uso doméstico
- Aparatos de uso comercial o colectivo
- Aparatos de uso industrial

#### Aparatos populares

Son aparatos de escasa potencia que utilizan el gas procedente de botellas de GLP (Gases Licuados del Petróleo) de contenido igual o inferior a 3 kg.

Estos aparatos se usan principalmente en:

- Camping, montañismo y deportes similares (hornillos, lámparas, estufas, etc.)
- Pequeñas aplicaciones industriales o artesanales (sopletes, chamuscadoras, etc.)

Los aparatos populares no suelen incorporar dispositivo de seguridad en caso de extinción de la llama ni analizador de atmósfera por ser de potencia reducida y porque se presupone su utilización en zonas ventiladas y bajo vigilancia continua.

Los aparatos populares no pueden considerarse aparatos de uso doméstico, ya que no han sido concebidos para su uso en el interior de viviendas.

#### Aparatos de uso doméstico

Son los aparatos de gas que por sus prestaciones, consumo, volumen, facilidad de manejo y demás características han sido concebidos esencialmente para atender las necesidades de las viviendas y diseñados para su uso habitual en el interior de las mismas.

#### Aparatos de uso comercial o colectivo

Son aquellos aparatos diseñados para atender las necesidades de determinadas colectividades en sectores y aplicaciones tales como la climatización de edificios, restauración, hostelería, sanidad, centros docentes, deportivos, comerciales, etc.

## Aparatos de uso industrial

Son los aparatos que no se incluyen en los apartados anteriores, los cuales están destinados al uso en la industria, por ejemplo:

- Hornos para cerámica
- Hornos metalúrgicos
- Calderas de producción de vapor
- Hornos y maquinaria para la industria del vidrio
- Equipos de cogeneración
- Etc.

De acuerdo con el programa oficial, en este capítulo se trata de los aparatos de uso doméstico y se hace una reseña a los aparatos populares.

### 11.2.2. Clasificación de los aparatos por las familias de gases que pueden utilizar

Los aparatos de gas, según la familia o familias de gas que pueden utilizar, **se clasifican en categorías**:

Categoría	Descripción
I	Corresponden a esta categoría los aparatos con quemadores concebidos para la utilización de gases de una sola familia. Existen, por tanto, los aparatos de categoría I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> y I <sub>3</sub> , según puedan utilizar gases de la primera, segunda o tercera familia, respectivamente.
II	Corresponden a esta categoría los aparatos con quemadores concebidos para la utilización de gases de dos familias. Dentro de este grupo se comercializan aparatos de las categorías II <sub>12</sub> y II <sub>23</sub> , según puedan utilizar gases de la primera y segunda familia o de la segunda y tercera, respectivamente.
III	Corresponden a esta categoría los aparatos con quemadores concebidos para la utilización de gases de las tres familias.

Para que los aparatos de las categorías II y III puedan utilizar gases de distinta familia se requiere una intervención llamada de **adaptación** sobre el aparato que, en general, comporta el cambio de inyectores y otras operaciones de regulación y ajuste.

Teniendo en cuenta que dentro de cada familia existen diferentes gases que se clasifican en grupos y se identifican con letras, para definir correctamente la categoría de un aparato deben añadirse, además, en el subíndice de la familia las letras o símbolos correspondientes a cada grupo. A título de ejemplo y refiriéndonos a las categorías comercializadas normalmente en España se encuentran las siguientes:

Categoría I<sub>2H</sub>: Aparatos concebidos para utilizar gases de la segunda familia del grupo H (al que pertenece el gas natural distribuido en España).

Categoría I<sub>3+</sub>: Aparatos concebidos para utilizar gases de la tercera familia (butano y propano) a la presión correspondiente.

Categoría I<sub>3P</sub>: Aparatos concebidos para utilizar gases de la tercera familia (sólo propano)

Categoría I<sub>3B</sub>: Aparatos concebidos para utilizar gases de la tercera familia (sólo butano)

Categoría II<sub>2H3+</sub>: Aparatos concebidos para utilizar gases de la segunda familia (grupo H) y de la tercera familia (propano y butano a la presión correspondiente).

Categoría II<sub>2H3P</sub>: Aparatos concebidos para utilizar gases de la segunda familia (grupo H) y de la tercera familia (sólo propano).

### 11.2.3. Clasificación de los aparatos por la forma de evacuación de los productos de la combustión (pdc) (Ver Capítulo 7-7.2.1.)

Los aparatos **se clasifican en tipos** según el modo de evacuación de los productos de la combustión

Tipo	Descripción
A	Corresponden a este tipo los aparatos diseñados y construidos para que puedan funcionar correctamente sin estar conectados a un conducto de evacuación de los productos de la combustión (pdc) al exterior del local donde se encuentren instalados. Por ejemplo, aparatos de cocción, frigoríficos, estufas móviles, etc. Se les denomina "aparatos no conducidos"
B	Corresponden a este tipo los aparatos diseñados y construidos para ser conectados a un conducto de evacuación de los pdc al exterior del local donde se encuentren instalados. Estos aparatos toman el aire de combustión directamente del local donde se encuentran instalados y su conducto de evacuación se conecta a un "shunt", a una chimenea individual o colectiva, o se dirige directamente al exterior a través del muro. Por ejemplo: calentadores de agua o calderas de calefacción de este tipo. Se les denomina "aparatos conducidos"
C	Corresponden a este tipo los aparatos diseñados y construidos de forma que el circuito de combustión (entrada de aire comburente, cámara de combustión, intercambiador de calor y evacuación de los pdc) es estanco respecto al local en el que se encuentran instalados. Por ejemplo: calderas de calefacción, radiadores murales, etc. Se les denomina "aparatos estancos"

Dentro de cada uno de estos tipos existen diversas variantes según sean de tiro natural o de tiro forzado, con un ventilador antes o después de la cámara de combustión, o incorporen o no un cortatiros antirretorno, o las características de los conductos de evacuación. Las diferentes variantes se identifican por subíndices numéricos.

Además, los aparatos de los tipos A y B que están provistos de dispositivos específicos de seguridad se identifican por un código alfabético en el subíndice:

- AS, aparatos provistos de un dispositivo analizador de atmósfera
- BS, aparatos provistos de un dispositivo de control de la evacuación de los pdc

Debido a su extensión, no se describen aquí todos los tipos existentes, que se recogen en el informe UNE-CEN/TR 1749 IN. A título de ejemplo se describen las características de los tipos más comunes comercializados en España:

- A<sub>1</sub>: Aparato no conducido sin ventilador (por ejemplo, cocinas)
- A<sub>1AS</sub>: Aparato no conducido sin ventilador con dispositivo analizador de atmósfera (por ejemplo, estufas móviles)
- B<sub>1BS</sub>: Aparato conducido provisto de cortatiro y de tiro natural, que incorpora un dispositivo de control de la evacuación de los pdc (por ejemplo, calentadores de agua o calderas de calefacción)
- C<sub>11</sub>: Aparato estanco diseñado para conectarse al exterior mediante conductos horizontales, generalmente concéntricos, para la entrada de aire comburente y evacuación de los pdc, de tiro natural (por ejemplo, radiadores murales)
- C<sub>12</sub>: Igual que el anterior, pero de tiro forzado con ventilador a la salida de la cámara de combustión (por ejemplo, calderas de calefacción)

### 11.2.4. Clasificación de los aparatos por el sistema de conexión a la instalación receptora (Capítulo 7-7.3.)

A efectos del sistema de conexión a la instalación receptora, los aparatos de gas se clasifican en:

- Aparatos fijos, como pueden ser:
  - Aparatos de cocción encastreables (encimeras, encimeras vitrocerámicas, hornos independientes, etc.)
  - Aparatos de calefacción fijos (radiadores murales, aparatos de calefacción por radiación infrarroja, chimeneas de hogar abierto, etc.)
  - Aparatos de producción de agua caliente para uso sanitario, calderas de calefacción, generadores de aire caliente, etc.
  - Aparatos de refrigeración
- Aparatos móviles, como pueden ser:
  - Aparatos de cocción móviles (cocinas, planchas, etc.)
  - Aparatos de calefacción móviles (radiadores infrarrojos, etc.)
  - Aparatos de lavar o secar ropa
  - Lavavajillas
  - Frigoríficos
- Sopletes, mecheros de laboratorio tipo Bunsen o similares

Las conexiones de los aparatos a la instalación receptora o a un depósito móvil de GLP, a través de la llave de conexión de aparato, o al tramo de tubería rígida que pueda salir de ésta, se debe realizar, según el caso, por uno de los sistemas indicados en el Capítulo 7, apartado 7.3.

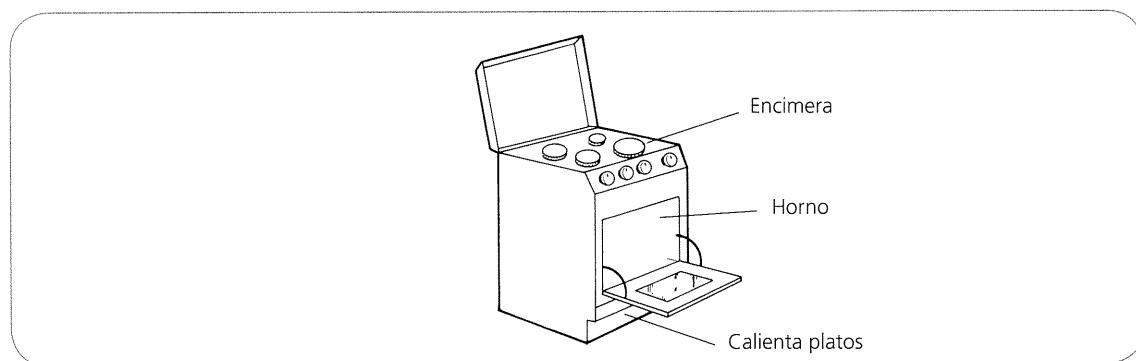
## 11.3. APARATOS DOMÉSTICOS DE COCCIÓN

Los aparatos de cocción son aquellos que se utilizan para preparar o calentar los alimentos o bebidas. Los aparatos pueden disponer de varios focos de calor de diferente potencia que se puede regular fácilmente para adaptarla a las necesidades de cada proceso. Pueden ser móviles o fijos, siendo estos últimos los llamados encastreables.

### 11.3.1. Cocinas

En las cocinas podemos distinguir distintas partes, que constituyen por si mismas aparatos de cocción con diferentes funciones que también se comercializan de forma independiente, por lo que sus características y funcionamiento se describen por separado:

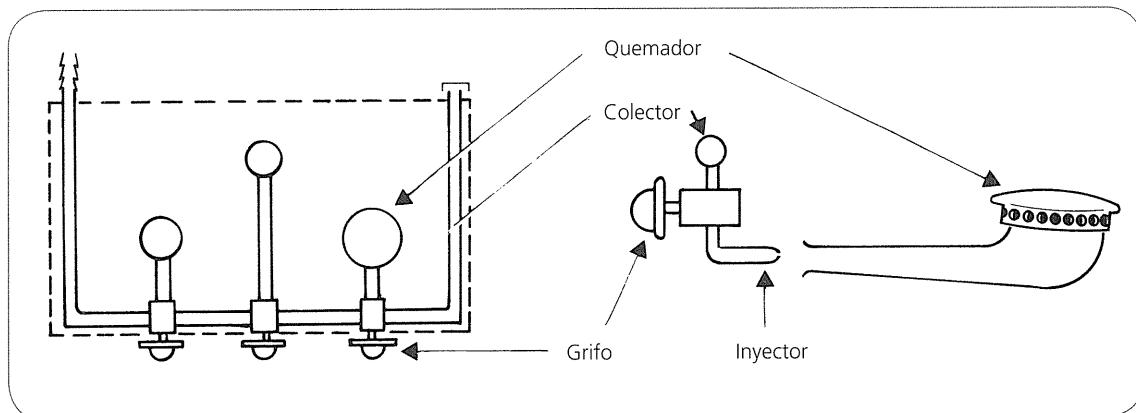
- Encimera
- Horno
- Calientaplatos



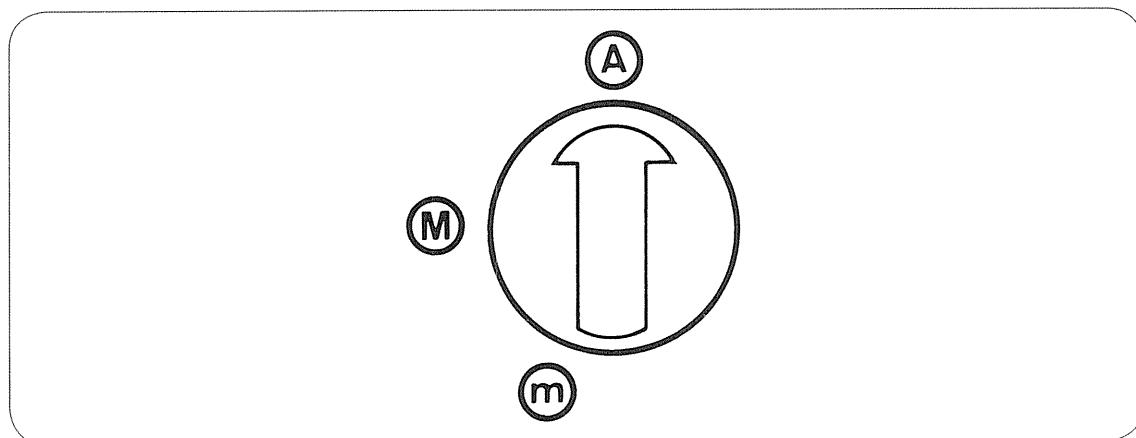
En caso de que la cocina lleve un horno, incorporado, como nos muestra la anterior figura, suele ir acompañado de una cámara calienta platos debajo del mismo, la cual aprovecha el calor generado por el horno.

### 11.3.2. Encimeras

Las encimeras constan, en general, de tres o cuatro quemadores de llama azul. El gas que alimenta los quemadores es distribuido por un tubo colector común.



La entrada de gas a los mismos se consigue accionando una llave que permite el paso del gas al inyector. Los inyectores se encuentran calibrados de forma que permiten un caudal de gas adecuado a la potencia del quemador.

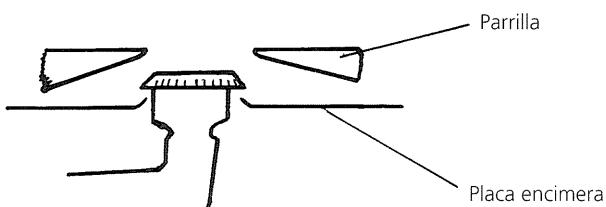


Dichas llaves pueden regular el caudal entre un valor máximo, correspondiente a la potencia nominal del quemador, y un mínimo que garantice una buena combustión, de forma que no se produzca el retroceso de la llama. La potencia mínima suele oscilar entre 1/3 y 1/5 de la potencia nominal.

Estos mandos en posición cerrado están enclavados para evitar su apertura accidental involuntaria, para pasarlos a la posición de funcionamiento debe efectuarse una ligera presión.

Los quemadores tienen distintas potencias, para adecuarse a los distintos recipientes y a la duración del tiempo de cocción. Estas potencias son:

- Quemadores auxiliares: Menor que 1,16 kW (<1 Mcal/h)
- Quemadores semirrápidos: Entre 1,16 y 2,30 kW (1 y 2 Mcal/h)
- Quemadores rápidos: Entre 2,30 y 3,50 kW (2 y 3 Mcal/h)
- Quemadores intensivos: Mayor que 3,50 kW (> 3 Mcal/h)



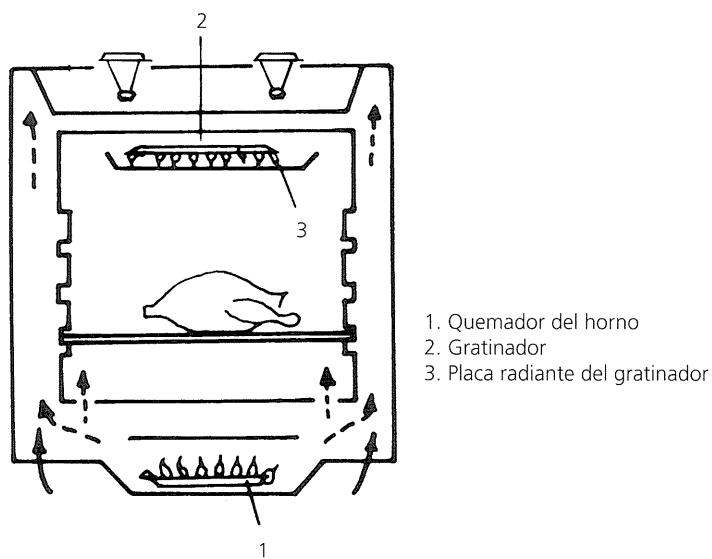
La forma del quemador suele ser del tipo corona (cabezal redondo), aunque pueden tener otras formas para adaptarse a los recipientes a calentar. El recipiente a calentar está separado del quemador mediante una parrilla que hace las funciones de soporte.

Aunque algunos modelos pueden incorporarlo, estos quemadores no suelen estar dotados de un dispositivo de seguridad en caso de extinción de la llama, ya que se presupone una vigilancia continua de los mismos. Existen modelos provistos de un dispositivo de encendido por chispa eléctrica para mejorar sus prestaciones.

Las encimeras independientes incorporan, en muchos casos, los mandos de las llaves de gas en la parte superior de la placa, formando un solo conjunto.

### 11.3.3. Hornos

Los hornos consisten en una cámara de unos 50 litros de capacidad, destinada a realizar cocciones o asados por aporte de calor en varias direcciones.



El quemador (1) está situado en la parte inferior de la cámara y los productos de la combustión circulan por el interior de la cámara y entre una doble pared, alrededor de la cámara, saliendo por la parte posterior.

La pared interior de la cámara al calentarse transmite el calor a los alimentos por radiación y los gases que circulan por el interior de la cámara transmiten el calor por convección. La pared exterior está recubierta por un aislante térmico que reduce las pérdidas caloríficas.

Al encontrarse el quemador oculto, lleva obligatoriamente un dispositivo de seguridad en caso de extinción de la llama. El dispositivo suele ser de termopar.

La potencia del quemador se gradúa, usualmente, mediante una llave que regula el caudal del gas. Algunos hornos llevan incorporado un termostato que mantiene fija la temperatura durante todo el período de cocción, la cual es fijada por el usuario.

La potencia nominal del quemador se diseña en función del volumen de la cámara, y es de aproximadamente de 0,1 kW por litro de volumen, y suele oscilar entre 2,5 y 5 kW.

La puerta del horno suele tener una ventana protegida por un cristal con el fin de vigilar el proceso de cocción.

Los hornos suelen incorporar diversos accesorios tales como:

### **Gratinador**

El gratinador (2), llamado también grill, es un quemador que se encuentra situado en la parte alta de la cámara del horno, el cual calienta una placa radiante (3), que transmite calor a los alimentos por radiación.

Este conjunto, quemador-placa radiante, puede sustituirse por un quemador de infrarrojos constituidos por una placa cerámica porosa.

La entrada de gas al quemador del gratinador está controlada por la misma llave que la del quemador del horno, con el fin de que no puedan funcionar simultáneamente.

### **Ast**

El ast es un espadín, que gira lentamente, en el cual se ensartan las carnes que se deseen asar.

### **Otros accesorios**

- Reloj avisador

Una vez transcurrido el tiempo prefijado de cocción, emite un sonido de aviso.

- Programador

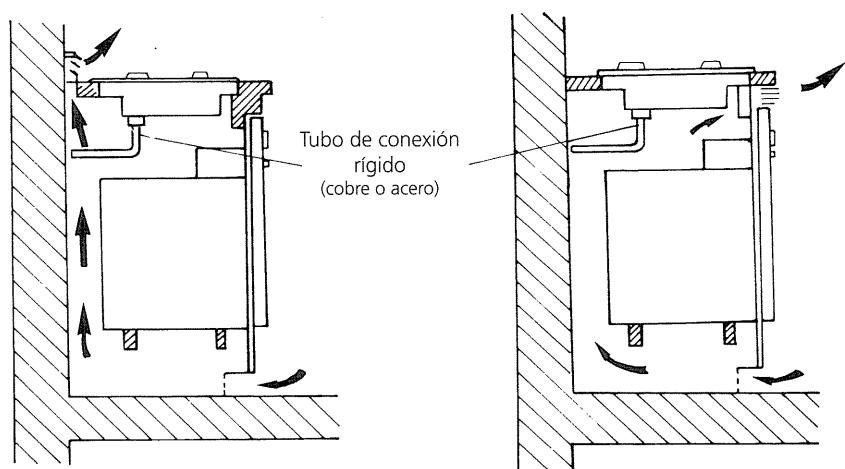
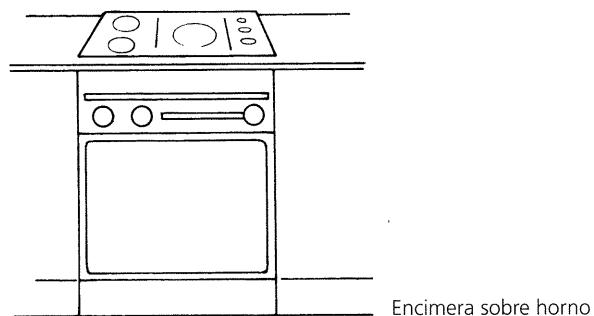
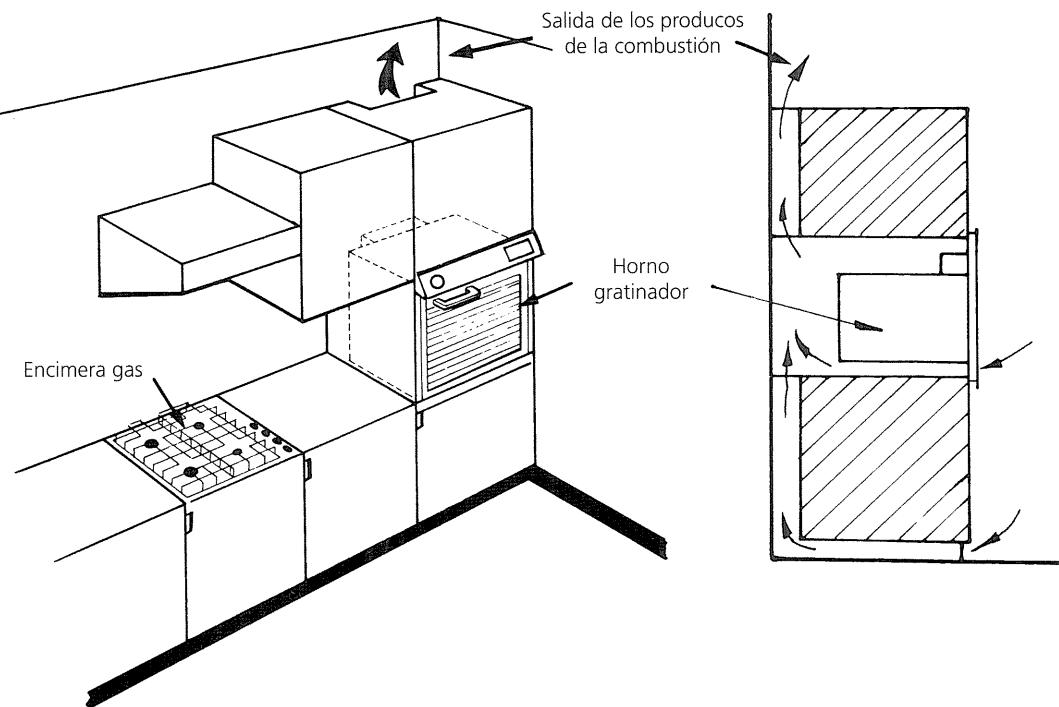
Permite fijar el inicio y el fin de la cocción, encendiendo y apagando el horno automáticamente.

- Sistema autolimpiante

Este sistema consiste en dotar a la chapa que forma las paredes interiores del horno, de una capa de esmalte que contiene un cuerpo catalizador, el cual descompone las grasas cuando el horno está caliente. Una vez finalizado el proceso de cocción basta pasar una esponja húmeda que arrastra la grasa disuelta.

Si el catalizador degenera, disminuyendo su eficacia, deberán sustituirse las paredes interiores del horno.

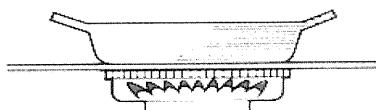
En caso de hornos encastables independientes, para evitar el calentamiento excesivo del mobiliario de cocina, debe asegurarse una correcta ventilación como nos muestran las siguientes figuras. La entrada de aire debe situarse en la parte baja y la salida del aire caliente por la parte superior, siguiendo las instrucciones del fabricante.



### 11.3.4. Encimeras vitrocerámicas

La necesidad de adaptar los aparatos de cocción a las exigencias de los usuarios, que requieren aparatos más fáciles de limpiar y adaptados a las líneas estéticas actuales, ha impulsado el desarrollo de encimeras vitrocerámicas a gas de características y prestaciones similares a las eléctricas.

Las dificultades que presenta la limpieza de una encimera convencional con quemadores descubiertos se solventan gracias a que en las encimeras vitrocerámicas los quemadores quedan totalmente cubiertos por una placa de superficie plana muy fácil de limpiar.



La placa está fabricada con un material de composición especial que le confiere las propiedades necesarias de resistencia mecánica a los impactos, resistencia térmica y buena transmisión de la radiación infrarroja de los quemadores a su través, resistencia a los cambios bruscos de temperatura y escasa dilatación térmica.

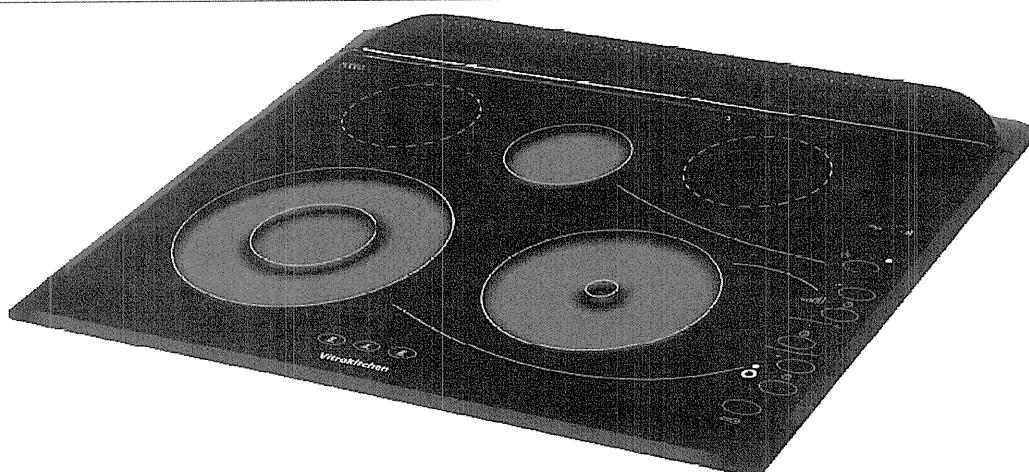
Las encimeras tienen dos o tres focos de calor directo correspondientes a sendos quemadores infrarrojos a gas que se encuentran alojados debajo de la placa con potencias entre 0,6 y 2,5 kW. Estos quemadores son atmosféricos, construidos con material cerámico poroso en los que se alcanzan temperaturas del orden de 1.100 °C, con lo que se consigue la emisión infrarroja.

Al encenderse un quemador se aprecia a través de la placa vitrocerámica el color rojo que emiten las llamas. La temperatura que se alcanza en la superficie de la placa es de aproximadamente 560 °C, suficiente para cualquier tipo de cocción.

Los quemadores principales se encuentran situados en la parte delantera de la encimera y los PDC se evacúan por una rejilla situada en la parte trasera. En consecuencia, la zona situada entre los quemadores y la rejilla es calentada por los PDC alcanzando temperaturas del orden de 400 °C. De esta forma se convierte en una zona complementaria de calentamiento permitiendo aprovechar un calor que en las cocinas tradicionales de fuegos abiertos se pierde en el ambiente.

Estas encimeras están provistas de un dispositivo de encendido por chispa eléctrica y un dispositivo de seguridad de ionización.

Recientemente se ha desarrollado un modelo de encimera vitrocerámica a gas de circuito estanco mejorando de forma notable las prestaciones del aparato.



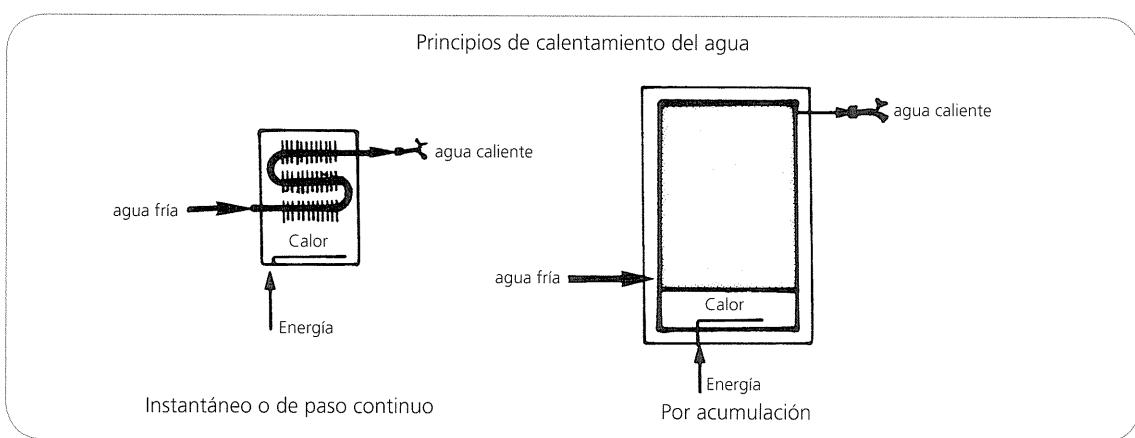
## 11.4. APARATOS DOMÉSTICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

El calentamiento del agua sanitaria puede realizarse fundamentalmente por dos sistemas:

- 1) Mediante calentadores por acumulación
- 2) Mediante calentadores instantáneos

En los **calentadores por acumulación** un quemador de una potencia relativamente pequeña mantiene un depósito de agua a una cierta temperatura.

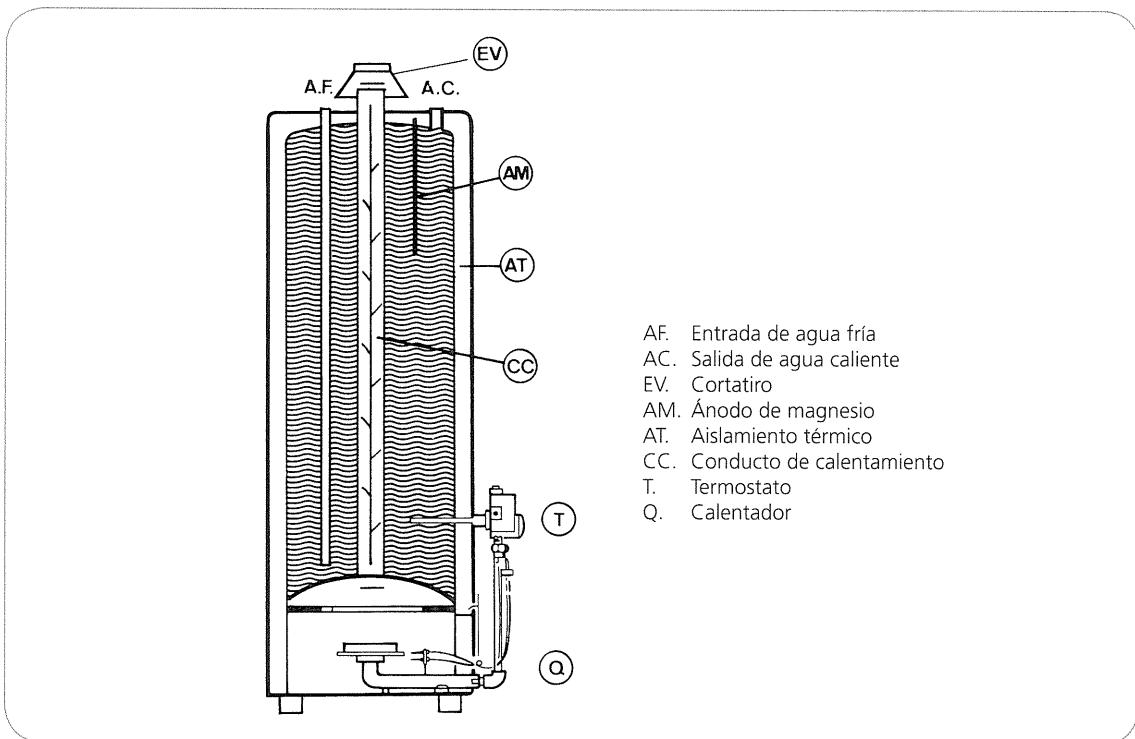
En los **calentadores instantáneos** el agua fría atraviesa un intercambiador de calor (serpentín). El quemador tiene una potencia mucho mayor que el de los calentadores por acumulación.



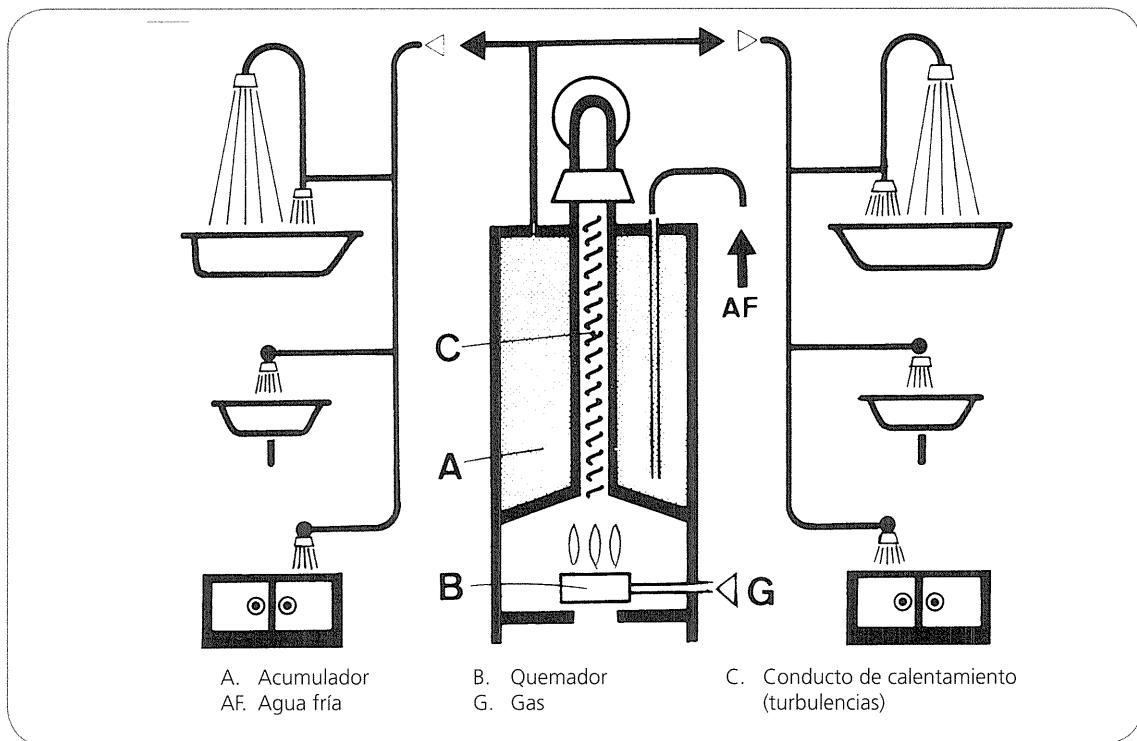
Estos aparatos son siempre fijos, por lo que deben conectarse a la instalación receptora según lo indicado en el apartado 11.2.4.

La salida de los pdc debe ir equipada con el oportuno conducto de evacuación cualquiera que sea la potencia del calentador, ya sean aparatos tipo B o C.

### 11.4.1. Calentadores de agua por acumulación



El acumulador está formado por un depósito de agua (calderín) atravesado por un conducto de calentamiento, el cual funciona como chimenea. Al pie del conducto de calentamiento se encuentra la cámara de combustión, donde un quemador atmosférico de llama azul efectúa la combustión del gas.



### Funcionamiento del calentador por acumulación

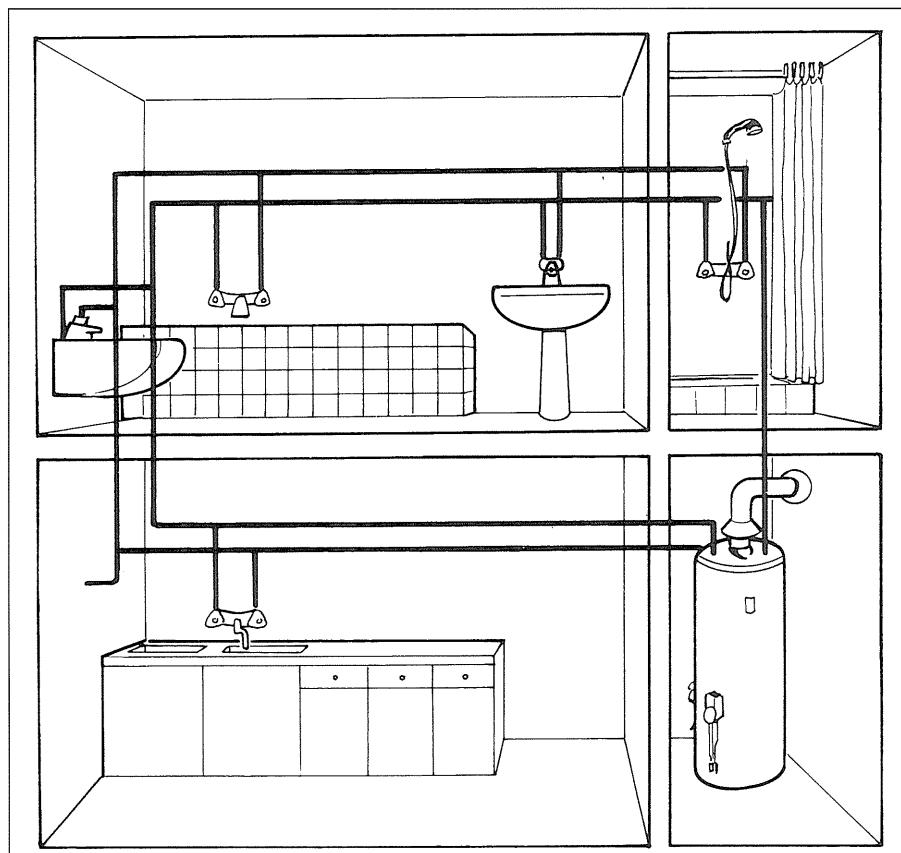
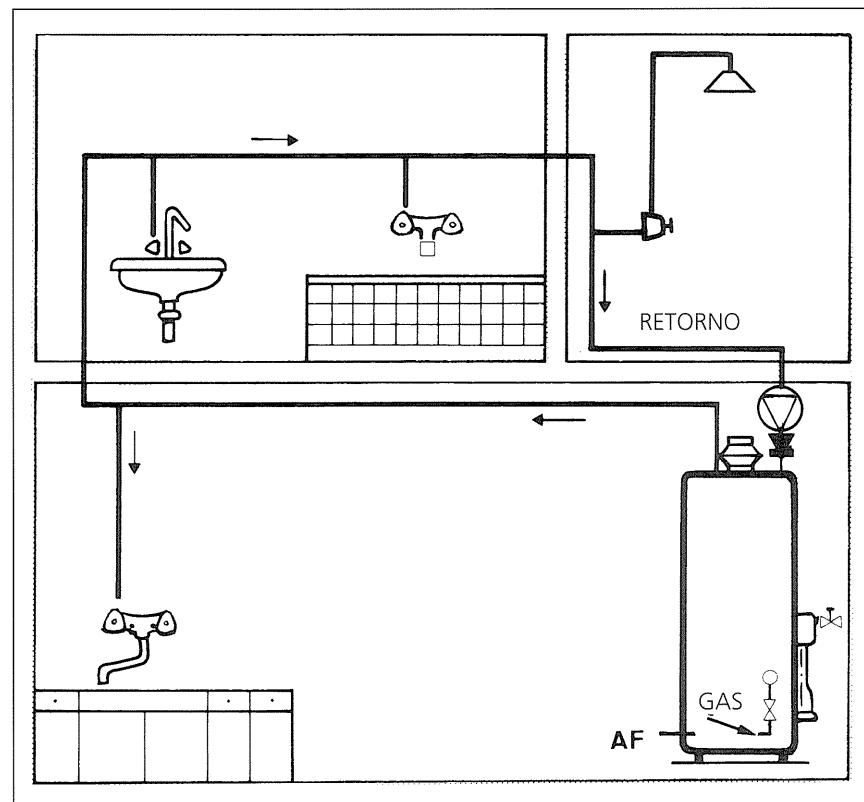
Los productos de la combustión transmiten su calor al agua del depósito a través de las paredes del conducto de calentamiento. En el interior del conducto de calentamiento se colocan elementos que crean turbulencias en la circulación de los productos de la combustión, de forma que disminuya la velocidad de salida de los mismos con lo que se incrementa el contacto con las paredes del conducto de calentamiento y la transmisión de calor al agua del calentador y, por consiguiente, aumenta el rendimiento del aparato.

El calderín es de chapa de acero galvanizado o vitrificado, a fin de reducir el proceso de corrosión y aumentar su duración. Las paredes exteriores disponen de una capa de aislamiento térmico destinada a evitar las pérdidas de calor por radiación hacia el exterior. El aislante suele estar formado por virutas de corcho prensadas, fibra de vidrio, poliuretano, etc.

El funcionamiento del quemador está regulado por un termostato, el cual abre y cierra la válvula de paso del gas al quemador en función de la temperatura prefijada por el usuario.

Durante el tiempo que el quemador no se encuentra encendido, se produce un tiro por el conducto de calentamiento, que ocasiona el enfriamiento del agua acumulada en el depósito, y por tanto el rendimiento global del aparato disminuye. Para evitar este efecto indeseado, se permiten mecanismos que reducen el tiro cuando el quemador se encuentra apagado, dejando solamente el espacio necesario para evacuar los gases quemados procedentes del piloto. Estos dispositivos de regulación del tiro deben ser automáticos.

Existe la posibilidad de conectar un retorno desde el punto más alejado de toma de agua caliente, de esta forma se dispone de servicio inmediato de agua caliente. En estos casos es necesario aislar perfectamente la conducción de agua caliente, con el fin de evitar las pérdidas caloríficas.



## Elementos de protección, seguridad y encendido

Como la mayoría de aparatos domésticos, el acumulador dispone de un seguro de encendido que consiste generalmente en un par termoeléctrico, el cual está en contacto con la llama del piloto.

Si por cualquier razón se estropeará el dispositivo de regulación de temperatura, que abre y cierra el paso del gas al quemador, existe otro dispositivo de seguridad que corta el paso del gas cuando la temperatura del agua alcanza un valor determinado, evitando la ebullición de la misma.

En el depósito o calderín debe evitarse la sobrepresión hidráulica, que lo deterioraría fácilmente. Disponen de una válvula de sobrepresión que expulsa por un conducto de descarga el exceso de agua que origina la sobre-presión, restableciendo la presión normal.

Los acumuladores deben estar dotados de un seguro contra el funcionamiento en vacío.

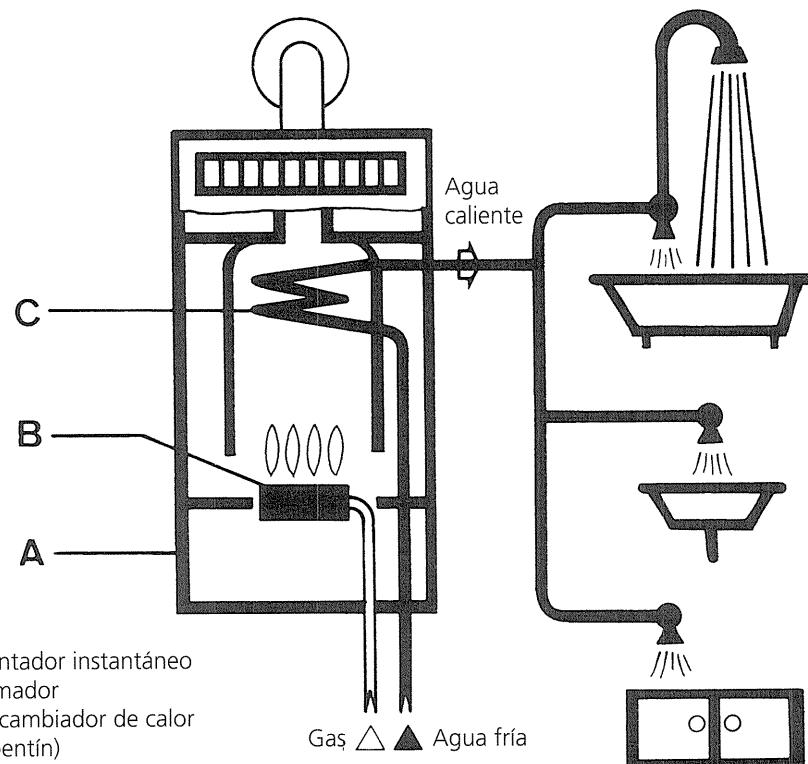
Para reducir o eliminar las corrosiones del recipiente, se instalan ánodos de sacrificio (magnesio).

Para el encendido del quemador los aparatos suelen estar provistos de un dispositivo piezoelectrónico.

### 11.4.2. Calentadores de agua instantáneos

Los calentadores instantáneos son aparatos en los que el paso de un caudal suficiente de agua abre automáticamente el paso del gas al quemador. El quemador es del tipo atmosférico de llama azul y suele estar provisto de un quemador piloto para el encendido.

En general, el agua que pasa por el serpentín sufre una elevación de temperatura de entre 25 y 40 °C en función del caudal. Si el agua fría se encuentra a 10 °C y el incremento de temperatura es de 40 °C, la temperatura del agua a la salida del serpentín será de 50 °C.

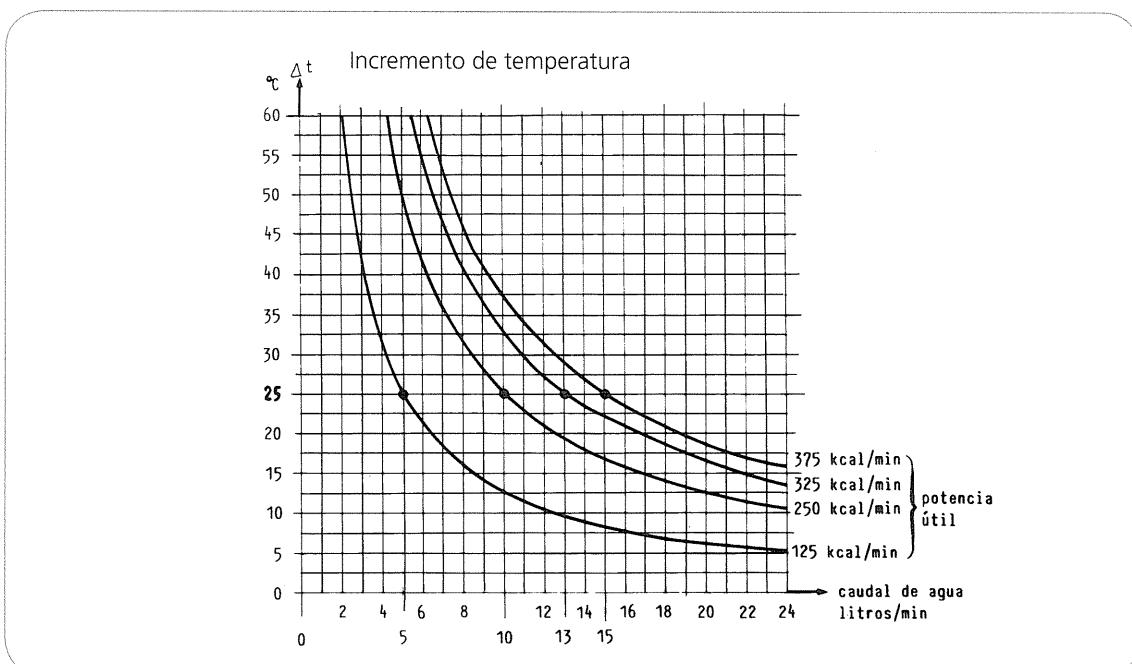


Comercialmente se designan como aparatos de 5 litros los de 125 kcal/min (8,7 kW), de 10 litros los de 250 kcal/min (17,4 kW), de 13 litros los de 325 kcal/min (22,7 kW) y de 15 litros a los de 375 kcal/min (26,2 kW), que nos da la relación de litros de agua que puede calentar en un minuto para un incremento de temperatura de 25 °C. Ver tabla y gráfico adjuntos.

Denominación del calentador instantáneo de A.C.S.	Potencia útil nominal (indicada en la placa de características)	Consumo Energético para un Rendimiento=0,75 referido al P.C.S.		
	kcal/h	kW	kcal/h	kW
5 litros/minuto 125 kcal/minuto	7.500	8,7	10.000	11,6
10 litros/minuto 250 kcal/minuto	15.000	17,4	20.000	23,3
13 litros/minuto 325 kcal/minuto	19.500	22,7	26.000	30,2
15 litros/minuto 375 kcal/minuto	22.500	26,2	30.000	34,9

Incremento de temperatura °C	Calentador instantáneo			
	5 litros	10 litros	13 litros	15 litros
	Potencia útil en kW			
Δt	8,7	17,4	22,7	26,2
50	2,50	5,00	6,50	7,50
45	2,78	5,56	7,22	8,33
40	3,13	6,25	8,13	9,38
35	3,57	7,14	9,29	10,71
30	4,17	8,33	10,83	12,50
25	5,00	10,00	13,00	15,00
20	6,25	12,50	16,25	18,75
15	8,33	16,67	21,67	25,00

El siguiente gráfico nos muestra el incremento de temperatura que sufre el agua en función de la potencia del quemador (125, 250, 325 y 375 kcal/min) y el caudal (2-24 litros/min).



El agua que sale del serpentín se mezcla normalmente con agua fría, a fin de obtener un mayor caudal de agua templada. La temperatura de la mezcla la podemos calcular mediante la siguiente fórmula.

$$T = \frac{T_1 \cdot V_1 + T_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

Donde

$T$  = temperatura de la mezcla

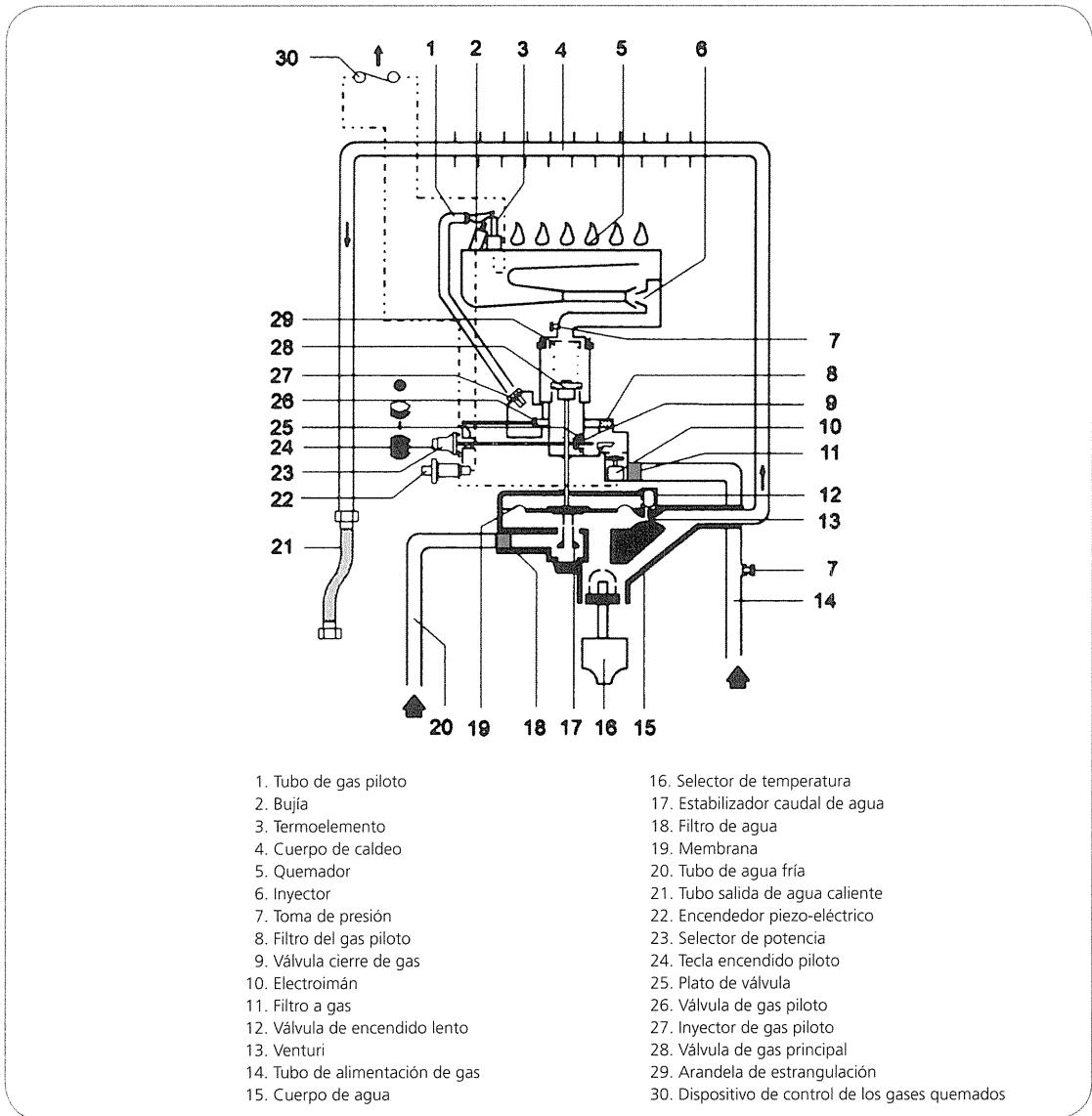
$T_1$  = temperatura del agua caliente

$V_1$  = volumen de agua caliente

$T_2$  = temperatura del agua fría

$V_2$  = volumen de agua fría

### Funcionamiento del calentador instantáneo



Generalmente el funcionamiento instantáneo se logra gracias al efecto Venturi. El calentador dispone de una cámara dividida en dos partes por una membrana elástica. La semicámara superior está conectada a la conducción de agua fría en un punto de sección más reducida (13), y la semicámara inferior da directamente a la conducción.

Al abrir cualquier grifo de la línea de agua caliente, el agua fría pasa por el estrechamiento (13), lo cual provoca una depresión en cámara superior. Esta depresión eleva la membrana y a través de un vástago la válvula (28) permite el paso del gas a los quemadores. Al cerrar el grifo, se iguala la presión en ambas cámaras, lo cual obliga a que la membrana vuelva a la posición de equilibrio y se cierre el paso del gas al quemador.

### **Elementos de protección, seguridad y encendido**

Los calentadores instantáneos disponen de un dispositivo de seguridad en caso de extinción de la llama, que consiste, usualmente, en un termopar.

Además disponen de un dispositivo de seguridad de circulación del agua, cuyo funcionamiento hemos descrito en el funcionamiento del calentador, así como de un dispositivo de control de los productos de la combustión.

El dispositivo de encendido suele ser de tipo piezoelectrónico, aunque los aparatos más modernos pueden incorporar dispositivos a base de una resistencia eléctrica u otros sistemas.

### **Instalaciones solar gas**

De acuerdo con las exigencias básicas establecidas en el Código Técnico de la Edificación, en las viviendas de nueva construcción es obligatorio que una parte de la demanda de energía para la producción de agua caliente sanitaria sea aportada por energía solar. El porcentaje de aportación varía entre el 30% y el 70% en función de la zona climática y de la demanda media diaria de agua caliente sanitaria.

Los calentadores instantáneos y las calderas mixtas de gas, presentan unas características constructivas, de funcionamiento y medioambientales que las convierten en el sistema de apoyo más adecuado para las instalaciones solares en edificios de viviendas.

La producción de agua caliente sanitaria en edificios de viviendas mediante la utilización de energía solar y gas puede realizarse siguiendo diferentes esquemas de principio, pero todos ellos constan de las siguientes partes esenciales:

- Subsistema de captación, que recibe la energía del Sol y la transmite al fluido caloportador que la transporta hasta los elementos de intercambio y acumulación.
- Subsistema de intercambio y acumulación, cuya finalidad es producir y almacenar agua caliente para utilizarla cuando se produzca la demanda.
- Subsistema de apoyo a partir de un aparato a gas, que aporta la energía adicional necesaria para garantizar la disponibilidad permanente del servicio de agua caliente.
- Elementos de regulación, que se encargan de hacer actuar los distintos componentes de la instalación (válvulas, bombas, etc.) de forma adecuada para su correcto funcionamiento.

A título de ejemplos, a continuación se describen algunas de las configuraciones más comunes:

- Configuración con acumulación solar centralizada en viviendas multifamiliares

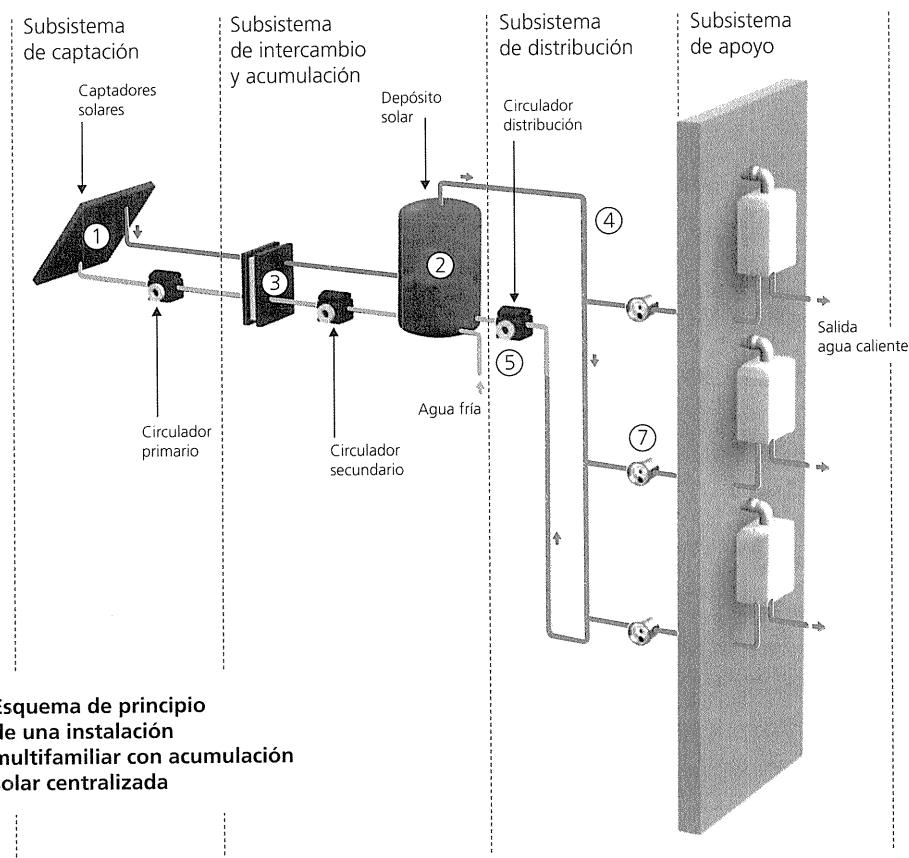
Esta configuración presenta las siguientes características principales:

- La captación de energía solar se realiza de forma colectiva, a través de un conjunto de captadores solares (1) situados normalmente en la cubierta.
- La acumulación de la energía captada es también comunitaria y tiene lugar en un depósito acumulador de agua caliente (2). El agua del acumulador se calienta mediante un intercambiador de calor exterior de placas (3) o un intercambiador incorporado en el propio acumulador.
- El agua procedente del acumulador solar se distribuye hasta cada vivienda mediante una red de distribución de agua precalentada (4). El circuito dispone de un retorno (5)

conectado al acumulador solar. La temperatura de suministro del agua a las viviendas será variable en el tiempo en función de la disponibilidad de energía solar y de las pautas de consumo.

- La aportación de la energía de apoyo necesaria para alcanzar la temperatura de servicio tiene lugar en cada vivienda, mediante un calentador instantáneo o una caldera mixta (6).

Con esta solución, el consumo de gas es individual y, por tanto, son soportados directamente por cada usuario. Por el contrario, el consumo de agua precalentada proviniente del acumulador solar es colectivo y su coste debe repartirse entre los diferentes usuarios en función de su consumo real medido por un contador situado a la entrada de cada vivienda (7).



Fuente: Gas natural SDG

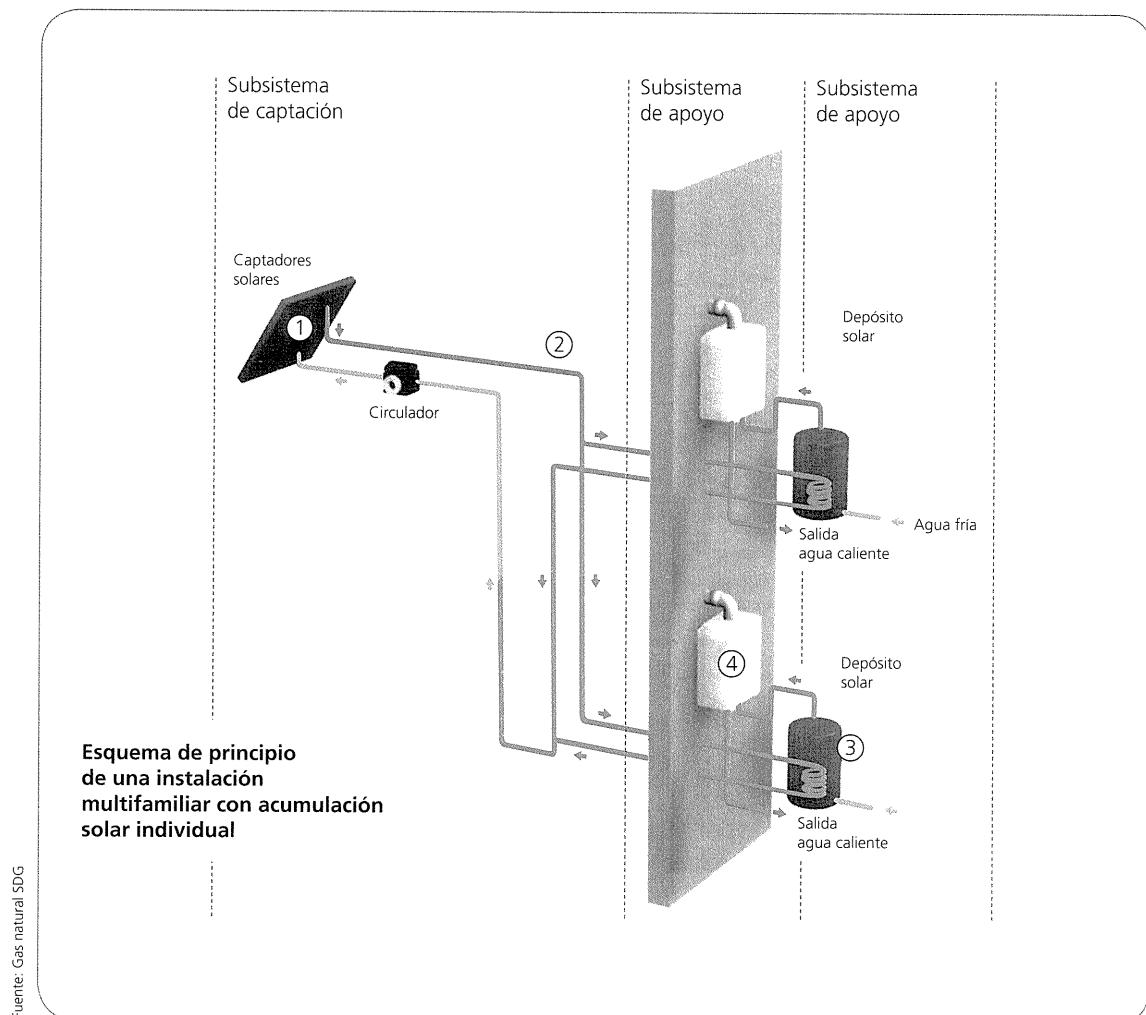
#### ■ Configuración con acumulación solar individual en viviendas multifamiliares

En esta configuración la acumulación de agua calentada con energía solar se realiza en acumuladores instalados en cada vivienda a través de intercambiadores incorporados en los propios acumuladores.

Las características principales de esta configuración son las siguientes:

- Como el caso anterior, la captación de energía solar se realiza de forma colectiva, a través de captadores solares (1) situados en la cubierta del edificio.

- El circuito primario (2) de agua calentada por la energía solar llega a cada vivienda y calienta el agua contenida en los depósitos individuales de acumulación (3) a través de un intercambiador de calor incorporado a los mismos.



- El agua fría de red, calentada en los depósitos de acumulación individuales, se envía al calentador instantáneo o caldera mixta (4) para recibir la energía adicional necesaria.

En este caso, el consumo de agua caliente de cada vivienda procede exclusivamente de su acometida particular y, por tanto, de su propio contador de agua. Obviamente, el consumo de gas en el calentador o en la caldera también es individual.

Con esta configuración no es necesario instalar contadores adicionales de agua para cada vivienda, pero es necesario instalar un depósito acumulador en cada una de ellas.

## 11.5. APARATOS DOMÉSTICOS DE CALEFACCIÓN

El cuerpo humano para alcanzar la sensación de confort en el local donde se encuentre requiere, entre otros factores, la temperatura adecuada. Para conseguir este efecto se emplean normalmente tres sistemas:

- Calentamiento directo

Consiste en calentar directamente el cuerpo mediante radiación infrarroja (estufas de infrarrojos).

- Calentamiento del aire

Consiste en calentar el aire ambiente haciéndolo pasar a través de un generador de calor. Según el aire circule por convección o impulsado por un ventilador, el calentamiento es natural (radiador mural, estufa catalítica) o forzado (generación de aire caliente).

- Calentamiento del aire a través de un fluido

Consiste en calentar previamente mediante un generador de calor un fluido térmico utilizado como medio de transporte para conducir el calor a los radiadores situados en los diferentes locales a calefactar. En general, el agua es el fluido térmico elegido como medio de transporte del calor debido a que tiene un alto calor específico (es el fluido natural que mayor cantidad de calor puede transportar por unidad de masa).

Según el procedimiento empleado distinguimos:

### **Aparatos de calefacción unitaria**

Son aparatos de funcionamiento independiente que pueden ser de calentamiento directo, como las estufas de infrarrojos o catalíticas, o de calentamiento del aire, como los radiadores murales. En ambos casos se utilizan para la calefacción del local en el que se encuentran ubicados. Cuando la calefacción es unitaria no existen pérdidas de calor por distribución ya que la distribución no existe.

### **Aparatos de calefacción centralizada**

Son aparatos utilizados para la calefacción de varios locales desde un único generador de calor. Según el número de usuarios podemos diferenciar tres tipos de calefacción centralizada:

- Individual: abastece los locales de una sola vivienda
- Colectiva: abastece un bloque de viviendas o locales comerciales
- Urbana: abastece a varios bloques de viviendas o edificios

En las calefacciones centralizadas individuales el generador se sitúa en la vivienda, mientras que en las colectivas o urbanas el generador ocupa recintos específicos.

### **Aparatos fijos y aparatos móviles**

Asimismo, cabe distinguir entre aparatos fijos y aparatos móviles:

- Aparatos fijos son aquellos que se encuentran sujetos a un muro o elemento constructivo del edificio donde están instalados
- Aparatos móviles son aquellos que no se encuentran sujetos a los elementos constructivos de los edificios y, en consecuencia, pueden desplazarse dentro del local donde estén ubicados o de un local a otro

#### **11.5.1. Aparatos de calefacción unitaria**

##### **Estufas de infrarrojos**

Estas estufas utilizan quemadores de infrarrojos (descritos en la capítulo 8 QUEMADORES), los cuales consisten en unas placas cerámicas que al calentarse producen una radiación infrarroja.

Las estufas de infrarrojos pueden ser fijas o móviles. Debido a que las estufas de infrarrojos son generadores que calientan por radiación, pueden utilizarse en grandes locales e incluso al aire libre, ya que caldean solamente los cuerpos presentes en la zona radiada.



Su acción es rápida ya que los cuerpos que se encuentran en la zona radiada perciben inmediatamente la sensación de calor, por ello basta conectarlas momentos antes de necesitarlos.

Las estufas deben llevar los siguientes dispositivos de seguridad:

- Dispositivo de seguridad en caso de extinción de la llama
- Analizador de atmósfera.

El encendido en las estufas es usualmente piezoeléctrico.

### Estufas catalíticas

Las estufas catalíticas utilizan quemadores catalíticos, en los que el proceso de combustión se realiza en el seno de una lana ignífuga la cual se encuentra impregnada por un catalizador que facilita la combustión a baja temperatura (ver capítulo 8 QUEMADORES). En general, son aparatos móviles.

Las estufas catalíticas son generadores de calor puntuales que calientan el aire directamente. Deben disponer de los siguientes dispositivos de seguridad:

- Dispositivo de seguridad en caso de extinción de la llama.
- Analizador de atmósfera.

El encendido en las estufas es usualmente piezoeléctrico.

### Estufas de convección

Son aparatos fijos conectados a un conducto de evacuación de pdc, cuya cámara de combustión es la que calienta directamente el aire ambiente, creándose corrientes de convección que se difunden en el ambiente del local y simultáneamente irradian calor.

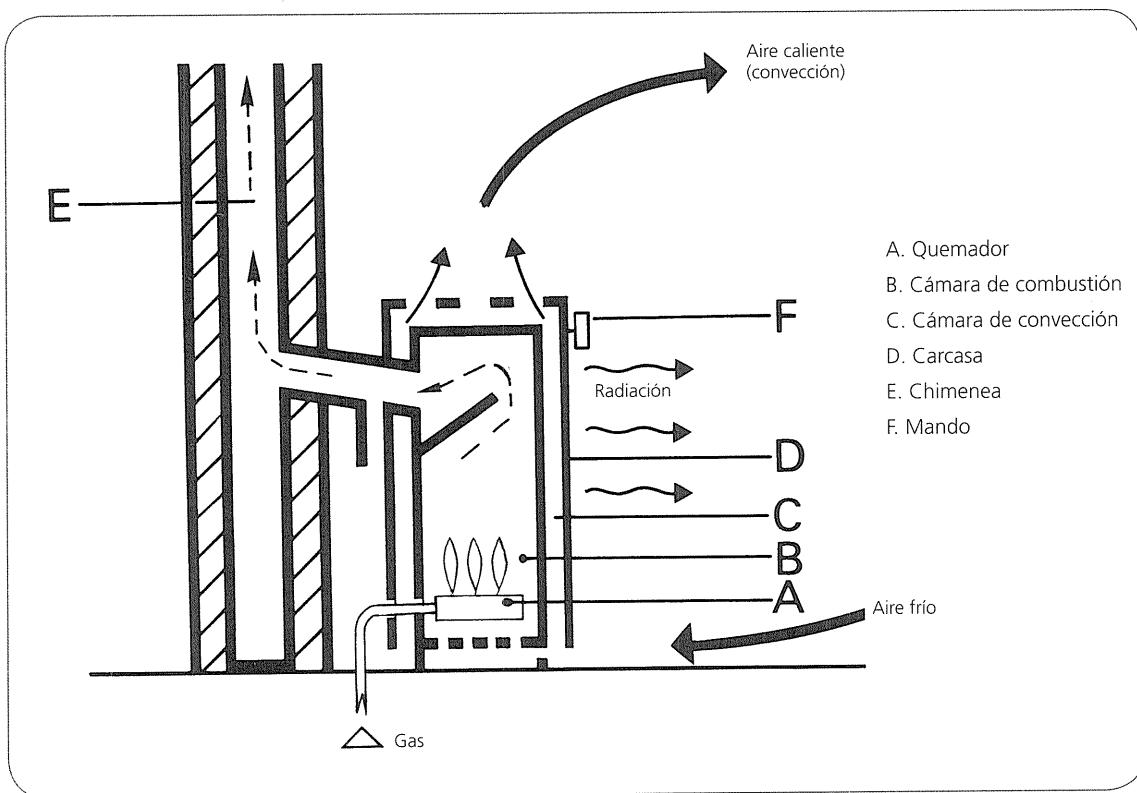
Estas estufas disponen de un piloto que tiene como misión el encendido del quemador y activar el dispositivo de seguridad en caso de extinción de la llama, ya que se encuentra en contacto con el termopar.

Como el quemador no es accesible por el usuario el encendido se realiza mediante un dispositivo piezoeléctrico.

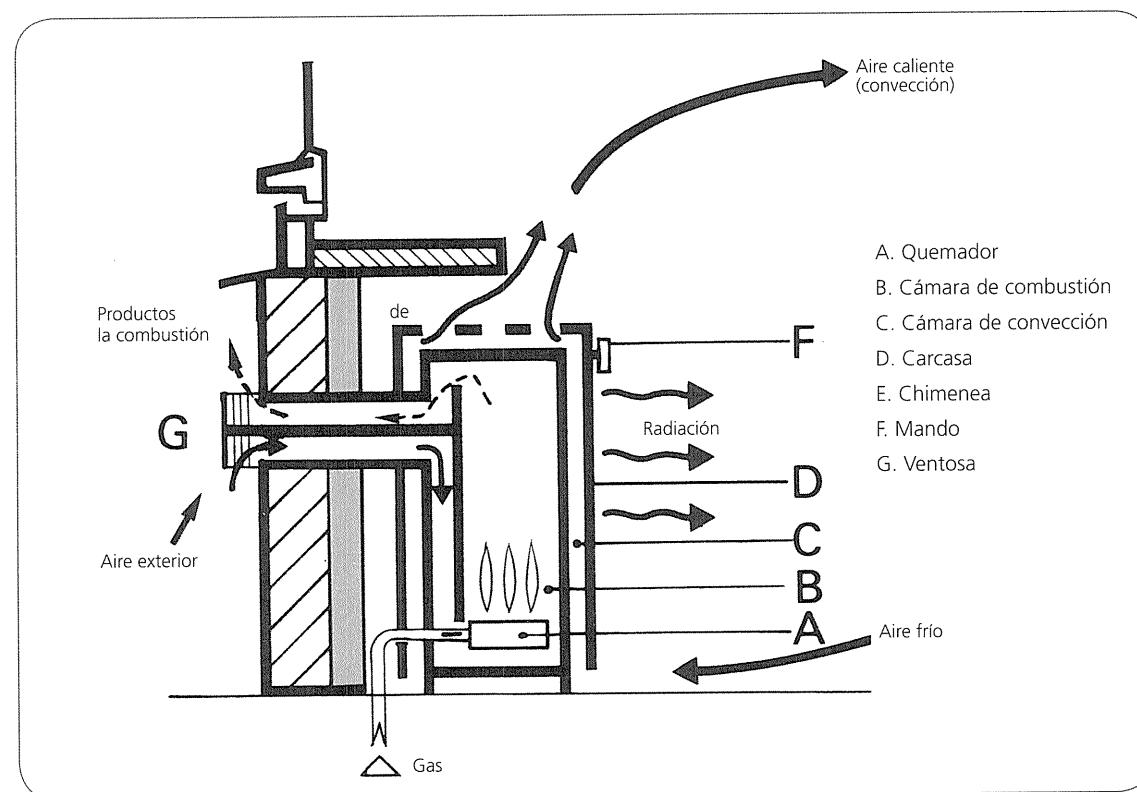
La regulación de la temperatura se realiza mediante una válvula termostática que, manteniendo encendido el piloto permanente, regula el caudal de gas al quemador principal en función de la temperatura del local.

La potencia de estos aparatos se encuentra aproximadamente entre 2,9 y 7,6 kW, lo que permite calentar recintos de 35 a 80 m<sup>3</sup>.

Existen básicamente dos tipos de estufas de convección:

**a) Estufas murales**

Las estufas son aparatos de tipo B, es decir, el aire necesario para la combustión se toma del propio local en el que está instalada la estufa, sin embargo, los humos son evacuados al exterior a través de un orificio en la pared o de un conducto chimenea.

**b) Radiadores murales**

Los radiadores murales son aparatos de circuito estanco (tipo C), es decir, los pdc son conducidos al exterior a través de una abertura practicada en la pared, asimismo, el aire necesario para la combustión es tomado del exterior. Por ello **no enrarecen la atmósfera del local** en que se encuentran ubicados y son los únicos que pueden instalarse en dormitorios y cuartos de baño, ducha o aseo.

Al ser estos radiadores módulos independientes, pueden instalarse todos los inicialmente previstos o sólo los estrictamente necesarios y posteriormente hacer crecer la instalación.

Esta independencia y su funcionamiento automático, permite también al usuario regular el consumo al mínimo necesario, graduando las temperaturas de cada sector o encendiendo solamente los radiadores de cada zona cuando las necesidades lo aconsejen, sin tenerlos todos simultáneamente en servicio.

### 11.5.2. Aparatos de calefacción centralizada

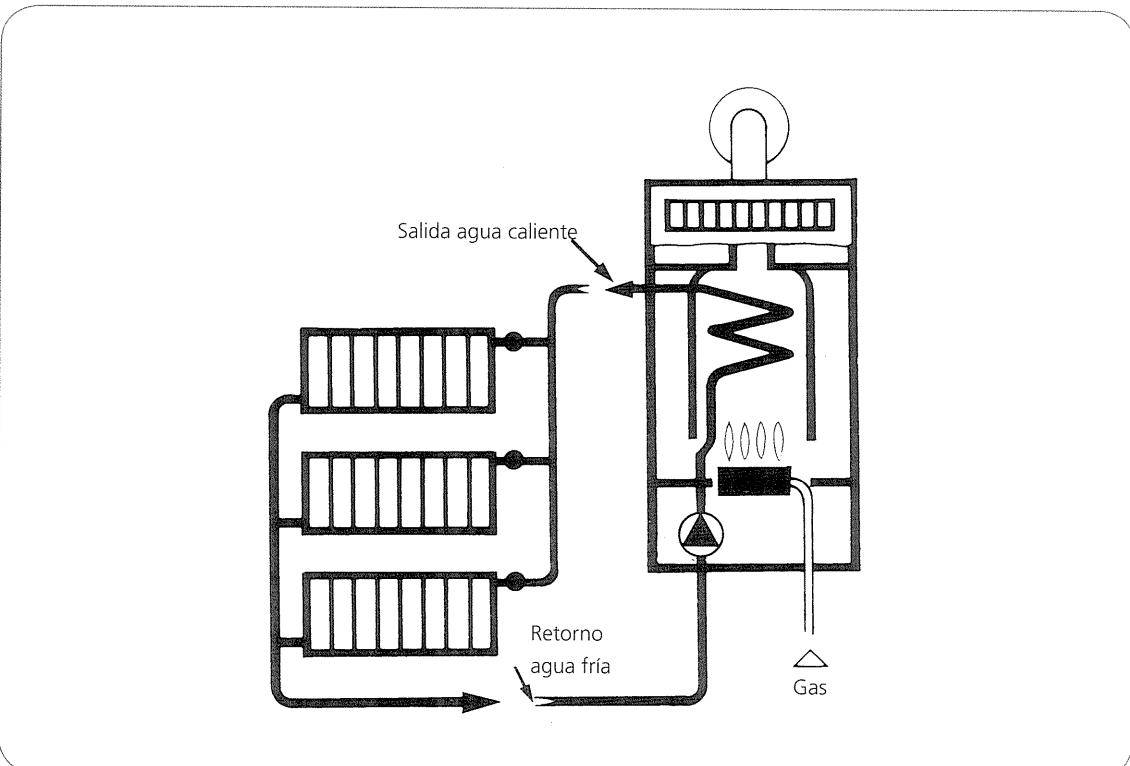
En este apartado se describen los aparatos domésticos de calefacción centralizada, que puede ser:

- Por agua caliente
- Por aire caliente

Los sistemas de calefacción por agua caliente son los más utilizados.

#### Calefacción centralizada por agua caliente

En este sistema se utiliza el agua como fluido portador de calor, que es calentada en una caldera, que puede ser sólo para calefacción o mixta para calefacción y agua caliente sanitaria, y conducida por medio de tuberías a los radiadores que ceden el calor del agua al aire de la habitación, con la consiguiente disminución de la temperatura de ésta. El agua es devuelta a la caldera a través de la tubería de retorno, repitiéndose el ciclo.



La circulación del agua se efectúa, bien por convección natural (sistema termosifón), o por medio de una bomba impulsora. La circulación por el sistema termosifón se encuentra actualmente en desuso por la necesidad de que las tuberías tengan grandes diámetros para que la pérdida de carga sea pequeña así como que el trazado deba ser inclinado. Actualmente el único sistema utilizado es el de circulación forzada.

Para absorber aumento de volumen del agua al calentarse, el circuito lleva incorporado un vaso de expansión, que puede ser abierto a la atmósfera o cerrado. En el circuito abierto debe efectuarse la reposición del agua evaporada, operación que se realiza automáticamente mediante una válvula que mantiene el nivel de agua en el vaso de expansión.

Actualmente se instalan circuitos cerrados con vasos de expansión provistos de una membrana deformable que permite absorber el aumento de volumen del agua. Los sistemas mejoran las condiciones de trabajo, ya que:

- Las pérdidas de agua son insignificantes por lo que la reposición de la misma es de muy poca entidad. El agua contenida en el circuito desprende el oxígeno disuelto al calentarse, perdiendo así su carácter corrosivo (pasivado).
- Al ser un circuito cerrado, se llena de agua a una presión del orden de 1 bar, por lo que se puede trabajar a temperaturas algo mayores que en los circuitos abiertos sin temor a que entre en ebullición, y así se aumenta la emisión calorífica de los radiadores.

La capacidad del vaso de expansión se calcula en función del contenido de agua de la instalación y de la temperatura a alcanzar.

### **Formas de distribución del agua**

Para la distribución del agua pueden utilizarse tres sistemas diferentes:

- **Sistema bitubular**

En este sistema, los radiadores están montados en paralelo por lo que el agua llega directamente desde la caldera a cada radiador y retorna también directamente a la caldera.

A todos los radiadores les llega el agua prácticamente a igual temperatura y en ellos se enfriá por igual.

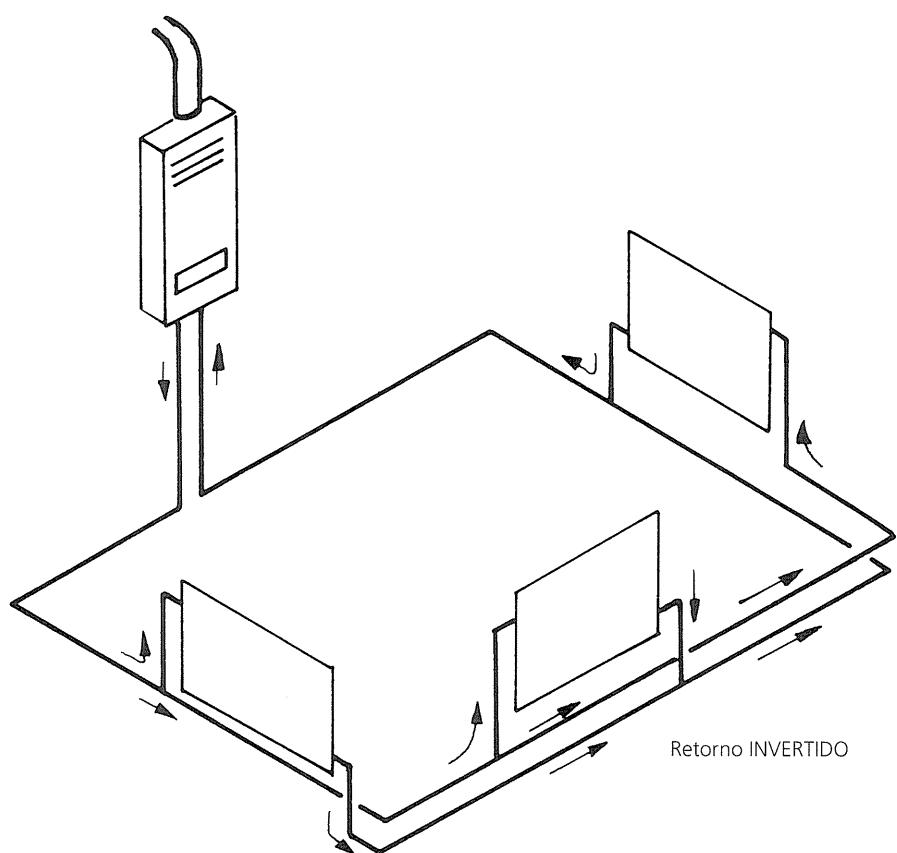
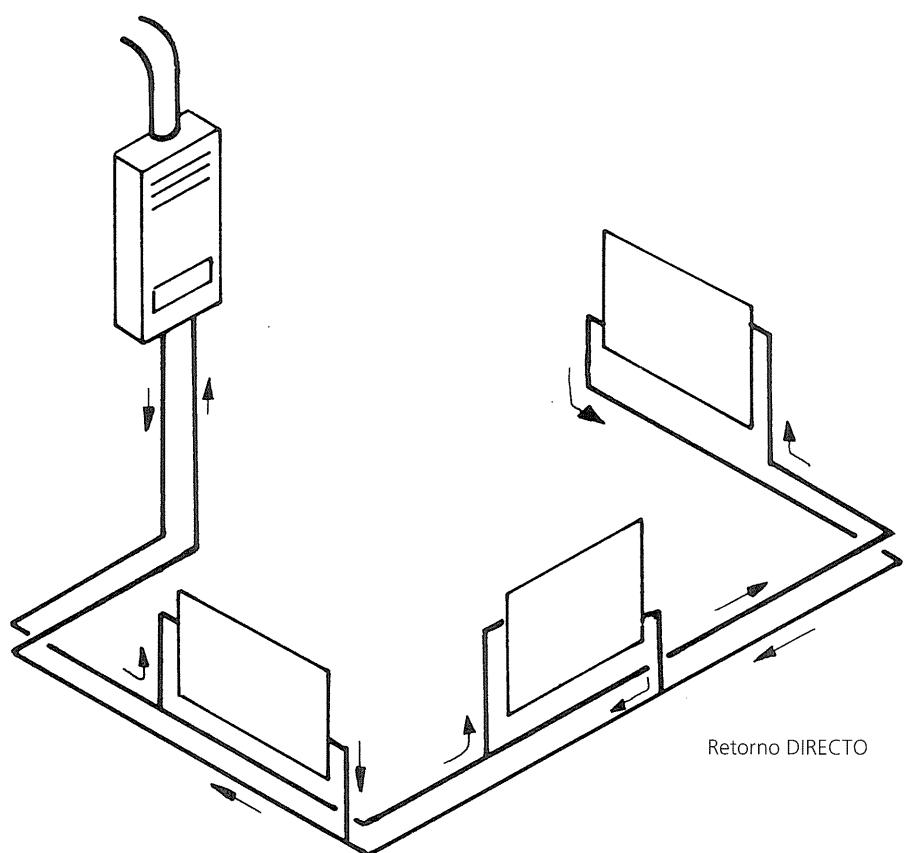
El retorno del agua a los radiadores puede ser directo o invertido.

En el retorno directo el tubo de retorno parte del radiador más alejado de la caldera y va recogiendo el agua de retorno de los radiadores para devolverla a la caldera.

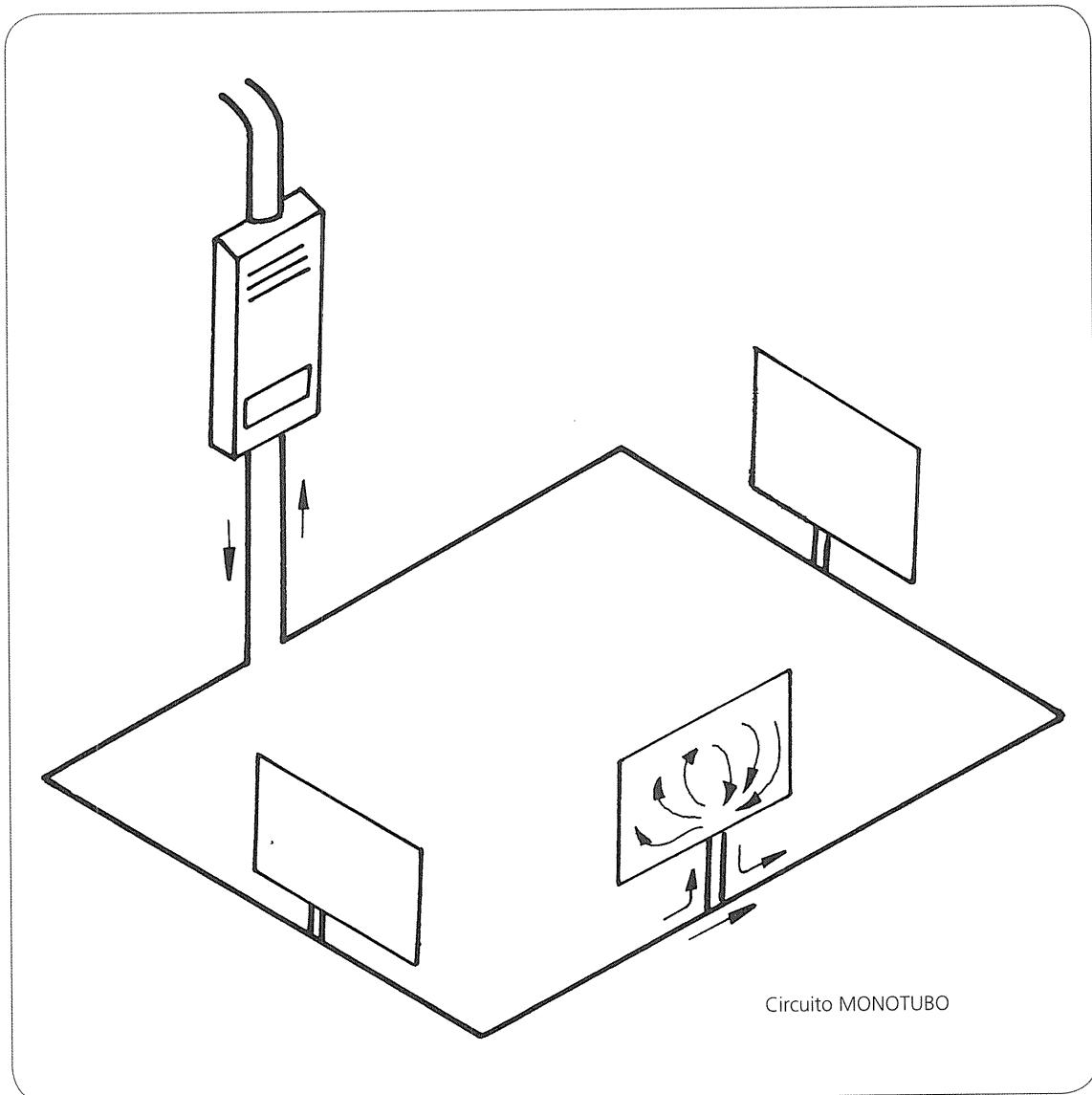
El agua que alimenta a los radiadores más cercanos tiene un recorrido menor que la que alimenta a los más alejados por lo que su pérdida de carga es menor y por tanto se necesita regulación del caudal si se desea un reparto de caudal apropiado.

En el retorno invertido el tubo de retorno parte del radiador más próximo a la caldera, y va recogiendo el agua de los restantes radiadores para devolverla a la caldera. El agua de retorno circula, por tanto, en el mismo sentido que el agua de alimentación.

Los recorridos del agua de cada radiador son similares en longitud por lo que sus pérdidas de carga son equivalentes de forma tal que no se requiere regulación de caudal alguno.



■ Sistema monotubo



En el sistema monotubo

En el sistema monotubo los radiadores están montados en serie, con válvulas especiales de tres vías destinadas a dosificar el caudal que entra en cada radiador.

A los últimos radiadores de la serie les entra el agua a menor temperatura que a los primeros por lo que el cálculo de la superficie radiante de cada radiador es más riguroso y complicado que en el sistema tradicional bitubo.

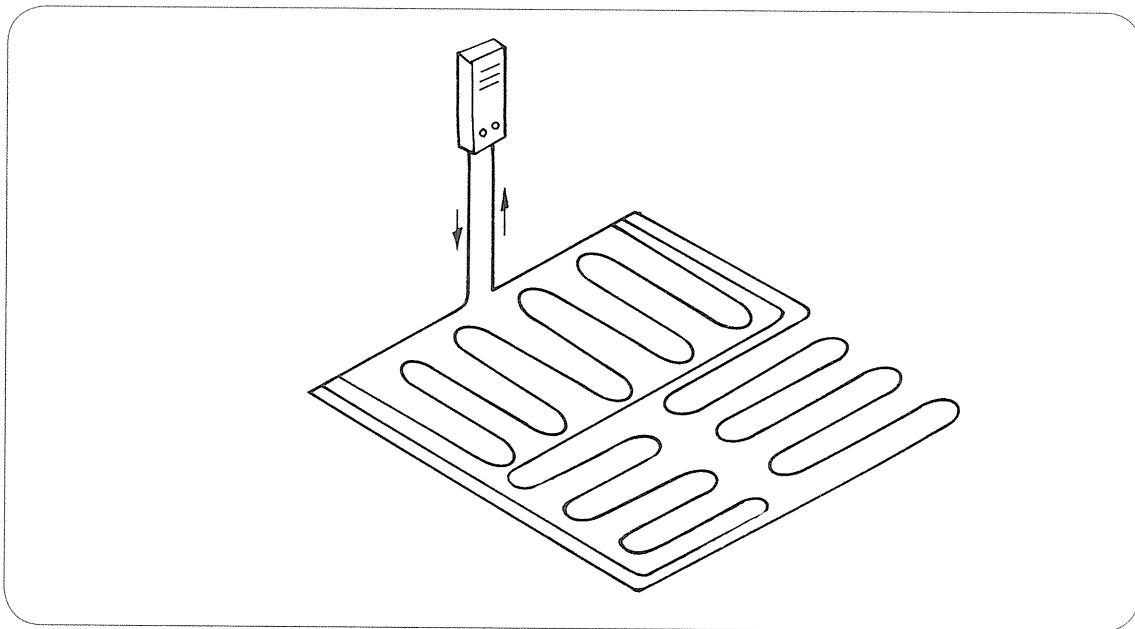
Este sistema es utilizable sólo cuando la circulación del agua es forzada.

Su utilización viene justificada por la facilidad de instalación en viviendas ya habitadas, y por la reducida sección de las tuberías de distribución.

**Calefacción por suelo radiante**

La distribución del agua caliente se realiza a baja temperatura (de 40° a 50 °C).

Los cuerpos radiantes son tubos de material plástico empotrados en el suelo que alcanzan unos 28°C.

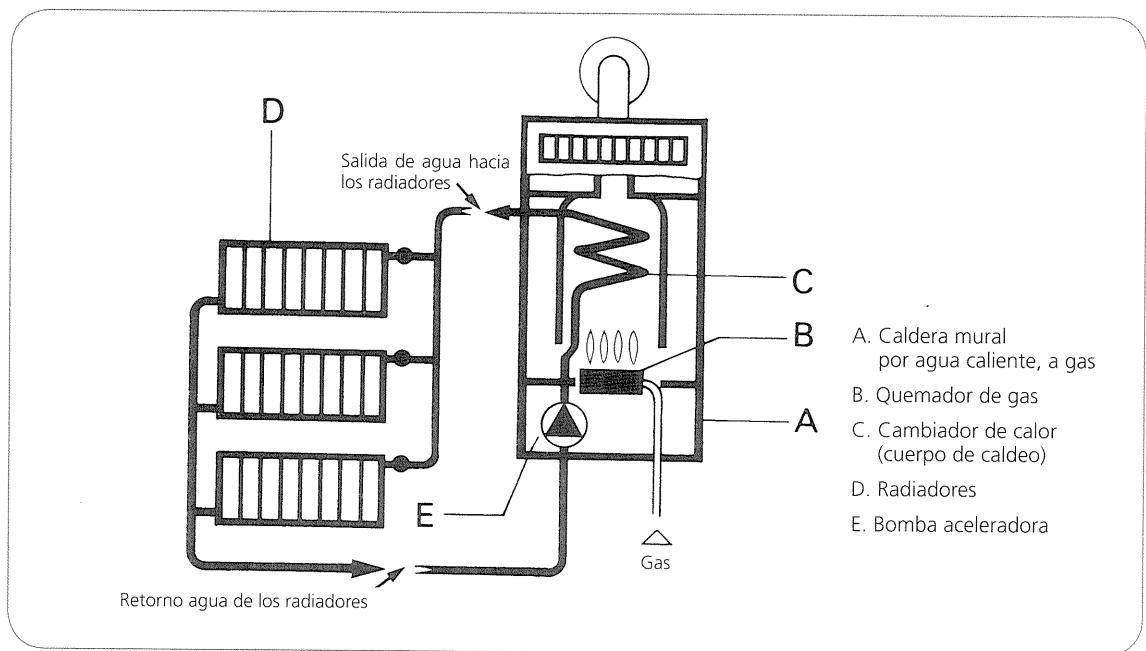


### Calderas individuales de calefacción

Las calderas individuales son de tipo mural o de pie. Llevan quemadores atmosféricos de llama azul, y sus dimensiones son reducidas.

Se trata de aparatos fijos que han de conectarse a conductos de evacuación de pdc. Existen modelos de circuito estanco, cuyo uso se está generalizando por las ventajas que comportan.

El calentamiento del agua de calefacción se realiza igual que en los calentadores de agua sanitaria, por el procedimiento instantáneo en las murales, y por acumulación en las de pie.



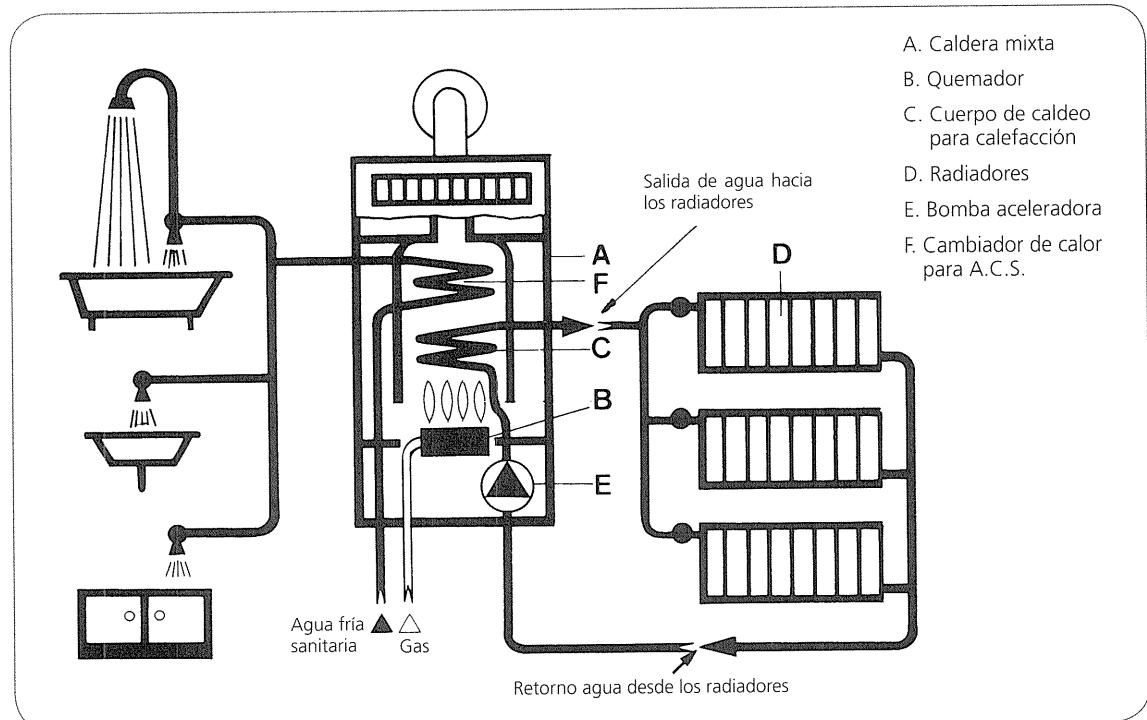
El calentamiento del agua se realiza en un cuerpo de caldeo (C) como el de los calentadores, por lo que el contenido del agua es muy reducido. El agua circula impulsada por una bomba aceleradora (E) lo que hace posible su distribución a los radiadores (D).

Las potencias se encuentran, en general, entre 9 y 24 kW aproximadamente, aunque hay modelos de mayor potencia (se elige una potencia un 10% superior a la de los radiadores instalados).

El cuerpo de caldeo en las calderas murales está formado normalmente por un tubo de cobre con aletas, mientras que en las de pie es de chapa o fundición.

### Calderas individuales mixtas

Existen modelos de calderas de calefacción que, además, suministran agua caliente sanitaria (A.C.S.). Son las llamadas calderas mixtas que también pueden ser murales o de pie. En estas calderas, la producción de A.C.S. tiene preferencia sobre la calefacción.



El comportamiento es como si se tratara de dos aparatos salvo que no pueden dar los dos servicios simultáneamente, lo que no implica inconveniente alguno, pues la duración de la demanda de A.C.S. no supone normalmente una merma en el servicio de calefacción.

Son aparatos fijos, con quemador atmosféricos llama azul.

La potencia de las calderas murales mixtas suele estar comprendida entre 17 y 24 kW, equivalente al servicio proporcionado por un calentador de 10 l/min y 13 l/min, respectivamente.

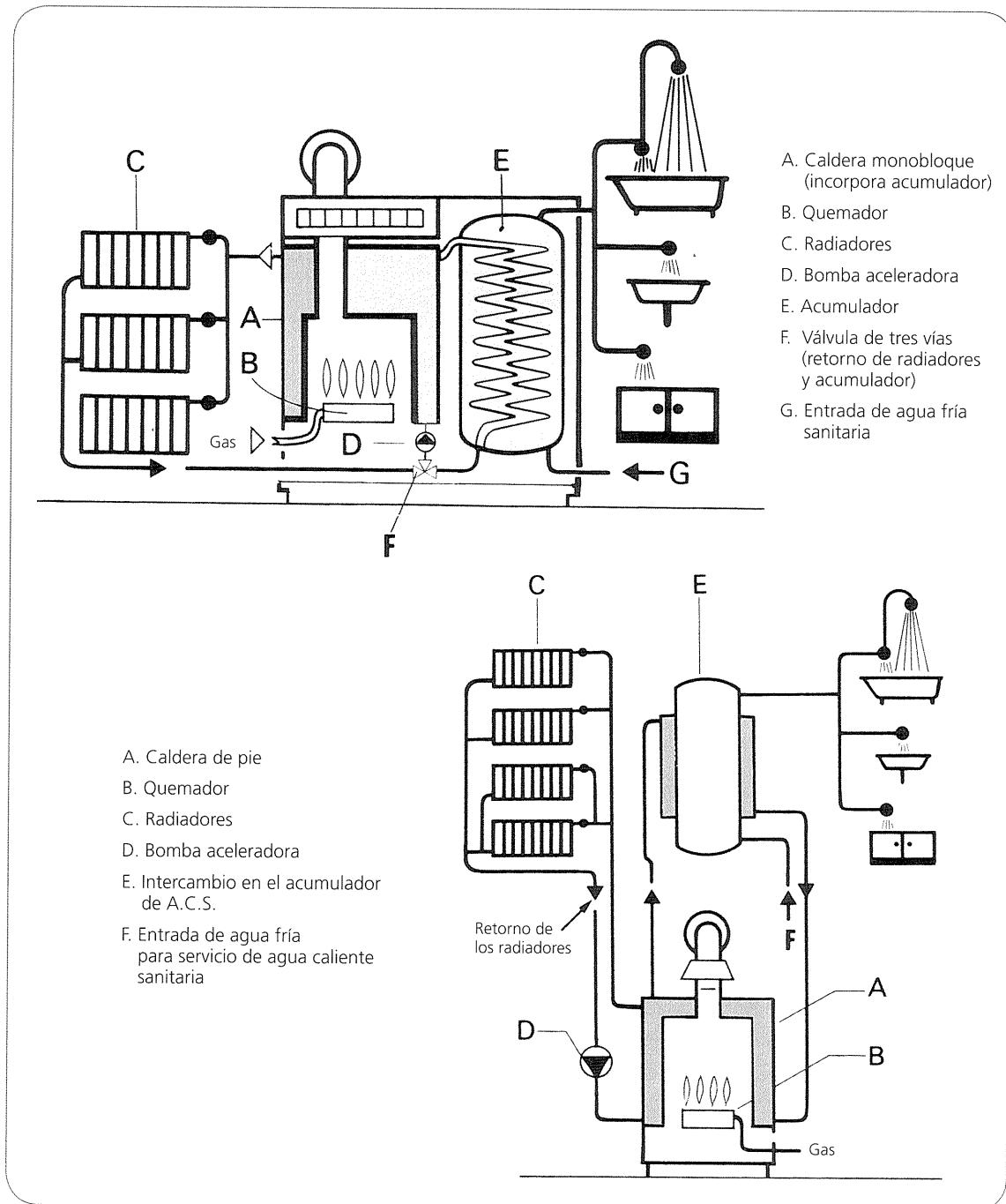
En edificios de nueva construcción y debido al alto nivel de aislamiento térmico conseguido (exigido por la reglamentación que afecta a la edificación) las potencias caloríficas necesarias para calefacción se han reducido considerablemente y, con el fin de que la potencia de la caldera no resulte excesiva, los aparatos están provistos de quemadores modulantes que pueden trabajar en una amplia gama de potencias, adaptándose automáticamente a la demanda. La potencia para el servicio de calefacción en una vivienda tipo suele estar comprendida entre 10 y 15 kW aproximadamente según la zona climática.

El circuito de A.C.S. no tiene mezcla alguna con el de calefacción. El agua de consumo se calienta en un intercambiador que puede estar alojado en el propio cuerpo de caldeo de la caldera, o bien situado aparte. En este caso el agua del circuito de calefacción se desvía por una válvula de 3 vías hacia el intercambiador para calentar el A.C.S.

El A.C.S. puede también obtenerse por acumulación en un depósito incorporado en la caldera o en mueble aparte. De esta forma se puede obtener un mayor caudal que en el sistema instantáneo, haciendo posible las tomas simultáneas desde varios grifos, siempre que exista caudal suficiente de agua.

En general, son aparatos conducidos de tipo B o C, con quemador atmosférico de llama azul. Algunos modelos de calderas de pie utilizan quemadores de aire impulsado.

Los calderas modernas disponen de termostatos que permiten seleccionar la temperatura de salida tanto del agua del circuito de calefacción como la del circuito de A.C.S.



La caldera mixta supone, frente a los dos aparatos (caldera + calentador) las siguientes ventajas:

- Reducción del espacio ocupado
- Una sola evacuación de producto de la combustión
- Una sola conexión de gas
- Un coste inferior tanto de aparato como de instalación

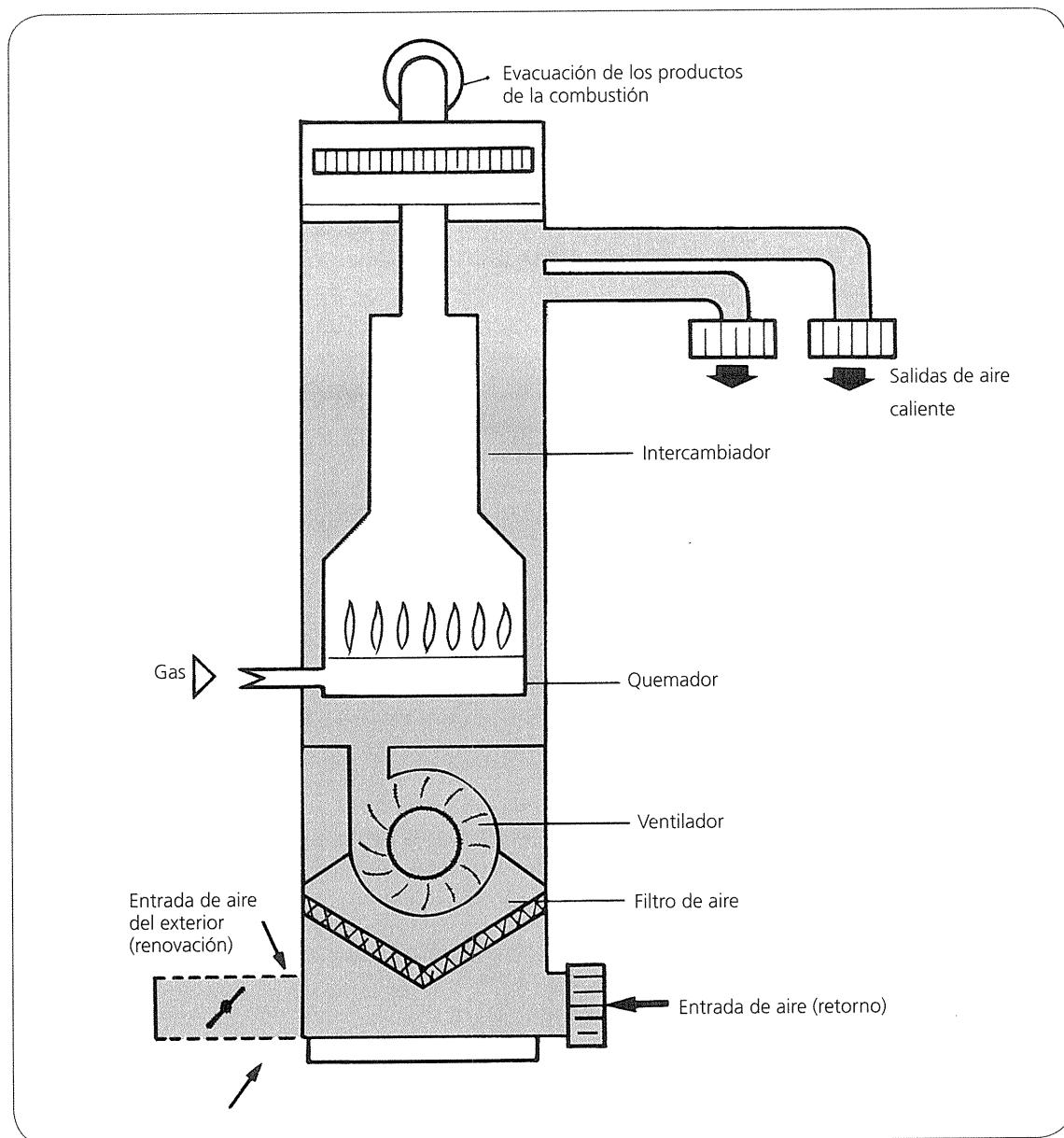
Pero los inconvenientes:

- La producción de A.C.S. está supeditada al suministro eléctrico, ya que el funcionamiento de la caldera requiere energía eléctrica auxiliar
- La avería de un servicio puede afectar al otro

### Calefacción centralizada por aire caliente

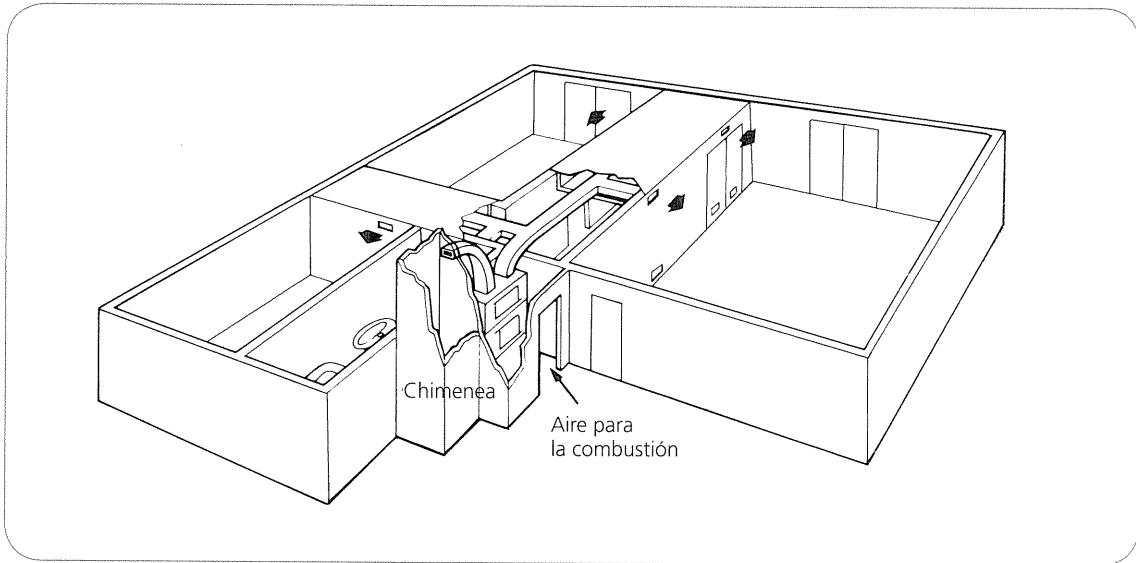
En estos aparatos el aire del local incrementa su temperatura al pasar por un intercambiador de calor en el que los pdc, ceden el calor necesario para aumentar la temperatura del aire.

El aire caliente es distribuido a los diferentes locales a través de conductos apropiados. En ningún momento el aire a calentar entra en contacto con los pdc, que son conducidos al exterior.



Los generadores de aire caliente disponen de un filtro de aire a la entrada del aparato y normalmente de una entrada de aire exterior que se mezcla con el retorno de la instalación para asegurar cierto nivel de renovación.

Son aparatos fijos, conectados a un conducto de evacuación de los productos de la combustión.



## 11.6. INSTALACIÓN DE APARATOS

La conexión de los aparatos de gas a instalaciones receptoras deberá ser realizada según lo indicado en la norma UNE 60670-7, y siempre por un instalador autorizado, salvo cuando dicha conexión se haga a través de un tubo flexible elastomérico con abrazadera, en cuyo caso podrá ser realizada por el usuario.

Los aparatos no conectados a una instalación receptora deberán cumplir las condiciones de ubicación indicadas en el capítulo 4 de la norma UNE 60670-6.

Todos los aparatos a gas deben corresponder a tipos conforme a Normas UNE, UNE-EN o EN que les sean de aplicación.

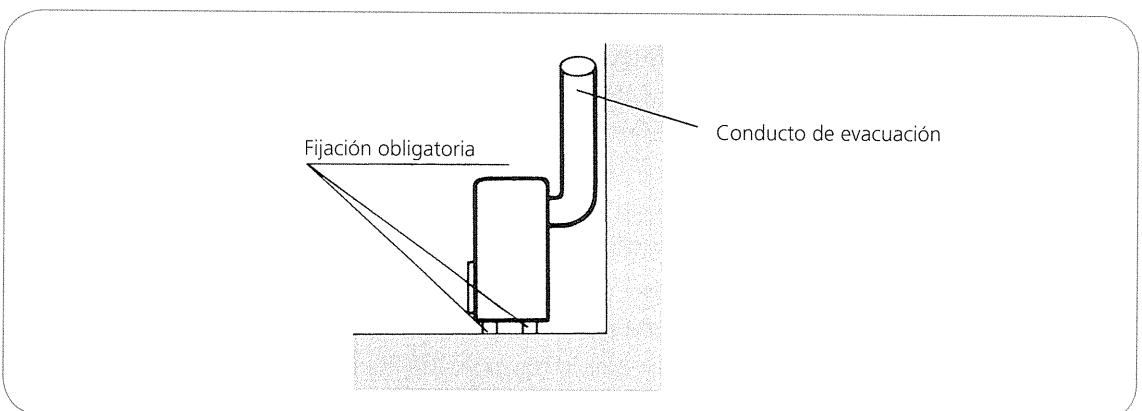
En ausencia de Normas se aplicarán las prescripciones del seguridad indicadas en la ITC-ICG 08, Anexo 3 del Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos.

Todos los aparatos deben llevar en lugar visible una placa de características que cumpla los requisitos indicados en el Anexo 2 de la ITC-ICG 08 del citado Reglamento.

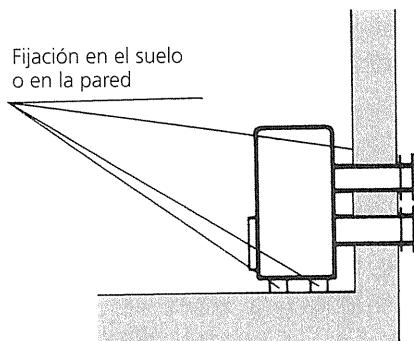
Antes de instalar y de poner en marcha un aparato deberá comprobarse que esté preparado para el tipo de gas que se le va a suministrar.

Los aparatos se instalarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante teniendo en cuenta, según sus características, lo siguiente:

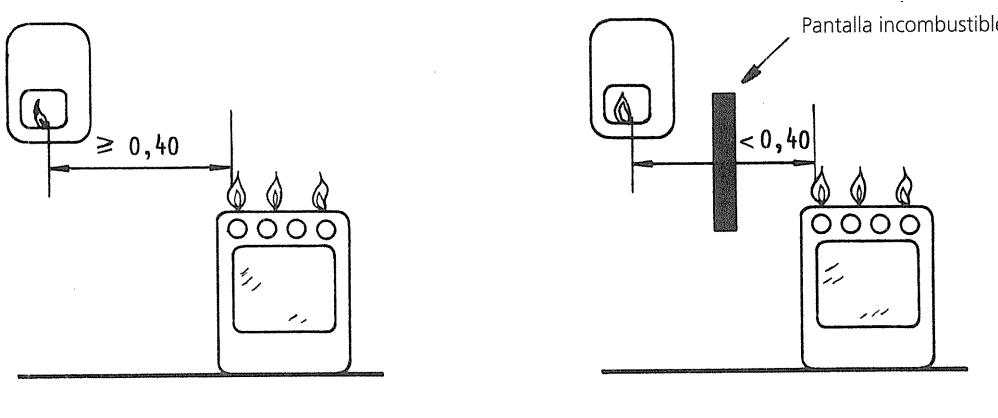
- Los aparatos conectados a un conducto de evacuación de los productos de la combustión deberán estar inmovilizados.



- Los aparatos de circuito estanco (tipo ventosa) deberán estar fijados al muro o al suelo por tornillos o empotramiento.



La proyección vertical del quemador de cualquier aparato a gas situado a más altura que los quemadores de un aparato de cocción deberá guardar una distancia mínima de 0,40 m con aquel, medida entre las partes más próximas de los quemadores, a no ser que entre ambos se intercale una pantalla incombustible que impida que los productos de la combustión o vapores procedentes del aparato de cocción puedan afectar al buen funcionamiento del otro aparato.



### 11.6.1. Conexiones

Las conexiones de los aparatos a gas con la instalación receptora se realizarán de acuerdo con lo indicado en Capítulo 7, punto 7.3.

Los requisitos que deben cumplir los distintos tipos de conexión son los indicados en la Norma UNE 60670-7 y que se indican a continuación.

#### Conexión rígida

La conexión rígida se debe realizar con tubo de cobre, acero o acero inoxidable de las mismas características y con los métodos de unión indicados en la Norma UNE 60670-3 para las tuberías de gas.

Las uniones mecánicas de estas conducciones se deben realizar mediante enlaces por junta plana de acuerdo con la Norma UNE 60719.

### **Conexión flexible de acero inoxidable**

La conexión flexible de acero inoxidable debe ser conforme a la Norma UNE 60713-1 y 60713-2. La longitud debe ser la mínima necesaria y en ningún caso superior a 2 m.

Las uniones mecánicas de estas conducciones se deben realizar mediante enlaces por junta plana de acuerdo con la Norma UNE 60719 si bien una de ellas puede ser por unión roscada conforme a la Norma UNE 19009-1.

### **Conexión flexible espirométrica con enchufe de seguridad**

Este tipo de conexión debe ser conforme a la Norma UNE 60715-1.

La longitud de la conducción flexible debe ser tal que garantice que en ninguna circunstancia el tubo flexible pueda quedar bajo la acción de las llamas, y en ningún caso superior a 1,5 m. En la unión de aparatos de calefacción móviles, su longitud será inferior a 0,6 m.

Los tubos flexibles espirométricos se deben instalar de manera que bajo ninguna circunstancia puedan entrar en contacto con las partes calientes del aparato, y no deben cruzar por la parte trasera de los aparatos de cocción que dispongan de horno, sean de gas o no, salvo que este disponga de aislamiento térmico en su parte posterior y se haya verificado en los ensayos de calentamiento del aparato que no se superan los 30 °C de sobrecalentamiento, y esta circunstancia conste en el manual de instrucciones y funcionamiento del aparato.

### **Conexión flexible de acero inoxidable con enchufe de seguridad**

Este tipo de conexión debe ser conforme a la Norma UNE 60715-2.

Los aparatos de cocción móviles se deben conectar preferentemente con este tipo de conexión.

La longitud de la conexión flexible debe ser tal que garantice que en ninguna circunstancia el tubo flexible pueda quedar bajo la acción de las llamas, y en ningún caso superior a 1,5 m. En la unión de aparatos de calefacción móviles, su longitud no será superior a 0,6 m.

### **Conexión flexible de elastómero con armadura interna o externa**

Este tipo de conexión debe ser conforme a la Norma UNE 60712-3.

La longitud de la conexión flexible debe ser tal que garantice que en ninguna circunstancia el tubo flexible pueda quedar bajo la acción de las llamas, y en ningún caso superior a 1,5 m. En la unión de aparatos de calefacción móviles, su longitud no será superior a 0,6 m.

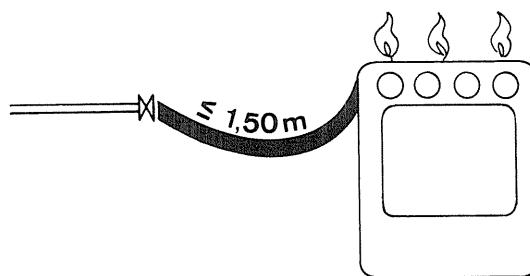
Los tubos flexibles de elastómero se deben instalar de manera que bajo ninguna circunstancia puedan entrar en contacto con las partes calientes del aparato, y no deben cruzar por la parte trasera de los aparatos de cocción que dispongan de horno, sean de gas o no, salvo que este disponga de aislamiento térmico en su parte posterior y se haya verificado en los ensayos de calentamiento del aparato que no se superan los 30 °C de sobrecalentamiento, y esta circunstancia conste en el manual de instrucciones y funcionamiento del aparato.

### **Conexión flexible de elastómero**

El tubo flexible de elastómero debe ser conforme a la Norma UNE 53539.

La longitud del tubo flexible debe ser la mínima posible de manera compatible con el desplazamiento necesario del aparato, y en ningún caso superior a 1,5 m. En la unión de aparatos de calefacción móviles, su longitud será inferior a 0,6 m.

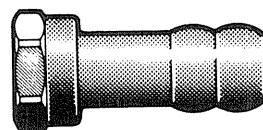
La longitud de la tubería flexible no será mayor de 1,50 m excepto en el caso de aparatos móviles de calefacción (estufas), en que no será mayor de 0,60 m



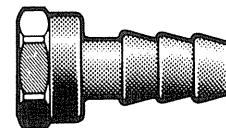
Los tubos flexibles de elastómero se deben instalar de manera que bajo ninguna circunstancia puedan entrar en contacto con las partes calientes del aparato, y no deben cruzar por la parte trasera de los aparatos de cocción que dispongan de horno, sean de gas o no, salvo que este disponga de aislamiento térmico en su parte posterior y se haya verificado en los ensayos de calentamiento del aparato que no se superan los 30 °C de sobrecalentamiento, y esta circunstancia conste en el manual de instrucciones y funcionamiento del aparato.

La unión del tubo flexible de elastómero con los extremos de la instalación y del aparato, se deben realizar mediante boquillas de conexión según Norma UNE 60714, ambas del mismo diámetro nominal del tubo flexible, cuyos extremos deben estar sujetos a la boquilla mediante abrazaderas metálicas.

Boquillas torneadas para tubos flexibles para combustibles gaseosos de la 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> familias  
UNE 60.714



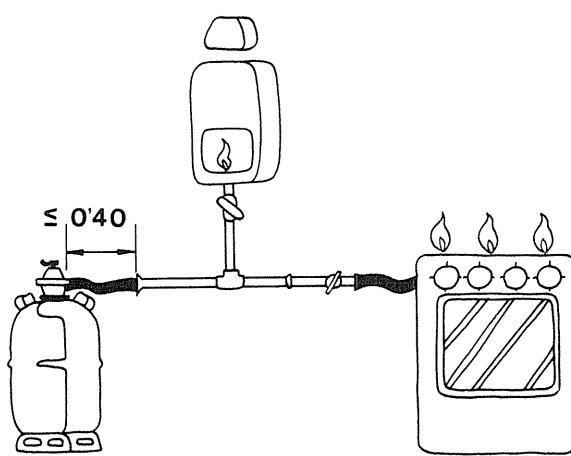
Boquillas torneadas para tubos flexibles para combustibles gaseosos de la 3<sup>a</sup> familia  
UNE 60.714



La longitud de los tubos flexibles será la mínima posible y compatible con el desplazamiento necesario del aparato y en ningún caso superior a 1,50 m. Cuando se trate de aparatos móviles de calefacción no podrán tener más de 0,60 m de longitud.

Cuando la alimentación se realice a través de botellas de GLP no se permitirá la conexión de más de un aparato directamente a una botella de uso doméstico a través de tubos flexibles.

Cuando se conecten más de dos aparatos a una botella o grupo de botellas, la tubería principal deberá ser rígida. La longitud de la tubería flexible para la conexión del regulador con la tubería rígida no será mayor de 0,40 m



## 11.7. PUESTA EN MARCHA DE APARATOS DE GAS

La puesta en marcha, mantenimiento y reparación de los aparatos de gas podrá realizarse:

- a) Por el servicio técnico de asistencia del fabricante, siempre que posea un sistema de calidad certificado, o por instaladores de gas que posean acreditación del fabricante o certificado específico para estas operaciones de una entidad de acreditación de personas cuando se trate de aparatos de gas conducidos (aparatos de tipo B y C) de más de 24,4 kW de potencia útil o de vitrocerámicas a gas de fuegos cubiertos.
- b) Por el servicio de asistencia técnica del fabricante o una empresa instaladora de gas, para el resto de aparatos.

El agente que realice la puesta en marcha de un aparato de gas debe emitir un certificado conforme al modelo del Anexo.

### 11.7.1. Comprobación del funcionamiento de los aparatos

Las comprobaciones mínimas a realizar para la puesta en marcha de los aparatos de gas conectados a instalaciones receptoras, serán las indicadas en la norma UNE 60670-10, que se indican a continuación, junto con las indicaciones adicionales del fabricante.

#### Montaje del aparato.

Que se ha realizado de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

#### Estanquidad.

Con la llave de aparato abierta y con los mandos del aparato en posición cerrada se debe comprobar la estanquidad de todas las uniones con un detector portátil o un manómetro adecuado.

#### Análisis de los productos de la combustión

En los aparatos de evacuación conducida (tipos B y C), vitrocerámicas de fuegos cubiertos y generadores de aire caliente se debe medir la concentración de monóxido de carbono (CO) corregido y no diluido que debe ser inferior a 1000 ppm.

#### Medición de CO ambiente

En el caso de instalaciones que dispongan de radiadores de calefacción suspendidos que vierten directamente en el local los productos de la combustión, se debe efectuar la medición de CO ambiente.

#### Comprobación del tiro del conducto de evacuación

En la puesta en marcha de aparatos de gas de circuito abierto de tiro natural se debe comprobar que el tiro es suficiente y que no se detecta revoco.

## 11.8. ADAPTACIÓN DE APARATOS A OTRO TIPO DE GAS (sólo categorías B Y A)

Aunque este tema se encuentra incluido en el programa de formación para instaladores de categoría B, las operaciones de adaptación de aparatos a un gas de distinta familia únicamente pueden ser realizadas por instaladores de categoría A que dispongan, adicionalmente, de una acreditación especial del fabricante del aparato a tal fin, o una certificación de una entidad acreditada para la certificación de personas específicamente para estas operaciones, sobre la base de los contenidos del programa de conocimientos adicionales del Anexo 2 de la ITC-ICG 09 del Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos.

Por dicho motivo, en este apartado sólo se incluyen unas ideas básicas sobre la adaptación de aparatos a otro tipo de gas.

Como se ha indicado en otro capítulo, los gases combustibles se clasifican en tres familias: primera, segunda y tercera. Los gases de distinta familia no son intercambiables, es decir, un mismo aparato no puede utilizar indistintamente gases de diferentes familias. Sin embargo existen aparatos diseñados para utilizar gases de más de una familia (categoría II y categoría III). Para pasar de un gas de una familia a un gas de otra, deben efectuarse sobre el aparato unas operaciones llamadas de adaptación. Estas operaciones tienen por finalidad mantener prácticamente invariables los principales parámetros de funcionamiento del quemador:

- Gasto calorífico
- Estabilidad de la llama (ausencia de desprendimiento o retroceso de llama)
- Higiene de la combustión (relación CO/CO<sub>2</sub> dentro de los límites establecidos, sin formación de hollín ni de puntas amarillas)

Estos tres parámetros están relacionados entre si y dependen fundamentalmente del caudal calorífico, que se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Q = 0,01139 \times C \times D^2 \times \sqrt{\frac{P}{d}} \times PCS$$

donde:

Q = Gasto calorífico del quemador (kW)

C = Coeficiente de descarga del inyector

D = Diámetro de paso del orificio del inyector (mm)

P = Presión de utilización (mm c d a)

PCS = Poder calorífico superior (kW/m<sup>3</sup> (n))

d = Densidad relativa del gas

Al cambiar de familia de gas se cambia el PCS y la densidad, o sea el índice de Wobbe. Para mantener el gasto calorífico del quemador es necesario modificar la presión del gas (cada familia se utiliza a una presión determinada) y el diámetro del inyector. Por este motivo las operaciones de adaptación comportan, entre otras, el cambio del inyector, el ajuste de la presión en los aparatos provistos de regulador y el ajuste del aire primario a través de los dispositivos de regulación del quemador.

Las operaciones de adaptación deben efectuarse siempre siguiendo las instrucciones del fabricante del aparato o, en su defecto, las de la empresa distribuidora.

## **ANEXO**

Agente de puesta en marcha:

Nombre.

Dirección.

NIF.

Categoría (Instalador, Servicio Asistencia Técnica, etc.).

Datos del cliente:

Nombre.

Dirección.

Datos del aparato:

Tipo.

Marca.

Modelo.

Potencia.

Número de fabricación.

Pruebas realizadas y sus resultados:

Debe incluir la impresión del resultado del análisis de combustión del aparato, cuando proceda.

Otros datos:

Fecha.

Firma del técnico y sello de la empresa.

Firma del cliente o representante.