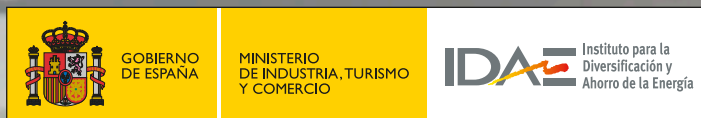


Edificios

Guía técnica

Instalaciones de calefacción individual

Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización 16



Guía técnica

Instalaciones de calefacción individual



TÍTULO

Guía técnica de instalaciones de calefacción individual

AUTOR

La presente guía ha sido redactada por la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), con el objetivo de promocionar la eficiencia en el uso final de la energía en los edificios.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que han participado en la elaboración de esta guía y en particular a D. Ricardo García San José y al Comité Técnico de ATECYR responsable de su revisión técnica.

.....

Esta publicación está incluida en el fondo editorial del IDAE, en la serie “Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización”.

Cualquier reproducción, total o parcial, de la presente publicación debe contar con la aprobación del IDAE.

.....

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

c/ Madera, 8

E - 28004 - Madrid

comunicacion@idae.es

www.idae.es

Madrid, junio de 2012

ÍNDICE

1	Ámbito reglamentario.....	5
1.1	Reglamentación aplicable	5
1.2	Documentación y mantenimiento de instalaciones térmicas.....	6
1.3	Objetivos a cumplir en las instalaciones	7
2	Condiciones de diseño.....	9
2.1	Temperaturas de los locales	9
2.2	Condiciones de ventilación	9
2.3	Producción de ACS	9
3	Tipos de calderas.....	11
3.1	Clasificación por el tipo de combustible.....	11
3.2	Clasificación según directiva europea 92/42/CEE	11
3.3	Clasificación por la forma de combustión	12
3.4	Clasificación por la toma del aire de combustión	13
3.5	Clasificación por la forma de evacuación de los productos de la combustión (humos).....	13
3.6	Clasificación por los servicios cubiertos	13
3.7	Clasificación UNE-CEN/TR 1749 IN	14
3.8	Clasificación de los aparatos a gas en el mercado actual	22
4	Evacuación de humos.....	25
4.1	Componentes del sistema de evacuación de humos	25
4.2	Conductos de humos para calderas a gas tipo C.	25
4.3	Clasificación de las chimeneas	26
4.4	Requisitos generales de los sistemas de evacuación de humos.....	27
4.5	Chimeneas individuales.....	29
4.6	Chimeneas colectivas para calderas a gas.....	30
4.7	Altura de los remates de las chimeneas.....	34
4.8	Evacuación de humos por fachada.....	36

5	Instalación de los equipos de producción de calor	39
5.1	Locales	39
5.2	Calderas	39
5.3	Chimeneas	40
5.4	Resumen para calderas a gas	41
5.5	Alternativas para instalaciones existentes con calderas tipo B	47
6	Emisores de calor	49
6.1	Emisores de calor	49
6.2	Radiadores	49
6.3	Ventiloconvectores	53
6.4	Superficies radiantes (suelo, techo, paredes)	54
7	Distribución	55
7.1	Tuberías	55
7.2	Aislamiento térmico	57
8	Control	59
8.1	Requisitos mínimos de regulación	59
8.2	Termostatos de ambiente	59
8.3	Válvulas termostáticas	60
8.4	Instalaciones con más de dos circuitos de calefacción	60
8.5	Regulación en función de las condiciones exteriores	61
9	Puesta en servicio	63
9.1	Condiciones administrativas	63
9.2	Pruebas de las tuberías	64
9.3	Pruebas finales	67
10	Mantenimiento e inspección	69
10.1	Mantenimiento	69
10.2	Programa de gestión energética	70
10.3	Inspecciones	70
	Anexo I: Normativa	71
	Anexo II: Bibliografía	73

1

Ámbito reglamentario

1.1 REGLAMENTACIÓN APLICABLE

Las normas propias de la edificación se incluyen en el Código Técnico de la Edificación (CTE), dentro del cual los documentos con incidencia directa en las instalaciones térmicas de los edificios son los de Ahorro de Energía (HE) y los de Salubridad (HS), entre los cuales se destacan:

- CTE HE1: “Limitación de demanda energética”, que fija las transmitancias máximas de los cerramientos y los factores solares de las superficies acristaladas, lo cual influye en la potencia de las instalaciones y en la demanda de los edificios.
- CTE HE2: “Rendimiento de instalaciones térmicas”, el cual remite directamente al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) vigente; por este motivo en numerosas ocasiones se confunde CTE y RITE.
- CTE HE4: “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”, que establece la obligatoriedad de dotar a los edificios con consumo de Agua Caliente Sanitaria (ACS) de una instalación solar térmica, que cubra una fracción de las necesidades de ese servicio.
- CTE HE5: “Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica”. Fija una potencia pico mínima a instalar con módulos fotovoltaicos en función del tipo de edificio y de su superficie.
- CTE HS3: “Calidad de aire”. Fija las condiciones de ventilación en los edificios de viviendas.
- CTE HS4: “Suministro de agua”, en él se definen los materiales permitidos para las instalaciones de suministro de agua para consumo humano, entre

las que se incluyen las de ACS, así como las condiciones para cálculo y diseño de las mismas.

- CTE HS5: “Evacuación de aguas”. Se definen los materiales y condiciones de dimensionamiento de las instalaciones de evacuación de aguas en los edificios.

El CTE se aplica a los edificios de nueva construcción y a las rehabilitaciones de edificios, no siendo de aplicación obligatoria en los edificios existentes.

El RITE, en su Artículo 2 Ámbito de aplicación, indica:

- 1 A efectos de la aplicación del RITE se considerarán como instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.
- 2 El RITE se aplicará a las instalaciones térmicas en los edificios de nueva construcción y a las instalaciones térmicas en los edificios construidos, en lo relativo a su reforma, mantenimiento, uso e inspección, con las limitaciones que en el mismo se determinan.
- 3 Se entenderá por reforma de una instalación térmica todo cambio que se efectúe en ella y que suponga una modificación del proyecto o memoria técnica con el que fue ejecutada y registrada. En tal sentido, se consideran reformas las que estén comprendidas en alguno de los siguientes casos:
 - a) La incorporación de nuevos subsistemas de climatización o de producción de ACS o la modificación de los existentes;
 - b) La sustitución por otro de diferentes características o ampliación del número de equipos generadores de calor o de frío;

c) El cambio del tipo de energía utilizada o la incorporación de energías renovables;

d) El cambio de uso previsto del edificio.

- 4 No será de aplicación el RITE a las instalaciones térmicas en la parte que no esté destinada a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

Por todo lo anterior en cada caso debe analizarse qué normas son de obligado cumplimiento, respecto a las cuales se dan las siguientes situaciones:

1 Obra nueva: en este caso las instalaciones también serán nuevas y por lo tanto se aplicarán todos los apartados del CTE y el RITE en su totalidad.

2 Rehabilitación del edificio: la rehabilitación implica una nueva instalación para la parte rehabilitada, por ello será de aplicación el CTE a la parte del edificio rehabilitada y el RITE a la parte reformada de la instalación.

3 Edificación existente: el CTE no es de aplicación obligatoria, ya que el edificio no se reforma. Respecto a la instalación existen dos posibilidades:

a) Nueva instalación: en el edificio existente se realiza una instalación nueva, el RITE se aplica en su totalidad, con las limitaciones que imponga el edificio. Evidentemente pueden existir obstáculos que impidan aplicar todos los requisitos, por lo que se adoptarán las medidas posibles o alternativas que permitan lograr los objetivos de seguridad, calidad y eficiencia energética.

b) Reforma de la instalación: el RITE se aplicará exclusivamente a la parte reformada.

Tipo edificio	CTE	Tipo instalación	RITE
Obra nueva	Si	Nueva instalación	Si
Rehabilitación	Si (1)	Nueva instalación	Si (2)
Edificio existente	No	Nueva instalación	Si (3)
		Reforma instalación	Si (4)

(1): En la parte del edificio rehabilitada

(2): En la parte de la instalación rehabilitada

(3): Hasta donde el edificio lo permita

(4): En la parte de la instalación reformada y hasta donde el edificio lo permita

Tabla 1: Resumen de aplicabilidad de la reglamentación

1.2 DOCUMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS

En la tramitación de las instalaciones habitualmente se han originado confusiones de cómo se deben tratar las instalaciones de Potencia Nominal igual o inferior a 70 kW.

En este aspecto se debe distinguir entre las nuevas edificaciones y rehabilitaciones por un lado, y los edificios existentes por otro.

En el primer caso, la potencia que determina el tipo de documentaciones a aplicar es la suma de potencias de generadores (de calor y de frío) del edificio en su conjunto; es decir, que si las instalaciones térmicas de un edificio se resuelven con equipos individuales la potencia a considerar será la conjunta, de manera que cuando la misma supere los 70 kW es necesario un proyecto específico de la instalación térmica.

Sin embargo, en edificación existente, tanto si se trata de nuevas instalaciones, como si son reformas de las mismas, la potencia a considerar será la correspondiente a cada usuario; por lo que la obligatoriedad de proyecto se establece para potencias superiores a 70 kW, no siendo necesario sumar las potencias del conjunto del edificio.

Respecto a las obligaciones de mantenimiento, todas las instalaciones se consideran según la suma de potencias de cada usuario por separado; es decir, que aunque en su tramitación las instalaciones individuales de un edificio de nueva construcción hayan requerido proyecto, la responsabilidad del uso y mantenimiento de las instalaciones individuales corresponderá a cada usuario por separado, cumpliendo los requisitos establecidos para instalaciones de potencia igual o inferior a 70 kW.

Documentación y mantenimiento ≤ 70 kW			
Tipo edificio	Tipo instalación	DOC	MNT
Obra nueva	Nueva instalación	Suma	Individual
Rehabilitación		Suma	Individual
Edificio existente	Nueva instalación	Individual	Individual
	Reforma instalación		

Suma: Suma de las potencias de todos los generadores

Individual: Instalaciones individuales cuando correspondan a diferentes usuarios

DOC: Documentación para tramitación instalaciones

MNT: Mantenimiento

Tabla 2: Potencias a considerar para la documentación necesaria y para las prescripciones de mantenimiento mínimas obligatorias

1.3 OBJETIVOS A CUMPLIR EN LAS INSTALACIONES

Para interpretar adecuadamente los requisitos a cumplir en el diseño, construcción y mantenimiento de las instalaciones es necesario previamente conocer cuáles son los objetivos de las mismas.

Los objetivos son los indicados en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) que han sido adoptados por todas las reglamentaciones del sector, y son:

- Seguridad.
- Calidad.
- Eficiencia energética.

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se prevenga y reduzca a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades.

Las instalaciones deben proporcionar las condiciones de bienestar de los ocupantes de los edificios en los siguientes aspectos:

- 1 Calidad del ambiente térmico.
- 2 Calidad de aire.
- 3 Higiene.
- 4 Calidad acústica.

Lo anterior debe lograrse con la mayor eficiencia energética posible, siendo el objetivo final de la eficiencia energética la reducción de emisión de contaminantes.

La eficiencia energética debe tenerse en cuenta en el conjunto de la instalación:

- 1 Rendimiento energético.
- 2 Distribución de calor y frío.
- 3 Regulación y control.
- 4 Contabilización de consumos.
- 5 Recuperación de energía.
- 6 Utilización de energías renovables.

2

Condiciones de diseño

2.1 TEMPERATURAS DE LOS LOCALES

Las instalaciones de calefacción se deben diseñar para poder cubrir las pérdidas de calor en las épocas más frías del año; las condiciones exteriores dependen de la localidad de ubicación del edificio, éstas se concretan en la “Guía técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto” a la cual se remite.

En invierno, la temperatura interior de diseño de los locales habitualmente ocupados será la especificada por el RITE en la IT 1.1.4, estando comprendida entre 21°C y 23°C para personas con una actividad de tipo sedentario y para ropa de manga larga; si se tienen otras condiciones la temperatura se fijará con los criterios indicados en la norma UNE EN ISO 7739.

2.2 CONDICIONES DE VENTILACIÓN

Las viviendas de nueva construcción deben cumplir los requisitos de ventilación indicados en el documento HS3; para el resto de los locales se aplica el RITE.

2.3 PRODUCCIÓN DE ACS

Aunque el RD 865/2003 de prevención de la legionelosis no es estrictamente aplicable a las viviendas, los datos de caudales a garantizar en las griferías indicados en el

documento HS4 corresponden a temperaturas de 60°C, por ello esta será la temperatura de referencia del ACS, al margen de que posteriormente los usuarios puedan regular los equipos para temperaturas inferiores.

Los caudales mínimos que deben asegurarse en las griferías se dan en la tabla 2.1 del documento HS4. En la siguiente tabla (Tabla 3) se muestran los valores en l/s indicados en el CTE y los valores en l/h empleados para el cálculo de la potencia necesaria para producción instantánea.

En las instalaciones individuales está muy extendido el uso de calderas con producción instantánea de ACS, lo que implica necesidades de potencia elevadas, muy superiores a las potencias de calefacción requeridas en las viviendas.

Se incluyen tres columnas con las potencias necesarias para la producción instantánea; las mismas se tienen suponiendo temperaturas en punto de consumo de 60°C, 50°C (mínimo a garantizar en el punto más alejado según los requerimiento del RD 865/2003) y 45°C que puede considerarse como habitual en viviendas, pero sin olvidar que los caudales mínimos corresponden a 60°C, por lo que reglamentariamente la potencia necesaria es la correspondiente a esa temperatura.

Aparato	Caudal mínimo para ACS		Potencia W (1)		
	l/s	l/h	60°C	50°C	40°C
Lavamanos	0,03	108	6.264	5.011	4.385
Lavabo	0,065	234	13.572	10.858	9.500
Bidé	0,065	234	13.572	10.858	9.500
Lavavajillas doméstico	0,10	360	20.880	16.704	14.616
Fregadero doméstico	0,10	360	20.880	16.704	14.616
Ducha	0,10	360	20.880	16.704	14.616
Bañera de menos de 1,40 m	0,15	540	31.320	25.056	21.924
Lavadora doméstica	0,15	540	31.320	25.056	21.924
Bañera de 1,40 m o más	0,20	720	41.760	33.408	29.232

(1): Potencia para producción instantánea de ACS con agua de red a 10°C, en tres supuestos de temperatura de uso.

Tabla 3: Caudales mínimos de ACS en griferías (HS4) y potencia necesaria para la producción instantánea con esos caudales

Como se puede comprobar en la tabla anterior, en los locales donde sea de obligado cumplimiento el RD 865/2003, cualquiera excepto viviendas, las potencias instantáneas resultan muy elevadas, lo que conduce a recomendar los sistemas de producción de ACS con un cierto volumen de acumulación.

En las viviendas, tomando como temperatura de referencia 45°C (temperatura de uso de confort en duchas y bañeras), la producción instantánea con calderas individuales hasta 30 kW (aunque existan calderas murales instantáneas de mayor potencia) puede atender solo una bañera o dos duchas; por ello, aunque no existe obligación reglamentaria, es más que aconsejable limitar el uso de calderas con producción instantánea a viviendas con un máximo de dos cuartos de baño, debiéndose optar por calderas con acumulación en viviendas con tres o mas baños.

3

Tipos de calderas

Antes de analizar los requisitos fijados para las calderas es preciso definir la clasificación de las mismas; esta clasificación puede atender a varios criterios entre los que se destacan:

- Por el tipo de combustible.
- Por la limitación de la temperatura de retorno (Directiva 92/42/CEE).
- Por la forma de combustión y evacuación de humos.
- Por los servicios cubiertos.

3.1 CLASIFICACIÓN POR EL TIPO DE COMBUSTIBLE

La primera forma de clasificación de las calderas es por el tipo de combustible que utilizan, el cual determina las condiciones de instalación.

Los combustibles pueden ser sólidos (biomasa), líquidos (gasóleo) o gaseosos (gas natural y gas propano).

Básicamente, el tipo de caldera seleccionado dependerá de la disponibilidad del combustible. En la actualidad, para reducir las emisiones de contaminantes se están desarrollando cada vez más las instalaciones de biomasa, si bien aún suponen un número pequeño, debido a sus especiales características. Las mismas se tratan exclusivamente en una Guía Técnica de Aplicación del RITE a la cual se remite.

En instalaciones hasta 70 kW las calderas más ampliamente utilizadas son las murales de gas y las calderas de pie de gasóleo o gas.

3.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN DIRECTIVA EUROPEA 92/42/CEE

La Directiva 92/42/CEE fue transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 275/1995 de 24 de febrero, siendo este documento al cual remite el RITE.

La clasificación de las calderas según esta Directiva se establece por el rendimiento de generación al 100% y al 30% de la carga, pero supeditado al comportamiento de la caldera frente a las temperaturas de retorno a la misma.

Únicamente se aplica a calderas de combustibles líquidos o gaseosos.

Los hidrocarburos están compuestos por carbono (C) e hidrógenos (H); la combustión del primero origina CO_2 , mientras que la del segundo produce agua (H_2O); el agua normalmente abandona la caldera hacia la chimenea en forma de vapor, sin embargo, si en el circuito de humos de la caldera se producen temperaturas suficientemente bajas, ese vapor puede llegar a condensar. Esta situación depende básicamente de la temperatura de retorno del circuito a la caldera, ya que teniendo en cuenta la mayor capacidad de transmisión de calor del agua frente a los humos, en los tramos finales de la caldera la temperatura de ésta en el lado de humos es prácticamente la de retorno del agua.

Atendiendo a esta característica se establecen tres tipos de calderas:

- Caldera estándar. Es aquella cuyos componentes no pueden soportar los efectos de las condensaciones en su interior, por lo que debe trabajar con temperaturas de retorno de la instalación superiores al punto de rocío de los humos, aspecto que deberá tenerse en cuenta en el diseño de la instalación.

- Caldera de baja temperatura. Los fabricantes han desarrollado calderas con diseños especiales que permiten trabajar con temperaturas de retorno del agua inferiores a la de rocío de los humos sin que se produzcan condensaciones.
- Calderas de condensación. Se fabrican con materiales que soportan las condensaciones, siendo este el efecto buscado, trabajando con temperaturas de retorno lo más bajas posible para aprovechar el calor latente de condensación de los humos.

Las calderas que no aprovechan el calor de condensación de los humos (estándar y baja temperatura) sólo

pueden extraer el Poder Calorífico Inferior (PCI) de los combustibles; mientras que las calderas de condensación pueden llegar a obtener el Poder Calorífico Superior (PCS) de los mismos. Como los analizadores de combustión analizan humos secos, los rendimientos de las calderas se refieren al PCI, motivo por el cual las calderas de condensación pueden alcanzar rendimientos superiores al 100%.

En la directiva se establecen los rendimientos mínimos que deben proporcionar las calderas, al 100% de la carga y al 30% de la misma; los rendimientos se fijan para un rango de potencias comprendido entre 4 y 400 kW, y son:

Tipo de caldera	Pot. (kW)	Potencia nominal		Carga parcial (0,3·Pn)	
		Tª Media	Rendimiento	Tª Media	Rendimiento
Estándar	4 a 400	70°C	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 50^\circ\text{C}$	$\geq 80 + 3 \cdot \log P_n$
Baja temperatura	4 a 400	70°C	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$	40°C	$\geq 87,5 + 2 \cdot \log P_n$
Condensación	4 a 400	70°C	$\geq 90 + \log P_n$	30°C	$\geq 97 + \log P_n$

Tabla 4: Rendimiento mínimo de las calderas (DIRECTIVA 92/42/CEE)

El rendimiento mínimo es creciente con la potencia de las calderas; para la carga total la temperatura media es de 70°C para todos los tipos de calderas, sin embargo, para el rendimiento a carga parcial del 30% se establecen diferentes temperaturas de referencia:

- Calderas estándar: al menos 50°C, para evitar el riesgo de condensaciones. Debido a este requerimiento las calderas estándar tienen menor rendimiento a carga parcial que a carga total, ya que las pérdidas por la envolvente son prácticamente constantes por lo que adquieren mayor peso cuanto menor potencia proporcione la caldera.
- Calderas de baja temperatura: 40°C, ya que por su diseño no presentarán condensaciones. En estas condiciones, a carga parcial, una caldera de este tipo es capaz de mantener los mismos rendimientos que a carga total.
- Calderas de condensación: 30°C, puesto que se busca potenciar las condensaciones para incrementar el rendimiento, situación que se da a carga parcial.

Evidentemente, para aprovechar al máximo las características de los diferentes tipos de calderas es preciso que las regulaciones de los circuitos permitan el retorno a caldera en las condiciones que cada tipo requiere, ya que si se utilizan calderas que permiten funcionar con temperaturas más bajas (baja temperatura y con-

densación), pero el retorno se mantiene siempre a alta temperatura, el rendimiento medio estacional no será el óptimo.

En el apartado 5.2 se indican los rendimientos mínimos exigibles a las calderas a partir del 1 de enero de 2010 y del 1 de enero de 2012 fijados en el Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio.

Teniendo presente el objetivo de mejora de la eficiencia energética perseguido por el RITE, lo más adecuado es instalar calderas de condensación pues, en este tipo de calderas, los fabricantes han incluido los elementos más eficientes, por ello incluso cuando no se dan las condiciones de condensación, presentan mayores rendimientos que las de baja temperatura y estándar.

3.3 CLASIFICACIÓN POR LA FORMA DE COMBUSTIÓN

Por la forma en que se introduce el aire de combustión se distinguen tres tipos de quemadores:

- Quemadores atmosféricos: sólo se utilizan con combustibles gaseosos; el aire accede a la cámara de combustión por la depresión creada por “efecto Venturi”, al pasar el gas a través del inyector a la tobera del quemador. A partir de ese punto la circulación de

la mezcla aire/gas se realiza por el tiro creado por los productos de la combustión, que al estar a mayor temperatura que la ambiente ascienden por la cámara de combustión. En estos quemadores la potencia está limitada al caudal de aire que se puede desplazar sin emplear medios mecánicos.

- Quemadores de premezcla: al igual que los atmosféricos se han desarrollado exclusivamente para combustibles gaseosos. Mediante un ventilador fuerzan la mezcla aire/gas que posteriormente accede a la cámara de combustión; el desplazamiento de los productos de la combustión se efectúa por tiro natural ayudado por la acción del ventilador.
- Quemadores mecánicos o de sobrepresión: la aportación del aire de combustión se realiza con un ventilador que es capaz de introducir los caudales de aire adecuados a la potencia a disipar y al mismo tiempo vencer las pérdidas de carga (sobrepresión) que le ofrezca el circuito de humos; se emplean con combustibles gaseosos o líquidos. Con combustibles líquidos el motor del ventilador mueve al mismo tiempo la bomba de combustible, mediante la cual se alcanza la presión necesaria para pulverizar el gasóleo introduciéndolo en la cámara de combustión como una nube que garantiza una mezcla íntima con el aire.

3.4 CLASIFICACIÓN POR LA TOMA DEL AIRE DE COMBUSTIÓN

Para la combustión es imprescindible la aportación de aire, siendo por tanto la ventilación una de las servidumbres de todos los locales donde se instalen las calderas.

Respecto a cómo se realiza esta toma de aire se distinguen dos tipos de calderas:

- Cámara abierta: la cámara de combustión está en contacto directo (abierta) con el aire del local donde se instala el aparato, por lo que es preciso que el propio local disponga de entradas de aire.
- Cámara cerrada: la caldera dispone de un conducto que le permite tomar el aire directamente desde el exterior, por lo que la cámara de combustión no está en contacto con el local donde el aparato se ubica (cerrada). En calderas de hasta 70 kW esta solución se desarrolló inicialmente para calderas de gas, pero en la actualidad también se ofrece para calderas de gasóleo, en el lenguaje común se han denominado como “aparatos estancos”.

3.5 CLASIFICACIÓN POR LA FORMA DE EVACUACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN (HUMOS)

Una vez que los Productos de la Combustión (PdC) o Humos han cedido su calor al agua en el interior de la caldera es preciso evacuarlos al exterior del local donde se encuentra el aparato, para ello se utilizan los conductos de humos y las chimeneas.

La circulación del aire comburente y los humos hasta la salida del aparato puede realizarse de dos maneras:

- Tiro natural: los PdC, al estar a una temperatura superior a la temperatura ambiente, experimentan lo que se conoce como tiro natural, que es la fuerza ascensional debida a la diferencia de densidad entre el aire ambiente y los humos; si este tiro interno es suficiente para vencer las pérdidas de carga del recorrido de los humos en el interior del aparato (toma de aire, cámara de combustión e intercambiador de calor) se dice que el aparato funciona con tiro natural.
- Tiro forzado: si las pérdidas de carga del circuito de combustión son superiores a las que es capaz de vencer el tiro natural se incluyen ventiladores que compensan mecánicamente esa diferencia; las soluciones con ventilador se denominan tiro forzado.

3.6 CLASIFICACIÓN POR LOS SERVICIOS CUBIERTOS

En instalaciones individuales las calderas se pueden clasificar según los servicios cubiertos directamente por la caldera, distinguiéndose dos tipos:

- Caldera de calefacción: únicamente disponen de un circuito al cual se puede conectar la calefacción, o realizar externamente los circuitos de calefacción y agua caliente sanitaria.
- Calderas de calefacción y ACS: también denominadas calderas mixtas, proporcionan al mismo tiempo ambos servicios, dando prioridad al ACS. En este tipo de calderas, en función de cómo proporcionen el ACS, se distinguen otros dos tipos:
 - Calderas instantáneas: producen el ACS de manera instantánea según se consume.
 - Calderas de acumulación: incorporan un acumulador de ACS, lo que les permite hacer frente a consumos instantáneos de mayor caudal.

Para instalaciones individuales lo más habitual es que las calderas incorporen todos los elementos necesarios para el adecuado funcionamiento de las instalaciones: válvulas de seguridad, vasos de expansión, bombas de circulación, etc. Tratándose en realidad de verdaderas salas de calderas en miniatura, lo que permite su instalación simplemente conectándolas a los circuitos interiores.

En este tipo de equipos para su instalación es preciso prever:

- Conexión al sistema de evacuación de humos.
- Alimentación eléctrica, con conductores de fase, neutro y protección (tierra).
- Conexión del termostato de ambiente.
- Conexiones de impulsión y retorno de calefacción.
- Alimentación de agua fría para consumo humano.
- Salida de ACS.
- Previsión para la descarga de la válvula de seguridad, conectada a la red de saneamiento.
- Previsión para la recogida de condensados, conectada a la red de saneamiento; aunque no se instalen calderas de condensación es conveniente dejar una previsión para esta conexión de manera que en el futuro el usuario pueda optar por calderas de este tipo.

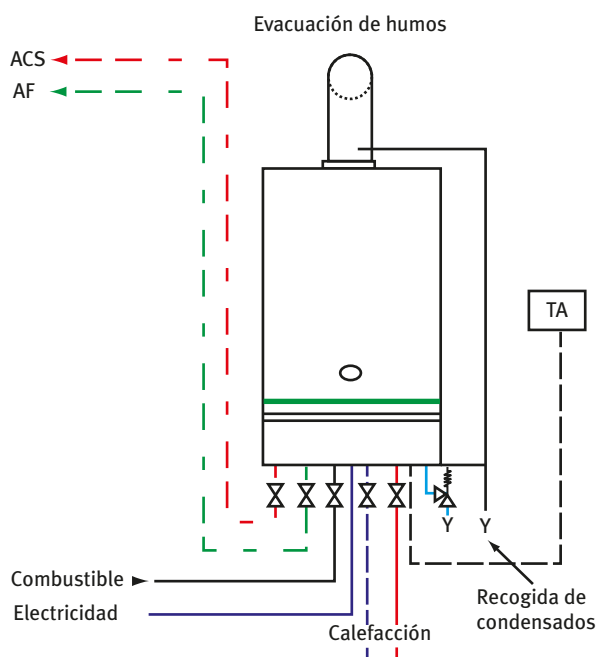


Figura 1: Conexiones de una caldera individual mixta

3.7 CLASIFICACIÓN UNE-CEN/TR 1749 IN

La norma UNE-CEN/TR 1749 IN de 2006, incluida en el apéndice 3 “Normas de Referencia” del RITE, establece el esquema europeo para la clasificación de los aparatos que utilizan combustibles gaseosos; este esquema es aplicable a los aparatos que se instalen en el interior de los edificios, no afectando a los aparatos situados en el exterior.

El esquema general de esta norma clasifica los aparatos como tipos A, B o C, según el principio básico para la evacuación de los PdC; después de las letras se utilizan una serie de subíndices numéricos para identificar las variaciones específicas de los principios básicos.

El último número del subíndice indica la ausencia (1) o existencia (2, 3 o 4) de un ventilador integrado en el aparato para la entrada del aire comburente y/o la evacuación de los PdC; estos números se utilizan únicamente para identificar la situación del ventilador; 2 si está después de los quemadores, 3 si se coloca antes de los mismos y 4 si se sitúa después del cortafuegos.

Además de las letras y números indicados, se utiliza una clasificación suplementaria para la identificación cuando los aparatos están provistos de algún dispositivo o función especial:

- Subíndice AS (Seguridad de Atmósfera), se refiere a un sensor de contaminación de la atmósfera del local, se emplea en aparatos tipos A y B.
- Subíndice BS (Bloqueo de Seguridad), se refiere a un dispositivo que reacciona con la obstrucción o con el estrechamiento del conducto de evacuación de los PdC, se utiliza en aparatos tipo B.
- Subíndice P, indica que el aparato está destinado a conectarse a un sistema de conductos de evacuación diseñado para funcionar a presión positiva, es decir, que sobrepresionan a la chimenea, se aplica en aparatos tipo B.
- Subíndice R, expresa que el aparato también puede instalarse por medio de un terminal horizontal sobre un tejado, se emplea en aparatos tipo C.
- Subíndice X, se aplica en aparatos tipo C e indica que todas las partes presurizadas del aparato y el conducto de evacuación de los PdC están completamente rodeados por partes del aparato y el conducto de entrada de aire, o cumplen los requisitos de estanqueidad más restrictivos que aseguran que no puede existir un escape de los PdC peligroso; aunque solo se aplica en Alemania y Austria, por su interés desde el punto de vista de la seguridad es conveniente conocer si la caldera lo cumple.

Para interpretar los esquemas de los aparatos a gas se utilizará la simbología de la Figura 2.







Leyenda			
	Quemadores		Salida de humos
	Intercambiador humos / agua		Entrada de aire
	Ventilador		Cortatiro

Figura 2: Leyenda para la interpretación de los esquemas de los aparatos a gas

- Tipo A (Figura 3): aparato NO destinado a conectarse a un conducto, ni a un dispositivo de evacuación de los productos de la combustión, hacia el exterior del local donde esté instalado; de manera que los PdC se diseminan en el local donde se encuentra instalado el aparato. Por este motivo los aparatos de tipo A se limitan a los de cocinado de alimentos, sin límite de potencia, o a estufas individuales de potencia inferior a 4,65 kW. Por tanto, las calderas y calentadores de ACS no se corresponden con aparatos de este tipo.

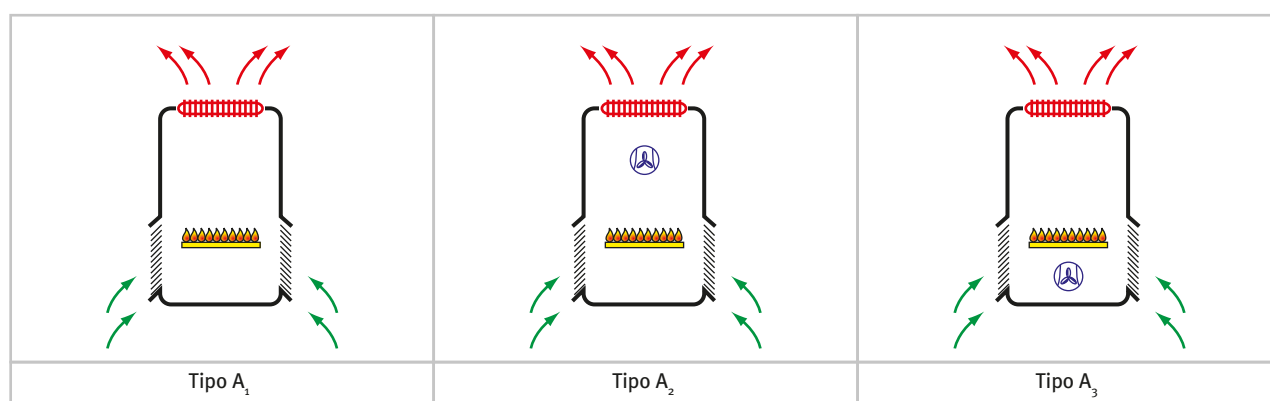


Figura 3: Aparatos Tipos A

- Tipo B: aparato destinado a conectarse a un conducto de evacuación de los PdC hacia el exterior del local donde esté instalado, tomando el aire de combustión directamente del local.
 - Tipo B₁ (Figura 4): incorpora un cortatiros antirretorno cuya misión es evitar que en las arrancadas los PdC retornen al interior de la caldera y además, durante el funcionamiento habitual del equipo, permitir la entrada de aire secundario de modo que bajando la temperatura de humos se reduzca el tiro estabilizando la combustión y evitando el desprendimiento de la llama.

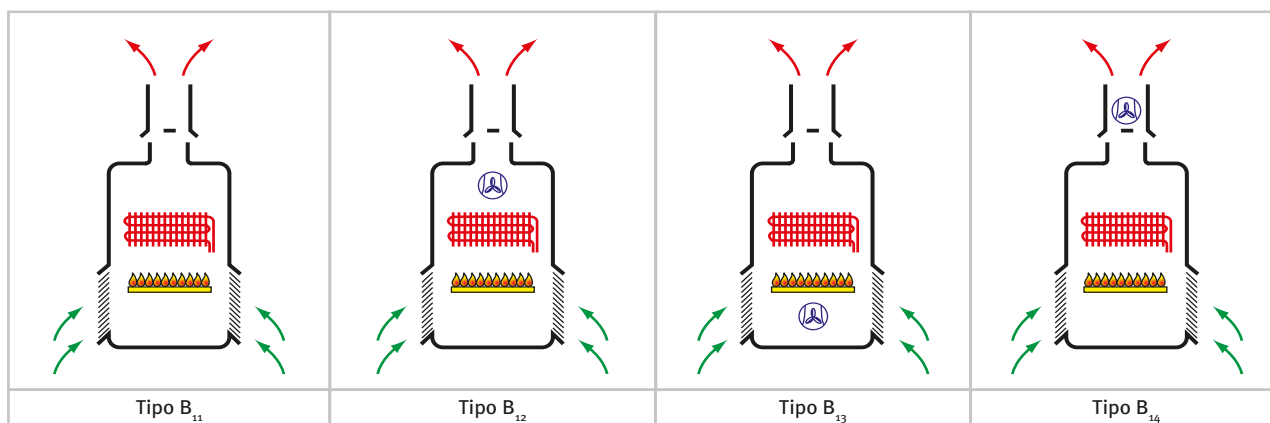


Figura 4: Aparatos Tipos B₁

En los aparatos B_{11} , B_{12} y B_{13} la chimenea funciona con tiro natural en depresión; sin embargo, en los B_{14} se tiene una presión positiva.

Los aparatos B_{12} y B_{13} no son habituales en España, pueden originar la salida de humos a través del cortatiro por la sobrepresión creada por el ventilador, para evitarlo él mismo solo debe vencer la pérdida de carga interior del circuito de humos del equipo, permitiendo el funcionamiento de la chimenea con tiro natural.

Las calderas del tipo B_{11BS} han sido comúnmente denominadas como atmosféricas. Corresponden al tipo B_{14} las calderas denominadas habitualmente como de tiro forzado.

Pueden conectarse a sistemas de evacuación individuales o colectivos.

– Tipo B_2 (Figura 5): sin cortatiros antirretorno.

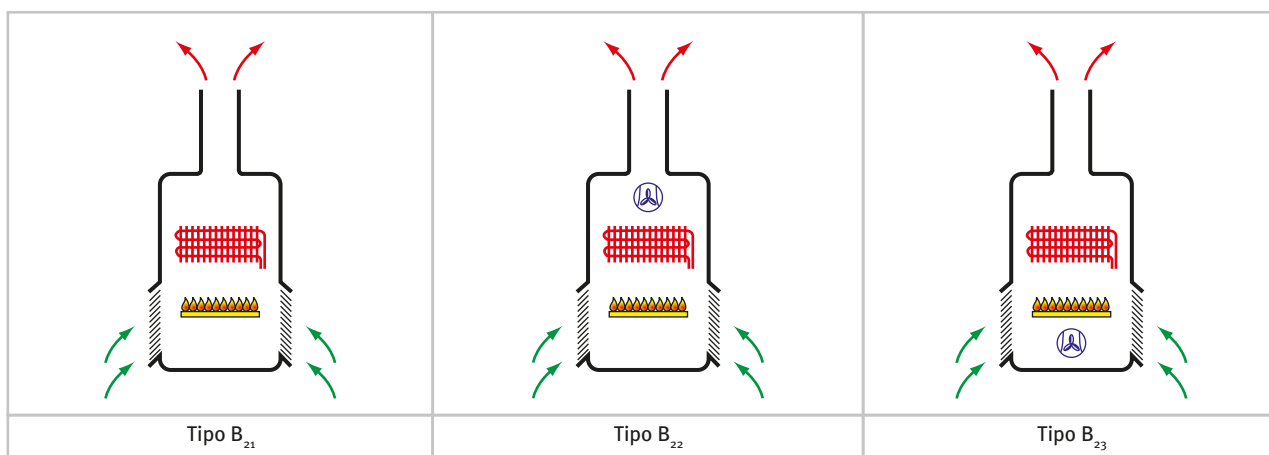


Figura 5: Aparatos Tipos B_2

Los aparatos Tipos B_{22} y B_{23} pueden sobrepresionar la chimenea en función de la pérdida de carga que vencen sus ventiladores, si bien los mismos pueden diseñarse para vencer únicamente las pérdidas de carga interiores.

Pueden conectarse a sistemas de evacuación individuales o colectivos.

– Tipo B_3 (Figura 6): equipos sin cortatiros antirretorno y con ventilador, diseñados para conectarse a un circuito de evacuación colectivo constituido por un único conducto de tiro natural; todas las partes del aparato que contienen PdC están completamente rodeadas por los componentes de la entrada del aire comburente.

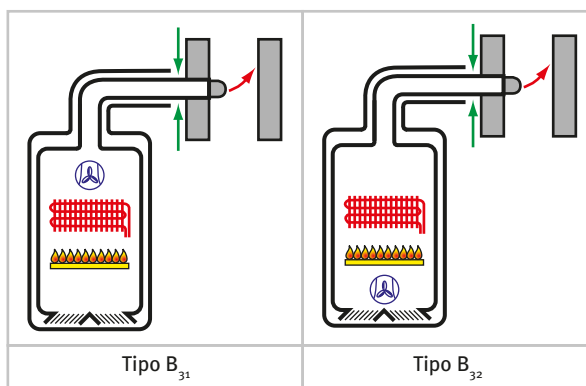


Figura 6: Aparatos Tipos B_3

Estos aparatos son similares a los estancos de conductos concéntricos (Tipo C), si bien al dejar la toma de aire abierta al local en el que se ubican, quedan clasificados como aparatos tipo B.

Los ventiladores solo deben vencer la pérdida de carga del circuito de toma de aire y evacuación de humos interno, permitiendo el funcionamiento de la chimenea con tiro natural.

Las chimeneas serán colectivas y se realizan en obra.

- Tipo B₄ (Figura 7): aparatos provistos con cortatiros y diseñados para conectarse mediante su conducto individual a su propio terminal.

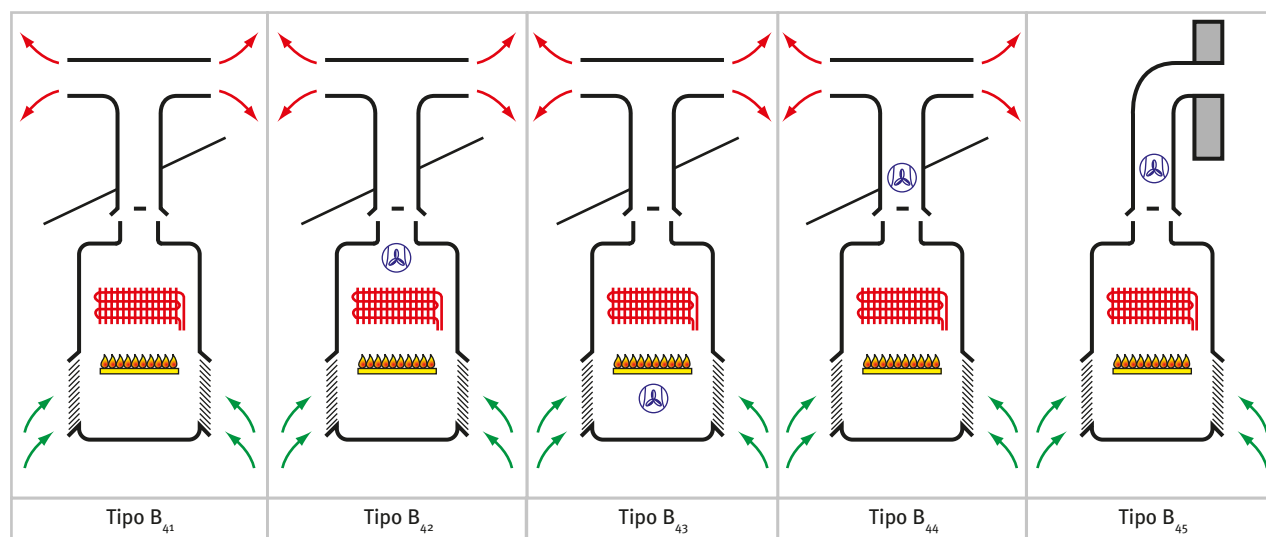


Figura 7: Aparatos Tipos B₄

Son similares a los B₁, pero incluyendo los conductos de humos hasta el exterior y el correspondiente terminal, aportados por el fabricante del equipo.

Los ventiladores de los aparatos B₄₂ y B₄₃ deben vencer exclusivamente las pérdidas de carga internas, de manera que la chimenea funcione con tiro natural y se evite la salida de humos por el cortatiros; no son habituales en España.

Los B₄₄ sobrepresionan la chimenea y son los únicos de tipo B₄ que pueden evacuar por fachada, si bien en España esta solución queda reservada a aparatos tipo C (IT 1.3.4.1.3.1).

- Tipo B₅ (Figura 8): aparatos sin cortatiros y diseñados para conducto individual con su propio terminal.

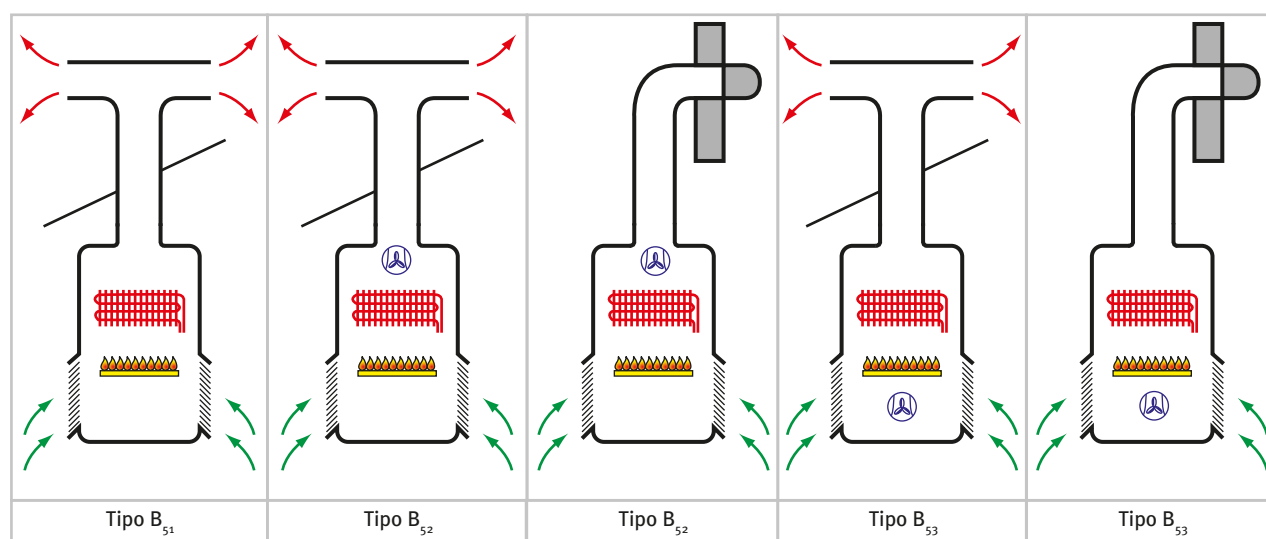


Figura 8: Aparatos Tipos B₅

Los tipos B₅₂ y B₅₃ pueden sobrepresionar el conducto de humos, por ello pueden evacuar por fachada, si bien como en el caso de los B₄₄ en España no pueden utilizarse con esta solución; por ello en todos los casos se realizará la evacuación por cubierta con el sistema y terminal aportado por el fabricante. La evacuación de humos debe ser individualizada.

- Tipo C: aparato en el que el circuito de combustión (entrada del aire comburente, cámara de combustión, intercambiador de calor y evacuación de los PdC) es estanco respecto al local donde se encuentra instalado.

– Tipo C₁ (Figuras 9A y 9B): diseñado para conectarse mediante conductos concéntricos, o suficientemente próximos, a un terminal horizontal que permite simultáneamente la entrada del aire comburente y la evacuación de los PdC al exterior.

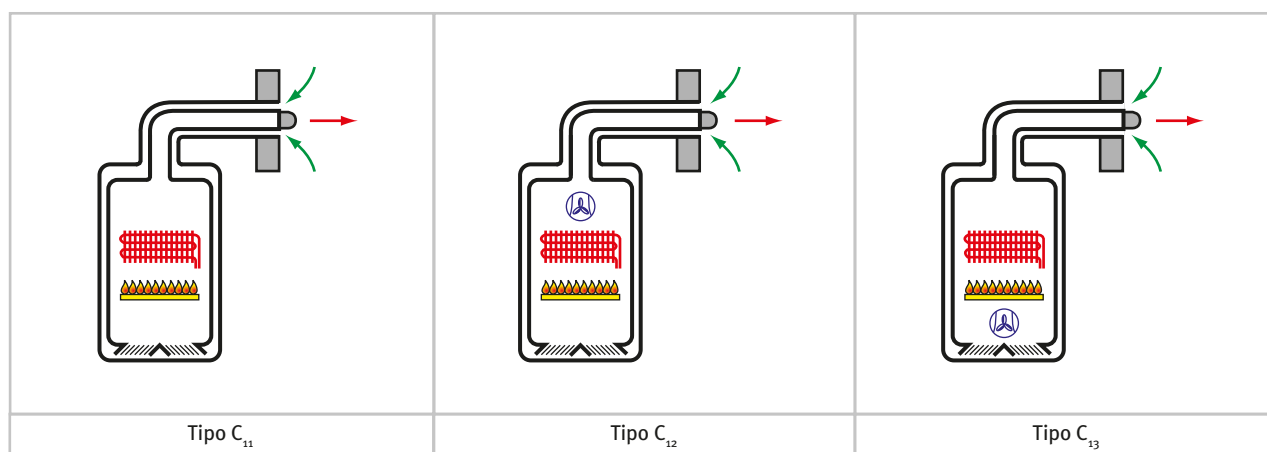


Figura 9A: Aparatos Tipos C₁ con conductos concéntricos

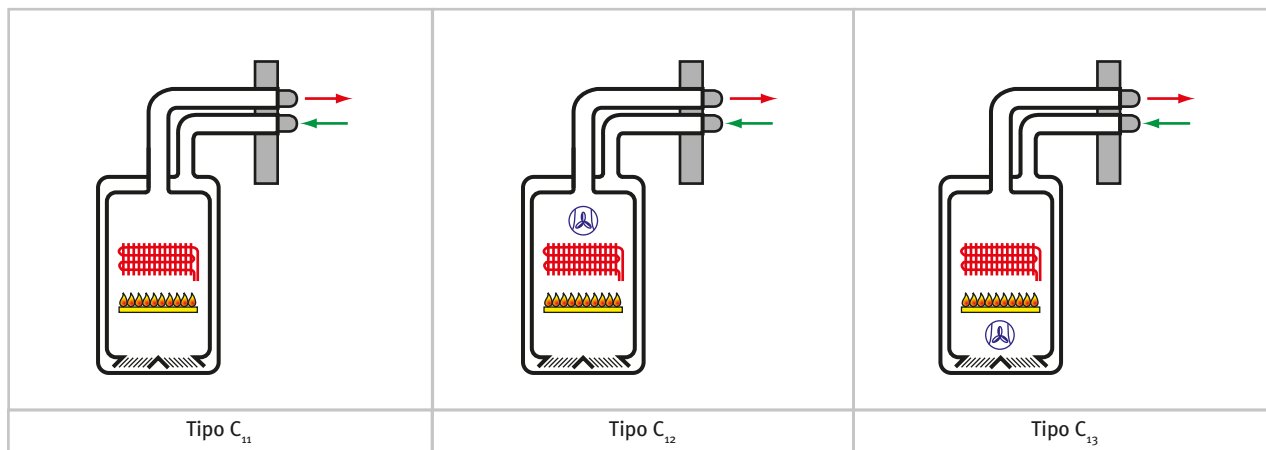


Figura 9B: Aparatos Tipos C₁ con dos conductos

Estos aparatos han sido diseñados para la evacuación de humos por fachada, son los habitualmente denominados como estancos; los C₁₁ funcionan con tiro natural (ventosa) y su uso en España se ha limitado a radiadores murales a gas.

- Tipo C_2 (Figura 10): diseñado para conectarse mediante dos conductos a un sistema de evacuación colectivo utilizado por varios aparatos.

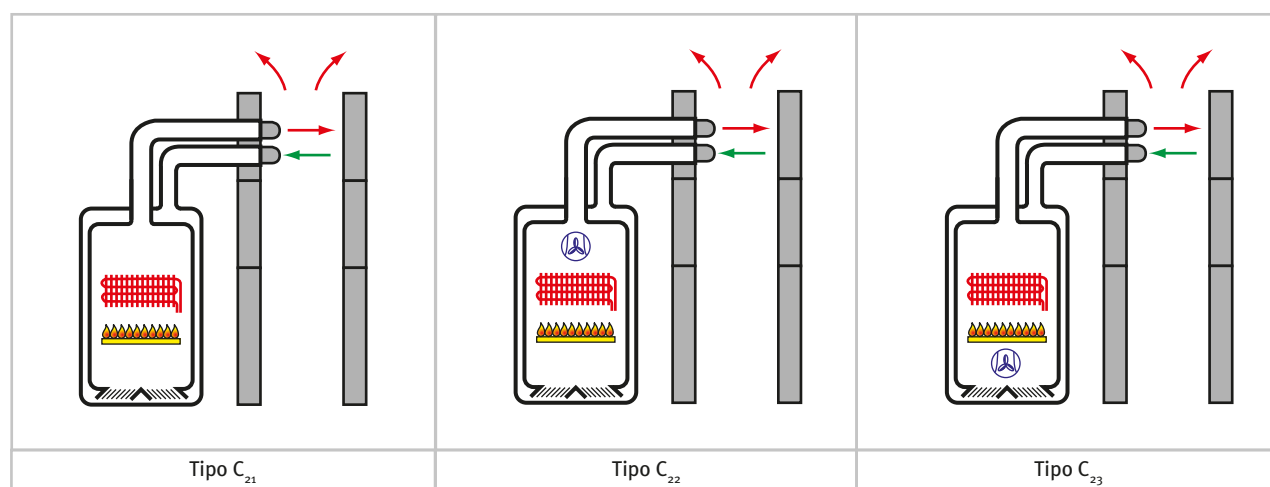


Figura 10: Aparatos Tipos C_2

Se trata de aparatos similares a los C_1 , pero diseñados para evacuación por cubierta con un sistema colectivo que con un único conducto de obra proporciona al mismo tiempo la entrada de aire, por su parte inferior, y la evacuación de humos por la superior.

El conducto colectivo forma parte de la construcción del edificio y no se suministra con el aparato. Esta solución no se ha utilizado en España.

- Tipo C_3 (Figuras 11A y 11B): diseñado para conectarse mediante sus propios conductos a un terminal vertical que permite al mismo tiempo la entrada de aire comburente y la evacuación de los PdC, mediante orificios concéntricos o suficientemente próximos para estar sometidos a condiciones de viento similares.

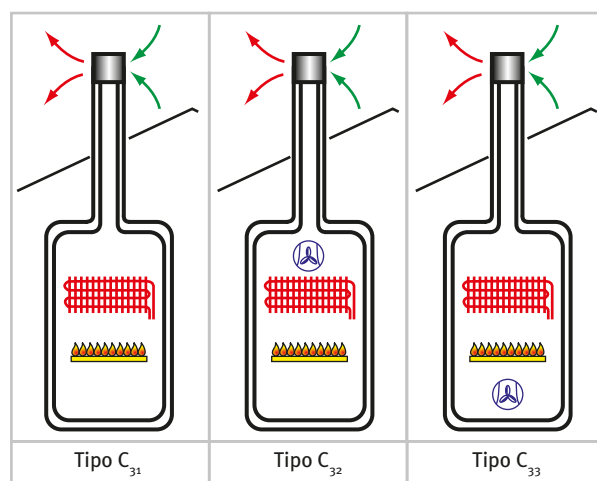


Figura 11A: Aparatos Tipos C_3 con conductos concéntricos

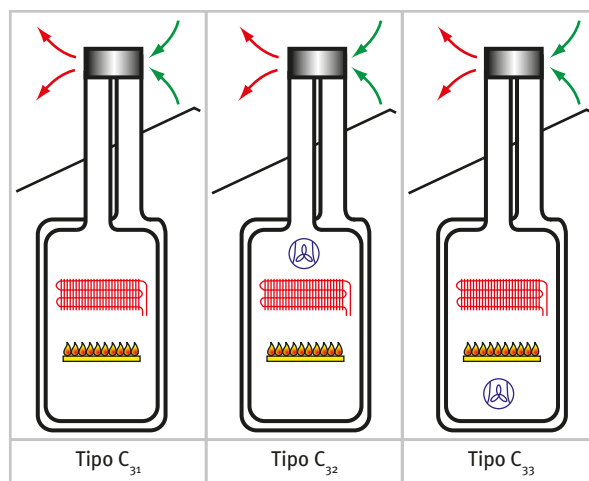


Figura 11B: Aparatos Tipos C_3 con dos conductos

Los tipo C_{31} no son habituales ya que la toma de aire y evacuación de humos por tiro natural es muy comprometida.

El sistema de evacuación de humos y los terminales deben ser los indicados por el propio fabricante de los equipos.

- Tipo C_4 (Figuras 12A y 12B): diseñado para conectarse mediante dos conductos a un sistema de evacuación colectivo; los conductos colectivos están conectados a un terminal que permite simultáneamente la entrada de aire y la evacuación de los PdC hacia el exterior, mediante orificios concéntricos o suficientemente próximos, para estar expuestos a condiciones de viento similares.

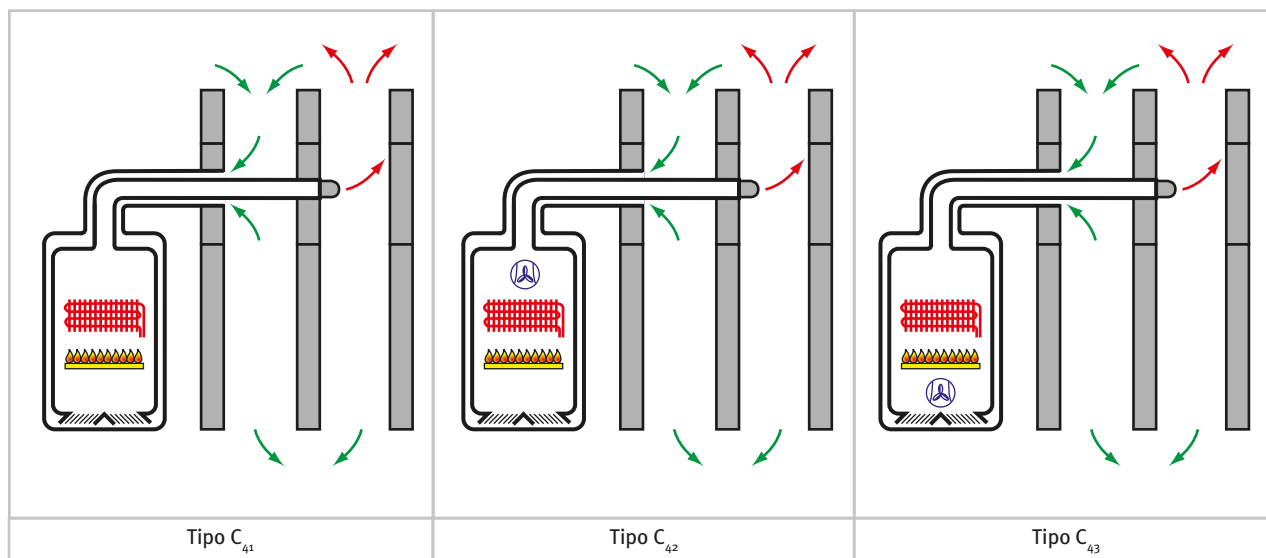


Figura 12A: Aparatos Tipos C_4 con conductos concéntricos

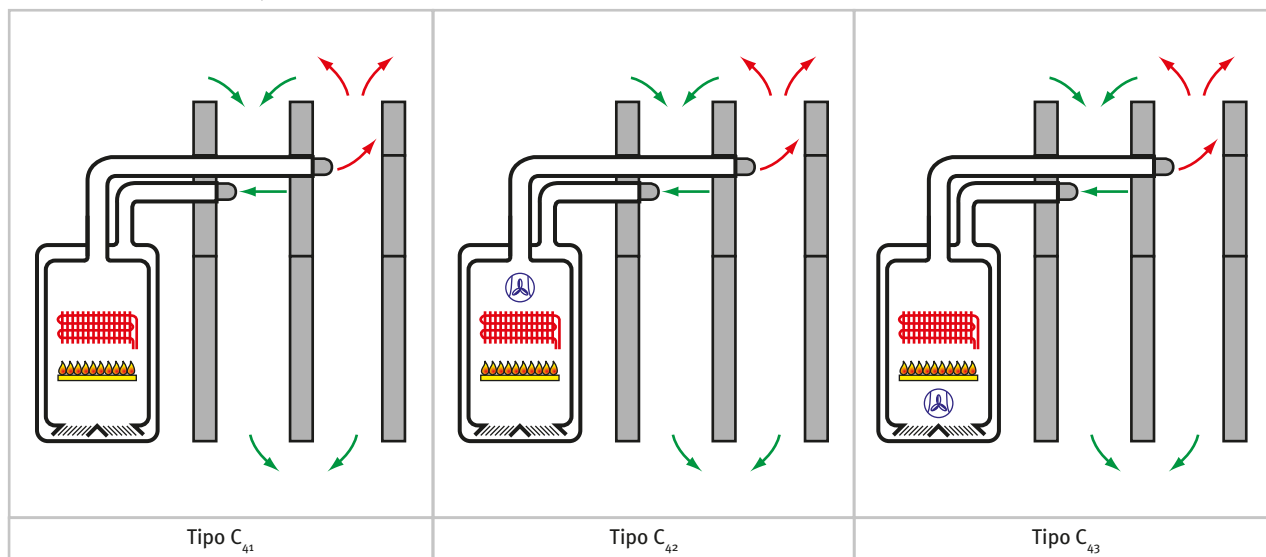


Figura 12B: Aparatos Tipos C_4 con dos conductos

Al igual que en el tipo C_3 los C_{41} no son habituales.

El sistema de evacuación de los PdC es colectivo y está constituido por dos conductos, uno para la entrada del aire de combustión y otro para la evacuación de los PdC, formando parte de la construcción del edificio y no se suministran con los aparatos.

- Tipo C₅ (Figura 13): aparato conectado a conductos independientes de entrada de aire y evacuación de los PdC. Estos conductos pueden desembocar en zonas con diferente presión.

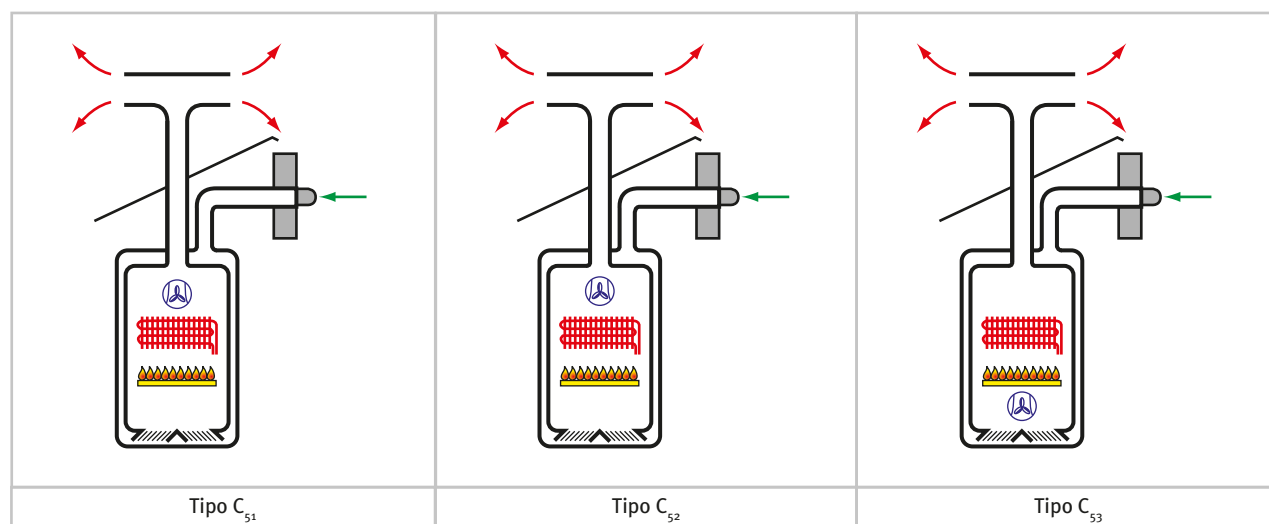


Figura 13: Aparatos Tipos C₅

El sistema de evacuación será el definido, que se efectúa por cubierta, y los terminales serán los definidos por el fabricante del aparato.

- Tipo C₆: aparato destinado a conectarse a un sistema de entrada de aire comburente y de evacuación de los PdC aprobado y comercializado independientemente.

Para asegurar que se instalan solo de acuerdo con la forma de instalación destinada a ellos se recomienda que sean marcados en primer lugar como corresponde a la clasificación particular del tipo C₆ y después entre paréntesis identificar las formas de instalación asimilables a otros tipos C.

Por ejemplo un aparato tipo C₆₂ destinado a ser instalado como uno del tipo C₄₂ sería identificado como C₆₂(C₄₂).

- Tipo C₇ (Figura 14): aparato con dos conductos verticales para la entrada del aire comburente y evacuación de los PdC. El aire comburente se toma de la cámara situada bajo la cubierta del edificio y los PdC se evacuan por encima de la cubierta; incorporan un cortatiros por encima de los orificios de entrada de aire comburente.

Esta solución no ha sido aplicada en España.

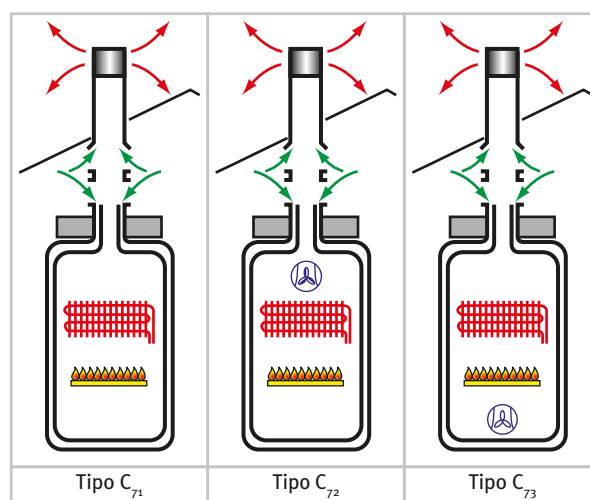


Figura 14: Aparatos Tipos C₇

- Tipo C_8 : aparato conectado mediante un conducto a un sistema de evacuación colectivo, constituido por un único conducto de tiro natural. El aparato se conecta mediante un segundo conducto a un terminal a través del que entra el aire comburente desde el exterior del edificio.

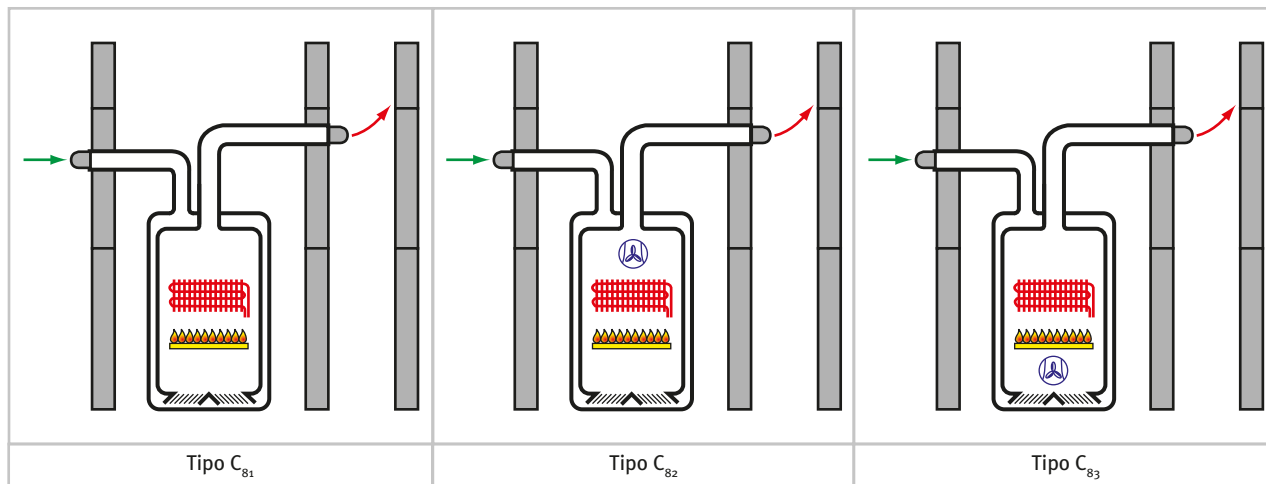


Figura 15: Aparatos Tipos C_8

Este sistema de evacuación está constituido por un conducto colectivo para la evacuación de los PdC que forma parte de la construcción del edificio y no se suministra con los aparatos.

3.8 CLASIFICACIÓN DE LOS APARATOS A GAS EN EL MERCADO ACTUAL

Como se ha visto en el apartado 3.7 el esquema europeo de clasificación de los aparatos a gas es muy exhaustivo, contemplando todas las posibilidades tanto de toma del aire comburente como de evacuación de los PdC, así como la existencia, o no, de ventiladores en los equipos; sin embargo, en el lenguaje diario del sector no ha sido habitual utilizar estos términos. Por ello, es conveniente definir cuáles han sido las denominaciones comunes para interpretar adecuadamente las exigencias del RITE.

Los criterios para la clasificación de los equipos han sido:

Toma del aire comburente

- Aparatos de cámara abierta (Tipo B): toman el aire directamente del local donde se encuentran instalados; por ello se corre el riesgo de que el aire de ese local pueda sufrir contaminación por los PdC.
- Aparatos de cámara cerrada (Tipo C): toman el aire directamente desde el exterior, mediante un conducto adecuado para ello.

Evacuación de los PdC

- Tiro natural (B_{x1} o C_{x1}): toda la circulación desde la toma del aire hasta la salida de los PdC al exterior se efectúa por la diferencia de presión creada por la diferencia de temperatura.
- Tiro forzado (B_{x2} o C_{x2}): en algún punto del recorrido del aire y/o de los PdC se incorpora un ventilador para ayudar a todo el proceso.

La combinación de estos elementos ha dado lugar a las definiciones habituales que se muestran en la Tabla 5:

Tiro	Cámara de combustión	
	Abierta	Cerrada
Natural	Atmosféricos	Ventosa
Forzado	Forzados	Estancos

Tabla 5: Denominaciones habituales de los aparatos a gas conducidos

Las calderas y calentadores de ACS, denominados habitualmente como atmosféricos, corresponden al tipo B_{11} y los denominados de tiro forzado (atmosféricos de tiro forzado) al B_{14} del esquema europeo.

La mayor parte de los accidentes en las instalaciones de gas se han debido al desbordamiento de los humos en los

locales habitados a través de los cortatiros, por falta de tiro en los sistemas de evacuación de los PdC; para evitar este riesgo desde el 1 de enero de 1997 es obligatorio que en el cortatiro estos aparatos lleven instalado un dispositivo de bloqueo de seguridad (BS) que reacciona en situaciones de evacuación de humos incorrectas bloqueando al equipo. Estos aparatos son los denominados B_{11BS} .

Este dispositivo es un sensor de temperatura situado en el cortatiro cuya actuación es la siguiente:

- Si la evacuación de humos es correcta el sistema de evacuación crea una depresión en el cortatiro del aparato tipo B, por lo que en el mismo entra aire del local donde se encuentre instalado; el aire tiene la temperatura ambiente y por lo tanto el dispositivo de seguridad permite el funcionamiento del aparato.
- Si la evacuación de los PdC no es correcta, al encontrarse los mismos con mayor pérdida de carga de la que es capaz de vencer el tiro, los humos vuelven hacia el local saliendo al mismo a través del cortatiro; en esos periodos el dispositivo detecta temperaturas elevadas, las correspondientes a los humos, y consecuentemente bloquea el funcionamiento del aparato.

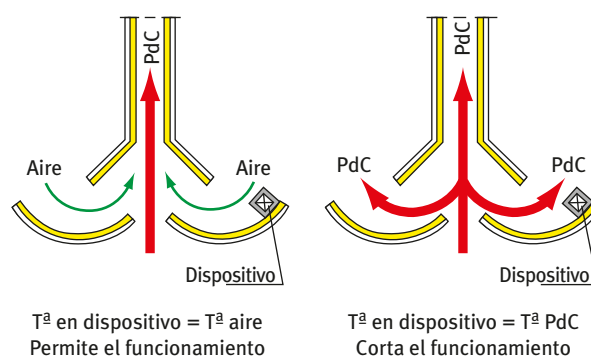


Figura 16: Funcionamiento del dispositivo antidesbordamiento de humos de un aparato B_{11BS}

El RITE (apartado IT 1.2.4.1.2.1) ha prohibido la instalación de las calderas individuales de tipo atmosférico (Tipo B) a gas de hasta 70 kW, a partir del 1 de enero de 2010.

Los aparatos de tipo ventosa, C_{x1} del esquema europeo, apenas se han utilizado limitándose a radiadores murales a gas de baja potencia.

Los aparatos denominados estancos se corresponden con los C_{xy} del esquema europeo.

4

Evacuación de humos

Este es el aspecto que más problemas ha presentado en las instalaciones individuales de calefacción a gas, debido a que en un alto porcentaje de edificios las chimeneas colectivas de obra han sido mal ejecutadas y con escaso control de obra; para evitar este problema se ha optado en excesivas ocasiones por la solución más sencilla de evacuación de humos por fachada.

4.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE HUMOS

A continuación se definen los diferentes componentes de los sistemas de evacuación de los PdC (Figura 17) y como van a ser utilizados en esta guía, ya que en diferentes normas y publicaciones se dan distintos significados para las mismas expresiones. Estos sistemas están compuestos por:

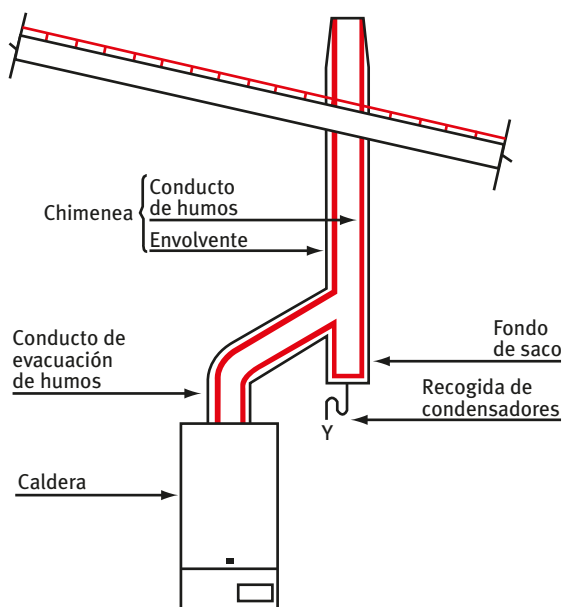


Figura 17: Componentes del sistema de evacuación de humos

Chimeneas

Son los elementos encargados de evacuar los humos hasta el exterior de los edificios, por encima de la cubierta de los mismos. Su trazado es vertical, prácticamente en su totalidad; se componen de una o varias paredes que encierran al conducto en contacto con los humos.

Conductos de evacuación de humos o de conexión

Son los elementos de conexión entre las calderas y las chimeneas, o entre las calderas y el exterior de los edificios, pero sin llegar hasta la cubierta cuando la evacuación de humos se realiza por fachada.

4.2 CONDUCTOS DE HUMOS PARA CALDERAS A GAS TIPO C

Para las calderas a gas de cámara cerrada (Tipo C) existen conductos de conexión especiales que mantienen la separación del circuito de humos respecto al local de ubicación en todo su recorrido. Están compuestos por dos conductos concéntricos, el interior se utiliza para la evacuación de los PdC, efectuándose la toma de aire por el conducto exterior; de este modo, en caso de falta de estanqueidad en el conducto de evacuación los humos no se dispersan en el ambiente, si no que son recogidos por el conducto de toma de aire.

Como contrapartida esta disposición impone una mayor pérdida de carga al circuito de combustión, ya que el aire se toma por un conducto de sección corona circular, con mayor rozamiento; por ello, en todos los catálogos de los fabricantes de calderas indican cuales son las longitudes y trazado máximos que admiten, según las características de los ventiladores que se hayan incorporado.

Otra solución es la de doble conducto, uno para toma de aire y otro para evacuación de los PdC, que provoca menos pérdidas de carga que la de conductos concéntricos, pero requiere una mayor garantía en la estanqueidad del conducto de humos.

Por motivos de seguridad, siempre que sea posible es mejor instalar conductos concéntricos.

4.3 CLASIFICACIÓN DE LAS CHIMENEAS

Las chimeneas pueden clasificarse de acuerdo a diferentes criterios: según su forma de funcionamiento, material en contacto con los humos, forma constructiva, etc.

Por la forma de funcionamiento

La clasificación básica se realiza por su forma de funcionamiento o tiro. Se distinguen los siguientes tipos:

- Tiro natural: es el incremento de presión producido por la diferencia de densidades entre el aire ambiente y los PdC, el cual es capaz de vencer las pérdidas de carga debidas al rozamiento de los humos con la propia chimenea permitiendo su salida hasta la cubierta; toda la chimenea trabaja en presión negativa (depresión).
- Tiro artificial: la diferencia de presión se crea por medios mecánicos:
 - Tiro forzado: la evacuación de humos se realiza mediante ventiladores que impulsan los humos desde la parte baja de la chimenea, o extractores que los aspiran desde la parte alta. Si los ventiladores se sitúan en la parte inferior la chimenea trabaja en presión positiva (sobrepresión) y si lo están en la parte superior lo hacen en depresión.
 - Tiro inducido: el tiro se induce por efecto Venturi mediante un ventilado. Esta solución no ha sido utilizada en la edificación.

Por motivos de seguridad la solución más adecuada es la de funcionamiento en depresión, de manera que si se producen fallos en la estanqueidad del conducto de humos se originen entradas de aire parásito, en lugar de fugas de humos causados por la sobrepresión del sistema de evacuación; para ello los ventiladores de las calderas deben ajustarse para vencer exclusivamente

la pérdida de carga del circuito de humos interno de la caldera, más las correspondientes a la toma de aire y conducto de conexión, dejando los humos sin presión en su conexión a la chimenea, esta última se dimensionará para tiro natural.

Para la misma potencia de calderas, las chimeneas de tiro natural requieren mayores secciones que las de tiro forzado, para tener menor pérdida de carga adecuada a la depresión del tiro.

Por el material

Por el material con el que están constituidos los conductos de humos se tienen chimeneas:

- Obra de fábrica: construidas con materiales refractarios (ladrillo, hormigón, etc.).
- Metálicas: realizadas con materiales metálicos (acero inoxidable, vitrificado, etc.).
- Plásticas: para combustible gaseoso y funcionamiento con baja temperatura de humos pueden utilizarse materiales plásticos.

Por la forma constructiva

Según la forma del conducto de humos se distinguen chimeneas:

- Circulares.
- Elípticas.
- Cuadradas.
- Rectangulares.

Por el número de usuarios

En función del número de usuarios a los que sirven (Figura 18), las chimeneas se clasifican en:

- Individuales: sirven para la evacuación de los humos de una única caldera.
- Colectivas: evacúan los PdC producidos por varias calderas; a ellas desembocan los conductos de evacuación de humos de cada una. Dentro de las colectivas se distinguen a su vez dos tipos:

– Chimenea formada por dos conductos, uno principal y otro auxiliar en el que se van conectando los diferentes conductos de evacuación de humos.

– Chimenea de conducto único, en la que se van uniendo los conductos de evacuación de humos de las distintas calderas; este conducto puede ser de sección constante o variable.

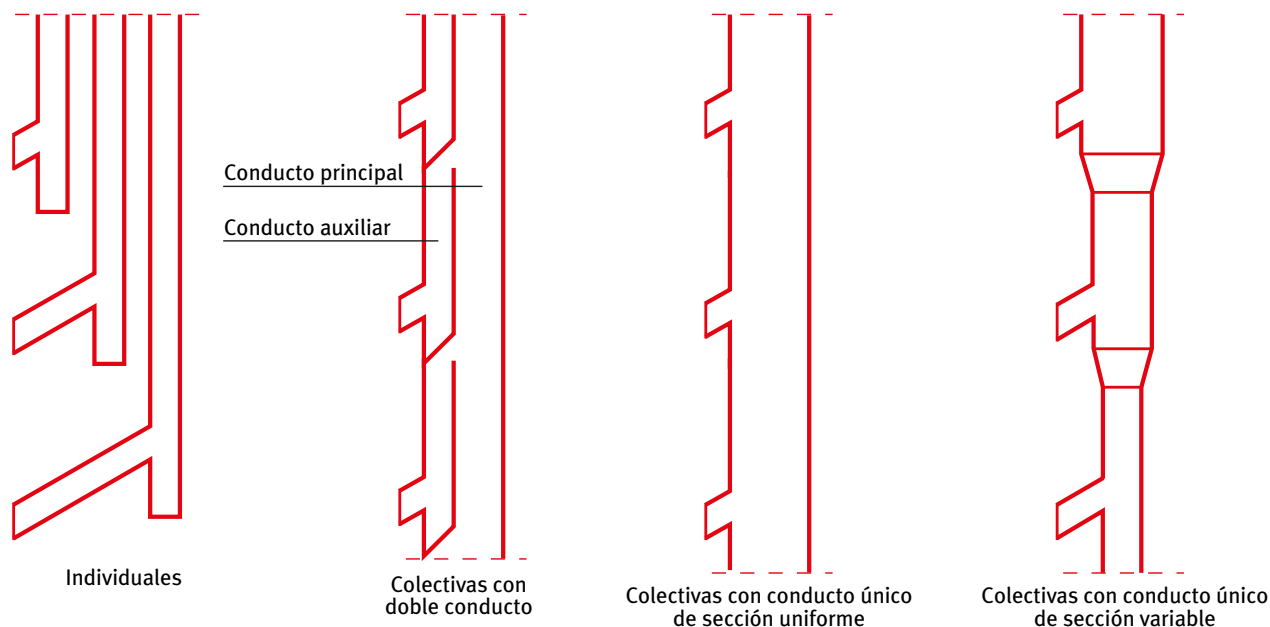


Figura 18: Clasificación de las chimeneas por el número de usuarios

4.4 REQUISITOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN DE HUMOS

Los sistemas de evacuación de humos deben soportar las condiciones de:

- Temperatura.
- Presión.
- Resistencia a los condensados.
- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia al fuego de hollín.

Condiciones que dependerán del combustible utilizado y del tipo de calderas instaladas.

Los materiales utilizados deben soportar la temperatura y la acción agresiva de los humos (condensaciones, corrosiones y fuego de hollín); las chimeneas más habituales son las de materiales metálicos, si bien han sido muy utilizadas las chimeneas de obra de fábrica, comúnmente de materiales cerámicos o de hormigón; por último, para

calderas de condensación a gas también se ofrecen materiales plásticos, usualmente el polipropileno.

Las uniones de las diferentes piezas deben permitir la estanqueidad del conjunto evitando la fuga de humos hacia los locales habitados; en este sentido son exigibles diferentes prestaciones para las chimeneas que trabajen con presión negativa (tiro natural) que para las que trabajen en sobrepresión.

Asimismo, las uniones deben de realizarse de tal manera que permitan la evacuación de los condensados hacia la base de la chimenea, impidiendo su salida por otros puntos.

Además, los fabricantes de las chimeneas deben dar información sobre las siguientes características:

- Resistencia térmica.
- Resistencia al flujo.
- Duración en minutos de la resistencia al fuego, externo e interno.
- Resistencia al hielo-deshielo.

En la norma EN 1433/03 “Chimeneas. Requisitos Generales” se define la clasificación y designación de las chimeneas, así como la información esencial que debe aportar el fabricante de las mismas.

Esta norma es de aplicación tanto a las chimeneas modulares metálicas, como a las chimeneas construidas a medida en obra, siendo:

- Sistema de chimenea modular: chimenea instalada a partir de elementos prefabricados compatibles, fabricados o especificados por un solo fabricante responsable de su producto para la totalidad de la chimenea.
- Chimenea prefabricada de obra: chimenea instalada o construida a medida de obra, utilizando una combinación de componentes compatibles de chimenea que pueden proveer uno o varios fabricantes.

Todas las chimeneas independientemente del material de la pared interior se designan conforme a la Norma UNE EN 1443, las características que deben indicarse en el marcado se muestran en la Tabla 6.

Chimenea	EN 1433	T400	N1	W	1	G _{xx}
Número de la Norma						
En función del material						
Nivel de temperatura (de 80 a 600°)						
Tipo de presión (N, P o H)						
Resistencia a la condensación (W o D)						
Resistencia a la corrosión (V1, V2, V3 o Vm)						
Resistencia al fuego interno (G u O)						
y distancia mínima a materiales combustibles						

Tabla 6: Designación de una chimenea según norma UNE EN 1443

Clases de temperatura: indica la temperatura que soporta la chimenea; se tienen las clases indicadas en la Tabla 7.

Clase según temperatura	Tª nominal de funcionamiento
T 080	≤ 80°C
T 100	≤ 100°C
T 120	≤ 120°C
T 140	≤ 140°C
T 160	≤ 160°C
T 200	≤ 200°C
T 250	≤ 250°C
T 300	≤ 300°C
T 400	≤ 400°C
T 450	≤ 450°C
T 600	≤ 600°C

Tabla 7: Clases de chimeneas según temperaturas

El nivel de temperatura de la chimenea seleccionada debe ser igual o superior a la temperatura de los gases de la combustión del aparato, funcionando éste a su potencia nominal.

La temperatura empleada en los ensayos térmicos de las chimeneas es superior al nivel de temperatura declarado por el fabricante; esta diferencia proporciona un margen de seguridad frente a una anomalía en el funcionamiento del aparato.

En la Tabla 8 se dan las clases según la presión de funcionamiento, así como las presiones de ensayo.

Funcionamiento chimenea	Clase	Caudal de fuga l/(s·m²)	Presión de ensayo (Pa)
Presión negativa	N1	2,000	40
	N2	3,000	20
Presión positiva	P1	0,006	200
	P2	0,120	200
Alta presión positiva	H1	0,006	5.000
	H2	0,120	5.000

Tabla 8: Designación de una chimenea

La presión del conducto de conexión de humos será P1 o H1 cuando la presión calculada en la boca de salida de los gases de combustión del aparato no supere 200 Pa y H1 cuando sea superior; independientemente que la chimenea funcione en depresión.

Condensaciones: W (WET) si la chimenea es resistente a las condensaciones y D (DRY) cuando no lo es.

En la Tabla 9 se muestran las clases de chimeneas según su resistencia a la corrosión (1, 2 y 3). En la misma

se incluyen los tipos de combustibles posibles para cada clase de chimenea.

Combustibles	Tipos posibles de combustión		
	1	2	3
Gas	Gas: contenido en sulfuros < 50 mg/m ³	Gas	Gas
	Gas natural L + H	Gas natural L + H	Gas natural L + H
Líquido	Queroseno: contenido en sulfuros < 50 mg/m ³	Petróleo: contenido en sulfuros < 0,2% en masa	Petróleo: contenido en sulfuros < 0,2% en masa
		Queroseno: contenido en sulfuros < 50 mg/m ³	Queroseno: contenido en sulfuros < 50 mg/m ³

Tabla 9: Clases de chimeneas según su comportamiento frente a la corrosión

Resistencia al fuego Interno de hollín: G si la chimenea es resistente y O si no lo es; siempre referido a fuego interno, no al que provenga del exterior. Seguido de la distancia mínima a materiales combustibles: es la distancia en mm que debe respetarse entre la superficie exterior de la chimenea y los materiales combustibles adyacentes a la misma.

Las chimeneas metálicas se designan conforme a la norma UNE EN 1856, de manera similar a la designación conforme a la norma UNE EN 1443, pero indicando el material del conducto en contacto con los humos (Tabla 10):

Chimenea metálica	EN 1856-1	T400	N1	W	VM L40050	O (50)
Descripción general del producto						
Número de la Norma						
Nivel de temperatura (de 80 a 600°)						
Tipo de presión (N1, P1 o P2, H1 o H2)						
Resistencia a la condensación (W o D)						
Resistencia a la corrosión (V1, V2, V3 o VM)						
y Material de la pared interna (L20, L40 o L50)						
Resistencia al fuego interno (G u O)						
y distancia mínima a materiales combustibles (mm)						

Tabla 10: Designación de una chimenea metálica según norma UNE EN 1856

La única diferencia respecto a la designación según la norma UNE EN 1443 corresponde a la indicación del material que expresa:

Material: L20 para AISI 304, L40 para AISI 316 y L50 para AISI 316L ó 316Ti; los tres últimos dígitos indican el espesor de la chapa (050: 0,5 mm).

4.5 CHIMENEAS INDIVIDUALES

La solución más adecuada para la evacuación de humos es la de chimeneas individuales, con las que cada caldera dispone de su propio sistema de evacuación, evitándose interferencias entre las calderas de diferentes usuarios (Figura 19).

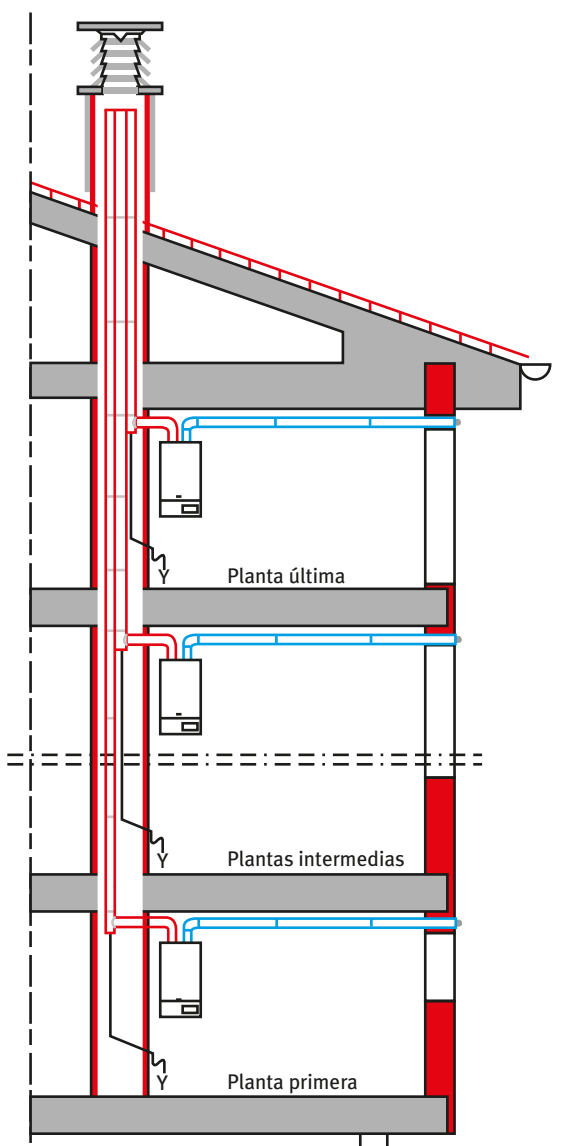


Figura 19: Calderas tipo C con chimeneas individuales y toma de aire directa desde el exterior

Cuando en un mismo local se instalan varias calderas del mismo tipo, pueden conectarse a una chimenea vertical conjunta (Figura 20), siendo una solución común para calderas colectivas en cascada.

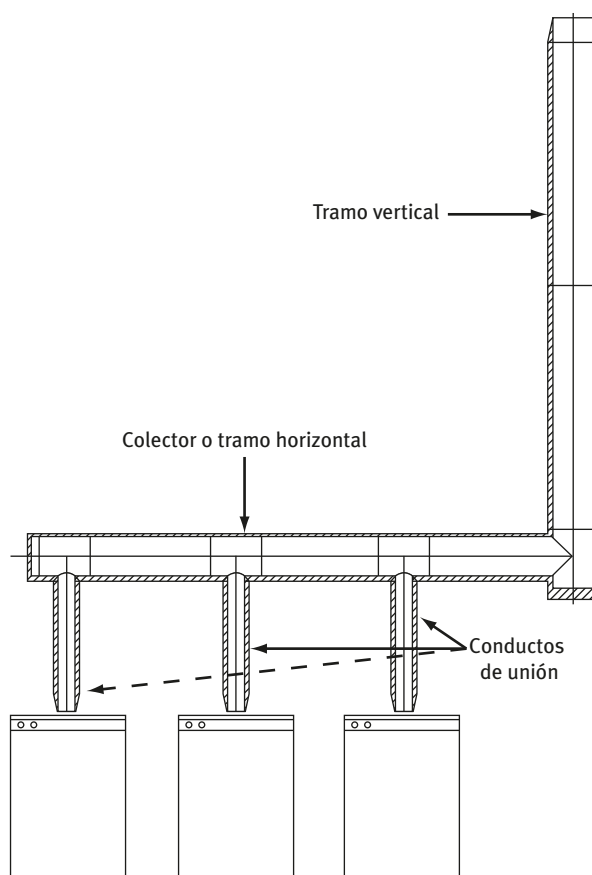


Figura 20: Chimenea para calderas en cascada

4.6 CHIMENEAS COLECTIVAS PARA CALDERAS A GAS

Teniendo en cuenta la amplia difusión de las calderas individuales a gas, se han fabricado chimeneas especialmente diseñadas para la evacuación colectiva en edificios de varias plantas.

Existen diferentes soluciones según los tipos de calderas: Cámara abierta (B) o cámara cerrada (C) y tiro natural o tiro forzado; las calderas más extendidas han sido las B_{11BS^*} , las B_{14} y las C en diferentes tipos.

Las chimeneas colectivas para calderas de cámara abierta (B) son de doble conducto interior, con un conducto auxiliar de altura equivalente a una planta para cada caldera (Figuras 21 y 23), de modo que se reduzca el riesgo de retorno de humos a un local proveniente de las calderas de otras plantas (Figura 22), el tramo equivalente a una planta también puede realizarse por el exterior de la chimenea (Figura 24).

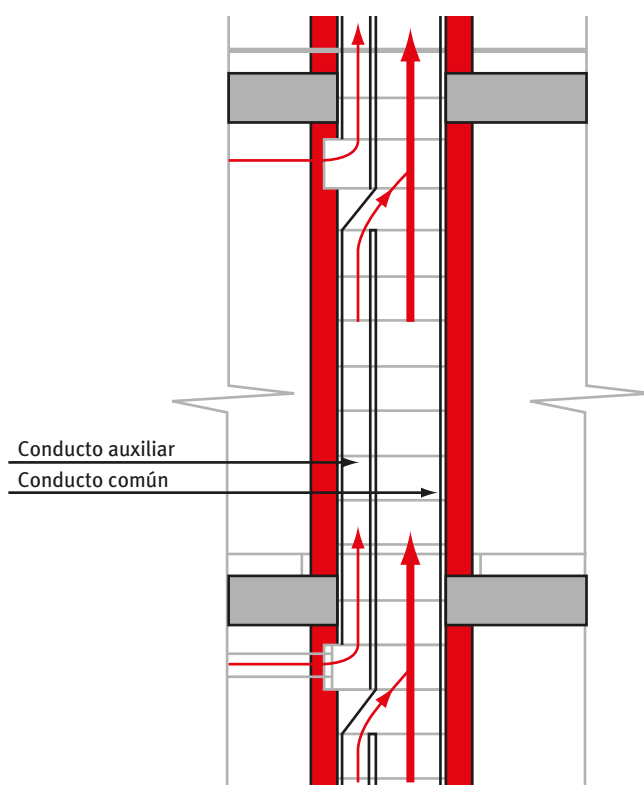


Figura 21: Chimenea colectiva de obra con dos conductos interiores

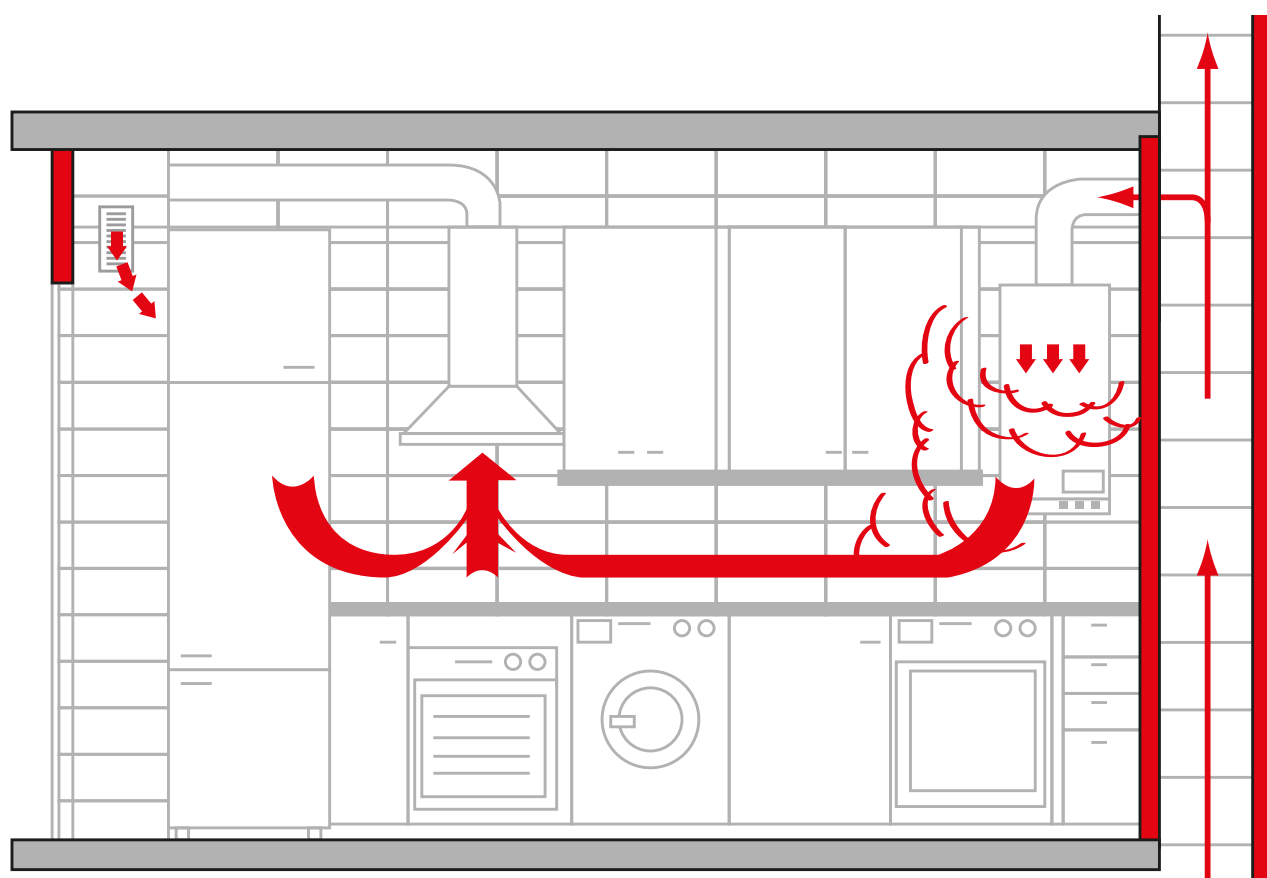


Figura 22: Revoco de humos procedente de la caldera de otro usuario

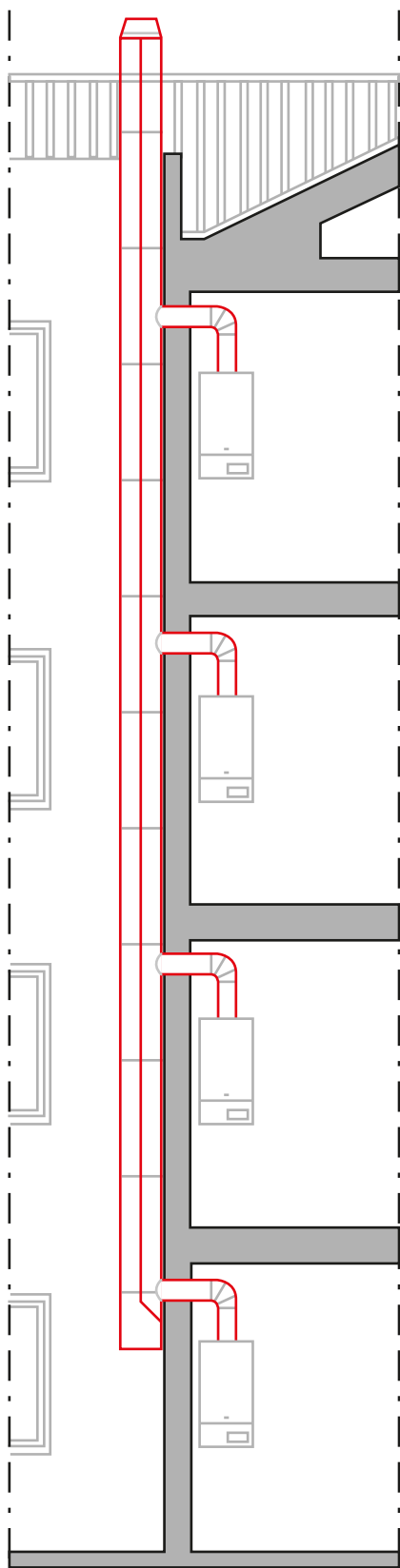


Figura 23: Chimeneas colectivas metálicas con doble conducto interior

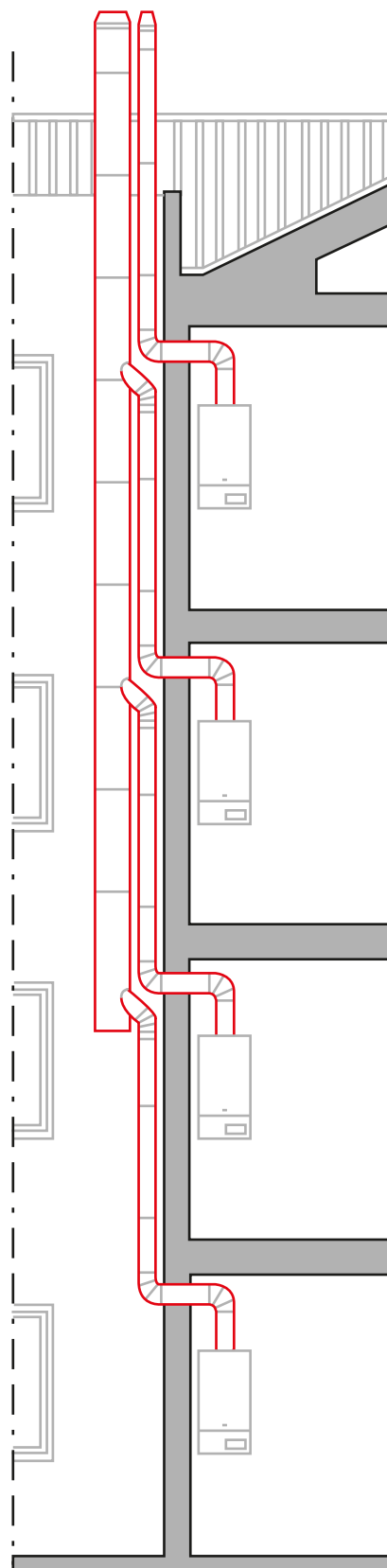


Figura 24: Chimeneas colectivas metálicas con conducto individual exterior

Para evitar el riesgo de revoco de humos creado por las campanas extractoras de cocina (Figura 22), no deben coexistir en el mismo local equipos de extracción mecánica y calderas de cámara abierta (Tipo B). En edificación existente, si este caso se presenta, se debe disponer un sistema que evite el funcionamiento conjunto de ambos equipos.

Las calderas Tipo C (estancas) al no tener la cámara de combustión en contacto con el local donde se encuentran instaladas no tienen ese problema, por lo que las chimeneas destinadas a ellas pueden ser de conducto colectivo único.

Para las calderas Tipo C se ofrecen soluciones con diferentes posibilidades de toma de aire:

- Toma de aire individual directa desde el exterior, en cuyo caso la chimenea dispone de un único conducto destinado a la evacuación de humos de todas las calderas. Los conductos de humos de las calderas pueden ser con doble conducto si la chimenea es interior (Figura 25), o concéntricos, si la chimenea discurre por la fachada en la que se coloquen las calderas (Figura 26).
- Toma de aire mediante un conducto concéntrico al de evacuación de los productos de la combustión, común para todas las calderas de la misma montante; la chimenea estará compuesta por el conducto exterior de toma de aire y el interior destinado a la evacuación de humos.

En este caso se denominan chimeneas de doble pared cuando no existe aislamiento térmico entre los conductos de toma de aire y de evacuación de humos (Figura 27) y de triple pared cuando disponen de aislamiento térmico (Figura 28).

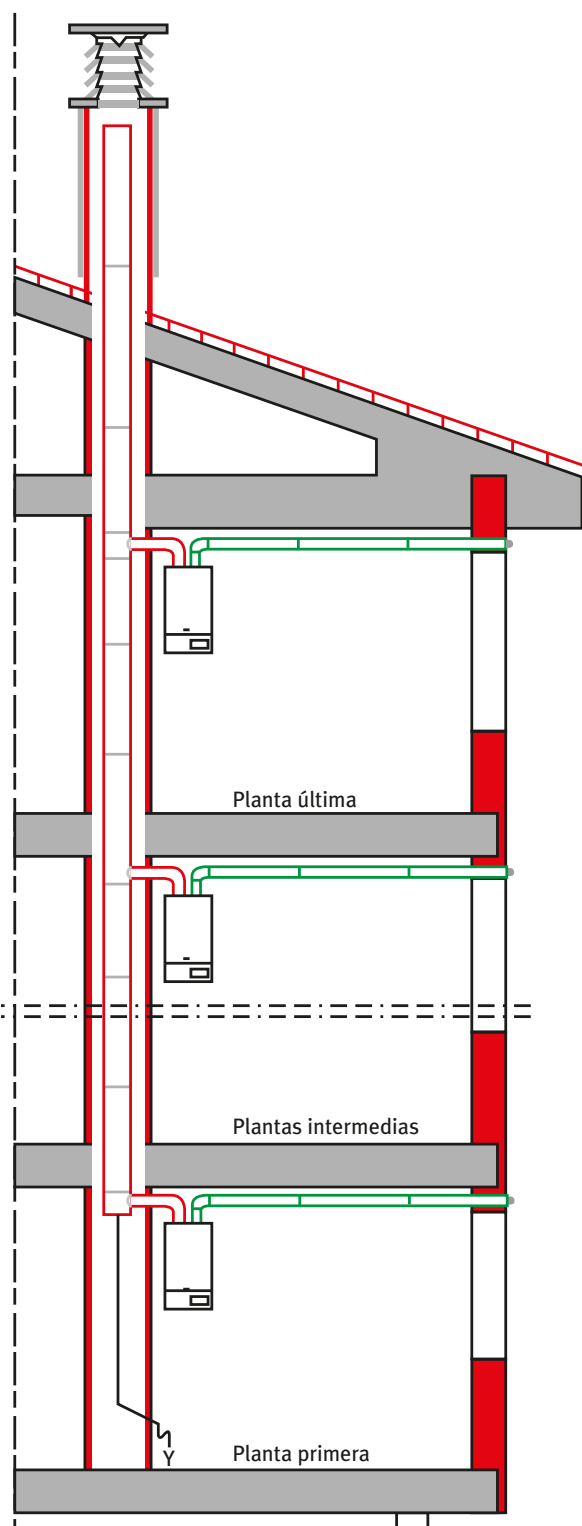


Figura 25: Chimeneas comunitarias para calderas Tipo C con dos conductos de humos

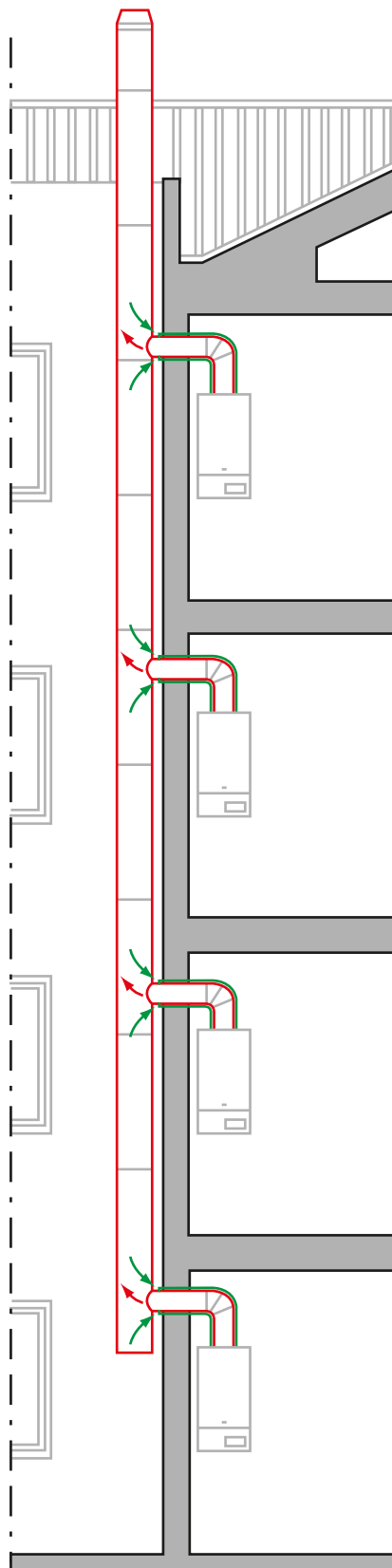


Figura 26: Chimeneas comunitarias para calderas Tipo C con conductos de humos concéntricos

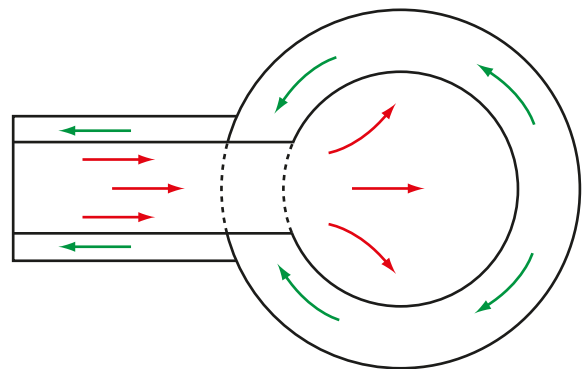


Figura 27: Chimeneas comunitarias metálicas para calderas Tipo C, con conductos de toma de aire y evacuación concéntricos, sin aislamiento intermedio (doble pared)

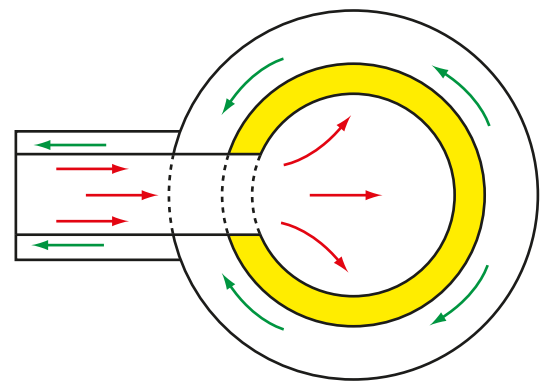


Figura 28: Chimeneas comunitarias metálicas para calderas Tipo C, con conductos de toma de aire y evacuación concéntricos, con aislamiento intermedio (triple pared)

4.7 ALTURA DE LOS REMATES DE LAS CHIMENEAS

Los remates de las chimeneas deben sobresalir por encima de las cubreras de los edificios, con un doble objetivo:

- 1 Evitar los revocos de humos debidos a la acción del viento contra los obstáculos próximos a las chimeneas.

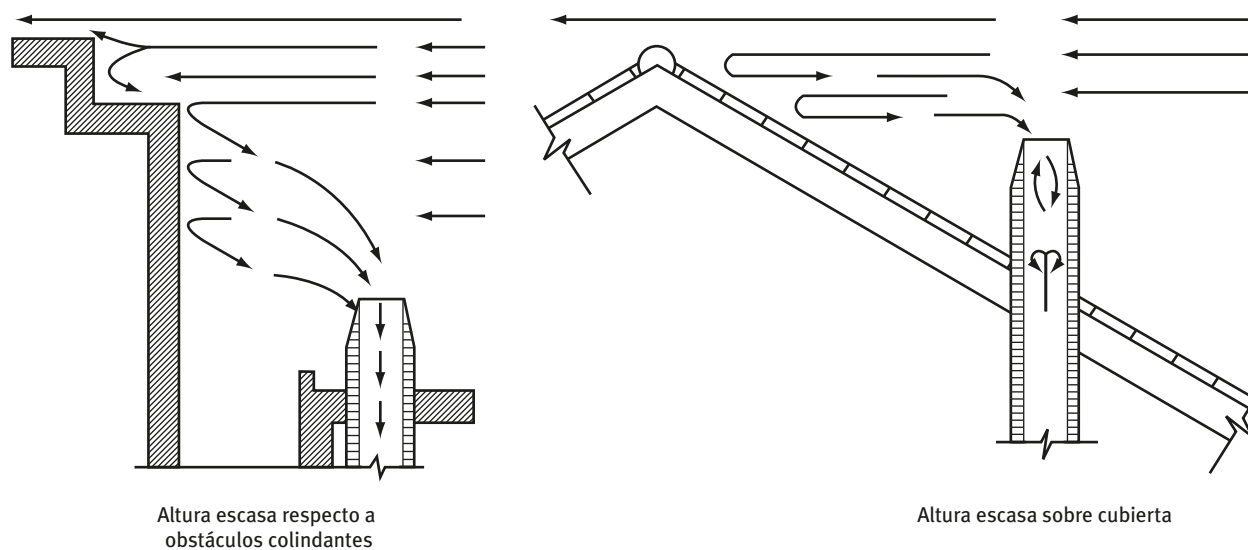


Figura 29A: Efectos del viento en los remates de las chimeneas, altura incorrecta

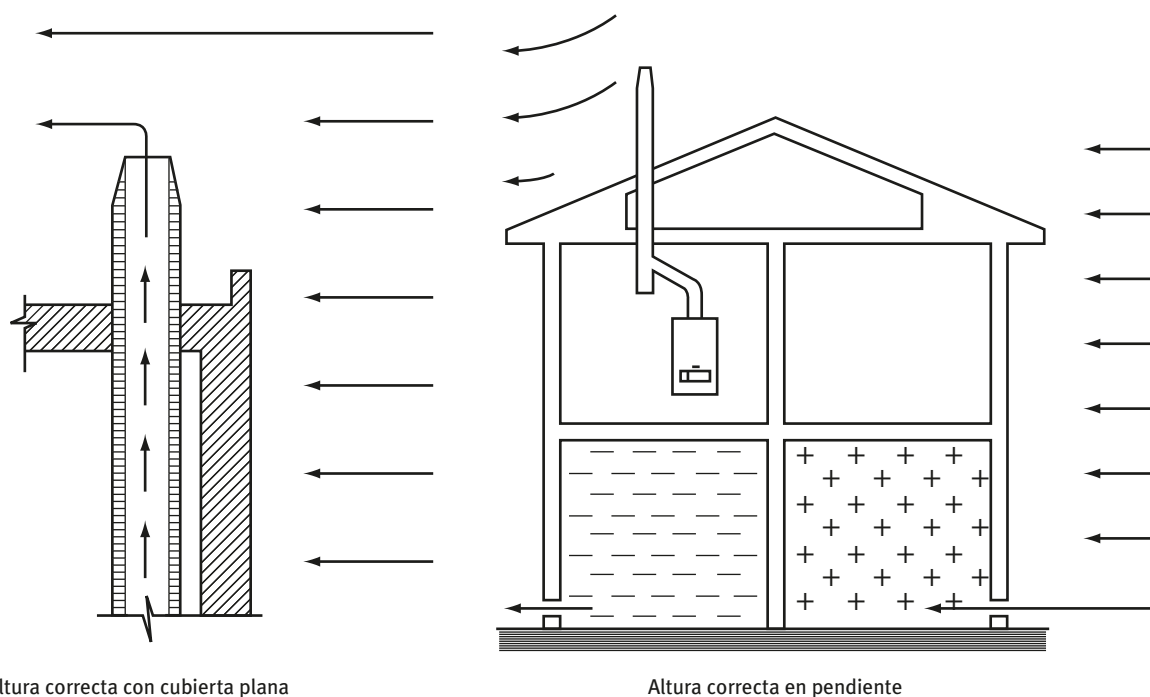


Figura 29B: Efectos del viento en los remates de las chimeneas, altura correcta

Por ello, en la norma UNE 123001 se establecen unas alturas mínimas sobre las cubiertas que dependen de la forma de las mismas; básicamente consisten en elevarlas 1 m por encima de los obstáculos colindantes a menos de 10 m, si bien en función de la inclinación de la cubierta se establecen otras medidas.

- Si la cubierta tiene una pendiente superior a 20°, la chimenea debe sobresalir 1 m por encima de la

cumbrera, o quedar separada 2,5 m de la propia cubierta (Figura 30).

- Si se trata de una cubierta plana deberá sobresalir 1 m por encima de los obstáculos a menos de 10 m o estar separada una distancia el doble que la altura del obstáculo (Figura 31).

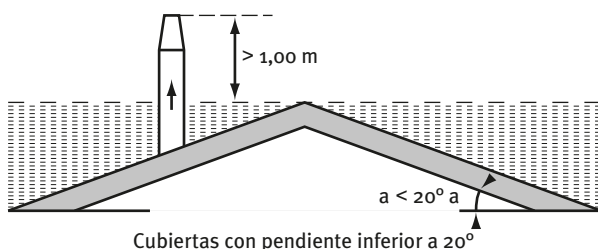


Figura 30A: Elevación mínima de los remates de las chimeneas (UNE 123001)

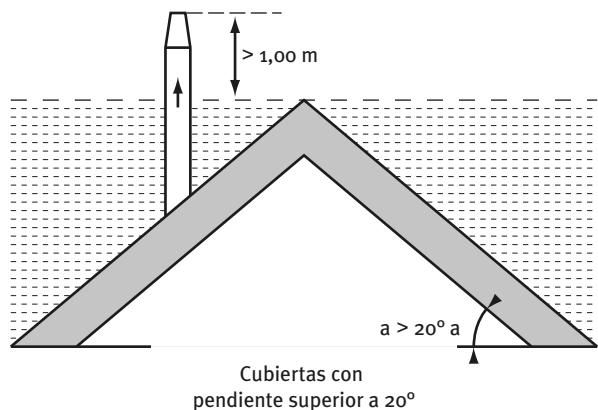


Figura 30B: Elevación mínima de los remates de las chimeneas (UNE 123001)

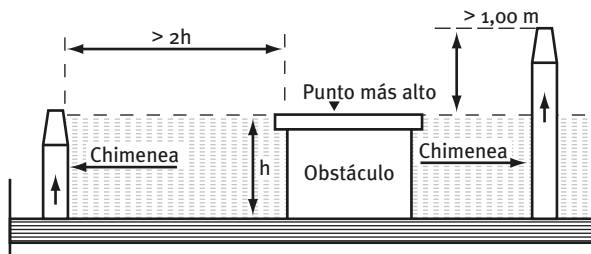


Figura 31: Elevación mínima de los remates de las chimeneas (UNE 123001)

Estas alturas están definidas para chimeneas de tiro natural, en caso de tiro forzado pueden reducirse debido a que la sobrepresión mecánica ayuda a vencer algunos de los efectos del viento.

2 Permitir la adecuada dispersión de los humos, evitando molestias a otros usuarios; por lo que se deben respetar ciertas distancias entre los remates de las chimeneas y las aberturas de ventilación de los locales.

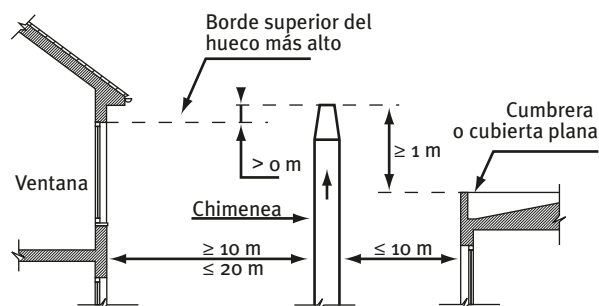


Figura 32: Elevación mínima de los remates de las chimeneas sobre edificios colindantes (UNE 123001)

Para ello deberá sobresalir 1 m por encima de edificios situados a menos de 10 m, o alcanzar la misma altura que los situados entre 10 y 20 m (Figura 32).

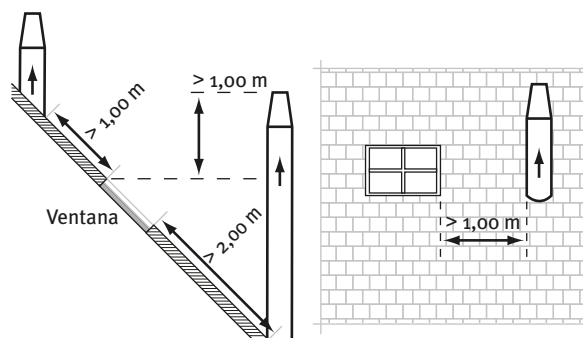


Figura 33: Elevación mínima de los remates de las chimeneas y distancias sobre lucernarios del propio edificio (UNE 123001)

Deberán sobresalir 1 m por encima de las aberturas de ventilación próximas, o estar separadas de las mismas (Figura 33).

4.8 EVACUACIÓN DE HUMOS POR FACHADA

En edificación existente y en viviendas unifamiliares, se permite la evacuación de los PdC por fachada, si bien cumpliendo una serie de requisitos como que las calderas sean de emisiones de NOx clase 5 y cumpliendo las distancias indicadas en IT 1.3.4.1.3.3. y en la norma UNE 60670 parte 6.

Esta solución solo está permitida para combustibles gaseosos.

Si la evacuación se efectúa a un patio de ventilación el mismo tendrá unas dimensiones mínimas de 4 m^2 y una

superficie en planta al menos de $0,5 \times NT$, siendo NT el número máximo de terminales que puedan instalarse.

Para la evacuación de humos por fachada se deben emplear los terminales diseñados por los fabricantes de los aparatos.

En las figuras 34 a 40 se muestran los detalles de instalación y las distancias de los terminales de evacuación de humos a paredes y huecos de ventilación, aleros y en patios y con paredes adyacentes.

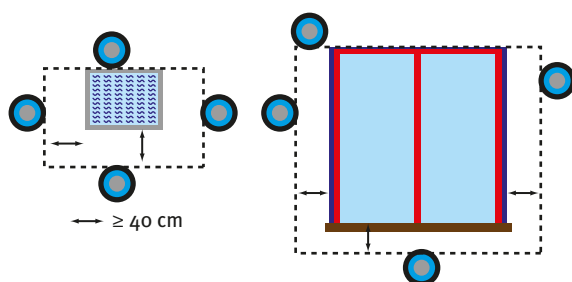


Figura 34: La proyección perpendicular del conducto de salida de los PdC sobre los planos que se encuentran los orificios de ventilación y la parte practicable de los marcos de ventanas, debe distar 40 cm, como mínimo; salvo cuando la salida se encuentre por encima de la abertura de ventilación.

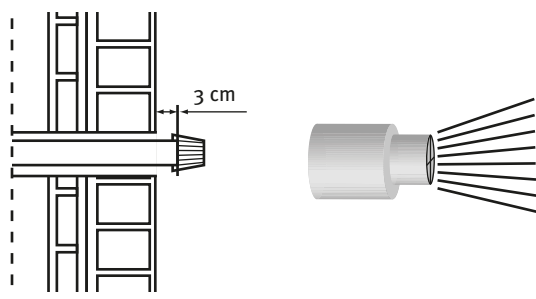


Figura 35: El tubo debe sobresalir ligeramente del muro en la zona exterior, hasta un máximo de 3 cm; tanto para tubos concéntricos, como independientes. Con carácter general el extremo final debe estar diseñado de manera que se favorezca la salida frontal.

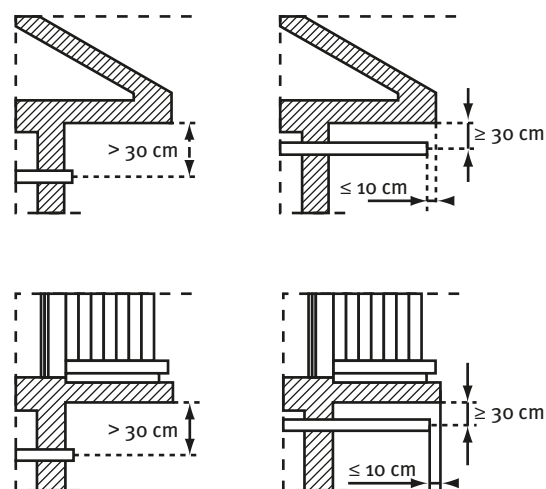


Figura 36: Cuando el terminal de evacuación de los PdC se encuentre bajo alero, terraza o balcón; debe situarse como mínimo 30 cm por debajo del mismo, o bien prolongarse hasta una distancia máxima de 10 cm del saliente.

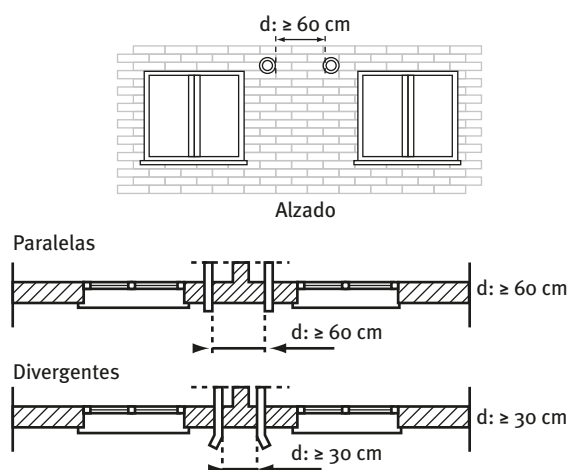


Figura 37: Entre dos salidas de los PdC situadas al mismo nivel, se debe mantener una distancia mínima de 60 cm. La distancia se puede reducir a 30 cm si se emplean deflectores suministrados por el fabricante que garantizan salidas divergentes.

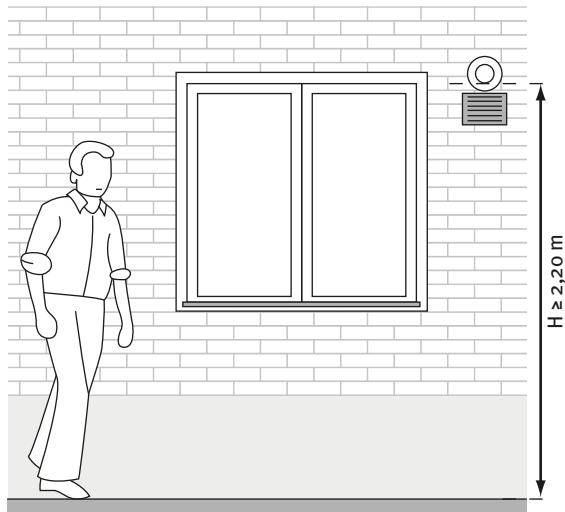


Figura 38: Cuando la salida de los PdC se realice directamente al exterior el terminal se debe situar, como mínimo, a 2,20 m del nivel del suelo más próximo con tránsito o permanencia de personas

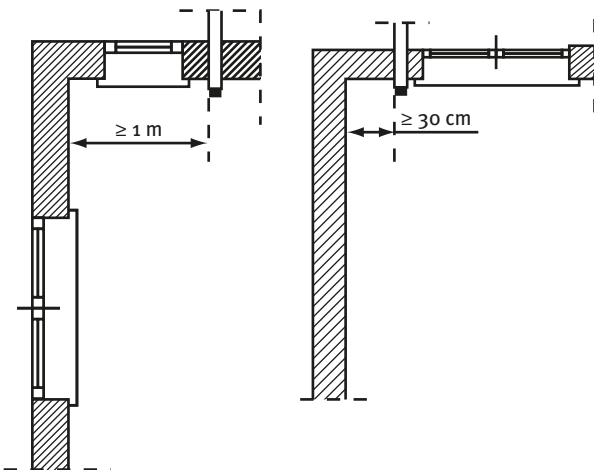


Figura 39: La salida de los PdC debe distar al menos 1 m de pared lateral con ventana o huecos de ventilación; o 30 cm si la pared carece de ventanas o huecos de ventilación

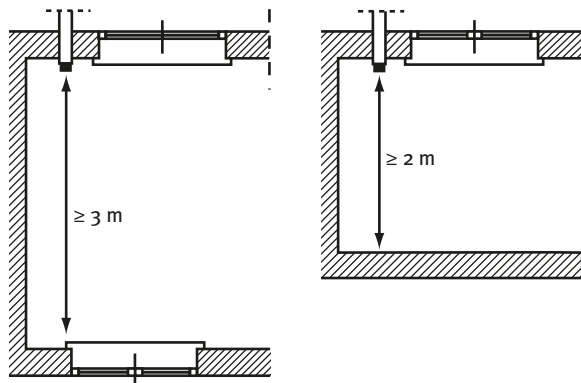


Figura 40: La salida de los PdC debe distar al menos 3 m de pared frontal con ventana o huecos de ventilación; o 2 m si la pared frontal carece de ventanas o huecos de ventilación



Instalación de los equipos de producción de calor

En los apartados 3 y 4 anteriores se han detallado las características de los diferentes componentes de la producción de calor: calderas y chimeneas; a continuación se definen las condiciones que deben cumplirse en la instalación de los mismos.

5.1 LOCALES

Para calderas con potencia igual o inferior a 70 kW no son exigibles los requisitos de sala de calderas fijados en el apartado IT 1.3.4.1.2. del RITE, pudiendo instalarse en locales vivideros. Los locales deberán cumplir los requisitos fijados en la reglamentación propia de cada combustible.

Independientemente de lo anterior, en los locales donde se instalen las calderas deberá preverse la ventilación adecuada. Como referencia, cuando se empleen calderas de cámara abierta (B en gas y las de gasóleo con toma de aire desde el propio local) se deben efectuar orificios de ventilación de al menos 5 cm²/kW, con un mínimo de 125 cm².

Si se utilizan calderas de cámara cerrada (C en gas, o las denominadas asimismo estancas en gasóleo) no es obligatoria la ventilación, si bien la misma siempre es conveniente, por un lado para disipar el exceso de calor que siempre se genera en los locales con equipos de producción de calor y por otro para facilitar la evacuación de

posible fugas de combustible, sobre todo en el caso de gas, a cuya reglamentación específica se remite.

5.2 CALDERAS

Todas las calderas que se instalen dispondrán de correspondiente marcado CE.

En el Real Decreto 1.826/2009 (BOE de 11 de diciembre de 2009) se establecen los siguientes requisitos mínimos para las calderas:

- A partir del 1 de enero de 2010 quedan prohibidas las calderas atmosféricas (B) de gas hasta 70 kW.
- Las calderas estándar (temperaturas de retorno de al menos 50°C) deberán tener un rendimiento superior a $87 + 2 \cdot \log PN$ a carga total y $83 + 3 \cdot \log PN$ al 30% de carga (PN potencia nominal de la caldera en kW), a partir del uno de enero de 2010. A partir del 1 de enero de 2012 estos rendimientos mínimos se incrementarán hasta $90 + 2 \cdot \log PN$ a carga total y $86 + 2 \cdot \log PN$ al 30%.

Por tanto, si el combustible es gaseoso, la caldera deberá ser de cámara cerrada (estanca tipo C) y para cualquier combustible los rendimientos mínimos serán los indicados en la Tabla 11, tanto a carga total como a carga parcial.

Rendimientos mínimos de calderas estándar (RD 1.826/2009)								
Potencia	24 kW		28 kW		35 kW		70 kW	
% Carga	100%	30%	100%	30%	100%	30%	100%	30%
01/01/2010	89,76	87,14	89,89	87,34	90,09	87,63	90,69	88,54
01/01/2012	92,76	90,14	92,89	90,34	93,09	90,63	93,69	91,54

Tabla 11: Rendimientos mínimos requeridos para calderas estándar en función de la potencia nominal en kW, según la fecha de la instalación

Por eficiencia energética se incrementan los rendimientos mínimos exigibles, siendo lo más adecuado el uso de calderas de condensación.

Las calderas se instalarán fijas en el punto de ubicación, pudiendo ser del tipo de pie, apoyadas en el suelo mediante bancadas o los soportes incluidos en la propia caldera, o murales situadas sobre la pared.

En las calderas murales deberá tenerse en cuenta el tipo de muro sobre el que vayan apoyadas, siendo conveniente que el mismo sea al menos de 11,5 cm de espesor; en su colocación se deberán tener en cuenta las exigencias del documento HR ("Protección frente al ruido") del CTE.

Se deberán prever las conexiones indicadas en la Figura 1; debiendo cuidar especialmente la evacuación de condensados y la descarga de la válvula de seguridad, aspectos que en numerosas ocasiones han sido olvidados.

La evacuación de condensados deberá preverse incluso si las calderas no son de condensación, para facilitar al usuario la posible aplicación de las mismas.

5.3 CHIMENEAS

5.3.1 Edificios de nueva construcción

La evacuación de los productos de la combustión se efectuará por encima de la cubierta del edificio, para ello se dispondrán las chimeneas adecuadas.

Se debe seleccionar el material que soporte los efectos de la temperatura, corrosión y posible presencia de condensados, en función del combustible empleado y de tipo de calderas seleccionado.

La solución óptima siempre es la de chimeneas individuales, de manera que al disponer cada caldera de su propia chimenea se eliminan los riesgos de interferencias en el funcionamiento de las calderas de distintos usuarios, facilitando las futuras reformas sin requerir acuerdos comunitarios.

Al margen de lo anterior, cuando un mismo usuario disponga de varias calderas, al ser la potencia total inferior a 400 kW, puede plantearse la solución de una chimenea única para el conjunto de sus calderas.

Para calderas individuales a gas existen soluciones de chimeneas colectivas por mano de viviendas que también pueden ser aplicadas.

En todos los casos, para permitir el correcto mantenimiento futuro de las instalaciones, las chimeneas dispondrán de un registro accesible en su parte inferior; el mismo estará conectado mediante un sifón al desagüe de modo que se puedan evacuar tanto los condensados como posibles entradas de lluvia.

Dispondrán de aislamiento térmico de modo que sus partes accesibles no alcancen temperaturas elevadas, si bien en este sentido cuando las temperaturas de humos sean suficientemente bajas, como puede ser el caso de las calderas de condensación, puede llegar a prescindirse del aislamiento.

Cuando la caldera incorpore un ventilador (tiro forzado) los fabricantes de calderas indicarán cómo debe ser el diseño de las chimeneas, certificando las longitudes máximas admisibles e indicando el tipo de material aceptable.

5.3.2 Edificación existente

Como norma general, en la edificación existente la evacuación de los productos de la combustión se efectuará por encima de la cubierta del edificio.

Para ello en la reforma de las instalaciones se comprobará el estado de conservación de las chimeneas, reutilizándose si el mismo es adecuado, o reparándolas o sustituyéndolas si fuese necesario.

Si se trata de nuevas instalaciones se instalarán chimeneas hasta la cubierta.

5.3.3 Evacuación de humos por fachadas exteriores

Aunque la norma general es la de evacuación de humos por la cubierta de los edificios, se admite la salida por fachada, con las limitaciones indicadas en el Apartado 4.8 de la presente guía, en los siguientes casos:

- En viviendas unifamiliares, tanto nueva edificación como edificación existente, debido a que en las mismas no se originan molestias a otros usuarios.
- En edificios colectivos existentes.

En ambos casos cumpliendo los siguientes requisitos:

- Solo para combustibles gaseosos (gas natural o GLP).

- Potencia nominal hasta 70 kW, utilizando aparatos estancos (clase C); se sobreentiende que además de cámara estanca deben ser de tiro forzado para permitir la correcta dilución de los humos en el ambiente exterior.
- Con equipos para producción exclusiva de ACS (calentadores) se admiten aparatos de tiro natural de cámara abierta (B) con limitación de la potencia hasta 24,4 kW, debido básicamente a que el número de horas de funcionamiento en producción de ACS es muy inferior a las de calefacción y a que la oferta en el mercado de calentadores es menor que la de calderas.

En edificios colectivos existentes además:

- Las calderas, de calefacción o mixtas, tendrán emisiones de NO_x clase 5. En la Tabla 12 se muestra la clasificación de las calderas de gas según sus emisiones de NO_x .

Clase NO_x	Concentración límite en NO_x (mg/kWh)
1	260
2	200
3	150
4	100
5	70
Calderas tipo C: UNE EN 483/00	
Calderas tipos B ₁₁ y B _{11BS} : UNE EN 297 A5/99	

Tabla 12: Clasificación de las calderas a gas en función de las emisiones de NO_x

5.3.4 Nueva construcción sin instalaciones térmicas

Aunque lo habitual es que todas las edificaciones nuevas dispongan de instalaciones térmicas que permitan alcanzar las condiciones de confort adecuadas, si en algún caso se realiza un edificio que no las disponga inicialmente, se deberá prever la instalación futura de un sistema de combustión; estas situaciones se presentan cuando el edificio no dispone de ningún equipo para producción térmica, o bien cuando los mismos son eléctricos por efecto Joule (termos eléctricos), ya que en este último caso es muy probable que el usuario en el futuro opte por una solución con gas.

En cumplimiento de los objetivos de calidad y seguridad, como se ha visto en los apartados anteriores, la evacuación de humos debe ser por encima de la cu-

bierta de los edificios. Como excepción se tiene la edificación existente, en la que la incorporación de las chimeneas puede resultar muy problemática; como una edificación pasa a ser existente en el momento de su entrega, para evitar que en el futuro cualquier nueva edificación pudiese acabar optando por la evacuación de humos por fachada se exige que cuando no se realice una instalación térmica de combustión se prevea su posible incorporación al edificio; para ello se tienen las siguientes alternativas:

- Disponer de un espacio en el interior del edificio (patinillo) desde los locales de cada usuario hasta la cubierta, por el interior del cual se pueda instalar la correspondiente chimenea individual; por ello el hueco debe tener dimensiones suficientes para atender a todas las plantas de una misma mano. En este caso las soluciones deben ser individualizadas, ya que en el futuro los usuarios pueden acometer sus instalaciones en diferentes momentos.
- Dejar instaladas chimeneas para aparatos a gas tipo C, en cuyo caso se admiten soluciones individualizadas, una chimenea por usuario, o colectivas, una chimenea de diseño específico por mano de usuarios; en ambos casos la sección de los conductos debe ser suficiente para las siguientes potencias:
 - 25 kW para viviendas de un solo baño.
 - 32 kW para viviendas de dos baños.
 - 37 kW para viviendas de más de dos baños.

5.4 RESUMEN PARA CALDERAS A GAS

Las calderas a gas serán de Tipo C, debido a que a partir del uno de enero de 2010 han quedado prohibidas las calderas atmosféricas e interpretando de manera restrictiva esta prohibición afecta a todas las calderas de cámara abierta, tipo B.

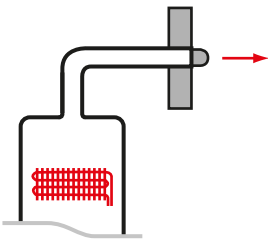
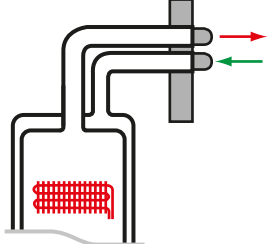
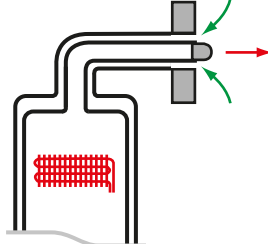
Por ello las soluciones pueden ser con chimeneas individuales, en cuyo caso el mismo fabricante de las calderas debe definir el conducto en todo su trazado, incluyendo el terminal exterior; en obra se puede utilizar el material del propio fabricante de las calderas, o materiales de las características especificadas por el mismo proporcionados por fabricantes de chimeneas y conductos.

Si se opta por soluciones con chimeneas colectivas, se deben seleccionar los tipos de calderas previstas para estas soluciones, se debe comprobar las condiciones

en que las calderas dejan los PdC en el entronque a chimenea (depresión, presión cero o presión positiva) y con esas condiciones se seleccionarán los materiales y formas constructivas de las chimeneas.

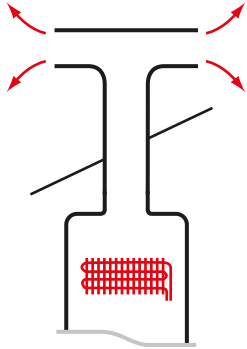
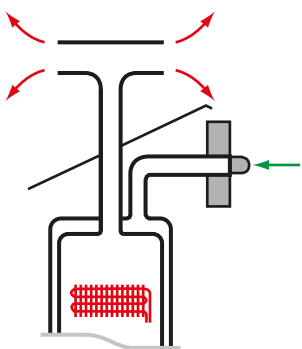
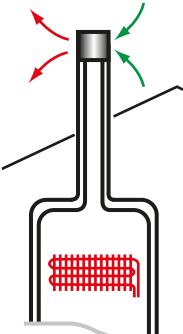
Para facilitar la selección del sistema de evacuación de humos, en la presente guía se propone la siguiente clasificación de los conductos de conexión y chimeneas, adecuadas para los diversos tipos de calderas.

- Conductos de conexión de humos. Se denominarán como CNH seguido de dos subíndices que expresan:
 - 0: Primer subíndice, indica que desemboca en fachada o conecta con una chimenea.
 - 1: (CNH₀₁, Figura 41) Segundo subíndice en el caso que la caldera disponga de un único conducto para evacuación de humos, corresponde a aparatos tipos B.
 - 2: (CNH₀₂, Figura 42) Segundo subíndice cuando la caldera disponga de dos conductos independientes, uno para toma de aire y otro para evacuación de los PdC, para aparatos tipos C.
 - 3: (CNH₀₃, Figura 43) Segundo subíndice cuando la caldera disponga de dos conductos concéntricos, para toma de aire y evacuación de los PdC, para aparatos tipos C.

		
<p>Figura 41: CNH₀₁, conducto de conexión de humos único</p>	<p>Figura 42: CNH₀₂, doble conducto de conexión de humos, uno para toma de aire y otro para evacuación de los PdC</p>	<p>Figura 43: CNH₀₃, conducto de conexión de humos concéntrico, toma de aire por el exterior y evacuación de los PdC por el interior</p>

- Chimeneas individuales. Se denominarán como CHM seguido de dos subíndices que expresan:
 - I: Primer subíndice, indica que se trata de una chimenea individual hasta la cubierta del edificio.
 - 1: (CHM_{I1}, Figura 44) Segundo subíndice en el caso que la caldera disponga de un único conducto de conexión a chimenea, corresponde a aparatos tipos B; la conexión se efectuará con un conducto tipo CNH₀₁.
 - 2: (CHM_{I2}, Figura 45) Segundo subíndice cuando la caldera disponga de dos conductos independientes, uno para toma de aire y otro para evacuación de los PdC, para aparatos tipos C; la conexión se efectuará con un conducto tipo CNH₀₂.
 - 3: (CHM_{I3}, Figura 46) Segundo subíndice cuando la caldera disponga de dos conductos concéntricos, para toma de aire y evacuación de los PdC, para aparatos tipos C; la conexión se efectuará con un conducto tipo CNH₀₃.

Las chimeneas individuales las definirá el propio fabricante de las calderas.

		
<p>Figura 44: CHM₁, chimenea de conducto único para evacuación de los PdC</p>	<p>Figura 45: CHM₂, toma de aire con conducto único asociada a chimenea para evacuación de los PdC de conducto único</p>	<p>Figura 46: CHM₃, chimenea individual de conducto concéntrico, toma de aire por el exterior y evacuación de los PdC por el interior</p>

- Chimeneas colectivas. Se denominarán como CHM seguido de dos subíndices que expresan:

- C: Primer subíndice, indica que se trata de una chimenea colectiva hasta la cubierta del edificio.
- 1: (CHM_{C1}, Figura 47) Segundo subíndice en el caso que la caldera disponga de un único conducto de conexión a chimenea, corresponde a aparatos tipos B_{3x} y C; la conexión se efectuará con un conducto tipo CNH₀₁. La chimenea puede ser de cualquier material de características adecuadas.
- 2: (CHM_{C2}, Figura 21 y 23) Segundo subíndice corresponde a aparatos tipos B, la chimenea dispone de un doble conducto interior, el auxiliar de altura equivalente a una planta; la conexión se efectuará con un conducto tipo CNH₀₁.
- 3: (CHM_{C3}, Figura 49) Segundo subíndice para chimenea de diseño especial para con un conducto único para efectuar la toma de aire y evacuación colectiva de los PdC, para aparatos tipos C_{2x}.
- 4: (CHM_{C4}, Figura 48) Segundo subíndice para chimeneas colectivas de conductos concéntricos, para toma de aire y evacuación de los PdC, para aparatos tipos C; la conexión se efectuará con un conducto tipo CNH₀₃. Aunque la mayor parte de estas chimeneas son metálicas, existen en el mercado europeo fabricantes de materiales cerámicos.

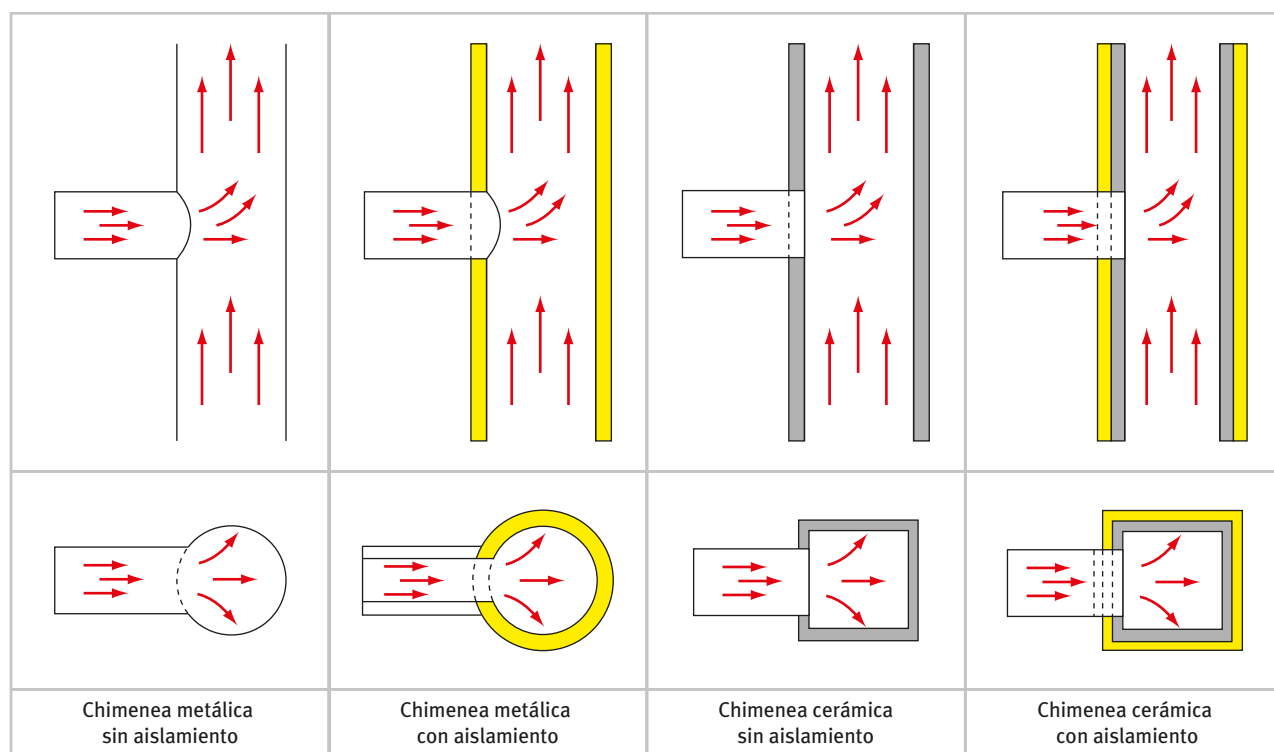


Figura 47: CHM_C, chimeneas colectivas de conducto único, para calderas de gas tipo C y B3x

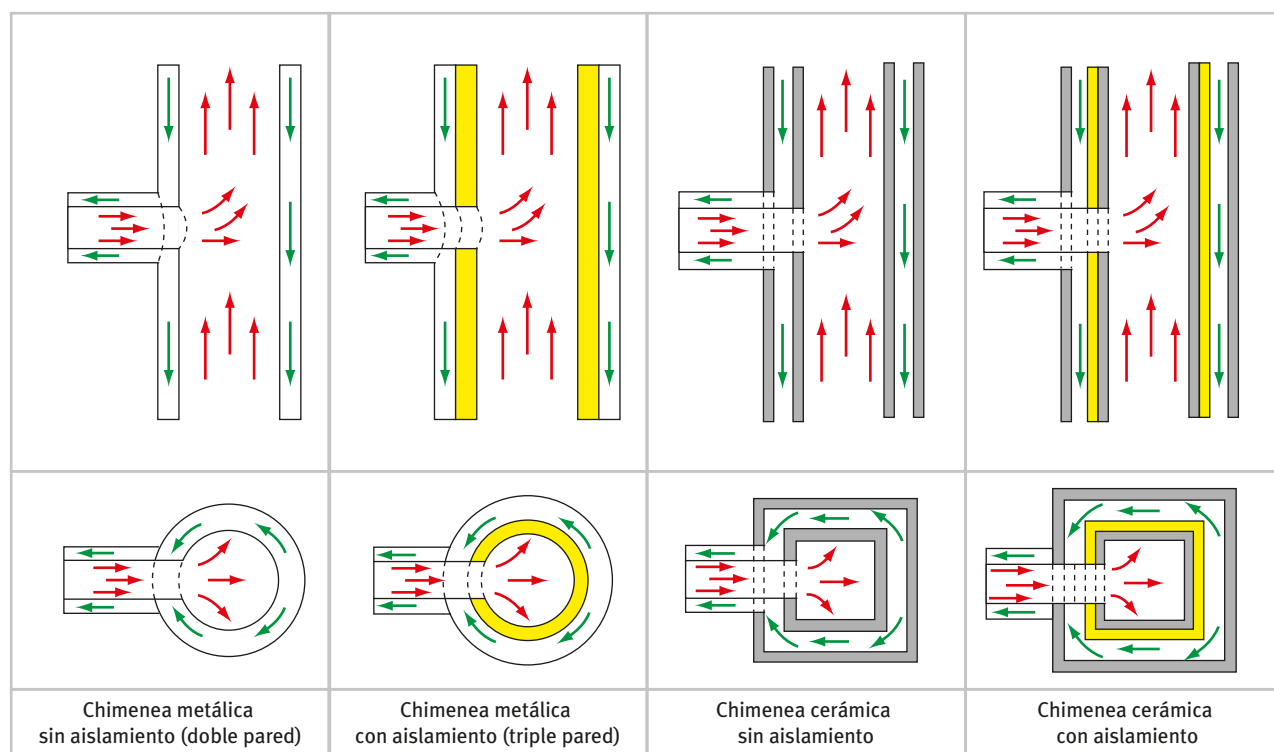


Figura 48: CHM_{C4}, chimeneas colectivas de doble conducto concéntrico (toma de aire y evacuación PdC), para calderas de gas tipo C

Al diseñar el sistema de producción de calor, en primer lugar se debe definir el tipo de chimeneas a instalar y con ellas los tipos de calderas que se adecuan a las mismas; en la Tabla 13 se muestran los tipos adecuados a cada chimenea.

Se han incluido todos los tipos de la clasificación europea, entre los cuales se muestran en negrita los tipos habituales en el mercado español.

Las calderas tipo B se han sombreado debido a que no pueden aplicarse.

Se ha separado la evacuación con presión negativa, diseño de chimeneas por tiro natural, de las que pueden verse sometidas a sobrepresión.

En las homologaciones de las calderas figuran los tipos de las mismas. Como norma general una misma caldera puede cumplir los requisitos de varios tipos, todos ellos deben figurar en la documentación del fabricante.

Tipos de chimenea		Presión en chimenea				
		Negativa			Positiva	
Evacuación por fachada	CNH₀₁				B₄₄	
					B₅₂	B₅₃
	CNH₀₂	C ₁₁			C ₁₂	C ₁₃
	CNH₀₃	C ₁₁			C ₁₂	C ₁₃
Conductos hasta cubierta del propio fabricante de la caldera	CNH₁₁	B₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B₁₄	
		B ₂₁			B₂₂	B₂₃
		B₄₁	B ₄₂	B ₄₃	B₄₄	
		B ₅₁			B₅₂	B₅₃
		C ₅₁			C ₅₂	C ₅₃
	CNH₁₂	C ₃₁			C ₃₂	C ₃₃
	CNH₁₃	C ₃₁			C ₃₂	C ₃₃
		C ₇₁	C ₇₂	C ₇₃		
Chimeneas con conductos instalados en obra	CNH_{c1}		B₃₂	B₃₃		
		C ₈₁	C₈₂	C₈₃		
	CNH_{c2} (1)	B₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B₁₄	
		B ₂₁	B₂₂	B₂₃		
	CNH_{c3}	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃		
	CNH_{c4}	C ₄₁			C₄₂	C₄₃

C_{xy}: Calderas habituales en el mercado español.

(1): También se pueden conectar los tipos previstos para conducto colectivo PdC único.

Tabla 13: Combinación de los diferentes tipos de calderas con las distintas chimeneas

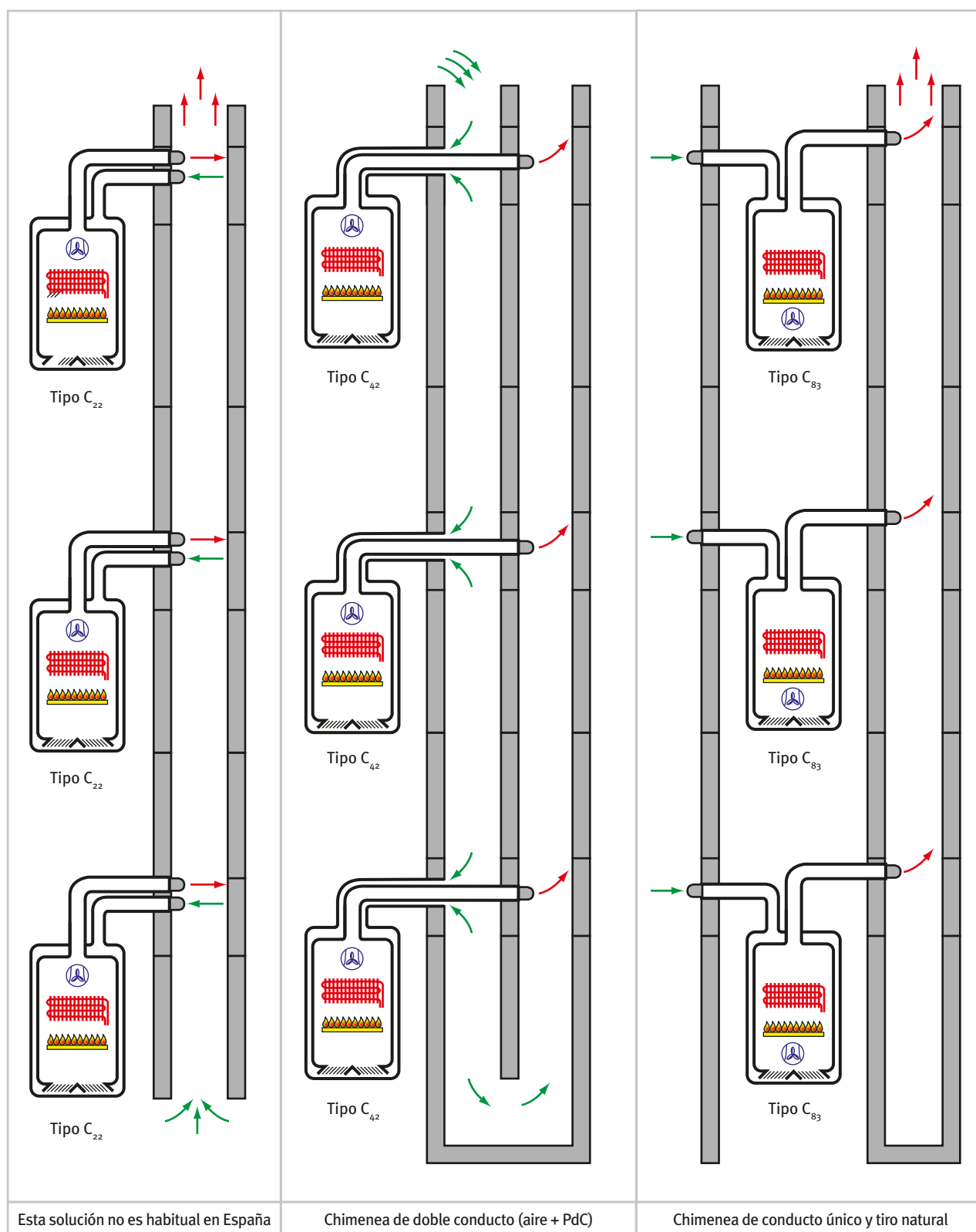


Figura 49: Ejemplos de diferentes soluciones para evacuación de humos colectiva

5.5 ALTERNATIVAS PARA INSTALACIONES EXISTENTES CON CALDERAS TIPO B

La prohibición de calderas atmosféricas implica el problema de cómo actuar en su sustitución en aquellos edificios que dispongan de las mismas con un sistema de evacuación colectivo de doble conducto interior y que estén funcionando adecuadamente.

Si las calderas se van sustituyendo de manera escalonada durante un cierto tiempo pueden coexistir calderas de tiro natural (B_{11BS}) y calderas de tiro forzado (C_{8y}), lo que podría crear problemas entre usuarios.

Por ello las posibles soluciones son:

- Por tratarse de edificación existente se admite la evacuación por fachada. Teniendo en cuenta que el mercado suele adoptar la solución más sencilla se corre el riesgo de que ésta sea la solución mayoritariamente adoptada; si bien la misma solo debiera aplicarse si se comprueba que la chimenea existente no es adecuada y si no hay posibilidades de instalación de nuevas chimeneas.
- Cambio conjunto de todas las calderas; una vez comprobado que la chimenea es adecuada la solución óptima es que todas las calderas sean sustituidas al mismo tiempo, evitando el riesgo de coexisten-

cia de diferentes formas de funcionamiento. Esta solución requiere acuerdos comunitarios que pueden dificultar en gran medida esta solución.

- Instalación de equipos para tiro forzado, pasando las calderas de B_{11BS} a B_{14} , con ello la chimenea presenta las mismas condiciones de funcionamiento para todos los usuarios, de manera que pueden afrontar las sustituciones por calderas tipo C_{8x} cuando sea necesario; en cualquier caso los ventiladores deben ajustarse para vencer la pérdida de carga de los conductos de humos, creando sobrepresiones en las chimeneas lo más bajas posible.
- Instalar calderas C_{xy} con evacuación provisional por fachada y cuando todos los usuarios hayan sustituido su caldera, conectarlas a la chimenea; debe haber acuerdo en el tipo de calderas para que el sistema de evacuación sea compatible.
- En patios interiores pueden instalarse nuevas chimeneas por los mismos y los usuarios irán conectándose a las mismas según vayan cambiando sus calderas; esta solución es la mejor, aunque presenta la dificultad de acuerdo comunitario e instalación de la chimenea aunque inicialmente no se conecten las calderas que no se modifiquen, lo que supone un costo inicial conjunto.



Emisores de calor

6.1 EMISORES DE CALOR

El calor producido en las calderas es transferido a los locales por las unidades terminales emisoras de calor; las soluciones habituales en los sistemas de calefacción individuales son:

- Radiadores.
- Ventilconvectores (fan coils).
- Superficies radiantes (suelo, techo, paredes).

De entre ellos los elementos más ampliamente utilizados son los radiadores.

6.2 RADIADORES

Son aparatos metálicos por el interior de los cuales circula el agua de la instalación que ha sido previamente calentada en las calderas; emiten el calor por radiación y por convección, el porcentaje entre ambas formas de emisión de calor varía según los tipos de radiadores y condiciones de funcionamiento, siendo en muchos casos muy superior la fracción de convección sobre la de radiación, independientemente de lo que su nombre parezca indicar.

Los radiadores pueden clasificarse por el material con el que se fabrican, distinguiéndose los siguientes tipos:

- Hierro fundido.
- Acero.
- Aluminio (fundido a presión o extrusionado).

Otra clasificación importante es según la forma constructiva:

- Elementos.
- Paneles.
- Tubos.

En cada caso la selección del radiador a instalar debe efectuarse por motivos económicos o estéticos y no porque unos tipos den más o menos calor que otros, ya que una vez seleccionado el tipo de radiador, se deben dimensionar según las necesidades de cada local, lográndose con todos ellos la potencia adecuada; en esta selección influye el espacio disponible para su instalación, pudiendo ser necesario escoger radiadores con mayor capacidad específica de emisión de calor, para obtener la misma potencia en un espacio más reducido.

6.2.1 Emisión calorífica de los radiadores

La emisión calorífica de un radiador, además de sus características propias, depende de las temperaturas de entrada y salida del agua al radiador y de la temperatura del local a calentar, por lo que varía según las condiciones de funcionamiento de la instalación; la emisión de calor se ajusta a la siguiente ecuación:

$$\Phi = K_M \cdot \Delta T^n$$

- Φ : Potencia calorífica del radiador (W).
- K_M : Constante propia de cada radiador.

- ΔT : Salto térmico entre la temperatura media aritmética del agua del radiador $[(t_e + t_s)/2]$ y la temperatura ambiente del local (t_a).
- n : Exponente de la curva característica de emisión calorífica del radiador.

K_M y n son características propias de cada radiador.

En la Tabla 14 se muestran las condiciones para el ensayo de los radiadores fijadas en la norma UNE EN 442 para la homologación de los mismos:

Norma	Temperaturas de ensayo			
	Entrada	Salida	Ambiente	ΔT
UNE EN 442	75	65	20	50

Tabla 14: Condiciones de ensayo de los radiadores

En los catálogos se dan las potencias obtenidas en el ensayo y el exponente de la curva característica; las potencias emitidas en las condiciones de funcionamiento de las instalaciones, cuando son diferentes a las del ensayo, se obtienen con la siguiente expresión:

$\Phi = \Phi_{50K} \cdot (\Delta T / 50)^n$ para los radiadores homologados con la UNE-EN 442

Siendo Φ_{50K} : Emisión de calor del radiador para $\Delta T = 50^\circ\text{C}$

Para un cálculo rápido pueden tomarse los factores de corrección de la Tabla 17; estos factores dependen del salto térmico y del coeficiente n característico del radiador.

Ejemplo: Calcular la emisión real de calor de un radiador en las siguientes condiciones:

Datos del radiador:

- Potencia ($\Delta T = 50^\circ\text{C}$): 1.100 W.
- Coeficiente característico (n): 1,30.

Temperaturas de funcionamiento:

- Ambiente: 23°C .
- Entrada de agua: 80°C .
- Salida de agua: 60°C .

El salto térmico característico del radiador será:
 $\Delta T = (80 + 60)/2 - 23 = 47^\circ\text{C}$.

El factor de corrección se obtiene en la Tabla 15 correspondiente a $n = 1,31$, ya que no está la de 1,30, observar que el error es despreciable pues se obtiene el mismo valor que para $n=1,28$, para un salto térmico de 47°C (fila de 40°C , columna de 7°C): $FC = 0,92$.

La emisión calorífica real del radiador resulta:
 $\Phi = 1.100 \cdot 0,92 = 1.012 \text{ W}$.

La temperatura interior de 23°C (máximo admitido por la IT 1.1.4.1.2) en lugar de 20°C , tiene como consecuencia que el radiador emita un 8% menos.

En cuanto a las condiciones de funcionamiento reales se debe tener en cuenta que en el RITE, en la IT 1.3.4.4.1 se especifica: “Las superficies calientes de las unidades terminales que sean accesibles al usuario tendrán una temperatura menor que 80°C o estarán adecuadamente protegidas contra contactos accidentales”.

En cumplimiento de esta exigencia las instalaciones de calefacción se deben diseñar con temperaturas de impulsión máximas de 80°C , que con el salto térmico habitual de 20°C conlleva temperaturas de retorno de 60°C ; lo que implica una temperatura media en el radiador de $(80+60)/2 = 70^\circ\text{C}$, y con una temperatura ambiente de 20°C se tiene un salto térmico entre el radiador y el ambiente de 50°C ; coincidente con la homologación según la norma UNE-EN 442.

**FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA EMISIÓN CALORÍFICA DE LOS RADIADORES EN FUNCIÓN DEL SALTO TÉRMICO
ENTRE LAS TEMPERATURAS CARACTERÍSTICAS DEL RADIADOR Y AMBIENTE PARA DIFERENTES COEFICIENTES
CARACTERÍSTICOS DE EMISIÓN
SALTO TÉRMICO CARACTERÍSTICO 50°**

1,16	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53
30	0,55	0,57	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75
40	0,77	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	0,98
50	1,00	1,02	1,05	1,07	1,09	1,12	1,14	1,16	1,19	1,21
60	1,24	1,26	1,28	1,31	1,33	1,36	1,38	1,40	1,43	1,45
70	1,48	1,50	1,53	1,55	1,58	1,60	1,63	1,65	1,68	1,70
1,19	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52
30	0,54	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74
40	0,77	0,79	0,81	0,84	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	0,98
50	1,00	1,02	1,05	1,07	1,10	1,12	1,14	1,17	1,19	1,22
60	1,24	1,27	1,29	1,32	1,43	1,37	1,39	1,42	1,44	1,47
70	1,49	1,52	1,54	1,57	1,59	1,62	1,65	1,67	1,70	1,72
1,22	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51
30	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69	0,72	0,74
40	0,76	0,78	0,81	0,83	0,86	0,88	0,90	0,93	0,95	0,98
50	1,00	1,02	1,05	1,07	1,10	1,12	1,15	1,17	1,20	1,22
60	1,25	1,27	1,30	1,33	1,35	1,38	1,40	1,43	1,46	1,48
70	1,51	1,55	1,56	1,59	1,61	1,66	1,69	1,69	1,72	1,75
1,25	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,51
30	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73
40	0,76	0,78	0,80	0,83	0,85	0,88	0,90	0,93	0,95	0,98
50	1,00	1,03	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15	1,18	1,20	1,23
60	1,26	1,28	1,31	1,33	1,36	1,39	1,41	1,44	1,47	1,50
70	1,52	1,55	1,58	1,60	1,63	1,66	1,69	1,72	1,74	1,77
1,28	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,44	0,45	0,48	0,51
30	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,68	0,70	0,73
40	0,75	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	0,97
50	1,00	1,03	1,05	1,08	1,10	1,13	1,16	1,18	1,21	1,24
60	1,26	1,29	1,32	1,34	1,37	1,40	1,43	1,45	1,48	1,51
70	1,54	1,57	1,59	1,62	1,65	1,68	1,71	1,74	1,77	1,80
1,31	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49
30	0,51	0,53	0,56	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,70	0,72
40	0,75	0,77	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	0,97
50	1,00	1,03	1,05	1,08	1,11	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24
60	1,27	1,30	1,33	1,35	1,38	1,41	1,44	1,47	1,50	1,51
70	1,55	1,58	1,61	1,64	1,67	1,70	1,73	1,76	1,79	1,82

(Continuación)

1,34	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48
30	0,50	0,53	0,55	0,57	0,60	0,62	0,64	0,67	0,69	0,72
40	0,74	0,77	0,79	0,82	0,84	0,87	0,89	0,92	0,95	0,97
50	1,00	1,03	1,05	1,08	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,25
60	1,28	1,31	1,33	1,36	1,39	1,42	1,45	1,48	1,51	1,54
70	1,57	1,60	1,63	1,66	1,69	1,72	1,75	1,78	1,81	1,85

Tabla 15: Factores de corrección de la emisión calorífica de los radiadores

6.2.2 Ubicación de los radiadores

Desde el punto de vista del confort, el lugar más apropiado para la instalación de los radiadores es en la pared más fría de cada habitación; esta pared es la exterior y el punto donde debe colocarse el radiador es

debajo de la ventana, de este modo se palía el efecto “pared fría” compensando la temperatura del radiador y la sensación de frío que producen las ventanas, siendo además más uniforme la distribución de temperaturas. Lo ideal es seleccionar radiadores de longitud similar a las ventanas.

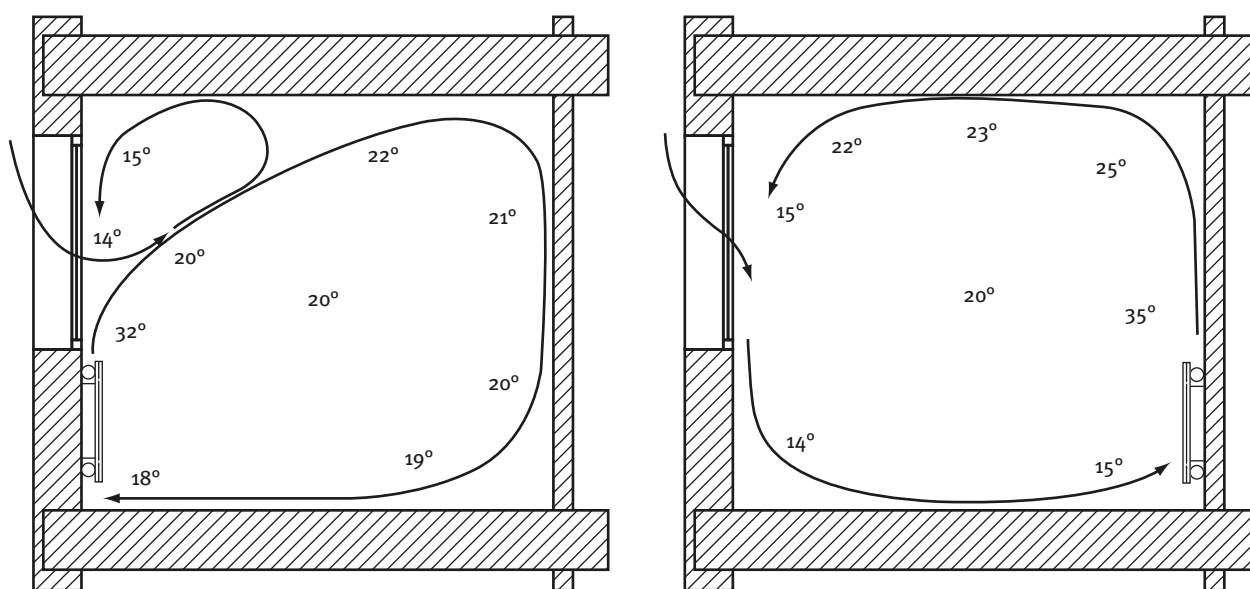


Figura 50: Distribución de temperaturas según ubicación de los radiadores

Reglamentariamente no hay obligación de colocar los radiadores en un punto concreto, por lo que pueden adoptarse otras soluciones en función de los espacios disponibles y de los mobiliarios previstos en cada local.

Debe respetarse una altura mínima entre el radiador y el suelo de 10 cm y una separación de las paredes de 4 cm en los radiadores por elementos y de 2,5 cm en los radiadores tipo panel, que son las condiciones de ensayo de los radiadores; estos requisitos eran obligatorios con la normativa anterior (IT.IC.), si bien este aspecto no ha sido reflejado en el RITE, por lo que, en

la actualidad, puede entenderse que no es estrictamente obligatorio.

Los radiadores quedarán firmemente fijados a la pared donde se instalen, no pudiendo estar soportados directamente por las tuberías. Para ello se debe seleccionar el soporte adecuado al tipo de pared; en el caso de radiadores de hierro fundido puede, incluso, requerirse la utilización de patas.

Se deben disponer los elementos necesarios para poder aislar cada radiador sin interrumpir el servicio al resto

de la instalación (IT 1.3.4.2.12), por ello dispondrán de válvula de reglaje, detentores, etc. También es necesaria la instalación de un purgador en cada radiador, de modo que se puedan evitar los problemas de aire dentro de los mismos.

Es aconsejable instalar el radiador libre de obstáculos que limiten su capacidad de emisión de calor, evitándose su instalación en nichos o la colocación de elementos cubrerradiadores; en todo caso debe guardarse una

distancia mínima de 5 cm entre la parte superior del radiador y cualquier obstáculo.

Cuando se instalen en nichos es conveniente colocar un material aislante en la pared del mismo, con el fin de disminuir las pérdidas de calor hacia el exterior, ya que el nicho debilita térmicamente el cerramiento.

En la Figura 51 se dan los coeficientes de corrección de la emisión calorífica de los radiadores según el montaje empleado.

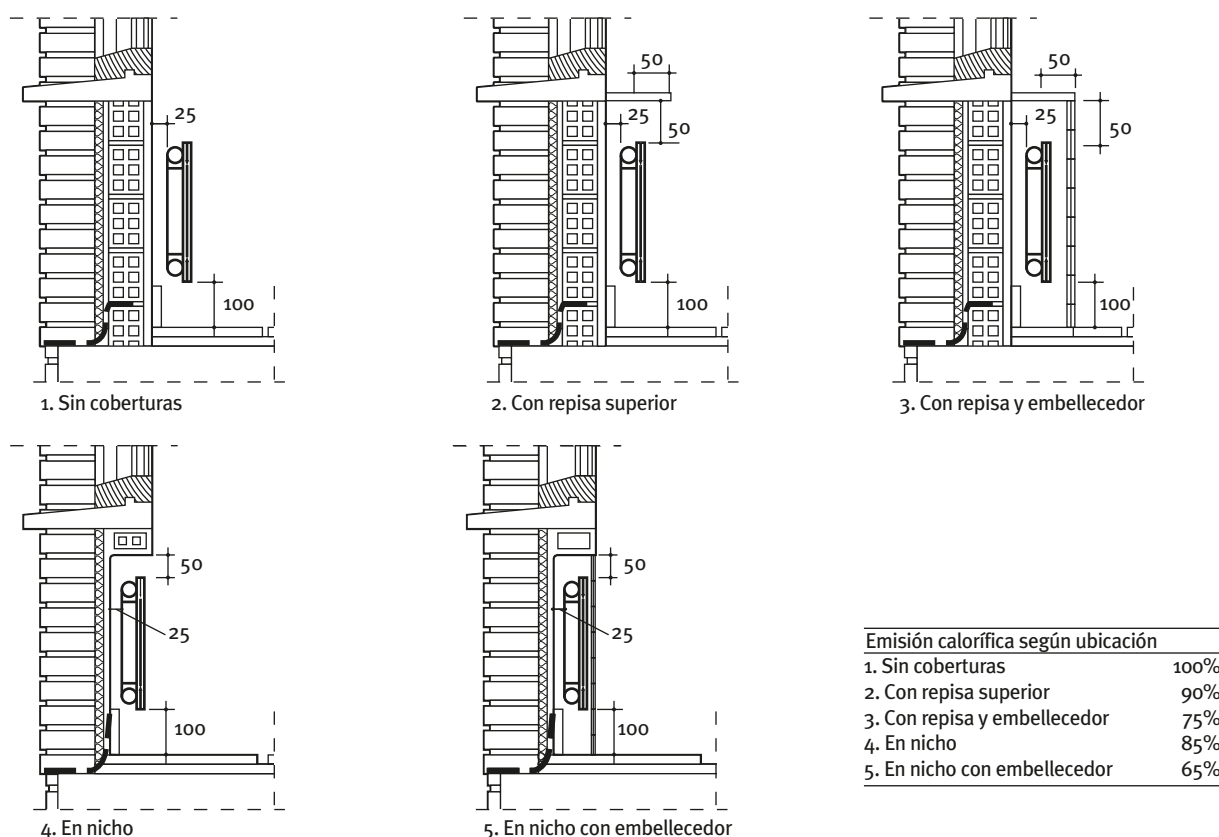


Figura 51: Reducción de la emisión de calor de los radiadores según la forma de colocación de los mismos

6.3 VENTILOCONVECTORES

Los ventiloconvectores (fan coils) disponen de un ventilador que acelera el paso del aire por una batería en la cual se transfiere el calor al aire de los locales, por lo que la densidad de potencia disipada es muy superior a la de los radiadores.

Al igual que los radiadores deben instalarse fijados a la pared o al suelo, disponiéndose de llaves de corte en la entrada y salida de agua.

Debido a su capacidad de emisión calorífica suelen trabajar con temperaturas inferiores a las de los radiadores, habitualmente con temperaturas de impulsión entre 45°C y 60°C.

Son equipos utilizados en instalaciones de calefacción y refrigeración, si bien existen modelos exclusivos para calefacción sin bandeja de condensados, con aspecto muy similar a los radiadores; estos equipos en los catálogos suelen denominarse como radiadores de baja temperatura, ya que debido a la convección forzada proporcionan potencias elevadas con temperaturas inferiores a las de los radiadores tradicionales.

6.4 SUPERFICIES RADIANTES (SUELO, TECHO, PAREDES)

Los sistemas de superficies radiantes consisten en mantener grandes superficies a temperaturas relativamente bajas, proporcionando las condiciones de confort de manera más homogénea y con menores temperaturas del aire.

De las diferentes alternativas en calefacción: suelo, paredes o techos, las soluciones más extendidas corresponden a los suelos radiantes.

Constan de un sistema de tuberías, generalmente de material termoplástico, aunque a veces también se utiliza el cobre, que se colocan bajo el pavimento sobre una plancha de material aislante térmico, ocupando la mayor parte e incluso la totalidad de la superficie del local.

Las temperaturas de trabajo son del orden de 40°C a 45°C, de manera que la temperatura superficial del suelo no supere los 29°C.

7.1 TUBERÍAS

Las tuberías deben seleccionarse cumpliendo los siguientes requisitos:

- Compatibilidad con el fluido.
- Presión de trabajo.
- Temperatura de trabajo.

El material de las tuberías debe ser compatible con el fluido; es decir, que no debe deteriorar las características del mismo, ni a su vez verse afectada por el agua.

La forma de garantizar esta compatibilidad es utilizar tuberías con el marcado de la norma correspondiente a la aplicación.

Las tuberías de aplicación en las instalaciones individuales de calefacción y ACS se muestran en la Tabla 16, en la que se indica el material y la norma correspondiente:

Material	Denominación	Norma
Cobre	Cu	UNE EN 1.057
Acero inoxidable	INOX	UNE 19.049 UNE EN 10.312
Polietileno reticulado	PE-X	UNE EN ISO 15.875
Polibutileno	PB	UNE EN ISO 15.876
Polipropileno	PP	UNE EN ISO 15.874
Multicapa polímero/aluminio/polietileno PE RT	P/AL/PE-RT	UNE 52.960 EX
Multicapa polímero/aluminio/polietileno PEX	P/AL/PE-X	UNE 53.961 EX

Tabla 16: Tuberías de aplicación en instalaciones individuales de calefacción y ACS

En cuanto a la presión y la temperatura de trabajo las tuberías deben soportar las condiciones habituales en este tipo de instalaciones:

- Temperatura máxima: 80°C.
- Presión de trabajo: habitualmente inferior a 4 bar.

Las tuberías metálicas (cobre y acero inoxidable) admiten condiciones de trabajo muy superiores; sin embargo, para seleccionar las tuberías termoplásticas en primer lugar es necesario definir la clase según la temperatura de trabajo y con la clase seleccionar la serie, que es la que finalmente debe instalarse.

En la Tabla 17 se muestran las diferentes clases y en la Tabla 18 las series correspondientes según el material seleccionado y la clase, en función de la presión de trabajo.

En calefacción las clases de aplicación son las 4 y 5, mientras que para ACS se aplica la clase 2.

La presión de trabajo en general será 4 bar para calefacción y 8 bar para ACS.

Clase	T _D (°C)	Años	T _{MAX} (°C)	Años	T _{MAL} (°C)	Horas	Campo aplicación típico
1	60	49	80	1	95	100	ACS a 60°C
2	70	49	80	1	95	100	ACS a 70°C
3 (*)	20	0,5	50	4,5	65	100	Suelo radiante
	30	20					
	40	25					
4	20	2,5	70	2,5	100	100	Suelo radiante
	40	20					
	60	25					
5	20	14	90	1	100	100	Radiadores
	60	25					
	80	10					

(*): La clase 3 no tiene aplicación debido a que la T_{MAL} es 65°C.

Todas las clases deben soportar 20°C a 10 bar durante 50 años.

T_D: Temperatura de diseño, para los años de funcionamiento indicados.

T_{MAX}: Temperatura máxima, durante los años de funcionamiento indicados.

T_{MAL}: Temperatura mal funcionamiento, durante las horas de funcionamiento indicadas.

Tabla 17: Clases de aplicación de tuberías termoplásticas, en función de las temperaturas de trabajo

Material	P diseño (bar)	Aplicación			
		Clase 1	Clase 2	Clase 4	Clase 5
PB	4	10,0	10,0	10,0	10,0
	6	8,0	8,0	8,0	6,3
	8	6,3	6,3	6,3	4,0
	10	5,0	5,0	5,0	4,0
PE-X	4	6,3	6,3	6,3	6,3
	6	5,0	5,0	6,3	5,0
	8	4,0	4,0	5,0	4,0
	10	3,2	3,2	4,0	3,2
PP-H	4	5,0	5,0	5,0	3,2
	6	3,2	3,2	5,0	2,5
	8	3,2	2,5	3,2	2,0
	10	2,5	2,0	3,2	
PP-B	4	3,2	2,5	3,2	2,5
	6	2,5	2,0	3,2	2,0
	8	2,0		2,0	
	10			2,0	
PP-R	4	5,0	5,0	5,0	3,2
	6	5,0	3,2	5,0	3,2
	8	3,2	2,5	3,2	2,0
	10	2,5	2,0	3,2	

Tabla 18: Series comerciales para los distintos tipos de tuberías termoplásticas según la clase y la presión de trabajo

7.2 AISLAMIENTO TÉRMICO

Un aspecto muy importante de estas instalaciones es el aislamiento térmico, de manera que se reduzcan las pérdidas de calor; deben aislarse todas las tuberías de calefacción con agua a temperatura superior a 40°C que discurran por locales no calefactados y todas las de ACS.

En la Tabla 19 se muestran los espesores mínimos de aislamiento térmico en función del diámetro exterior de la tubería y de la temperatura del agua que transporten.

Diámetro exterior tubería			Temperatura máxima del fluido					
			40 a 60°C		ACS		≥ 60 a 100°C	
			Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
	D ≤	35	25	35	30	40	25	35
35	< D ≤	60	30	40	35	45	30	40
60	< D ≤	90	30	40	35	45	30	40
90	< D ≤	140	30	40	35	45	40	50
140	< D		35	45	40	50	40	50
$\lambda_{\text{ref}} = 0,040 \text{ (W/m}\cdot\text{K) a } 10^\circ\text{C}$								

Tabla 19: Espesores mínimos del aislamiento de las tuberías

Aunque no resulta estrictamente obligatorio aislar las tuberías de calefacción cuando discurran por locales calefactados, es conveniente aislarlas, siendo imprescindible cuando las tuberías sean accesibles y puedan alcanzar temperaturas superiores a 60°C (IT 1.3.4.4.1).

Las instalaciones de calefacción se diseñan para proporcionar las temperaturas interiores de confort con las condiciones exteriores más severas, por este motivo durante la mayor parte del tiempo de la campaña de calefacción la potencia instalada es superior a la demandada por la vivienda, lo que obliga a dotarlas de regulaciones que adecuen la producción de calor a las necesidades instantáneas de los locales.

8.1 REQUISITOS MÍNIMOS DE REGULACIÓN

En la IT 1.2.4.3.2 se fijan los parámetros de control de las condiciones termohigrométricas de los locales; para las instalaciones de calefacción se define la categoría THM-C 1, por la que se requiere un control de la temperatura ambiente por zona térmica (usuario) o una variación de la temperatura del agua en función de las condiciones exteriores.

Además, en los sistemas de calefacción por agua en viviendas se instalará una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los locales principales de las mismas (sala de estar, comedor, dormitorios, etc.).

8.2 TERMOSTATOS DE AMBIENTE

Teniendo en cuenta que el objeto de la calefacción es mantener las temperaturas interiores en la consigna solicitada por el usuario, la forma más sencilla y extendida de regulación son los TERMOSTATOS DE AMBIENTE, los cuales en su versión más simple, constan de un elemento sensible que para o arranca la caldera cuando se hayan alcanzado, o no, las temperaturas de consigna; con esta solución es el propio usuario quien debe poner en marcha la instalación en el horario en

que desee servicio. Esta última operación puede realizarse por un programador horario incorporado en la propia caldera.

Una opción más avanzada son los cronotermostatos de ambiente que incluyen en el mismo equipo el termostato y el programador horario; con ellos se pueden programar al mismo tiempo los horarios y temperaturas de funcionamiento.

En cuanto a los horarios, los programadores pueden ser diarios, la programación es la misma para todos los días; semanales en los que se pueden determinar diferentes horarios para días laborables y fines de semana; e incluso los hay anuales, en los que además se pueden programar los días festivos y los periodos de vacaciones.

Hay versiones que permiten programar varios cortes cada día, e incluso diferenciar los mismos para cada día de la semana.

Respecto a las temperaturas, los más sencillos solo permiten programar una temperatura; aunque existen equipos que pueden fijar diferentes temperaturas en cada corte horario: confort, reducida, antiheladas, etc.

Limitaciones del funcionamiento de los termostatos de ambiente

Con independencia de lo sofisticados o sencillos que sean, los termostatos de ambiente se ubican en un local determinado (habitualmente en el salón) por lo que puede suceder que desconecten la caldera al haberse alcanzado en ese local la temperatura de consigna, mientras que en otros aún no se hayan conseguido las temperaturas deseadas; por el contrario, también pudiera suceder que no habiéndose logrado en el lugar de ubicación del termostato la temperatura indicada, haya

otros locales en los que las temperaturas sean excesivas, sin que la caldera detenga su funcionamiento.

Este efecto puede paliarse regulando los detentores de los radiadores, de manera que se obtenga un correcto equilibrado hidráulico de toda la instalación; si bien las diferencias de temperatura entre los locales se pueden seguir produciendo debido a que en los mismos haya mayores o menores aportaciones gratuitas (personas, iluminación, electrodomésticos, etc.) y también por efecto de la radiación solar a través de las ventanas.

Ubicación del termostato de ambiente

El termostato de ambiente se suele colocar en el local de mayor carga térmica, habitualmente el salón; ahora bien, esta ubicación a veces crea problemas de funcionamiento, por lo que es conveniente analizar más detenidamente el punto idóneo.

Cuando se realiza el cálculo de calefacción no se tiene en cuenta la radiación solar, ya que las condiciones más desfavorables se dan en días nublados; sin embargo, en el funcionamiento habitual se tienen días con temperaturas bajas y despejados, lo que implica que en los locales con orientación sur se producen elevaciones de temperatura por la radiación recibida a través de las ventanas.

Si el termostato de ambiente se coloca en locales con orientación sur, los días despejados la temperatura en los mismos será más alta y el termostato ordenará la parada de la caldera, al margen de que en los locales con orientación norte no se hayan alcanzado las temperaturas de consigna.

Un efecto similar se produce en locales con gran carga interna (iluminación, personas, equipos, etc.), en los cuales, si se sitúan los termostatos de ambiente, las temperaturas se pueden elevar por las aportaciones interiores, parando la caldera antes de lograr las temperaturas de consigna en el resto de los locales.

Atendiendo a lo anterior, la ubicación más adecuada para los termostatos de ambiente es en locales de poca ocupación y con orientación norte, al margen de que sean, o no, los de mayor carga térmica.

8.3 VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS

Son válvulas de radiador que incorporan un elemento sensible a la temperatura, de manera que cuando la misma se aproxima a la consigna, la válvula va cerrando

el paso de agua al radiador reduciendo la emisión calorífica del mismo, llegando a cerrar completamente cuando se alcanza la consigna; de este modo se puede controlar la temperatura del local.

En el local donde se encuentre el termostato de ambiente no deben colocarse válvulas termostáticas, ya que si la temperatura de consigna de la válvula es inferior a la consigna del termostato en el local nunca se alcanzará la temperatura fijada en este último porque la válvula termostática habrá cerrado el paso de agua con una temperatura inferior, la consecuencia de ello es que la caldera no recibirá la señal de parada y se elevará la temperatura del resto de los locales; en caso contrario, consigna del termostato inferior a la de la válvula, será la válvula la que no llegue a actuar por haberse detenido la caldera al alcanzarse la consigna del termostato.

Es conveniente no colocar válvulas termostáticas en todos los radiadores, de manera que la bomba de la caldera disponga de algunos radiadores por los que poder circular el agua, al margen de cuantas válvulas termostáticas hayan cerrado. Las calderas individuales suelen incorporar válvulas de presión diferencial que eliminan este problema; con el empleo de válvulas termostáticas cada vez es más aconsejable utilizar bombas con variador de velocidad.

8.4 INSTALACIONES CON MÁS DE DOS CIRCUITOS DE CALEFACCIÓN

¿Qué sucede cuando una instalación dispone de varios circuitos de calefacción independientes? Tomemos como ejemplo una vivienda unifamiliar en la cual la planta baja se destina a locales de uso diurno (salón, cocina, sala, etc.) y la planta alta a uso nocturno (dormitorios). Si el usuario quiere tener horarios de funcionamiento y temperaturas diferenciadas, esto no puede lograrse únicamente con termostatos de ambiente, por muy sofisticados que estos sean.

Supongamos que se colocan dos cronotermostatos de ambiente, uno en cada planta; si no se adopta ninguna otra medida, la caldera únicamente puede actuar con las señales de uno de los termostatos y como máximo se podrían programar para que la caldera arrancase, o parase, cuando alguno de los termostatos demande calefacción o cuando los dos hayan alcanzado la consigna, o se encuentren fuera de horario. En las restantes situaciones puede suceder que el termostato de una planta ordene el paro de la caldera cuando la otra está muy lejos de las condiciones de confort, o bien que se siga demandando calor cuando en la otra zona la temperatura es excesiva.

Para poder obtener condiciones diferenciadas es preciso:

- 1 Que la instalación disponga de circuitos hidráulicos distintos (tantos como zonas se quieran separar).
- 2 Que cada circuito hidráulico cuente con un elemento que le permita conectarse o aislarse de la instalación común; esto puede lograrse bien con bombas de circulación independiente, bien con válvulas motorizadas de zona.
- 3 Que en cada zona se coloque un termostato de ambiente (programable o no, según necesidades).

8.5 REGULACIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES EXTERIORES

La regulación de la calefacción en función de las condiciones exteriores se basa en la forma de emisión de calor de los radiadores analizada en el apartado 6.2:

$$\Phi = K_M \cdot \Delta T^n$$

Una vez instalados los radiadores ΔT depende de las temperaturas de entrada y salida del agua del radiador y de la temperatura ambiente; es decir, que el mismo radiador emite menos potencia si el agua que le llega desde la caldera lo hace a menor temperatura.

Aprovechando este efecto se han desarrollado los sistemas de regulación en función de las temperaturas exteriores; los mismos se basan en regular de manera continua la temperatura de impulsión, adaptándola a la temperatura exterior. Para ello se requiere:

- Una sonda de temperatura exterior.
- Una sonda de temperatura de impulsión de calefacción.
- Un regulador en el que se programa la curva de calefacción del edificio y que actúa sobre los elementos de regulación.

Existen dos posibilidades para la regulación de esta temperatura:

- Con una válvula motorizada de tres vías, que mezcla agua de caldera, a alta temperatura, con agua de retorno de la instalación, a temperaturas más bajas.

- Actuando directamente sobre los quemadores de caldera, de modo que el agua se produzca directamente a la temperatura necesaria en cada momento; esta forma requiere calderas que puedan trabajar con temperaturas de retorno bajas (baja temperatura o condensación).

En la Figura 52 se muestra una curva de calefacción para funcionamiento de la instalación con impulsión a 80°C y retorno a 60°C, para temperatura exterior de diseño de -4°C; en esas condiciones cuando la temperatura exterior sea de 5°C, el sistema de regulación debe enviar el agua a los radiadores a 63°C teniéndose una temperatura de retorno de 50°C.

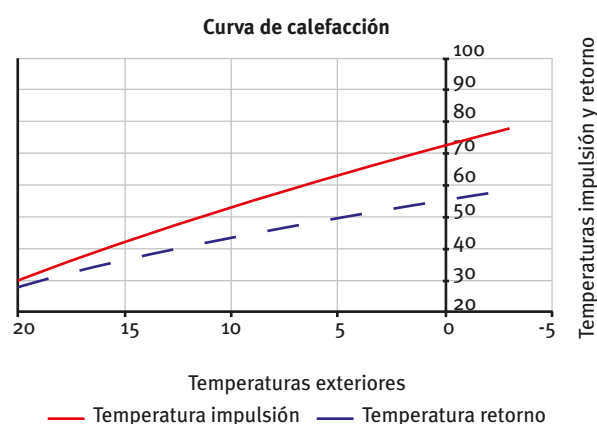


Figura 52: Temperaturas de impulsión y retorno a los radiadores en un sistema con regulación en función de las condiciones exteriores

Esta regulación consigue un mejor reparto de la calefacción entre los diversos radiadores de la vivienda y además permite aprovechar en mayor medida las ventajas de la condensación, ya que la instalación trabaja con temperaturas de retorno inferiores.

Cada edificio tiene sus propias características por lo que para una correcta regulación se deben introducir modificaciones en la curva inicialmente programada, de manera que cumpla correctamente su misión; habitualmente debe comprobarse como se comporta la instalación con temperaturas exteriores bajas y con temperaturas exteriores medias y modificar la curva en las zonas correspondientes, elevando o reduciendo la temperatura de consigna.

Debido a que con temperaturas del agua más bajas los radiadores entregan menos potencia, el consumo total no depende directamente del número de horas de funcionamiento, por ello cuando se utilizan este tipo de regulaciones no se deben variar los horarios de funcionamiento, debiéndose programar horarios de calefacción amplios; los propios sistemas incluyen funciones que paran la calefacción cuando las temperaturas exteriores son más altas.

9.1 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

Las instalaciones de potencia igual o inferior a 70 kW requieren una memoria técnica que puede ser suscrita por un instalador habilitado; como salvedad, no requieren ninguna documentación las instalaciones hasta 5 kW o las de producción exclusiva de ACS hasta 70 kW.

El contenido de la memoria técnica se indica en el artículo 17 del RITE. La Comunidad Autónoma fijará el modelo de los impresos de dicha memoria técnica, cuyo contenido será el especificado en dicho artículo.

En nueva edificación la potencia a considerar será la suma de potencias de todos los generadores del edificio, por ello aunque se trate de instalaciones para diferentes usuarios con potencias inferiores a 70 kW, si la suma de potencias supera ese valor se requiere un proyecto visado por un técnico titulado competente.

Las instalaciones deben ser realizadas por instaladores habilitados que actúen en el seno de una empresa instaladora habilitada.

Una vez finalizada la obra se suscribirán los correspondientes certificados; en el caso que se haya requerido proyecto se precisa dirección de obra visada por el técnico titulado competente, bajo cuya dirección se habrá efectuado la misma.

Para las pruebas de funcionamiento bajo la responsabilidad del instalador habilitado, o del técnico competente cuando este último sea preciso, se solicitará suministro de combustible para pruebas a la compañía suministradora.

Finalizadas las pruebas se registrará la documentación ante el órgano competente de la comunidad autónoma, esta documentación será:

- Memoria técnica o proyecto.
- Certificados de la instalación.
- Certificado de la instalación inicial cuando así lo determine la CCAA.

Fase	Documentación	ACS	Calor	Frío	Energía solar (1)
Diseño	Sin documentación	PN < 70 kW	PN < 5 kW		Compactos
	Memoria técnica	No	5 kW ≤ PN ≤ 70 kW		Sup ≤ 100 m²
	Proyecto	70 kW < PN			100 m² < Sup
Final de obra	Certificados	No	5 kW ≤ PN ≤ 70 kW		Sup ≤ 100 m²
	Dirección de obra	70 kW < PN			100 m² < Sup
Mantenimiento	Revisión anual	No (3)	5 kW ≤ PN ≤ 70 kW		Sup ≤ 20 m² (2)
	Contrato	70 kW < PN			20 m² < Sup (2)
	Dirección técnica	5.000 kW ≤ PN		1.000 kW ≤ PN	Sup < 571 m²

(1): En energía solar se toma como referencia la energía de apoyo; solo cuando la instalación sea exclusivamente solar se consideran las superficies.

(2): Según HE4 del CTE.

(3): Revisión cada 4 años de instalaciones según servicio y potencia.

Tabla 20: Tramitación de instalaciones según servicio y potencia

9.2 PRUEBAS DE LAS TUBERÍAS

Durante la ejecución de las instalaciones deben efectuarse pruebas de todos sus componentes; en el caso concreto de las tuberías se efectuarán las pruebas de presión antes de que las mismas vayan a quedar ocultas.

Las pruebas de presión de las tuberías dependen del tipo de material que se trate.

Las definiciones de las diferentes presiones de una instalación se dan en la norma UNE 100.000 y son las siguientes:

- Presión de prueba: presión a la que se debe someter un aparato o una instalación, para comprobar su estanqueidad.
- Presión de servicio (o trabajo): presión a la que trabaja un aparato o una instalación, en condiciones normales de funcionamiento; la presión máxima de servicio es la presión de timbre corregida según las condiciones de trabajo.
- Presión de timbre: presión máxima a la que un aparato ha sido sometido por el fabricante en unas condiciones predeterminadas de ensayo. En la norma UNE 100.151 se define la presión de timbre como la presión de trabajo máxima.

Procedimiento de prueba:

La prueba de estanqueidad consta de tres fases:

- Prueba preliminar de estanqueidad:

Tiene como misión detectar fallos importantes en la continuidad de la red, evitando de este modo los daños que pueden provocarse en las pruebas de resistencia mecánica.

Se efectúa en baja presión y puede ser:

- Hidráulica: cuando se utiliza el propio fluido, o, generalmente, agua.
- Neumática: realizada con aire o gas inerte.

- Prueba de resistencia mecánica:

Se realiza a continuación de la preliminar, aplicando la presión de prueba; asimismo puede ser hidráulica o neumática dependiendo del fluido utilizado.

- Prueba final de estanqueidad:

Es una prueba neumática a presión reducida que se realiza únicamente después de haber efectuado la prueba de resistencia mecánica, para permitir el control visual y auditivo de la red, con el riesgo mínimo para el personal.

No debe olvidarse que las pruebas de presión neumáticas son muy peligrosas, por ello, las mismas siempre irán precedidas de una prueba preliminar a baja presión y seguidas de una prueba final a presión reducida, no debiendo estar presente personal ajeno a las pruebas.

Las pruebas de las tuberías metálicas se realizan conforme a la norma UNE 100.151, aunque la misma ha sido sustituida por la UNE EN 14.336, en esta última no se definen con exactitud las condiciones de prueba por lo que como referencia se toman las de la 100.151.

En la Tabla 21 se muestran las condiciones de prueba especificadas en la versión de 1988 de la norma UNE 100151, por ser la mas exhaustiva; aunque en la actualidad esta norma está derogada, la aplicación de los datos de la misma son adecuados.

Presiones de pruebas relativas (bar) (UNE 100.151)						
Tipo de circuito	Prueba preliminar		Prueba de resistencia		Prueba final	
	Fluido	Presión	Fluido	Presión	Fluido	Presión
Aire comprimido	Aire	0,5	Aire	1,5 xPT	Aire	1,1
Gases terapéuticos	Aire	0,5	Aire	1,5 xPT	Aire	1,1
Vacío	Aire	0,5	Aire	-0,3	–	–
Aceite térmico	Aire	0,5	(1)	2,0 xPT	–	–
Combustibles	En presión	Aire	(1)	1,5 xPT	–	–
Líquidos	En depresión	Aire	(1)	1,0 xPT	–	–
Agua sanitaria	Agua	(3)	Agua	2,0 xPT (4)	–	–
Agua en circuito cerrado (6)	Agua	(3)	Agua	1,5 xPT (5)	–	–
Agua sobrecalentada	Agua	(3)	Agua	2,0 xPT	–	–
Vapor	Agua	(3)	Agua	2,0 xPT	–	–
Refrigerante	Nitrógeno	0,5	Nitrógeno	(2)	–	–
Incendios	Redes húmedas	Agua	(3)	Agua	15,0 bar	–
	Redes secas	Agua	(3)	Agua	20,0 bar	–

(1): Como medio de presurización se utilizará el mismo fluido, a ser posible; en caso de utilizarse agua deberá procederse a un secado de la red por medio de aire caliente.

(2): Según el tipo de refrigerante y según que la tubería pertenezca al sector de alta o baja presión, se aplicarán las presiones de prueba indicadas en las disposiciones oficiales de cumplimiento obligatorio (véase (1)).

(3): Presión de llenado (variable con la altura de la red).

(4): Con un mínimo de 6 bar.

(5): Con un mínimo de 10 bar.

(6): Agua caliente hasta 100°C; refrigerada, salmueras.

Tabla 21: Condiciones de prueba de las tuberías en diferentes instalaciones

En las instalaciones de calefacción y ACS individuales las pruebas se efectuarán con agua a una presión de 6 bar; evidentemente estas pruebas se efectuarán antes de colocar las calderas que habitualmente disponen de válvulas de seguridad a 3 bar.

A continuación se incluye un certificado de las pruebas de tuberías que deberá ser suscrito posteriormente a las pruebas de las mismas.

Informe típico de ensayo de presión

Proyecto:

Dirección:

Nombre del cliente:

Dirección:

Sistema ensayado:

Sección del sistema ensayado:

Instalación ensayada:

Tipo de ensayo (hidráulico o neumático):

Equipo utilizado:

Presión de ensayo (bar):

Periodo de tiempo (horas):

Presión de trabajo (bar):

Temperatura (°C):

Resultados:

Observaciones:

Normas de calidad:

Firmado:

Informe realizado por:

Cargo:

En presencia de:

Para:

Fecha:

Las tuberías termoplásticas se probarán conforme a lo indicado en la norma UNE ENV 12108, en la cual se ofrecen dos procedimientos:

Procedimiento A

- Apertura del sistema de agua.
- Purga total de la instalación.
- Aplicación de una presión de $1,5 \times P_d$, por bombeo, durante los primeros 30 minutos (ver figura), durante este tiempo deberá realizarse la inspección de la instalación.
- Estabilización de la presión a un valor superior a $0,5 \times P_d$, supervisión de la instalación durante 90 min.
- Registro de los resultados.

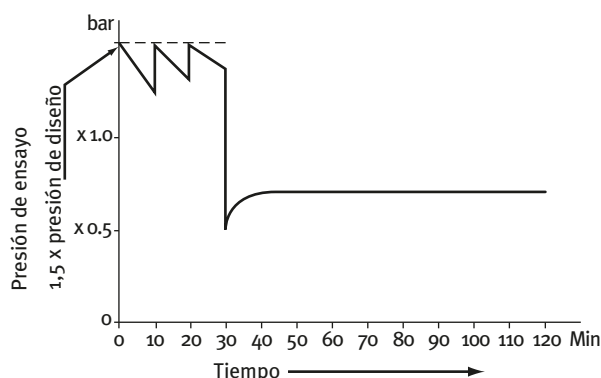


Figura 53: Procedimiento A según UNE ENV 12108 para ensayo de tuberías termoplásticas

Procedimiento B

- Apertura del sistema de agua.
- Purga total de la instalación.
- Aplicación de una presión de $1,5 \times P_d$, por bombeo, durante los primeros 30 minutos (ver figura).
- Lectura de la presión final a los 30 minutos.

- Lectura de la presión final después de otros 30 minutos y control visual; si la presión cae menos de 0,6 bar, no existe fuga.
- Si durante las siguientes 2 horas la caída de presión es inferior a 0,2 bar no hay fuga; durante este tiempo se continuará con la inspección visual.
- Registro de los resultados.

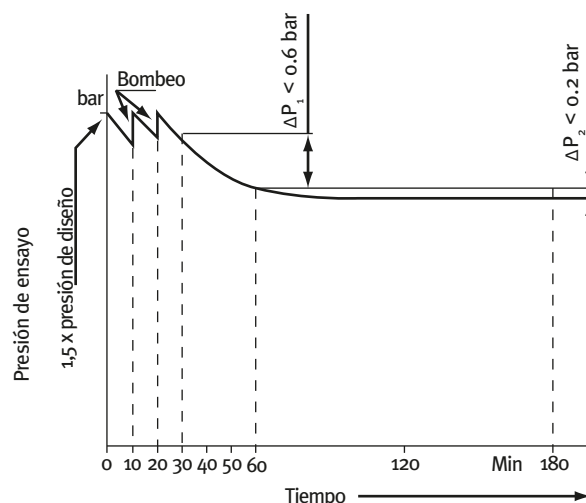


Figura 54: Procedimiento B según UNE ENV 12108 para ensayo de tuberías termoplásticas

9.3 PRUEBAS FINALES

Al finalizar la instalación se efectuarán las pruebas de libre dilatación y la comprobación del correcto equilibrio y funcionamiento del conjunto.

Especial atención se prestará a los rendimientos de los generadores de calor y al correcto funcionamiento de los sistemas de evacuación de humos.

En el caso de chimeneas colectivas se pondrán en marcha todos los generadores que desembocan en un mismo conducto, normalmente si las calderas son mixtas en el servicio de ACS, comprobándose que no existen problemas de evacuación de humos.

Posteriormente se efectuarán las pruebas de rendimiento de las calderas, registrándose los resultados.

Además de las operaciones de mantenimiento que sean obligatorias por otras reglamentaciones, por ejemplo las de las instalaciones de combustible, deben llevarse a cabo las medidas de mantenimiento preventivo indicadas en la IT 3 del RITE; en este apartado se definen las correspondientes a las instalaciones de calor de potencia hasta 70 kW.

10.1 MANTENIMIENTO

Los responsables de la correcta conservación y mantenimiento de sus instalaciones son los propios usuarios, por

lo que deberán contratar con mantenedores habilitados la realización de las operaciones mínimas necesarias.

Aunque la nueva instalación haya requerido proyecto por ser la suma total superior a 70 kW, será cada usuario el responsable del mantenimiento de sus propias instalaciones, por lo que los requisitos aplicables son los correspondientes a esta potencia y no al conjunto del edificio.

Estas instalaciones no precisan contrato de mantenimiento, pero sí deben realizarse las operaciones siguientes, por una empresa habilitada:

TABLA 3.1: OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SU PERIODICIDAD

Operación	≤ 70 kW
Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas	t
Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea	t
Limpieza del quemador de la caldera	t
Revisión del vaso de expansión	t
Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	t
Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	t
Revisión general de calderas de gas	t
Revisión general de calderas de gasóleo	t
Comprobación de niveles de agua en circuitos	t
Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	t
Revisión del estado del aislamiento térmico	t
Revisión del sistema de control automático	t
Revisión de aparatos exclusivos para la producción de ACS de potencia térmica nominal ≤ 24,4 kW	4a
Instalaciones de energía solar térmica	*
t: una vez por temporada (año)	
4a: Cada 4 años	

*: Conforme a lo indicado en HE4 del CTE

Tabla 22: Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad

Es decir, debe contratarse al menos una revisión anual de la instalación de calefacción.

10.2 PROGRAMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor, midiendo y registrando los valores que se indican a continuación:

TABLA 3.2: EVALUACIÓN PERIÓDICA DEL RENDIMIENTO DE LOS GENERADORES DE CALOR

Operación	Potencia de 20 a 70 kW
Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor	2a
Temperatura ambiente del local o sala de máquinas	2a
Temperatura de los gases de combustión	2a
Contenido de CO y CO ₂ en los productos de combustión	2a
Índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos	2a
Índice de contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos	2a
Tiro en la caja de humos de la caldera	2a
2a: cada 2 años	

Tabla 23: Evaluación periódica del rendimiento de los generadores de calor

La evaluación del rendimiento de los generadores de calor debe efectuarse, como mínimo, cada dos años; si bien teniendo en cuenta que la periodicidad de las operaciones de mantenimiento debe ser anual, coincidiendo con el mantenimiento se deberían efectuar las comprobaciones del rendimiento.

10.3 INSPECCIONES

La diferencia entre revisión de mantenimiento e inspección es que la primera la realiza una empresa mantenedora habilitada y tiene como objeto el correcto mantenimiento de las instalaciones, mientras que la inspección corresponde a la administración y tiene como fin comprobar que se están llevado a cabo los mantenimientos obligatorios con los resultados adecuados.

Las inspecciones las puede realizar la administración con personal propio o bien, como suele ser habitual, delegando esta función en organismos autorizados.

Para instalaciones de potencia desde 20 hasta 70 kW se debe realizar una inspección cada 5 años de los generadores de calor y, a los 15 años, de la instalación térmica completa.

Como consecuencia de las inspecciones, además de las comprobaciones correspondientes al estado de conservación y funcionamiento de las instalaciones, se debe emitir un informe asesorando al usuario de las medidas de eficiencia energética que son conveniente aplicar en su instalación.

La responsabilidad de que las inspecciones se realicen es de los usuarios.



Anexo I: Normativa

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Real Decreto 1.027/2007 de 20 de julio.
BOE 29 de agosto de 2007.

Corrección de errores.

BOE 28 de febrero de 2008.

Modificación Real Decreto 1.826/2009 de 27 de noviembre.

BOE de 11 de diciembre de 2009

Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CE, relativa a los requisitos de rendimientos para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas por combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93/68/CE del Consejo.

Real Decreto 275/1995 de 24 de febrero.
BOE de 27 de marzo de 1995.

Disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos a gas.

Real Decreto 1.428/1992 de 27 de noviembre.
BOE de 5 de diciembre de 1992.

Modificaciones

Real Decreto 276/1995 de 24 de febrero.
BOE de 27 de marzo de 1995.

Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

Real Decreto 919/2006 de 28 de julio.
BOE de 4 de septiembre de 2006.

MI-IP-03: Instalaciones petrolíferas para uso propio.

Real Decreto 1.523/1999 de 1 de octubre.
BOE de 22 de octubre de 1999.

Corrección de errores.

BOE de 3 de marzo de 2000.

Instalaciones de Salubridad: Suministro de agua.

HS4: Documento de Aplicación del Código Técnico de la Edificación.

Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.
BOE de 28 de marzo de 2006.

Criterios Higiénico-Sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Real Decreto 865/2003 de 4 de julio.
BOE de 18 de julio de 2003.

Establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía.

Real decreto 1.369/2007 de 19 de octubre.
BOE de 23 de octubre de 2007.

UNE EN 442: Radiadores y convectores.

- Parte 1: Especificaciones y requisitos técnicos. 1996.
- Parte 2: Métodos de ensayo y de evaluación.
- Parte 3: Evaluación de conformidad. 1997.

UNE EN 1443/03: Chimeneas. Requisitos generales.

UNE EN 1856: Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas.

- Parte 1: Chimeneas modulares. 2004.

UNE 123001/09: Cálculo, diseño e instalación de chimeneas.

UNE 100151/88: Climatización. Pruebas de estanqueidad de redes de tuberías.

UNE EN 14336/05: Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.

UNE ENV 12108/02: Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.

UNE CEN/TR 1749/06: Esquema europeo para la clasificación de los aparatos que utilizan combustibles gaseosos según la forma de evacuación de los productos de la combustión (tipos).

UNE EN 297 A5/99: Calderas de calefacción central que utilizan combustibles gaseosos. Calderas de los tipos B₁₁ y B_{11BS} equipadas con quemadores atmosféricos cuyo consumo calorífico nominal es igual o inferior a 70 kW.

UNE EN 483/00: Calderas de calefacción central que utilizan combustibles gaseosos. Calderas de tipo C cuyo consumo calorífico nominal es inferior o igual a 70 kW.

UNE 60670/05: Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar.

- Parte 6: Requisitos de configuración, ventilación y evacuación de los PdC en locales destinados a contener aparatos a gas.



Anexo II: Bibliografía

- IDAE. ATECYR. *Guía Técnica Comentarios RITE*. 2007.
- IDAE. ATECYR. *Comentarios al RITE*. Ministerio de Fomento. Ministerio de Industria y Energía. 1998.
- *Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y ACS*. Texto legal y explicaciones técnicas. Centro de estudios de la energía y Dirección General de la energía. Ministerio de Industria y Energía. Dirección General de Arquitectura y Vivienda. Ministerio de Obra Públicas y Urbanismo. 1982.
- IDAE. ATECYR. *Guía Técnica: Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos*. 2007.
- IDAE. ATECYR. *Guía Técnica: Mantenimiento de instalaciones térmicas*. 2007.
- *Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones*. Subdirección general de sanidad ambiental y salud laboral. 2007
- Alamán, A., Esteban, J.L. y Chillón J. M^a. *Criterio de cálculo y diseño de tuberías en la edificación*. DTIE 4.01 (Edición revisada). ATECYR. 2007.
- García San José, R. *Ventilación y evacuación de humos en viviendas con calderas individuales a gas*. NATUR-GAS. 2006.
- García Lastra, A. *Principios básicos de las calderas de condensación*. DTIE 10.05. Dirigida por Salvador Solsona Cortadillas. ATECYR. 2008.

Guía nº 1:

Guía técnica.
Mantenimiento de instalaciones térmicas

Guía nº 2:

Guía técnica.
Procedimientos para la determinación
del rendimiento energético de plantas
enfriadoras de agua y equipos autónomos
de tratamiento de aire

Guía nº 3:

Guía técnica.
Diseño y cálculo del aislamiento térmico
de conducciones, aparatos y equipos.
Incluye CD-ROM con programa AISLAM

Guía nº 4:

Guía técnica.
Torres de refrigeración

Guía nº 5:

Guía técnica.
Procedimiento de inspección periódica
de eficiencia energética para calderas

Guía nº 6:

Guía técnica.
Contabilización de consumos

Guía nº 7:

Comentarios al Reglamento
de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
RITE - 2007

Guía nº 8:

Guía técnica.
Agua caliente sanitaria central

Guía nº 9:

Guía técnica.
Enfriamiento gratuito y recuperación
de energía del aire

Guía nº 10:

Guía técnica.
Selección de equipos de transporte
de fluidos: bombas y ventiladores

Guía nº 11:

Guía técnica.
Diseño de centrales de calor eficientes

Guía nº 12:

Guía técnica.
Condiciones climáticas exteriores de proyecto

Guía nº 13:

Guía técnica de procedimientos
y aspectos de la simulación
de instalaciones térmicas en edificios

Guía nº 14

Guía técnica.
Diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica



c/ Madera, 8 - 28004 Madrid
Tel.: 91 456 49 00. Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es

Corrección de errores de la Guía técnica 16 “Instalaciones de calefacción individual” perteneciente a la colección “Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización”



Página 21, primer párrafo:

Sustituir el párrafo:

“El sistema de evacuación será el definido, que se efectúa por cubierta, y el terminal serán los definidos por el fabricante del aparato.”

Por

“El sistema de evacuación que se efectúa por cubierta y los terminales serán los definidos por el fabricante del aparato.”

Página 39, punto 5.2

Sustituir el párrafo:

“A partir del 1 de enero de 2010 quedan prohibidas las calderas atmosféricas (B) de gas hasta 70 kW.”

Por

“A partir del 1 de enero de 2010 quedan prohibidas las calderas atmosféricas (B₁₁) de gas hasta 70 kW.”

Página 45, tabla 13

Sustituir la tabla:

Tipos de chimenea		Presión en chimenea				
		Negativa			Positiva	
Evacuación por fachada	CNH ₀₁				B ₄₄	
					B ₅₂	B ₅₃
	CNH ₀₂	C ₁₁			C ₁₂	C ₁₃
	CNH ₀₃	C ₁₁			C ₁₂	C ₁₃
Conductos hasta cubierta del propio fabricante de la caldera	CNH ₁₁	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	
		B ₂₁			B ₂₂	B ₂₃
		B ₄₁	B ₄₂	B ₄₃	B ₄₄	
		B ₅₁			B ₅₂	B ₅₃
		C ₅₁			C ₅₂	C ₅₃
	CNH ₁₂	C ₃₁			C ₃₂	C ₃₃
		C ₃₁			C ₃₂	C ₃₃
	CNH ₁₃	C ₇₁	C ₇₂	C ₇₃		
Chimeneas con conductos instalados en obra	CNH _{c1}		B ₃₂	B ₃₃		
		C ₈₁	C ₈₂	C ₈₃		
	CNH _{c2} (1)	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	
		B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃		
	CNH _{c3}	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃		
	CNH _{c4}	C ₄₁			C ₄₂	C ₄₃

C_{xy}: Calderas habituales en el mercado español.

(1): También se pueden conectar los tipos previstos para conducto colectivo PdC único.

Tabla 13: Combinación de los diferentes tipos de calderas con las distintas chimeneas

Por la siguiente tabla:

TIPOS DE CHIMENEA		PRESION EN CHIMENEA				
		NEGATIVA			POSITIVA	
EVACUACION POR FACHADA	CNH ₀₁				B ₄₄	
					B ₅₂	B ₅₃
	CNH ₀₂	C ₁₁			C ₁₂	C ₁₃
	CNH ₀₃	C ₁₁			C ₁₂	C ₁₃
CONDUCTOS HASTA CUBIERTA DEL PROPIO FABRICANTE DE LA CALDERA	CHM ₁₁	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	
		B ₂₁			B ₂₂	B ₂₃
		B ₄₁	B ₄₂	B ₄₃	B ₄₄	
		B ₅₁			B ₅₂	B ₅₃
		C ₅₁			C ₅₂	C ₅₃
	CHM ₁₂	C ₃₁			C ₃₂	C ₃₃
	CHM ₁₃	C ₃₁			C ₃₂	C ₃₃
		C ₇₁	C ₇₂	C ₇₃		
CHIMENEAS CON CONDUCTOS INSTALADOS EN OBRA	CHM _{C1}		B ₃₂	B ₃₃		
		C ₈₁	C ₈₂	C ₈₃		
	CHM _{C2} (1)	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	
		B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃		
	CHM _{C3}	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃		
	CHM _{C4}	C ₄₁			C ₄₂	C ₄₃

C_{xy}: Calderas habituales en el mercado español.

(1): También se pueden conectar los tipos previstos para CONDUCTO COLECTIVO PdC UNICO.

Página 55, tabla 16

Sustituir la tabla:

MATERIAL	DENOMINACION	NORMA
COBRE	Cu	UNE EN 1057
ACERO INOXIDABLE	INOX	UNE 19049
		UNE EN 10312
POLIETILENO RETICULADO	PE-X	UNE EN ISO 15875
POLIBUTILENO	PB	UNE EN ISO 15876
POLIPROPILENO	PP	UNE EN ISO 15874
MULTICAPA POLIMERO/ALUMINIO/POLIETILENO PE RT	P/AL/PE-RT	UNE 53960 EX
MULTICAPA POLIMERO/ALUMINIO/POLIETILENO PEX	P/AL/PE-X	UNE 53961 EX

Por la siguiente tabla:

MATERIAL	DENOMINACION	NORMA
COBRE	Cu	UNE EN 1057
ACERO NO ALEADO	Acero	UNE EN 10255
ACERO INOXIDABLE	INOX	UNE 19049
		UNE EN 10312
POLIETILENO RETICULADO	PE-X	UNE EN ISO 15875
POLIBUTILENO	PB	UNE EN ISO 15876
POLIPROPILENO	PP	UNE EN ISO 15874
MULTICAPA POLIMERO/ALUMINIO/POLIETILENO PE RT	P/AL/PE-RT	UNE 53960 EX
MULTICAPA POLIMERO/ALUMINIO/POLIETILENO PEX	P/AL/PE-X	UNE 53961 EX

Página 55, punto 7.1 párrafo final

Sustituir el párrafo:

“Las tuberías metálicas (cobre y acero inoxidable) admiten condiciones de trabajo muy superiores; sin embargo para seleccionar las tuberías termoplásticas en primer lugar es necesario definir la Clase según la temperatura de trabajo y con la clase seleccionar la serie, que es la que finalmente debe instalarse.”

Por

“Las tuberías metálicas (cobre, acero no aleado y acero inoxidable) admiten condiciones de trabajo muy superiores; sin embargo para seleccionar las tuberías termoplásticas en primer lugar es necesario definir la Clase según la temperatura de trabajo y con la clase seleccionar la serie, que es la que finalmente debe instalarse.”