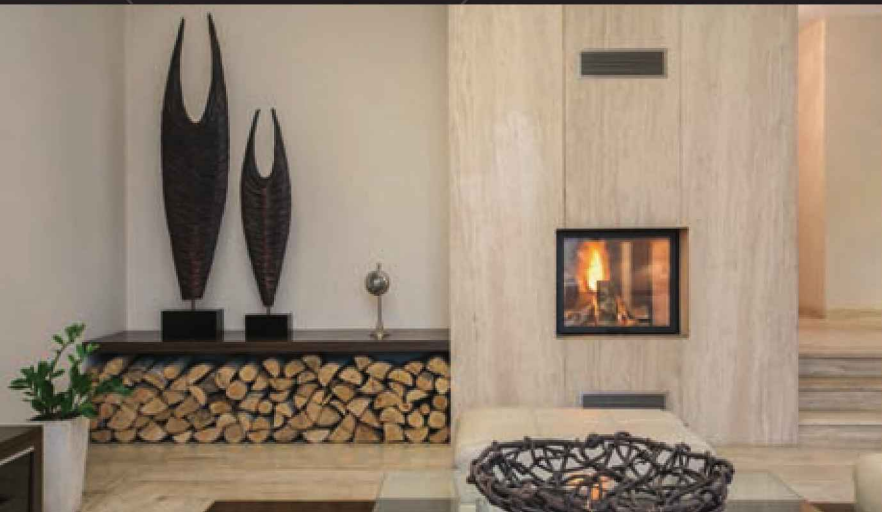


# Componentes principales de una instalación de calefacción



Desde la Antigüedad, el hombre ha buscado distintos métodos que le permitiesen emplear varias formas de energía para calentarse. En un principio, se empleó el fuego como medio para obtener calor. Hoy en día, lo más similar a esas antiguas hogueras son las estufas o los braseros.

En la actualidad, el método para obtener calor es de forma indirecta, es decir, se utiliza un fluido caloportador que transporta el calor hasta los lugares que deseamos acondicionar mediante el intercambio de calor entre este fluido y el aire. De esta forma, el fluido que transporta el calor puede ser un líquido, un vapor o un gas.

Los sistemas más ampliamente utilizados, ya sea en instalaciones individuales o colectivas, son los que emplean el agua caliente para transportar el calor desde su lugar de generación hasta su lugar de emisión.

# 10

## Contenidos

- 10.1. Tipos de instalaciones de calefacción
- 10.2. Caldera
- 10.3. Emisores
- 10.4. Cálculo de la carga térmica de calefacción
- 10.5. Dimensionado de los emisores
- Resumen
- Actividades finales

## Objetivos

- Conocer la importancia de la elección del tipo de instalación de calefacción.
- Aprender a clasificar las calderas.
- Distinguir los diferentes tipos de emisores.
- Conocer el procedimiento de cálculo de las cargas térmicas de calefacción.
- Dimensionar un radiador.

## 10.1. Tipos de instalaciones de calefacción

El objetivo de las instalaciones de calefacción es aumentar la temperatura de un recinto calentando el aire, pero ¿de dónde absorbe ese calor el aire? La respuesta podemos verla en los radiadores de nuestro hogares, lo que ocurre en ellos es un intercambio de calor entre el agua caliente que circula por ellos y el aire que los rodea. Los radiadores serán los emisores de la instalación. Pero ¿cómo conseguimos que el agua caliente llegue a los radiadores? Sencillamente, llega a través de un circuito de tuberías que son la red de distribución. Finalmente, cabe preguntarse ¿de dónde obtenemos la energía para calentar el agua? La obtenemos de algún tipo de combustible que, mediante su quema, genera calor que se transmite al agua, esto ocurre en las calderas, que es el elemento generador de la instalación. Esta energía también puede obtenerse de una forma limpia utilizando la energía solar térmica, en ese caso, el generador es un captador solar. Por tanto, podemos dividir la instalación en tres etapas: la generación, la distribución y la emisión.

Existen diferentes tipos de instalaciones de calefacción dependiendo del uso que vaya a dárseles. Podemos clasificarlas en función:

### 1. Del número de usuarios.

Existen tres tipos de instalaciones:

- **Individual.** Dan suministro a un único usuario. Se trata de una instalación de calefacción y/o ACS individual para cada vivienda o para cada local.

En estos casos, suele emplearse como fluido de la instalación el agua caliente y el generador de calor suele ser una caldera individual de gas.

- **Colectivas.** Dan suministro a varios usuarios. Suelen instalarse en edificios con varias viviendas, de tal forma que tenemos un único punto de generación, que suele estar ubicado en la sala de calderas, y varios emisores en cada vivienda. Como fluido, suele emplearse agua caliente o vapor de agua.
  - **Centralizada.** Dan suministro a varios usuarios ubicados en distintas zonas o en distintos edificios. Consta de una central térmica con varios generadores que calientan un fluido primario y que, mediante un intercambiador, transmiten el calor a otro fluido secundario (normalmente agua caliente) que será el que llegue hasta los emisores.
2. **Del fluido caloportador.** Permite el intercambio de calor entre el fluido y el aire del local a calefactar:
- **Por agua caliente.** Se emplea agua como fluido caloportador. Es el método más empleado en instalaciones de calefacción y ACS. El agua se calienta en una caldera y se distribuye hasta los emisores, normalmente radiadores, disipando su calor al aire, después, ya fría, retorna de nuevo a la caldera.
  - **Por vapor de agua.** Se emplea el vapor de agua como fluido caloportador. Para ello, se calienta el agua en una caldera hasta producirse el cambio de estado; después, ese vapor se distribuye hasta los puntos en los que se encuentran los emisores donde cede el calor en forma de calor latente (alta entalpía = disipa mucho calor) y retorna de nuevo

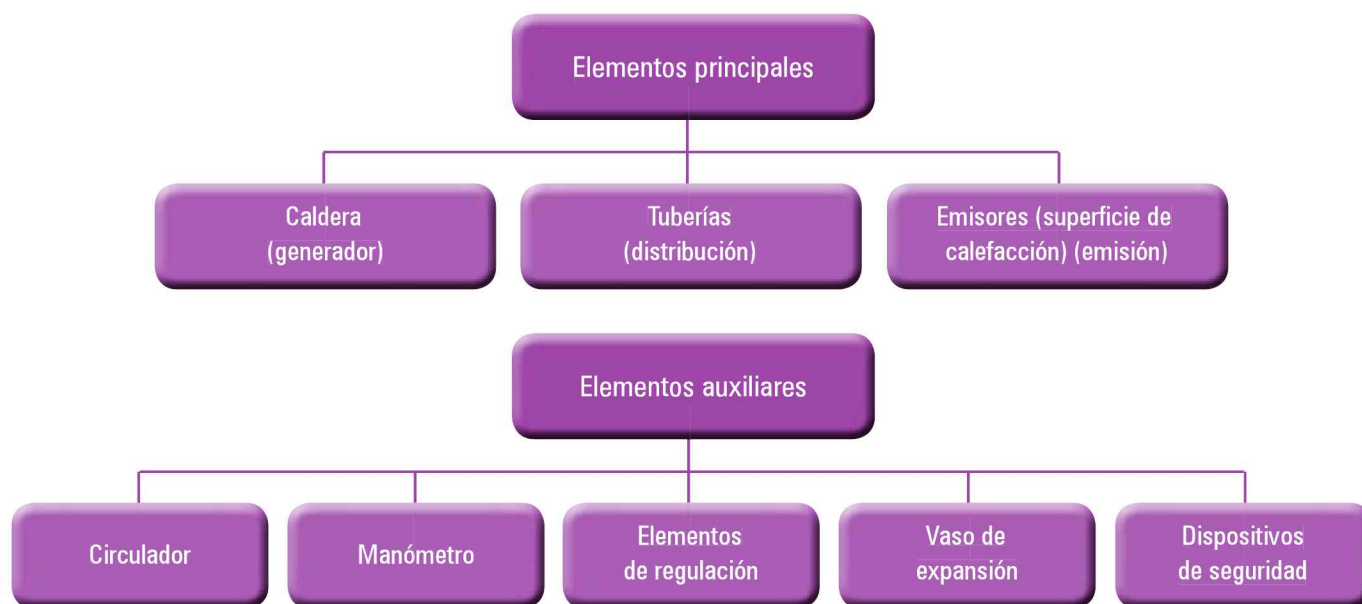


Figura 10.1. Componentes de una instalación de calefacción

a la caldera en estado líquido. Este tipo de instalación suele emplearse en grandes instalaciones o en industrias. En estas últimas, la producción de vapor puede ser una consecuencia residual de su actividad y, además, puede ser empleado para calentar las instalaciones.

- **Por aire caliente.** Se emplea como fluido calorportador el aire, que es impulsado por un ventilador. Suele emplearse en locales amplios, como talleres o naves, de tal forma que consigue calentarse rápidamente el local a un coste bajo. Normalmente, se hace necesaria la utilización de conductos, por lo que, en caso de instalarlo en un edificio de viviendas, su coste sería elevado. Como inconveniente, hay que destacar que el aire caliente se coloca en la parte superior del local y el frío en la inferior, por lo que no hay un buen reparto del calor.

### RECUERDA

Cuando el fluido caloportador es aire caliente y, además de la temperatura, queremos controlar la humedad, entramos en el campo de la climatización y esta se realiza mediante UTA.

A continuación, nos centraremos en el estudio de las instalaciones de calefacción por agua caliente y analizaremos los distintos componentes de la instalación. Podemos clasificar los elementos comunes a la mayoría de las instalaciones diferenciando elementos principales y auxiliares.

## 10.2. Caldera

Es la fuente de calor de la instalación, donde, mediante una resistencia eléctrica o la quema de combustible, se genera energía calorífica que se transmite al fluido caloportador. Esta transferencia de calor se produce por conducción, convección y radiación. Pero **¿cómo podemos elegir el tipo de caldera que debemos utilizar?** La respuesta la tendremos conociendo el tipo de instalación, la ubicación o el coste. Por ejemplo, no podremos instalar una caldera mural de gas en un lugar al que no llegue el suministro de gas. Antes de ver los tipos de calderas o de generadores de calor que existen, vamos a ver las partes fundamentales.

### RECUERDA

Las calderas utilizan combustibles para generar calor. Estos combustibles pueden ser:

- **Sólidos:** leña, *pellet*, carbón, biomasa.
- **Líquidos:** gasóleo.
- **Gaseosos:** gas natural o GLP, por ejemplo, butano y propano.

### 10.2.1. Partes de una caldera

La mayoría de las calderas están formadas por los siguientes componentes:

1. **Quemador.** Es el encargado de llevar a cabo la combustión del combustible líquido, sólido o gaseoso. Existen distintos tipos según el combustible utilizado. También pueden clasificarse según la potencia térmica del quemador:
  - **Quemadores todo-nada.** Tienen una única llama. No permiten regulación de potencia.
  - **Quemadores todo-poco-nada.** Tienen dos llamas. Permiten dos posiciones de regulación de potencia.
  - **Quemadores modulantes.** Permiten regular su potencia desde un valor mínimo hasta el máximo de su potencia nominal.
2. **Hogar o cámara de combustión.** Es el lugar donde se quema el combustible. En él, tenemos transferencia de calor por radiación a través de la llama generada y por convección ya que los humos adquieren elevadas temperaturas que se transmiten a través de las paredes de la cámara de combustión. Dependiendo de la presión que se tenga en el hogar, existen:
  - **Hogar en depresión.** La presión del hogar está por debajo de la presión atmosférica y es la chimenea la que crea la depresión para enviar los humos al exterior.
  - **Hogar presurizado.** La presión del hogar está por encima de la atmosférica y se hace necesaria la utilización de elementos mecánicos que permitan la impulsión de los humos al exterior; para ello, se emplea un ventilador.
3. **Circuito de humos.** Trayecto en el que los humos son sacados de la cámara de combustión hacia la caja de humos. Durante todo el trayecto, se extrae calor al humo y se transmite al fluido caloportador por convección a través de las paredes del circuito. Mientras más tiempo permanezcan los humos en el circuito, mayor intercambio de calor se consigue, por lo tanto, debe tratarse de que la velocidad sea la más baja posible.
4. **Salida o caja de humos.** Lugar donde llegan los humos para, posteriormente, extraerlos a través de la chimenea.
5. **Circuito de agua.** Zona por la que circula el fluido caloportador (agua) para absorber el calor de la cámara de combustión y del circuito de humos a través de las paredes por radiación, conducción y convección.

6. **Salida y retorno de agua.** Son las conexiones de la instalación con la caldera y por ellas se realizan la ida o la salida del agua caliente hacia los emisores y la vuelta o retorno del agua fría a la caldera después de ceder el calor al local a calefactar.

#### ■ SABÍAS QUE...

En el Reglamento de Instalaciones Térmicas, se especifica el tipo de quemador que debe emplearse en función de la potencia de la instalación.

- **Caldera de acero.** Están fabricadas con chapas y tubos de acero. Normalmente, son pirotubulares, es decir, que el humo de la combustión, al salir del hogar, circula por los tubos del circuito de humos para transmitir el calor al fluido caloportador que se encuentra alrededor de los tubos.

#### ■ SABÍAS QUE...

Las calderas de acero son más baratas que las de hierro fundido, aunque resisten peor las condensaciones sulfurosas y pueden provocar corrosión, por tanto, tienen una vida útil menor.

## ■ ■ 10.2.2. Tipos de calderas

Las calderas pueden clasificarse según:

### 1. El material de fabricación.

- **Caldera de hierro fundido.** Están constituidas por elementos de hierro fundido acoplados entre sí mediante manguitos. A mayor número de elementos, mayor será su potencia. Los elementos forman la cámara de combustión y el circuito de humos. Pueden utilizarse con cualquier combustible, resisten bien a la corrosión y tienen una vida útil larga. Como inconvenientes, hay que destacar su peso y su fragilidad ante cambios bruscos de temperatura.

- **Caldera de aluminio.** Están fabricadas con una aleación de silicio y aluminio. Tienen gran resistencia a la corrosión. Suelen utilizarse en **calderas de condensación**. A través de las chimeneas, se expulsan los residuos de la combustión, que suelen tener un alto contenido en vapor de agua. En las calderas de condensación, este vapor de agua, junto con los restantes gases de combustión, se hace pasar por un serpentín que intercambia calor con el fluido caloportador, de tal forma que el vapor de agua cede su calor latente y se condensa y pasa a estado líquido. Estos condensados serán recogidos y eliminados a través de la red de evacuación, lo que permite la mejora del rendimiento y el ahorro de energía en las calderas de condensación.



Figura 10.2. Caldera de hierro fundido

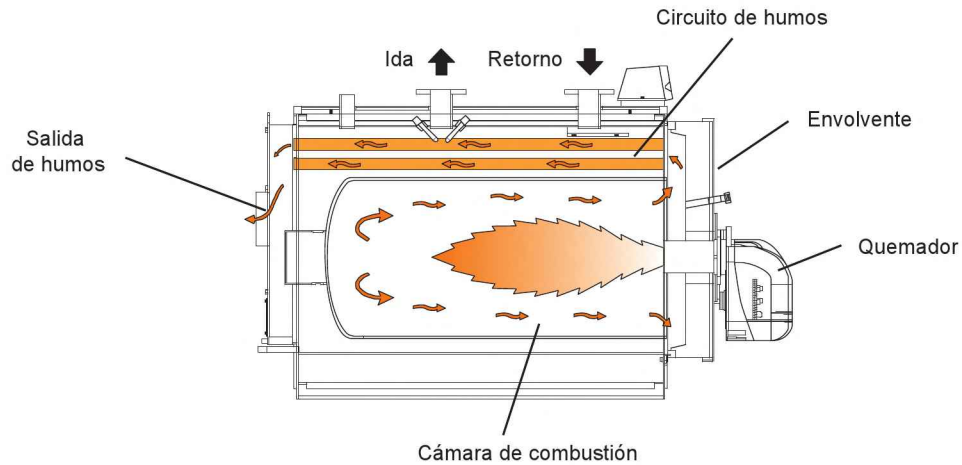


Figura 10.3. Caldera de acero

### 2. El combustible utilizado.

- **Caldera de combustible sólido.** En ellas, se utiliza como combustible leña, carbón o biomasa. En el

caso de la leña y el carbón, el combustible se coloca encima de una parrilla y se puede regular el aire de la combustión mediante compuestas que regulan el tiro. Actualmente, las más empleadas son las calderas de biomasa (de *pellets*) porque cuentan con quemador, sistema de eliminación de residuos y de alimentación de combustible automático.



Figura 10.4. Calderas de pellet

#### SABÍAS QUE...

Las calderas que utilizan como combustible el carbón están prohibidas desde el 1 de enero del 2012 de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) porque los productos de la combustión pueden ser perjudiciales para la salud. Por este motivo, la normativa fomenta la instalación de calderas que reduzcan las emisiones de óxidos de nitrógeno y otros contaminantes para que permita una mejora en la calidad del aire.

- **Caldera de combustible líquido (gasóleo).** Emplean un quemador de gasóleo. Suelen ser **calderas de pie**, es decir, que se colocan directamente sobre el suelo. Las hay solo para calefacción o mixtas (calefacción y ACS).
  - **Caldera de combustible gaseoso.** Utilizan como combustible gas natural o GLP (Gas Licuado del Petróleo). Pueden ser calderas de pie o murales. Las que suelen instalarse fijadas a la pared en las viviendas individuales son **calderas murales** de gas natural. Algunas de las calderas destinadas a quemar combustibles sólidos pueden adaptarse para quemar combustibles líquidos o gaseosos cambiando el quemador.
  - **Caldera eléctrica.** El fluido caloportador se calienta mediante efecto Joule por medio de resistencias. A pesar de que es limpia y está fácilmente disponible, tiene como grandes inconvenientes el bajo rendimiento y el alto coste de la energía consumida.
- 3. El fluido caloportador empleado.**
- **Caldera de agua caliente.** Son las más ampliamente utilizadas porque son las que se emplean en calefacciones domésticas por radiadores.

Cuando se alcanzan altas temperaturas que pueden ser de hasta 220 °C (actuando sobre la presión

para que, a la temperatura de 220 °C, no se llegue a la temperatura de ebullición), se las llama **calderas de agua sobrecalentada** y tienen su aplicación para el calentamiento de naves.

- **Caldera de vapor.** Se utiliza agua, pero, durante su calentamiento, se evapora cediendo el calor en los emisores en forma de calor latente. El fluido retorna a la caldera en estado líquido.
- **Caldera de aire caliente.** El aire se calienta en la caldera. Sus aplicaciones son limitadas, por ejemplo, en pequeñas naves.

### Actividad propuesta

- 10.1.** Copia y completa la tabla indicando al menos dos ventajas y dos inconvenientes de cada tipo de caldera:

Tipo de caldera	Ventajas	Inconvenientes
Hierro fundido		
Acero		
Aluminio		



Figura 10.5. Caldera mural de gas



Figura 10.6. Caldera de gasóleo (cortesía de Ferrol)

### Actividad propuesta

**10.2.** Indica posibles aplicaciones para los siguientes tipos de caldera:

- Caldera de agua caliente.
- Caldera de agua sobrecalentada.
- Caldera de vapor.
- Caldera de aire.

## 10.3. Emisores

El calor que se transmite al fluido caloportador en la caldera debe llegar a los locales que se desea calefactar y, para ello, es necesario contar con unos elementos que se encarguen de disipar ese calor: los **emisores o superficies de calefacción**.

En los emisores, el calor se transmite al aire del local por convección y radiación.

Existen distintos tipos de emisores (Figura 10.7.).

### 10.3.1. Radiadores

Son el tipo de emisores caloríficos más empleados ya que se utilizan en las instalaciones de calefacción por agua caliente. El calor del agua se cede a través de la superficie del radiador al aire del local creando unas corrientes de aire por convección, de tal forma que el aire caliente sube y el frío baja y se consigue un reparto uniforme del calor en el local.

Dentro de los radiadores, existen distintos tipos:

- **De hierro fundido.** Está constituido por elementos de hierro que pueden unirse mediante manguitos para

aumentar la superficie de emisión. Es el tipo de radiador más clásico y sus principales características son: elevado peso (un inconveniente a la hora de instalarlo), gran duración ya que resiste bien a la corrosión, gran inercia térmica (tardan mucho tiempo en calentarse y en enfriarse) y buena capacidad de emisión.



Figura 10.8. Radiador de hierro fundido

- **De acero.** Están fabricados en chapa de acero estampada en bloques de varios elementos, lo cual es un inconveniente porque no pueden dividirse, aunque sí pueden acoplarse varios bloques. Respecto a los radiadores de hierro fundido, estos son más ligeros, pero, debido a su menor resistencia a la corrosión, tienen menos durabilidad, además de menor inercia térmica y menor capacidad de emisión.
- **Paneles de acero.** Están constituidos por dos chapas planas de acero soldadas eléctricamente entre sí. Tienen

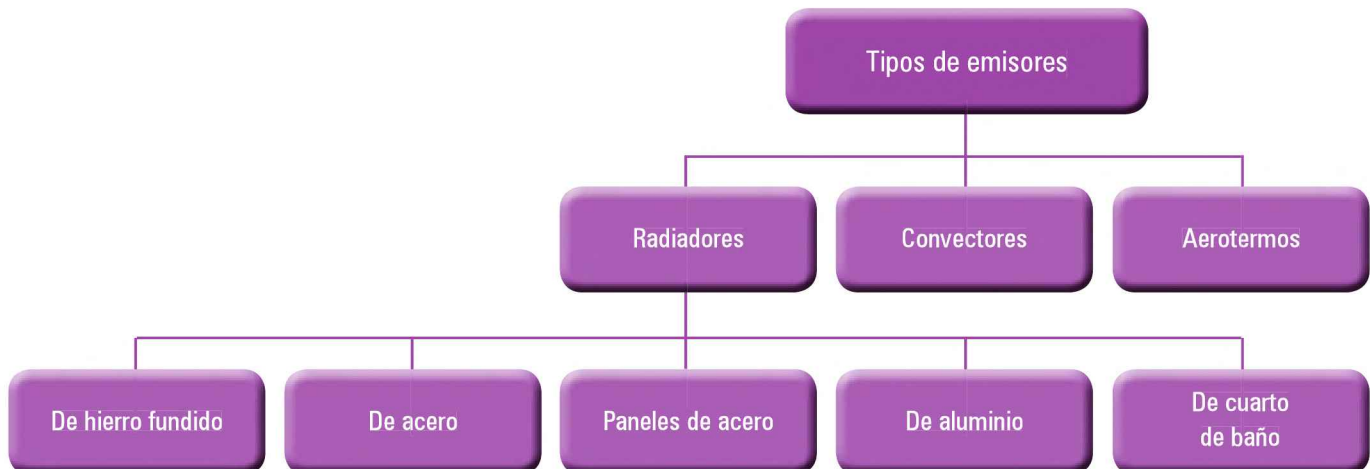


Figura 10.7. Esquema clasificatorio de los emisores de calor

características similares a los de acero, con la única salvedad de que hace falta mayor superficie para tener la misma potencia calorífica, por ello se ha tomado como solución unirles otro panel, lo que ha dado lugar a los llamados *paneles convectores* (PC) o *paneles convectores dobles* (PCCP).



Figura 10.9. Radiador panel de acero

- **De aluminio.** Están formados por elementos de aluminio inyectado que pueden unirse mediante manguitos. Es el tipo de radiador más ampliamente utilizado por sus características: ligero, larga duración, inercia



Figura 10.10. Radiadores de aluminio

térmica baja, elevada capacidad de emisión y su elegante diseño. Como inconveniente, hay que decir que el aluminio, al estar en contacto con el agua, reacciona creando hidrógeno, que será eliminado mediante unos purgadores automáticos que están instalados en cada radiador.

- **De cuarto de baño.** También son denominados *toalleros* debido a su doble función de secar o de calentar las toallas, además de calentar los cuartos de baño. Están fabricados con tubos de acero o de aluminio.



Figura 10.11. Radiador de cuarto de baño

### Actividad propuesta

10.3. Completa la siguiente tabla indicando al menos dos ventajas y dos inconvenientes de cada tipo de radiador:

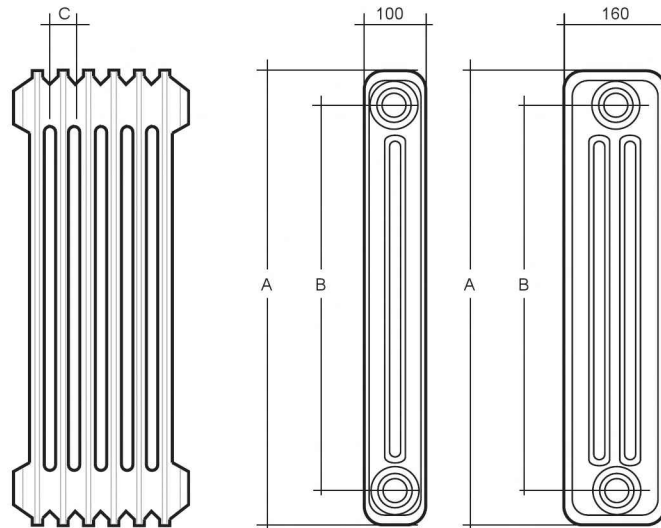
Tipo de radiador	Ventajas	Inconvenientes
Hierro fundido		
Acero		
Panales de acero		
Aluminio		

Los radiadores se denominan por su material y la superficie total de radiación y se definen por su potencia térmica, su altura, su longitud y su número de elementos o su número de columnas en caso de que, en lugar de por elementos, vengan en bloque, como es el caso de los radiadores de acero.



**Tabla 10.1.** Características y dimensiones de un radiador

	Modelos	Cotas en mm			Capacidad agua (l)	Peso aprox. (kg)	Por elemento en kcal/h		Exponente $n$ de la curva característica
		A	B	C			Para $\Delta T^a = 60^\circ\text{C}$	Para $\Delta T^a = 50^\circ\text{C}$	
2 columnas	45-2	450	350	50	0,75	0,90	50,0	34,6	1,28
	60-2	600	500	50	0,88	1,28	67,7	45,4	1,28
	75-2	750	650	50	1,02	1,60	82,8	56,0	1,29
3 columnas	32-3	317	217	50	0,85	0,95	53,0	36,9	1,27
	45-3	450	350	50	1,04	1,50	73,3	49,1	1,28
	60-3	600	500	50	1,26	2,00	93,4	63,6	1,30
	75-3	750	650	50	1,47	2,50	117,0	78,6	1,31
	90-3	900	800	50	1,69	2,90	135,3	94,5	1,33



### ■ ■ ■ Instalación hidráulica de radiadores

Desde el punto de vista hidráulico, los radiadores pueden instalarse de dos formas en función de por dónde tenga lugar la entrada o la impulsión del agua y la salida o retorno del mismo. De tal modo que existen dos tipos de instalaciones:

- **Instalación monotubo.** Los radiadores se colocan en serie de forma que el agua que pasa por un radiador después pasara por el siguiente, de esta forma, aunque el gasto de tubería es menor, el agua se va enfriando a medida que va pasando por los radiadores. Los últimos radiadores del anillo tendrán que estar sobredimensionados para alcanzar la potencia deseada ya que la temperatura a la que llega el agua es menor que la temperatura de la que llega a los primeros.



**Figura 10.12.** Llave monotubo

En una instalación monotubo, existe una llave específica, la *llave monotubo*, por la que se produce la entrada de agua y después la salida hacia otro radiador o, en caso de ser el último, hacia la caldera.

- **Instalación bitubo.** Es el sistema más instalado en la calefacción doméstica. Cada radiador tiene dos tomas a las que se conectan las tuberías. Una tubería será la de impulsión, que llega de la caldera, y la otra, la de retorno, en la que el agua regresa a la caldera a una temperatura más baja. La entrada de agua caliente se realiza por la parte superior del radiador y la salida, por la parte inferior. Ambos pueden conectarse al mismo lado o en lados opuestos, aunque es preferible en lados opuestos ya que se consiguen mejores rendimientos.

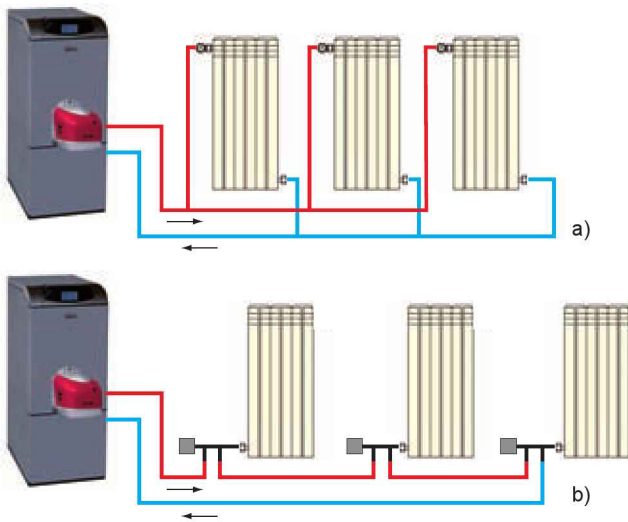


Figura 10.13. Esquema de una instalación bitubo (a) y otra monotubo (b)

Cabe preguntarse **¿qué ocurrirá con la temperatura y la presión a la que llega el agua a los últimos radiadores de la instalación?** La respuesta es sencilla: puesto que el agua tiene que recorrer un camino más largo, tendremos más pérdidas de calor y, por tanto, la temperatura disminuye y, puesto que el diámetro de tubería disminuye a medida que nos alejamos, también tendremos mayores pérdidas. Para solucionar estos problemas, la instalación se coloca con retorno invertido, pero **¿qué es el retorno invertido?** Consiste en que el recorrido desde la caldera a cada radiador tenga la misma longitud para que igualem los caudales y las temperaturas de cada emisor.

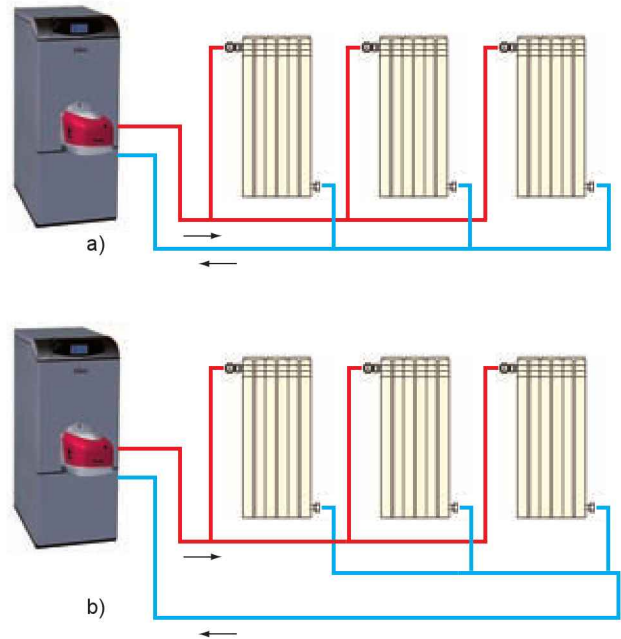


Figura 10.15. Esquema de una instalación sin retorno invertido (a) y otra con retorno invertido (b)

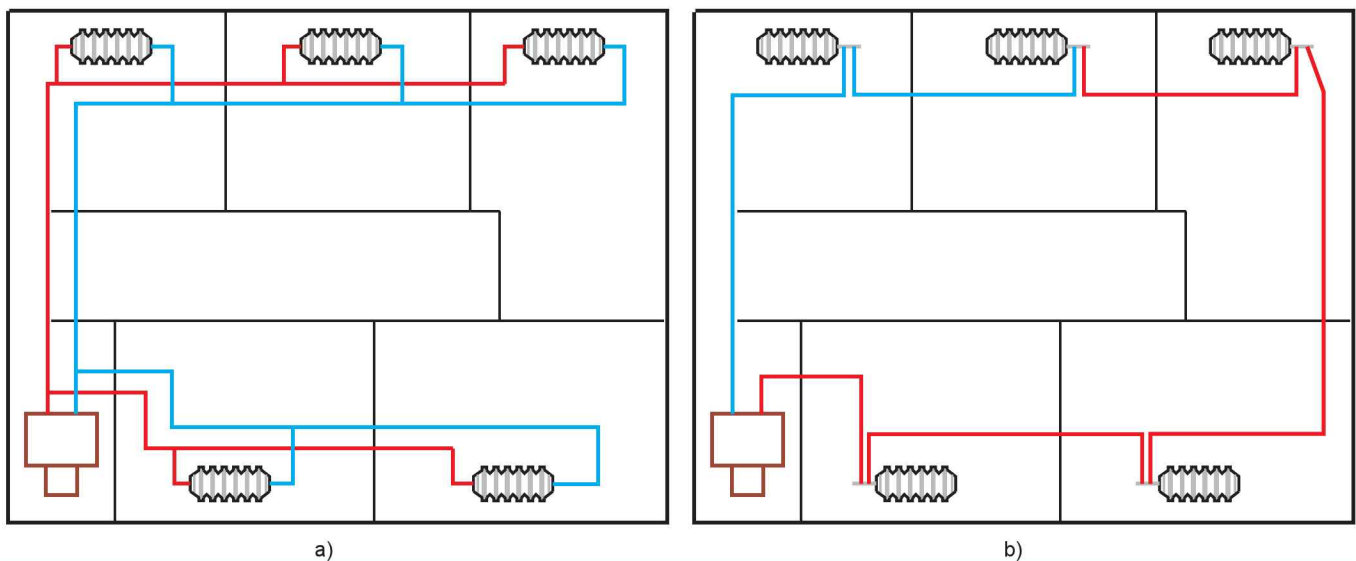


Figura 10.14. Esquema de una instalación bitubo (a) y otra monotubo (b)

### ■ ■ ■ Elementos comunes de un radiador

Cualquier tipo de radiador tiene una serie de elementos comunes, que son los siguientes:

- **Llave de regulación o reglaje.** Se sitúa a la entrada del radiador y su función es regular la cantidad de agua que queremos que pase al radiador. Permite regular el caudal y, por tanto, la potencia del radiador. Existen llaves termostáticas que se regulan para permitir variar el caudal en función de la temperatura ambiente.



Figura 10.16. Llave de regulación o reglaje (cortesía de Danfoss)

- **Detentor.** Se sitúa a la salida del radiador y su función es, junto a la llave de regulación, separar al radiador del circuito hidráulico, de tal forma que no sea necesario vaciar toda la instalación para extraerlo de la misma. Se emplea en instalaciones bitubulares.



Figura 10.17. Detentor (cortesía de Danfoss)

- **Purgador.** Su función es eliminar el aire que se forma en el radiador. El aire se coloca en la parte superior del radiador ya que, por diferencia de densidad, el agua, al ser más densa, se va a la parte inferior. Estos pueden ser manuales o automáticos.

#### ■ RECUERDA

En el caso de los radiadores de aluminio, es necesario colocar purgadores automáticos activados mediante un sistema de flotación o por discos ya que, en ellos, tiende a formarse hidrógeno al reaccionar el aluminio con el agua.



Figura 10.18. Purgadores manuales de radiador

### ■ ■ ■ 10.3.2. Convectores

Son emisores que cuentan con una batería de tubos de cobre o aluminio con aletas por cuyo interior circula agua caliente o sobrecalentada. Funcionan haciendo pasar una corriente de aire a través de la batería de tubos, de tal forma que el aire entra por la parte inferior, pasa entre las aletas y absorbe el calor. Después, el aire sale por la parte superior o frontal y se consigue una convección natural. Cuentan con una llave de mariposa para regular la temperatura mediante la regulación del caudal de aire.

### ■ ■ ■ 10.3.3. Aerotermos

Es similar a un convector, solo que cuenta con un ventilador para facilitar el movimiento de aire, por tanto, puede decirse que funciona por convección forzada. Cuenta con una serie de tubos aleteados o un serpentín por cuyo interior circula agua caliente o vapor.



Figura 10.19. Aerotermo (cortesía de Tecnoclima)

### 10.3.4. Instalaciones con *fan coils*

Los *fan coils* son similares a los aerotermos, pero estos también pueden ser alimentados con agua fría para refrigerar los locales en periodos calurosos.

Este sistema es muy empleado en edificios de oficinas, en hospitales, etc. ya que, además de ser utilizados tanto para calentar como para enfriar, su colocación es apta tanto en suelo como en paredes (murales) o en techos.

### 10.3.5. Instalaciones de suelo radiante

Este sistema de calefacción consiste en la emisión de calor por medio de un sistema de tuberías embebido bajo el pavimento por el que se hace circular el agua caliente, con lo que se consigue una gran superficie emisora de calor. El agua se encuentra a una temperatura menor que en otros sistemas de calefacción, aunque se produce igualmente en la caldera.

La transferencia de calor se produce primero entre el agua que circula por los tubos y el suelo y de ahí al ambiente.

La distribución de los tubos puede ser en serpentín, doble serpentín o en espiral. En la Figura 10.20., podemos observar la configuración en espiral.



Figura 10.20. Instalación de suelo radiante

También es posible utilizar esta instalación para refrigerar en verano.

## 10.4. Cálculo de la carga térmica de calefacción

Cuando quiere calefactarse una vivienda o un local, es necesaria la generación del calor que va a cederse al local. Se llama **carga térmica de calefacción** al conjunto de las pérdidas de calor totales que se tienen en el local a calefactar, de estas cargas, algunas son consideradas como pérdidas y

### RECUERDA

Para calcular la pérdida de calor por transmisión en cerramientos, es necesario conocer la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, la superficie del muro y los materiales por los que está formado.



otras como ganancias. Su cálculo sirve para determinar la **potencia de los equipos a instalar**.

Para determinar las cargas térmicas, los datos de partida serán los siguientes:

1. **Condiciones exteriores.** Datos de temperatura de la localidad para los cerramientos exteriores y de los locales colindantes para los cerramientos interiores. Para la toma de estos datos, pueden utilizarse las normas UNE o las tablas recogidas en las guías técnicas de ahorro y de eficiencia energética en climatización del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía).
2. **Condiciones interiores.** Vienen recogidas en el RITE. Nos indican los valores de temperatura y de humedad relativa para verano e invierno. En el caso de la calefacción, tan solo nos interesarían las condiciones de temperatura en invierno, que son: temperatura entre 21 y 23 °C y humedad relativa entre el 40 y el 50 %.
3. **Condiciones del local.** Son aquellos aspectos constructivos y de utilización de los locales. Serán los siguientes:
  - Materiales constructivos.
  - Orientación de las paredes.
  - Ocupación.

**Tabla 10.2.** Temperaturas exteriores para cargas térmicas de calefacción

Ubicación	Temperatura (°C)
A Coruña	4,4
Álava	-4
Albacete	-4,7
Alicante	3,2
Almería	6,5
Asturias	0
Ávila	-6,4
Badajoz	-1
Baleares	0,3
Barcelona	1,3
Burgos	-5,8
Cáceres	0
Cádiz	6,2
Cantabria	3,6
Castellón	3
Ciudad Real	-2,6
Córdoba	0
Cuenca	-4,9
Girona	-3,1
Guipúzcoa	-0,6
Granada	-2
Guadalajara	-10,2
Huesca	2,2
Jaén	0,8
La Rioja	-3,3

Ubicación	Temperatura (°C)
Las Palmas	13,6
León	-5
Lugo	-3,6
Lleida	-4,4
Madrid	-0,8
Málaga	4,4
Melilla	7,4
Murcia	5,7
Navarra	-3,8
Palencia	-4,9
Ourense	-2,6
Pontevedra	2,1
Salamanca	-5,8
S. C. Tenerife	14
Segovia	-5,2
Sevilla	3,1
Soria	-6,4
Tarragona	1
Teruel	-8,1
Toledo	-2,6
Valencia	4,4
Valladolid	-4,1
Vizcaya	-0,2
Zamora	-4,6
Zaragoza	-6,5

A partir de las anteriores condiciones, puede calcularse la carga térmica. Serán las siguientes:

- A través de los cerramientos.
- Por ventilación y por infiltraciones del aire.
- Suplementarias.

### 10.4.1. Cargas térmicas por transmisión a través de cerramientos

Los cerramientos son las paredes que separan al local o a la vivienda del exterior o de otros locales o viviendas colindantes. Existen distintos tipos de cerramientos:

- **Cerramientos en contacto con el aire exterior:** muros de fachada, suelos y techos.
- **Cerramientos en contacto con el terreno:** muros, suelos o techos que están en contacto con el terreno.
- **Particiones interiores en contacto con espacios no habitables:** muros, particiones interiores, medianerías, suelos o techos en contacto con otros locales o edificios no calefactados.
- **Elementos acristalados:** ventanas, lucernarios o puertas acristaladas.

Todos ellos se calculan con la fórmula siguiente:

$$Q_{\text{cerramiento}} = U \times S \times \Delta T$$

Siendo  $U$  la transmitancia térmica del cerramiento ( $\text{W/m}^2 \times \text{K}$ ),  $S$  la superficie del cerramiento ( $\text{m}^2$ ) y  $\Delta T$  el incremento de temperatura entre el interior y el exterior ( $\text{K}$ ).

## 10.4.2. Cargas térmicas por ventilación y por infiltración

Se considera la cantidad de aire nuevo que entra al local por ventilaciones y por infiltraciones (a través de pequeñas rendijas en puertas o en ventanas) y que debemos tratar. Pueden calcularse por separado o conjuntamente.

La carga térmica por ventilación se calcula:

- **Por caudal de aire.** Se calcula a partir de la fórmula:

$$Q_{\text{ventilación}} = \text{caudal} \times \Delta T \times 0,345$$

Siendo *caudal* el caudal de aire nuevo que entra ( $\text{m}^3$ ) y  $\Delta T$  el incremento de temperaturas interior y exterior:  $\Delta T = T_e - T_i$  ( $\text{g/kg}$ ).

- **Por renovaciones.** Se calcula a partir de la fórmula:

$$Q_{\text{ventilación}} = V \times n \times 0,345$$

Siendo  $V$  el volumen del local o cantidad de aire por renovación ( $\text{m}^3$ ) y  $n$  el número de renovaciones de aire.

En caso de que sea necesario calcular las pérdidas por infiltraciones, se calculan con la fórmula siguiente:

$$Q_{\text{infiltración}} = R \times I \times \Delta T \times 0,345$$

Siendo  $R$  la longitud de las rendijas en la pared ( $\text{m}$ ),  $I$  las infiltraciones de aire por las rendijas ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) y  $\Delta T$  el incremento de temperaturas interior y exterior:  $\Delta T = T_e - T_i$  ( $\text{g/kg}$ ).

### SABÍAS QUE...

Los fabricantes suministran hojas de cálculo para realizar el cálculo de las cargas térmicas para que los instaladores tengan una forma sencilla y rápida de hacer los cálculos. Puedes encontrar estos programas informáticos en: <http://www.ferroli.es> y <http://www.baxi.es>

## 10.4.3. Cargas térmicas suplementarias

Se trata de un coeficiente de seguridad que debemos aplicar por dos factores:

- **Factor de orientación.** En caso de que la orientación del local sea norte, el coeficiente que se aplicará será el de mayor corrección ya que se suponen unas pérdidas de calor más altas.

- **Factor de intermitencia.** Se aplica en caso de tener apagada la instalación durante periodos de tiempo largos ya que, cuando comience a funcionar, el aporte de calor será mayor para poder llegar a las condiciones de temperatura deseadas.

## 10.4.4. Cargas térmicas totales

El total de cargas será la suma de todas las calculadas hasta ahora considerando las cargas suplementarias:

$$Q_{\text{total}} = (Q_{\text{cerramientos}} + Q_{\text{ventilación}} + Q_{\text{infiltraciones}}) \times (1 + \text{factores})$$

### Actividad propuesta

- 10.4.** Busca a través de internet las distintas hojas de cálculo que nos proporcionan los fabricantes. Compara el método expuesto en la unidad didáctica con los métodos que proponen los fabricantes para hacer más sencillo el trabajo de los instaladores.

Puedes consultar en la página web de Ferroli o de Baxi-Roca entre otras.

## 10.5. Dimensionado de los emisores

Una vez que conocemos la carga térmica de cada local a calefactar, podemos seleccionar el tipo de radiador indicando el número de elementos que necesitamos. Para ello, tendremos en cuenta un nuevo concepto: el **salto térmico**.

Llamamos salto térmico a la diferencia entre la temperatura media del agua que circula por el radiador y la temperatura ambiente, de tal forma que:

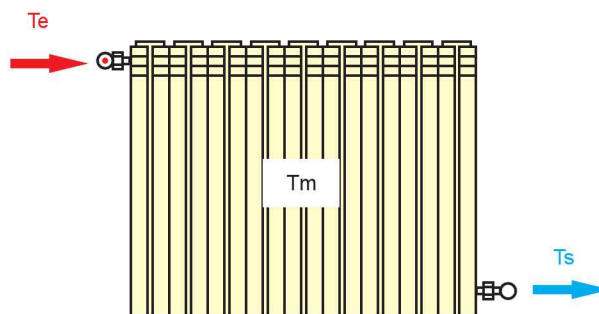


Figura 10.21. Esquema de temperaturas de un radiador

$$T_m = (T_e + T_s)/2$$

$$\Delta T = T_m - T_a$$

Siendo  $T_e$  la temperatura de entrada al radiador ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $T_s$  la temperatura de salida del radiador ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $T_m$  la temperatura media del radiador ( $^{\circ}\text{C}$ ) y  $T_a$  la temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Los fabricantes nos proporcionan la potencia de los emisores considerando un salto térmico de 50 °C, pero **¿qué ocurriría si la temperatura media del fluido o la temperatura ambiente es distinta?** En estos casos, tendremos que recurrir a la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{50} \times (\Delta T/50)^n$$

Siendo  $Q$  la emisión calorífica para el nuevo salto térmico (kcal/h),  $Q_{50}$  la emisión calorífica para un  $\Delta T = 50$  °C (kcal/h),  $\Delta T$  el salto térmico nuevo (°C) y  $n$  el exponente de la curva característica del emisor según los datos facilitados por el fabricante.



Figura 10.22. Válvula termostática de un radiador

### Actividad resuelta

**10.1.** Los fabricantes de radiadores dan la potencia de los mismos considerando que el salto térmico es de 50 °C. Sabiendo que consideran que la temperatura ambiente es de 20 °C y que la de entrada al radiador es de 75 °C. Indica los valores que toman como referencia para:

- La temperatura media del radiador.
- La temperatura de salida del radiador.

#### Solución:

- Temperatura media del radiador:

Puesto que  $\Delta T = T_m - T_a$ , podemos decir que  $T_m = \Delta T + T_a = 50 + 20 = 70$  °C.

- Temperatura de salida del radiador:

Puesto que  $T_m = (T_c + T_s)/2$ , podemos decir que  $T_s = (T_m \times 2) - T_c = (70 \times 2) - 75 = 65$  °C.

### Actividad resuelta

**10.2.** Una vez realizado el cálculo de cargas térmicas de una vivienda, sabemos que, en el dormitorio principal, se necesita una potencia de 1.700 kcal/h, la instalación funciona con un salto térmico de 50 °C y las tablas del fabricante para el tipo de emisor elegido nos dan una potencia por elemento de 115 kcal/h. ¿Cuántos elementos necesitaría el radiador?

#### Solución:

El número de elementos podemos calcularlo de la siguiente forma:

$N.^\circ$  elementos = potencia local/potencia de elemento

$N.^\circ$  elementos =  $1.700/115 = 17,78$  elementos

En caso de obtener un número elevado de elementos, en torno a los veinte elementos, se aconseja dividirlos en varios emisores.

### Actividad propuesta

**10.5.** Para la instalación de la siguiente vivienda, se tiene un salto térmico de 50 °C. Se han seleccionado unos emisores con una potencia calorífica por elemento de 120,5 kcal/h. Completa en la siguiente tabla el número de elementos que sería necesario colocar en cada estancia de la vivienda.

Estancia	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia (kcal/h)	N.º de elementos
Dormitorio	12	1.600	
Dormitorio 2	15	1.800	
Salón	30	2.200	
Cocina	12	1.300	
Baño	6	600	

### Actividad propuesta

**10.6.** Para el ejemplo anterior, selecciona el modelo de radiador que proporciona el fabricante si instalamos radiadores de los siguientes materiales:

- Hierro fundido.
- Acero.
- Aluminio.

Para ello, consulta catálogos de fabricantes, por ejemplo, Ferroli o Baxi-Roca entre otros.

**Actividad resuelta**

**10.3.** En una habitación que se encuentra a 20 °C, sabemos que la temperatura del agua de impulsión al radiador es de 80 °C y la de retorno es de 65 °C. ¿Cuál será la potencia calorífica del emisor? El emisor elegido tiene una emisión calorífica para un incremento de temperatura de 50 °C de 120 kcal/h y el exponente de la curva característica del emisor es de 1,504.

**Solución:**

En primer lugar, comprobaremos si el salto térmico es de 50 °C. Para ello, aplicamos  $T_m = (T_e + T_s)/2$ , de tal forma que  $T_m = (80 + 65)/2 = 72,5$  °C.

Puesto que  $\Delta T = T_m - T_a$ , podemos decir que  $\Delta T = T_m - T_a = 72,5 - 20 = 52,5$  °C.

Como el salto térmico es distinto de 50 °C:

$$Q = Q_{50} \times (\Delta T/50)^n = 120 \times (52,5/50)^{1,504} = 129,14 \text{ kcal/h}$$

Como puede observarse, cuando aumentamos el salto térmico, se disipa mayor cantidad de calor al ambiente. Aunque, en principio, pueda parecer una ventaja, en realidad, esto provoca mayores pérdidas de calor si no están correctamente reguladas estas temperaturas.

**Actividad propuesta**

**10.7.** Un instalador debe seleccionar un radiador a partir de la tabla 10.1. Para ello cuenta con la siguiente información:

Temperatura deseada del local: 21 °C

Temperatura de agua de impulsión del radiador: 70 °C

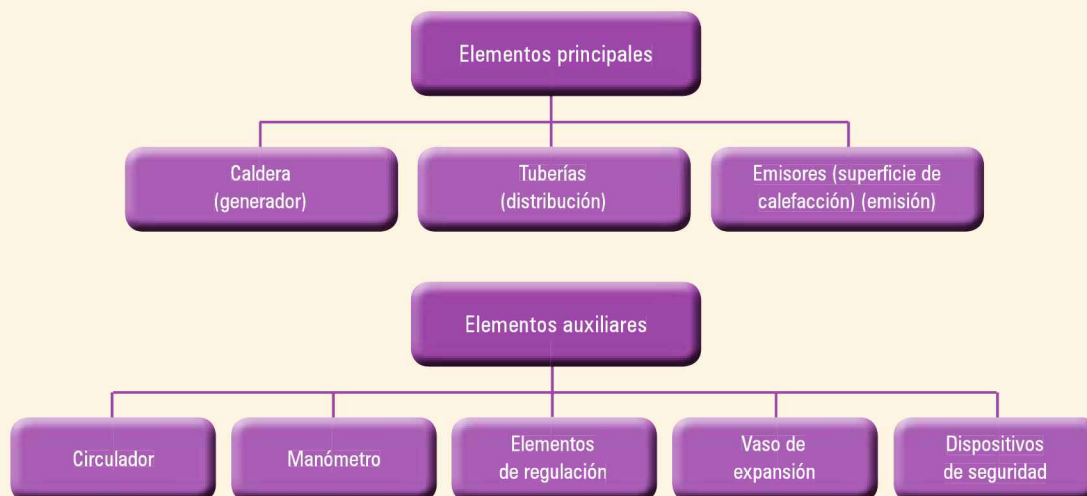
Temperatura de agua de retorno del radiador: 60 °C

Carga térmica del local: 65 Kcal/h

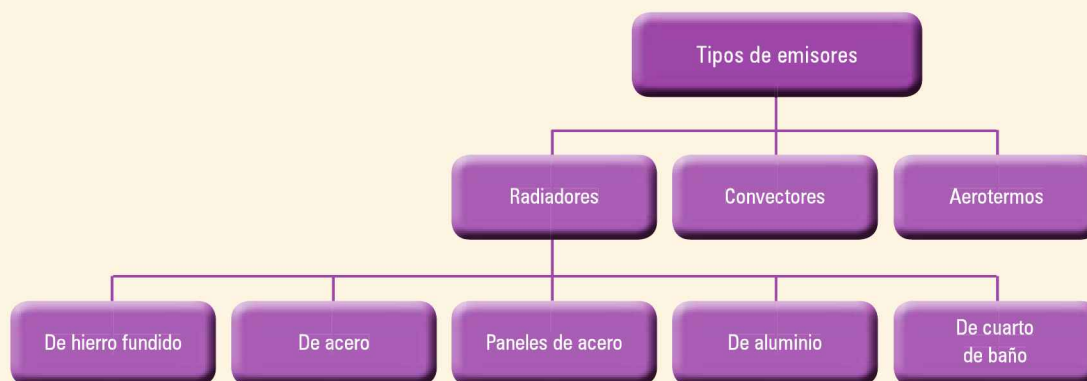
- Selecciona un modelo de radiador de los que aparecen en la tabla, adecuado para el local.
- Averigua la potencia calorífica del emisor.



- La instalación de calefacción puede dividirse en tres etapas: la generación, la distribución y la emisión.
- Los tipos de instalaciones de calefacción pueden clasificarse en función del número de usuarios —individuales, colectivas o centralizadas— y en función del fluido caloportador —por agua caliente, por vapor de agua o por aire caliente.
- La clasificaciones de los elementos comunes a la mayoría de las instalaciones de calefacción es:



- La caldera es la fuente de calor de la instalación, donde, mediante una resistencia eléctrica o la quema de combustible, se genera energía calorífica que se transmite al fluido caloportador. Las partes de una caldera son el quemador, la cámara de combustión, el circuito de humos, la caja de humos, el circuito de agua y sus conexiones de entrada y de salida.
- Los tipos de calderas que existen pueden clasificarse en función de su material —caldera de hierro fundido, caldera de acero, caldera de aluminio—, en función del combustible utilizado —caldera de combustible sólido (de biomasa), caldera de combustible líquido (gasóleo), caldera de combustible gaseoso (gas natural) y caldera eléctrica—, dependiendo de su ubicación —calderas de pie o murales— y, por último, en función del fluido caloportador empleado de agua caliente —de vapor y de aire caliente.
- Los emisores son los elementos encargados de disipar el calor al ambiente del espacio a calefactar. Los distintos tipos de emisores que existen son:



- Existen dos tipos de instalaciones en función de la conexión de los radiadores. La instalación monotubo, en la que los radiadores se colocan en serie para que el agua que pasa por un radiador, después, pase por el siguiente. La instalación bitubo, cada radiador tiene dos tomas: una conectada a la impulsión y la otra, al retorno de la caldera.
- Una instalación con retorno invertido es una instalación bitubo en la que el recorrido desde la caldera a cada radiador tiene la misma longitud para igualar los caudales y las temperaturas de cada emisor.
- Para realizar el cálculo de la carga térmica de calefacción, tendremos en cuenta las condiciones interiores, exteriores y las del local.

## ■ Actividades de comprobación

- 10.1.** Los quemadores todo-nada:
- No permiten regular la potencia.
  - Permiten dos posiciones de regulación de potencia.
  - Permiten tres posiciones de regulación de potencia.
  - Permiten regular la potencia desde un valor mínimo hasta el máximo de su potencia nominal.
- 10.2.** El fluido caloportador empleado en locales amplios, como talleres o naves, es:
- Agua caliente.
  - Agua sobrecalentada.
  - Vapor de agua.
  - Aire caliente.
- 10.3.** Una instalación de calefacción colectiva es aquella que:
- Da suministro a un único usuario.
  - Da suministro a varios usuarios del mismo edificio.
  - Da suministro a varios usuarios ubicados en distintas zonas o edificios.
  - Ninguna respuesta es correcta.
- 10.4.** Señala la afirmación correcta:
- El hogar es la zona por donde circula el agua absorbiendo calor.
  - El circuito de humos de una caldera es el lugar donde se quema el combustible.
  - Un hogar o cámara de combustión presurizada es aquel en el que la presión está por debajo de la atmosférica y es la chimenea la que crea esta situación.
  - El quemador es el encargado de llevar a cabo la combustión del combustible líquido.
- 10.5.** Las calderas de acero:
- Son más caras que las de hierro fundido.
  - Están fabricadas con chapas de acero y tubos de hierro fundido.
  - Resisten peor a la corrosión que las de hierro fundido.
  - Tiene una duración mayor que la de hierro fundido.
- 10.6.** En las calderas de condensación:
- El vapor de agua, junto con los gases de la combustión, se hace pasar por un serpentín que intercambia calor con el fluido caloportador.
  - El agua en estado líquido cede su calor sensible al fluido caloportador.
  - Los gases de combustión absorben el calor del fluido caloportador.
  - Los gases de combustión se condensan antes de salir al exterior.
- 10.7.** Señala la respuesta correcta:
- Los emisores de hierro fundido son ligeros y fáciles de instalar.
  - Los emisores de acero tienen una mayor duración que los de hierro fundido debido a su elevada resistencia a la corrosión.
  - Los paneles de acero son similares a los emisores de acero con la única diferencia de que hace falta mayor superficie para obtener la misma potencia.
  - Los emisores de aluminio tienen un elevado peso y una inercia térmica alta.
- 10.8.** Señala la respuesta incorrecta:
- Los emisores de hierro fundido están constituidos por elementos de hierro que se unen mediante manguitos.
  - Los emisores de panel de acero están fabricados en chapa de acero estampada en bloques de varios elementos.
  - Los emisores de aluminio están formados por elementos de aluminio inyectado que pueden unirse mediante manguitos.
  - Los emisores de cuarto de baño están fabricados con tubos de acero o de aluminio.
- 10.9.** El retorno invertido se coloca en instalaciones:
- Monotubo.
  - Bitubo.
  - Monotubo o bitubo indiferentemente.
  - En instalaciones monotubo con un largo recorrido hasta la caldera.
- 10.10.** Para realizar el cálculo de carga térmica de un local, deben tenerse en cuenta:
- Las condiciones interiores y exteriores.
  - Las condiciones exteriores y de materiales del local.
  - Las condiciones interiores, exteriores y del local.
  - Ninguna es correcta.

## Actividades de aplicación

- 10.11.** Enumera las tres fuentes de calor empleadas en instalaciones de calefacción e indica sus principales características.
- 10.12.** Define qué es una caldera.
- 10.13.** Describe las distintas partes de una caldera.
- 10.14.** Señala qué calderas utilizarías en los siguientes casos:
- Instalación individual de una vivienda.
  - Instalación colectiva de un edificio.
  - Instalación individual de una casa en el campo.
  - Instalación de una nave industrial.
- 10.15.** Una empresa va a realizar una reforma en un edificio de viviendas. Los propietarios quieren que los informes sobre las diferencias de instalación entre un sistema individual o colectivo. Responde a las siguientes cuestiones para cada caso:
- ¿Instalarás una caldera tipo mural o de pie?
  - ¿Qué combustible utilizarás para la caldera?
- 10.16.** Haz una exposición sobre los distintos tipos de calderas que hay y sus métodos de clasificación.
- 10.17.** Un instalador está colocando el circuito de calefacción en una vivienda y debe seleccionar el generador, la distribución y los emisores:
- Comenta los emisores que podrían colocarse en la instalación.
  - Indica los criterios de selección del tipo de emisor.
- 10.18.** Explica cómo funciona un sistema con retorno invertido.
- 10.19.** Un radiador tiene un salto térmico de 50 °C, la temperatura ambiente del local es de 21 °C y la temperatura de entrada al radiador es de 80 °C. Indica los valores a tomar como referencia para:
- La temperatura media del radiador.
  - La temperatura de salida del radiador.
- 10.20.** Describe las ventajas y los inconvenientes de una instalación bitubo y de otra monotubo.
- 10.21.** Enumera los pasos a seguir para calcular la carga térmica de la calefacción de una vivienda.

## Actividades de ampliación

- 10.22.** Un cliente que vive en un dúplex quiere cambiar la instalación de calefacción y ha decidido montar radiadores de aluminio. Las potencias que deben tener en cada espacio de la vivienda son las siguientes:
- Dormitorio 1: 1.400 kcal/h.
  - Dormitorio 2: 1.200 kcal/h.
  - Salón: 1.800 kcal/h.
  - Cocina: 1.000 kcal/h.
  - Baño: 500 kcal/h.
- Existen distintos fabricantes de radiadores que ponen a disposición del instalador a través de internet catálogos de las características técnicas, como son <http://www.baxi.es> y <http://www.ferroli.es>. Realiza un listado de los radiadores seleccionados para cada estancia y de los elementos necesarios para montarlos.

	Modelo de radiador	Detentor	Llave de reglaje	Purgador	Otros elementos: tapones, reducciones, etc.
Dormitorio 1					
Dormitorio 2					
Salón					
Cocina					
Baño					

**10.23.** Existen distintos tipos de calderas dependiendo de la aplicación que queramos. Los fabricantes nos dan sus características, que podemos encontrar en las páginas web siguientes: <http://www.baxi.es>, <http://www.ferroli.es>, <http://www.valliant.es> y <http://www.saunierduval.es>. Haz un estudio para un cliente que va a instalar una nueva caldera en una casa de campo y realiza un informe indicando entre qué tipos de calderas puede elegir.

**10.24.** La cantidad de calor desprendido al quemar una unidad de masa de un combustible es lo que se llama *poder calorífico*. A continuación, te presentamos algunos de los poderes caloríficos de los combustibles más empleados.

	Densidad	PCI kJ/kg	PCS kJ/kg
Gas natural	0,78 kg/m <sup>3</sup>	39.900	44.000
Propano	0,505 kg/l	46.350	50.450
Butano	0,58 kg/l	45.790	49.675
Gasóleo	0,8 kg/l	42.275	43.115

En caso de incluir el calor que se desprende por la condensación del agua, tendremos el **poder calorífico superior** (PCS).

En caso de que el vapor desprendido en la combustión no condense, tendremos el **poder calorífico inferior** (PCI).

Teniendo en cuenta lo anterior, realiza la siguiente actividad:

A la empresa Termocol le encargan llevar a cabo un estudio energético de un edificio donde se desea realizar una instalación de calefacción y ACS. Para ello cuenta con los siguientes datos:

- Última factura de un mes 3.000 kWh.
- El precio de la botella de propano de 35 kg es 67 €.
- El precio de la botella de butano de 12,5 kg es 16,32 €.
- El precio del gas natural lo dividimos en término fijo y variable y son, respectivamente, 5,649 euros/mes y 0,0214 euros/kWh. 1 m<sup>3</sup> equivale a 10,748 kWh, aproximadamente.
- El precio del gasóleo está a 1 €/l.

Averigua qué tipo de combustible interesa más utilizar en la instalación del edificio.