

TEMA 20

INSTALACIONES DE LA EDIFICACIÓN

INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Requisitos de las instalaciones de ACS según CTE

2. INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ACS INDIVIDUALES

2.1. Introducción

2.2. Aparatos productores de ACS individuales

2.2.1. Calentador instantáneo

2.2.2. Caldera mixta

2.2.3. Aparatos productores de ACS a gas

2.2.4. Termo eléctrico

3. INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ACS CENTRALIZADA

3.1. Introducción

3.2. Elementos principales de un sistema centralizado de ACS

3.3. Aparatos productores de ACS centralizada

3.3.1. Con depósito interacumulador

3.3.2. Con intercambiador de placas y depósito acumulador

4. INSTALACIONES DE APOYO SOLAR PARA ACS

4.1. ACS individual con apoyo solar

4.2. ACS centralizado con apoyo solar

ANEXO I: LEGIONELOSIS Y PROTECCIÓN CATÓDICA

A1. Legionela o legionelosis

A2. Prevención de la legionelosis

A3. Nueva normativa RD 487/2022

A4. Protección catódica

Última modificación 09/2025

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de Agua Caliente Sanitaria (en adelante ACS) distribuyen agua de consumo sometida a un proceso de elevación de temperatura. Al igual que el agua fría, deberá cumplir las especificaciones y requisitos establecidos en la normativa vigente en cuanto a criterios sanitarios y de calidad del agua para consumo humano.

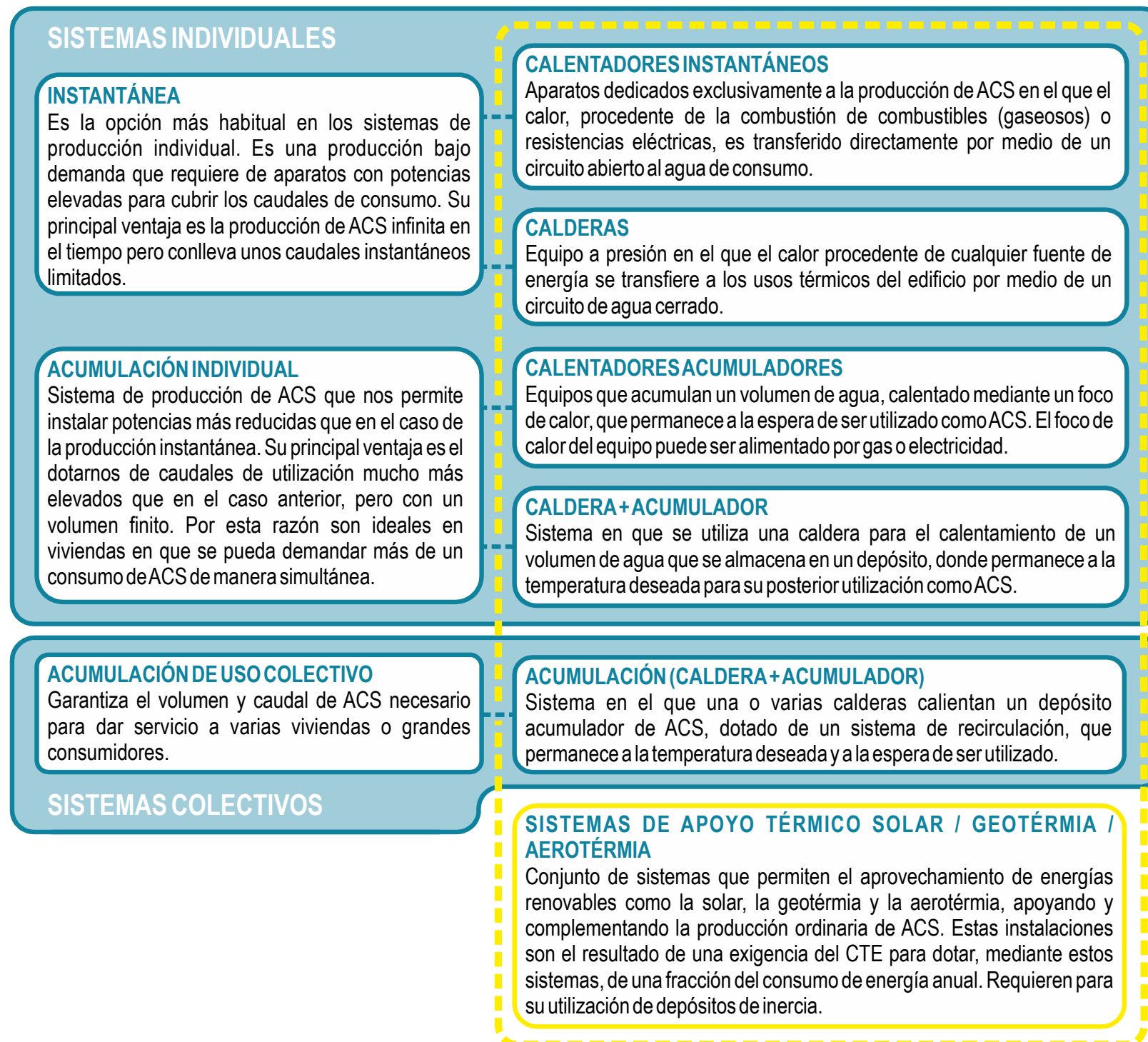
Entre otras, esta normativa comprende:

- El Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

- El Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE), en sus documentos básicos HE4 (contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria) y HS4 (suministro de agua).

Mención aparte merecen las normativas para la prevención de la legionelosis, que veremos más adelante.

La producción de ACS puede llevarse a cabo con un dispositivo individual en cada vivienda o por medio de sistemas colectivos o centralizados. A su vez, estos sistemas de producción darán lugar a distintos subsistemas, dependiendo de las demandas de caudal de la instalación, todos ellos susceptibles de ser complementados mediante sistemas de apoyo.



1.1. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE ACS

Según el CTE:

- 1 En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.
- 2 En los edificios en los que sea de aplicación la contribución mínima de energía renovable para cubrirla demanda de agua caliente sanitaria, de acuerdo con la sección HE-4 del DB-HE, deben disponerse, además de las tomas de agua fría, previstas para la conexión de la lavadora y el lavavajillas, sendas tomas de agua caliente para permitir la instalación de equipos bitérmicos.
- 3 Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.
- 4 La red de retorno se compondrá de:
 - a un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector debe tener canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno. Cada colector puede recoger todas o varias de las columnas de ida, que tengan igual presión.
 - b columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado.
- 5
- 6 Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.

En los montantes, debe realizarse el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se dispondrán válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.
- 7 Excepto en viviendas unifamiliares o en instalaciones pequeñas, se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o "gemelas", funcionando de forma análoga a como se especifica para las del grupo de presión de agua fría. En el caso de las instalaciones individuales podrá estar incorporada al equipo de producción.
- 8 Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos deben tomarse las precauciones siguientes:
 - a en las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente, según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC para las redes de calefacción.
 - b en los tramos rectos se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliéndose para cada tipo de tubo las distancias que se especifican en el Reglamento antes citado.
- 9

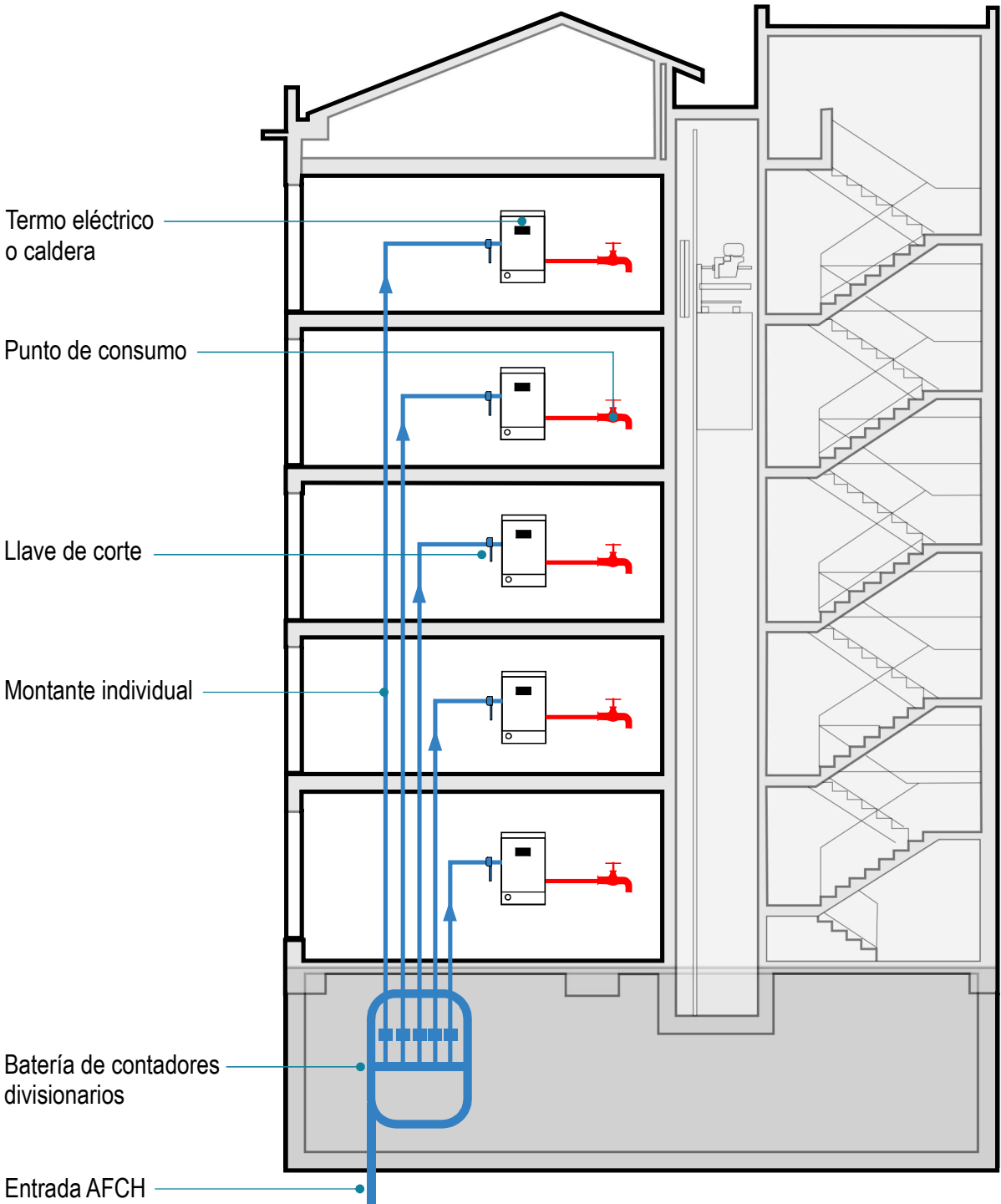
El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC.

2. INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ACS INDIVIDUALES

2.1. INTRODUCCIÓN

La producción individual de ACS se realiza de forma directa dentro de cada vivienda y permite un control unitario del consumo a voluntad del usuario.

La producción instantánea es la más extendida dentro de las instalaciones de ACS individuales. En este tipo de producción el ACS se genera en el mismo momento en el que se realiza la demanda en el punto de consumo, por ello no puede haber grandes distancias desde el aparato productor hasta los puntos de consumo (que estarán suministrando agua fría hasta que llegue el ACS).



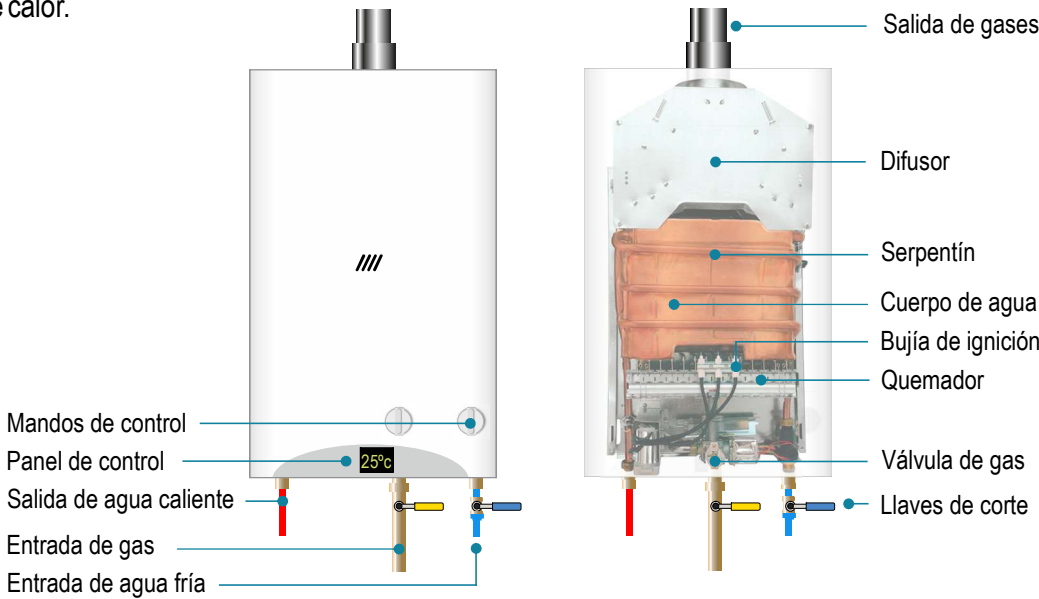
2.2. APARATOS PRODUCTORES DE A.C.S INSTANTÁNEA

Para una producción de ACS individual los aparatos más comunes dentro de las viviendas son los calentadores instantáneos, las calderas mixtas y los termos eléctricos.

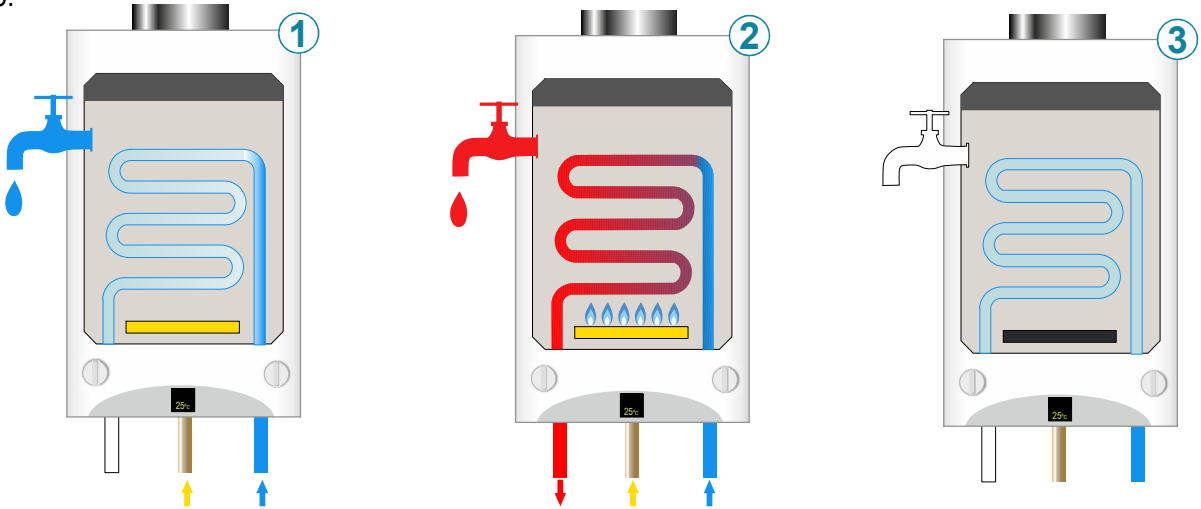
2.2.1 CALENTADOR INSTANTÁNEO

Los calentadores instantáneos de agua son aparatos que generan ACS a demanda a través de un circuito abierto. En las instalaciones que cuentan con estos aparatos no existe un almacenamiento de agua caliente y al ir calentándose esta a medida que se necesita nos permite ahorrar energía y espacio en instalaciones con consumos reducidos.

Aunque pueden requerir mayor potencia energética que otros aparatos ofrecen un flujo continuo e ilimitado de agua caliente siempre y cuando haya suficiente energía. Pueden ser eléctricos o a gas. Para explicar su funcionamiento utilizaremos de ejemplo los de gas al ser los más extendidos en nuestras viviendas, desarrollando los calentadores instantáneos eléctricos en el tema de aparatos productores de calor.



El funcionamiento de un calentador instantáneo a gas se basa en un circuito sencillo. Cuando abrimos un grifo (1) el agua circulará por el cuerpo del calentador, accionando una membrana asociada a la válvula de gas. A partir de este momento se producirá su apertura, suministrando gas a los quemadores (2), actuando sobre un serpentín por el que pasa el agua de consumo humano. Una vez que el agua recorre todo el serpentín alcanza la temperatura deseada y se distribuye por el circuito de tuberías hasta su punto de consumo. El cierre en el punto de consumo (3) hará que la membrana vuelva a su origen, dejando el calentador preparado para un nuevo ciclo.



2.2.2. CALDERA MIXTA

Una caldera mixta es un aparato productor de calor del que podremos obtener ACS y calefacción.

Aquí hablaremos de las más usuales en vivienda, que son las calderas a Gas.

Existen varios tipos: atmosféricas, estancas, tiro forzado o condensación; cuya diferencia es únicamente el tratamiento que se le hace al aire aspirado y al de combustión. Todas estas calderas tienen un funcionamiento muy similar, el cual se basa en el calentamiento y distribución del agua por medio de 2 circuitos.

En una caldera mixta, nos encontraremos cinco tuberías en su parte inferior, cuatro asociadas a los circuitos hidráulicos y una de acceso del combustible:

- 1 Ida al circuito de calefacción.
- 2 Salida de agua caliente.
- 3 Gas Natural o GLP.
- 4 Entrada de agua fría.
- 5 Retorno del circuito de calefacción.

Cuando la caldera trabaja en modo calefacción, una bomba se encarga de hacer circular el agua del circuito a través del serpentín de la caldera, recibiendo el calor de los quemadores y calentando el circuito.

Cuando se solicita ACS, un sensor de flujo de agua detecta el consumo, enviando una señal al módulo de control del aparato. Éste, a su vez, acciona una válvula de tres vías, motorizada, que desvía el circuito del serpentín hacia un intercambiador de calor, donde se establece un circuito de ida/retorno. El agua fría pasará por el intercambiador, calentándose entre sus láminas, y dirigiéndose al punto de consumo.

En el interior del intercambiador, la cesión de temperatura se realiza por contacto entre sus placas, de forma que **el agua de consumo nunca se mezcla con el agua del circuito de serpentín de la caldera.**

De esta forma, usamos el intercambiador de calor (de placas) para la producción de ACS instantánea.

Vemos claramente que la caldera produce ACS o calefacción, pero no existe posibilidad de producir las dos a la vez, siendo siempre prioritario el consumo de ACS.

DEFINICIONES

Válvula de tres vías

Elemento de la instalación utilizado para dirigir el flujo de agua en la dirección que convenga, en el momento deseado, incluso mezclar fluidos o separarlos. Dispone de tres entradas/salidas, donde se conectan los circuitos.

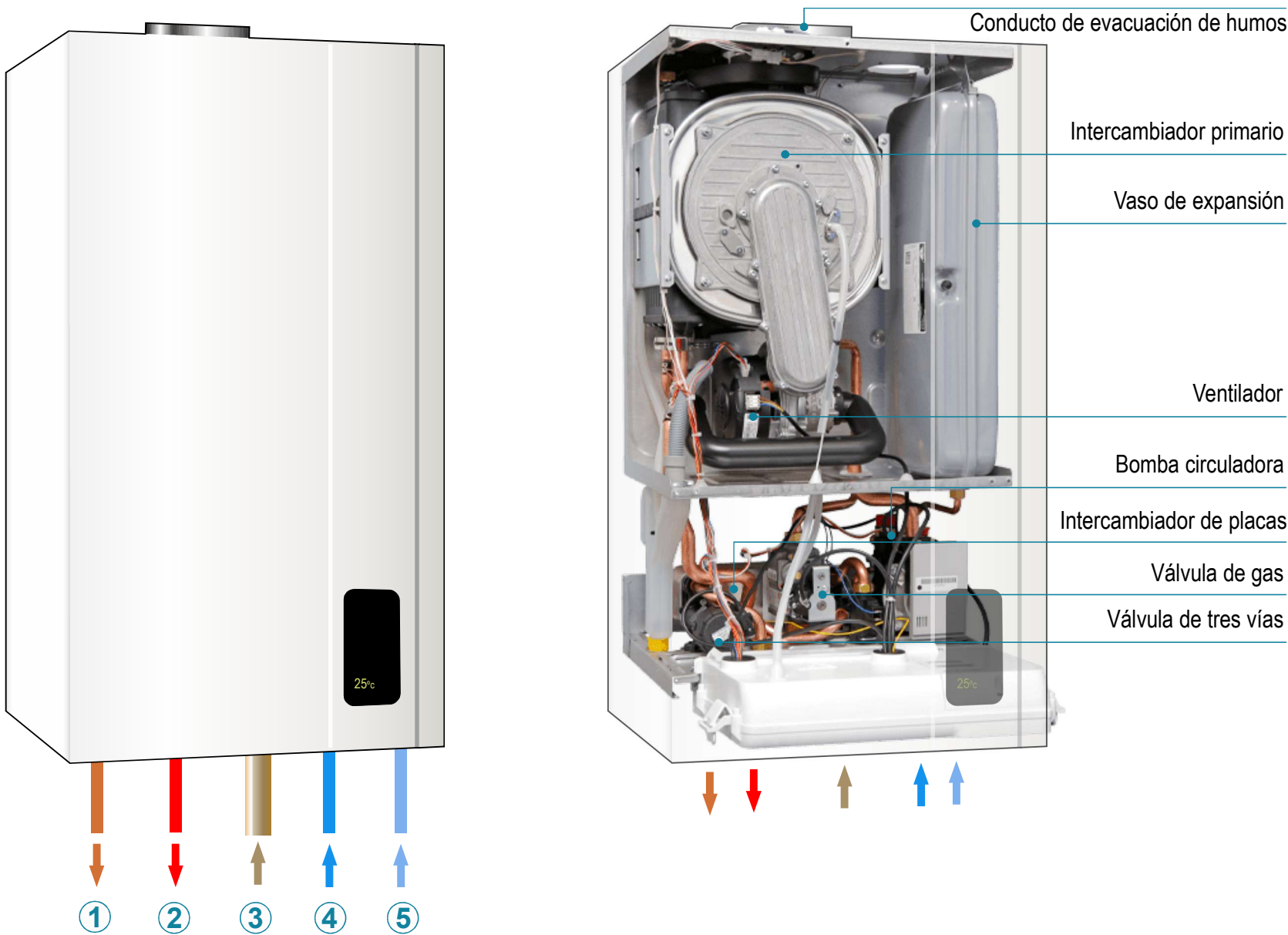
Si su función es la de mezclar fluidos, será una válvula “mezcladora”, si, por el contrario, su función consiste en separarlos, será una válvula “partidora”.

(información ampliada en el tema: **Aparatos productores de calor**).

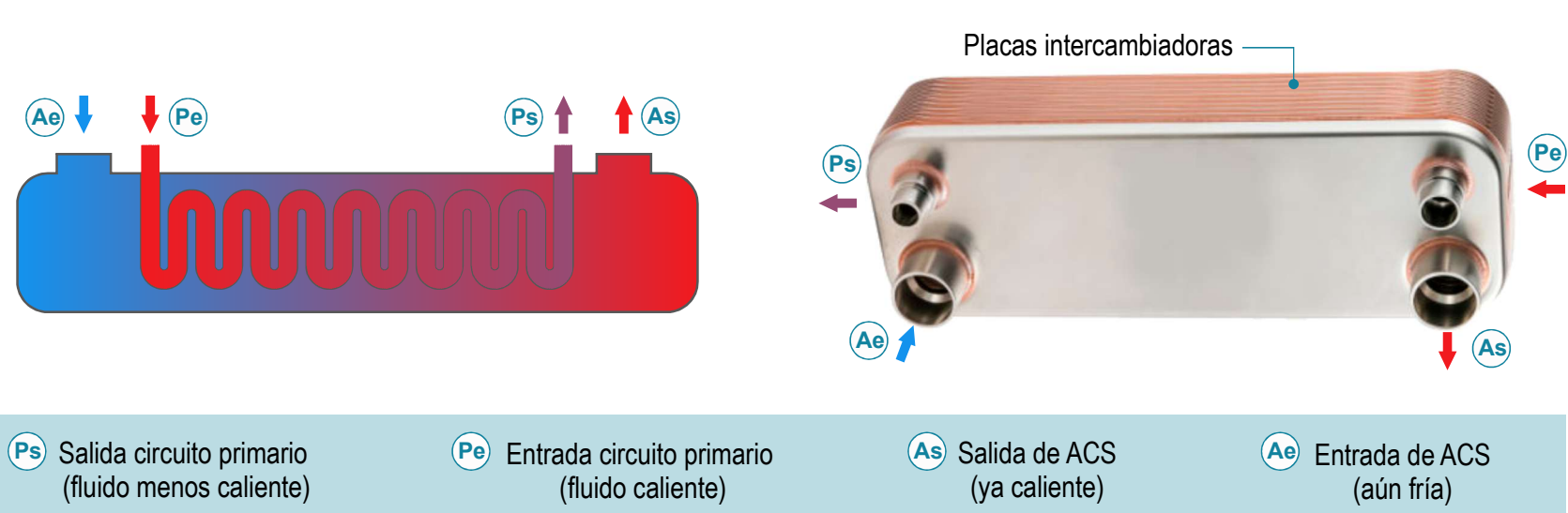
Sensor de flujo de agua (Flujostato)

Elemento de la instalación que mide o detecta el paso del agua, enviando una señal al módulo de control de la instalación para poder ser regulado.

PARTES DE UNA CALDERA MIXTA



INTERCAMBIADOR DE PLACAS



2.2.3. APARATOS PRODUCTORES DE ACS A GAS

Según la normativa actual podemos clasificar los aparatos de producción de ACS en aparatos que generan productos de la combustión (gas, gasoil, pellet...) y los que no (eléctricos). En este apartado nos centraremos en los aparatos productores de ACS que funcionan a gas, ya que son los más extendidos en el interior de las viviendas, y presentan mas condicionantes debido a los requerimientos de seguridad y de evacuación de los productos de la combustión.

Los aparatos a gas que se instalan en el interior de las viviendas se clasifican en tres tipos según la evacuación de sus productos de combustión:

TIPO A

Son aparatos en el que el quemador de gas vierte los productos de la combustión al local donde se encuentran. No cuentan con una evacuación conducida. Son ejemplos de estos aparatos las cocinas de gas.



TIPO B

Se trata de aparatos en los que los productos de la combustión son conducidos al exterior mediante un conducto exclusivo. Esta evacuación podrá ser de tiro natural o de tiro forzado. Son ejemplos de estos aparatos las calderas y los calentadores de gas.



TIPO C

Estos aparatos tienen un circuito de combustión estanco, es decir, toman el aire del exterior y expulsan los productos de la combustión directamente al exterior por medio de un conducto de tiro forzado. Son ejemplos de estos aparatos las calderas y los calentadores estancos a gas.



Como podemos observar, los aparatos del Tipo A y los de Tipo B toman aire del local donde se encuentran y la evacuación de los productos de la combustión no queda aislada del local donde se producen. A estos se les llama **aparatos atmosféricos**, y está prohibida su instalación a partir del 1 de enero de 2010 por el RITE, debiendo instalarse desde esa fecha aparatos de tipo estanco (Tipo C).

En los **aparatos estancos** tanto la combustión como la evacuación de los productos de la combustión se aíslan del local donde se encuentra el mismo al estar conectados con el exterior por medio de un conducto.

EVACUACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN

La recogida y conducción de los productos de la combustión cobra especial importancia puesto que se ha demostrado que son perjudiciales para la salud de las personas. El RITE establece que estos deberán evacuarse por encima de las cubiertas de los edificios.

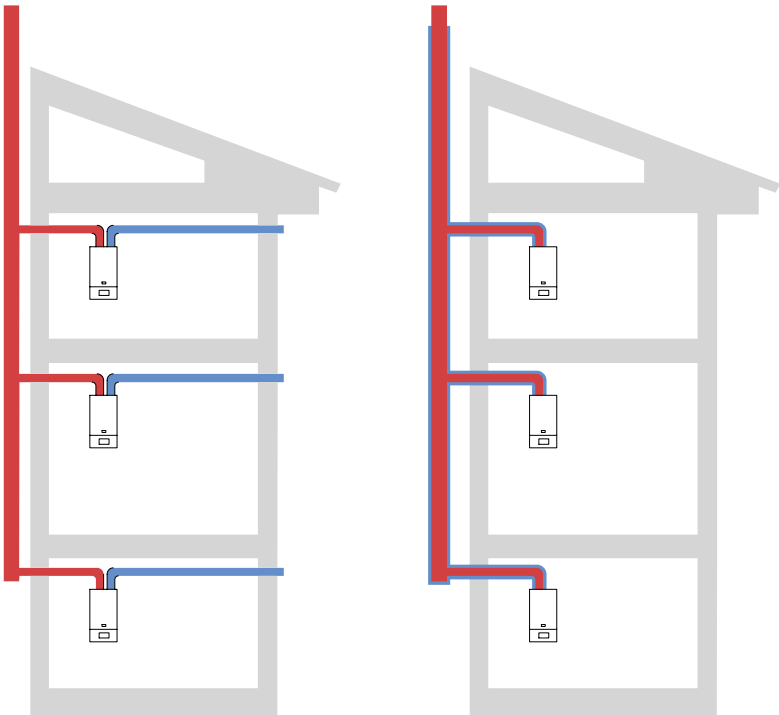
Existe una excepción a esta regla, el caso de las instalaciones antiguas que no disponen la posibilidad de realizar la evacuación de los productos de la combustión por cubierta. En este caso, y únicamente los siguientes aparatos, podrán hacer la evacuación de los gases por fachada. Estos son:

- Aparatos de GLP y GN.
- Calderas Tipo C hasta 70 KW.
- Calentadores hasta 24,4 KW pudiendo estos ser de tipo B o C.



Se denomina **chimenea** a la estructura predominantemente vertical compuesta por una o varias conducciones estancas que canalizan y evacuan los productos de la combustión desde la salida de los aparatos que los generan hasta la cubierta del edificio. Esta estructura se compone habitualmente de un tramo horizontal o conducto de unión desde el emisor (aparatos tipo B o C) hasta el conducto vertical principal.

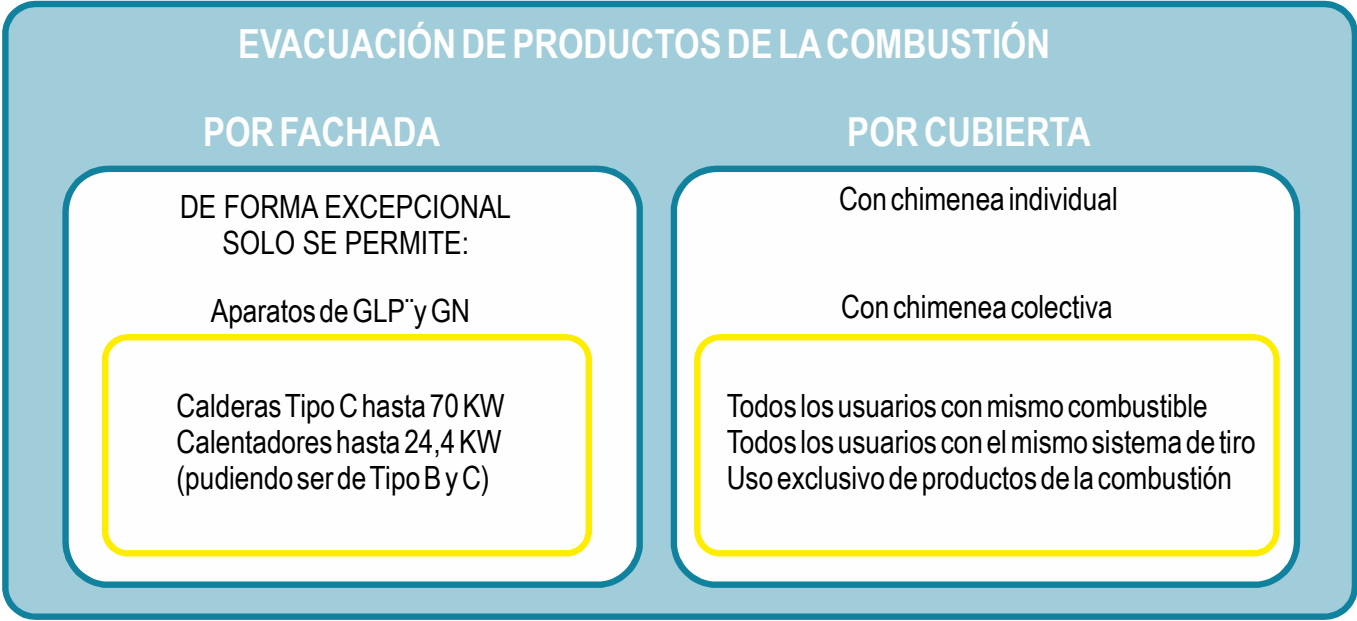
Para el cumplimiento de la normativa, los edificios de nueva construcción deberán estar dotados de chimeneas individuales o colectivas al que se conectarán los citados generadores. Así mismo, el RITE establece que para la producción individual por vivienda se instalarán calderas tipo C, debiendo estar conectadas a chimeneas que evacuen por cubierta.



Estas chimeneas pueden ser de dos tipos:

- A) Chimenea con una **canalización única** principal a la que se vierten los productos de la combustión de forma colectiva. Cada generador contará con su toma de admisión de aire limpio independiente y se conectará a la canalización colectiva por medio de su propio conducto de evacuación.
- B) Chimenea colectiva compuesta por dos **canalizaciones concéntricas**. En este caso la central, con doble envolvente aislado, se encarga de la evacuación de los productos de la combustión de los generadores mientras que la canalización exterior dotara de aire limpio a la admisión de los aparatos tipo C.

En el caso de generación centralizada con generadores de más de 70 KW, también se evacuará por medio de chimeneas exclusivas por cubierta desde los cuartos de calderas. En esta configuración lo normal es encontrarnos calderas de tipo B de tiro forzado en cascada.



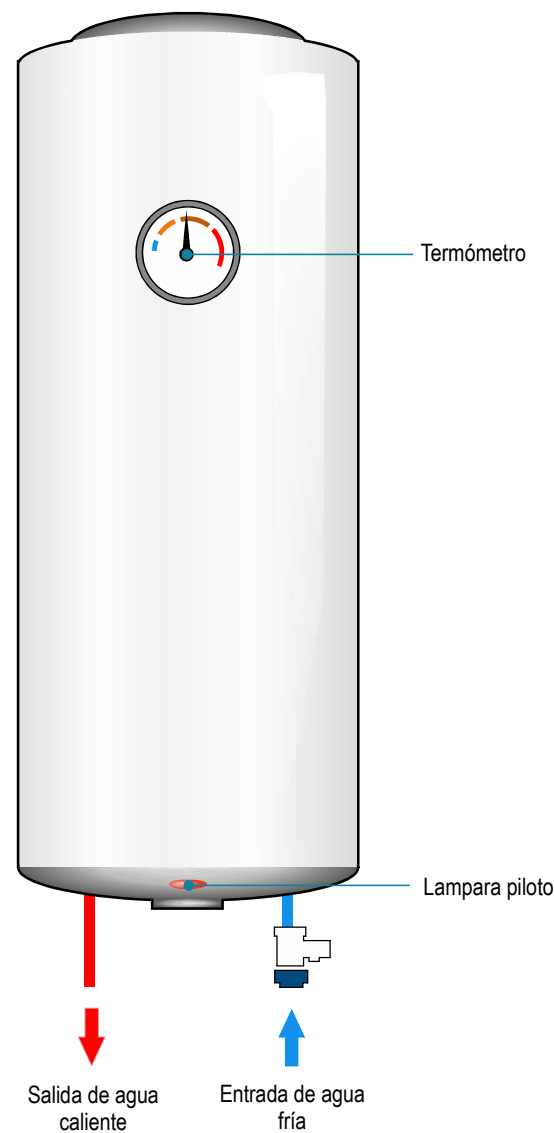
2.2.4. TERMO ELÉCTRICO

Un termo eléctrico es un depósito de agua, fabricado comúnmente en acero inoxidable o acero al carbono con diferentes revestimientos para protegerlo contra la corrosión, y una envolvente exterior para evitar las pérdidas de temperatura. Dispone de una resistencia eléctrica interior encargada de calentar el agua. Cuando se alcanza la temperatura deseada, el termostato interrumpe la alimentación de corriente hacia la resistencia dejando de transferir energía. En el momento del consumo de ACS, también entrará agua fría en el depósito, bajando la temperatura del agua interior y activando de nuevo el termostato.

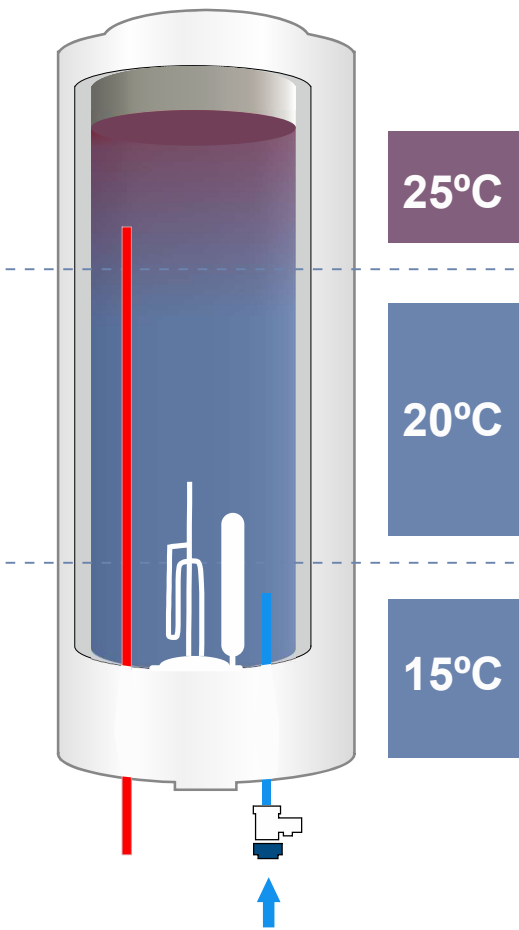
Suele dar servicio a consumos reducidos y los encontraremos en usos individuales de ACS.

El principio de funcionamiento de un termo se basa en la estratificación de diferentes temperaturas del agua, debido a la diferencia en la densidad del líquido en función de su temperatura.

EIACS, por lo tanto, que suministra un termo eléctrico, es la que se encuentra en la parte superior puesto que se encuentra a mayor temperatura, se extrae por la parte inferior a través de un espárrago interior.



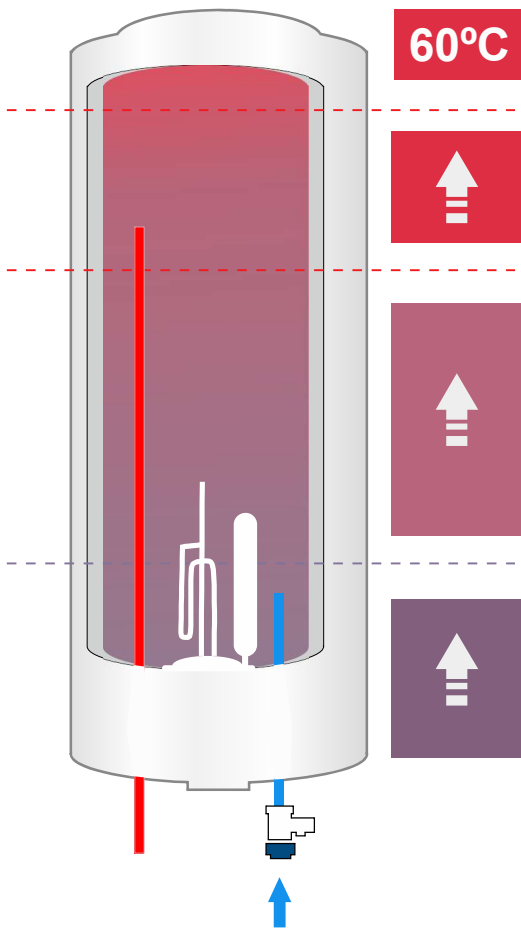
CICLO DE FUNCIONAMIENTO Y PARTES DE UN TERMO ELÉCTRICO



Llenado inicial

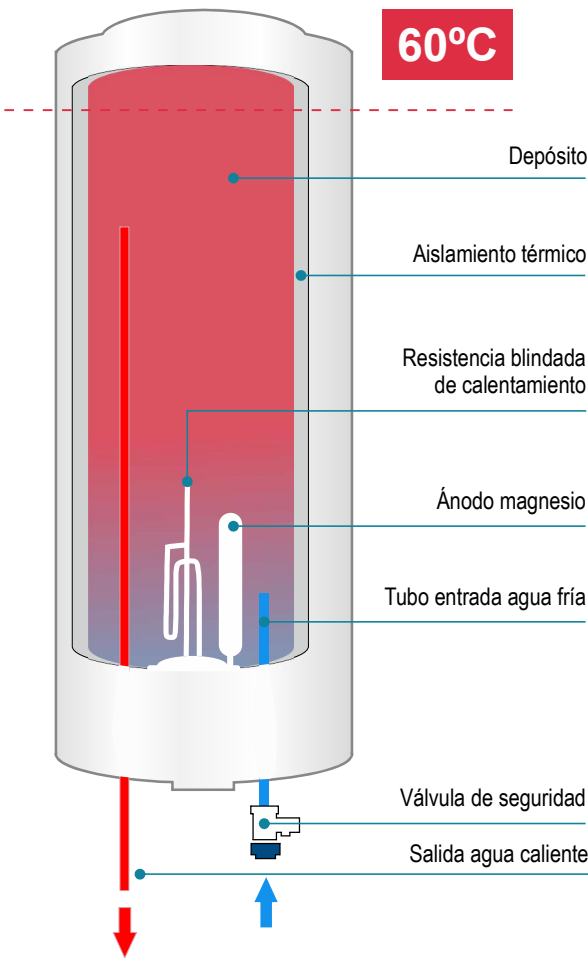
Para llenarlo, basta con abrir la llave de entrada de agua fría, de forma que, cuando el termo esté lleno se cortará la entrada de agua.

El principio de funcionamiento de un termo se basa en la estratificación de diferentes temperaturas del agua.



Primer ciclo de calentamiento

Cuando el agua se calienta, se expande y adquiere una densidad menor, por lo que se desplaza a la parte superior del calderín. el resto del líquido, menos caliente, se acumula en la parte inferior e irá ascendiendo según se vaya calentando.



Primer ciclo de calentamiento

Cuando el agua caliente sale del calderín, esta es sustituida por agua fría que entra por abajo. El equilibrio de densidad se mantiene.

3. INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ACS CENTRALIZADA

3.1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones para la producción de ACS centralizada son sistemas muy complejos, adaptados de forma individual a las exigencias, tanto de diseño como de consumo, del proyecto de ejecución del edificio. Valores como: el uso del edificio, la cantidad de cuartos húmedos, su altura manométrica, etc., influyen de manera muy significativa, estableciendo las variables que se tendrán en cuenta en el diseño de la instalación.

El motivo principal para el uso de la producción de ACS centralizada se debe a que dar servicio a grandes consumos con sistemas instantáneos no resulta viable ni técnicamente ni en cuanto a consumo, pensemos, por ejemplo, en el consumo de ACS que puede producirse en un edificio de viviendas a primera hora de la mañana cuando gran parte de los vecinos pueden estar usando la ducha de manera simultánea.

Para reducir la potencia necesaria en producción y al mismo tiempo obtener funcionamientos más homogéneos de la instalación se utilizan los sistemas con acumulación en depósitos en los que se mantiene el agua caliente lista para su uso, de manera que en las puntas de demanda del edificio se utiliza el agua acumulada, garantizando una temperatura y caudal adecuados con un consumo mucho menor que con sistemas individuales.

Los sistemas de acumulación a su vez se clasifican en:

- Acumulación, donde los volúmenes de acumulación se diseñan para atender a la demanda punta con el agua acumulada.
- Semiacumulación, donde los volúmenes solo pueden hacer frente a una parte de esa demanda, requiriendo el apoyo de la producción para cubrir la punta de consumo completa.

Cada instalación térmica difiere de cualquier otra en su diseño y ejecución, pero todas mantienen un principio común de funcionamiento.

Una instalación de producción de ACS centralizada se divide en tres partes principales:

Un aparato productor de calor.

Un depósito acumulador.

Unos puntos de consumo.

Al circuito que enlaza la caldera con el depósito acumulador, lo llamaremos **circuito primario**.

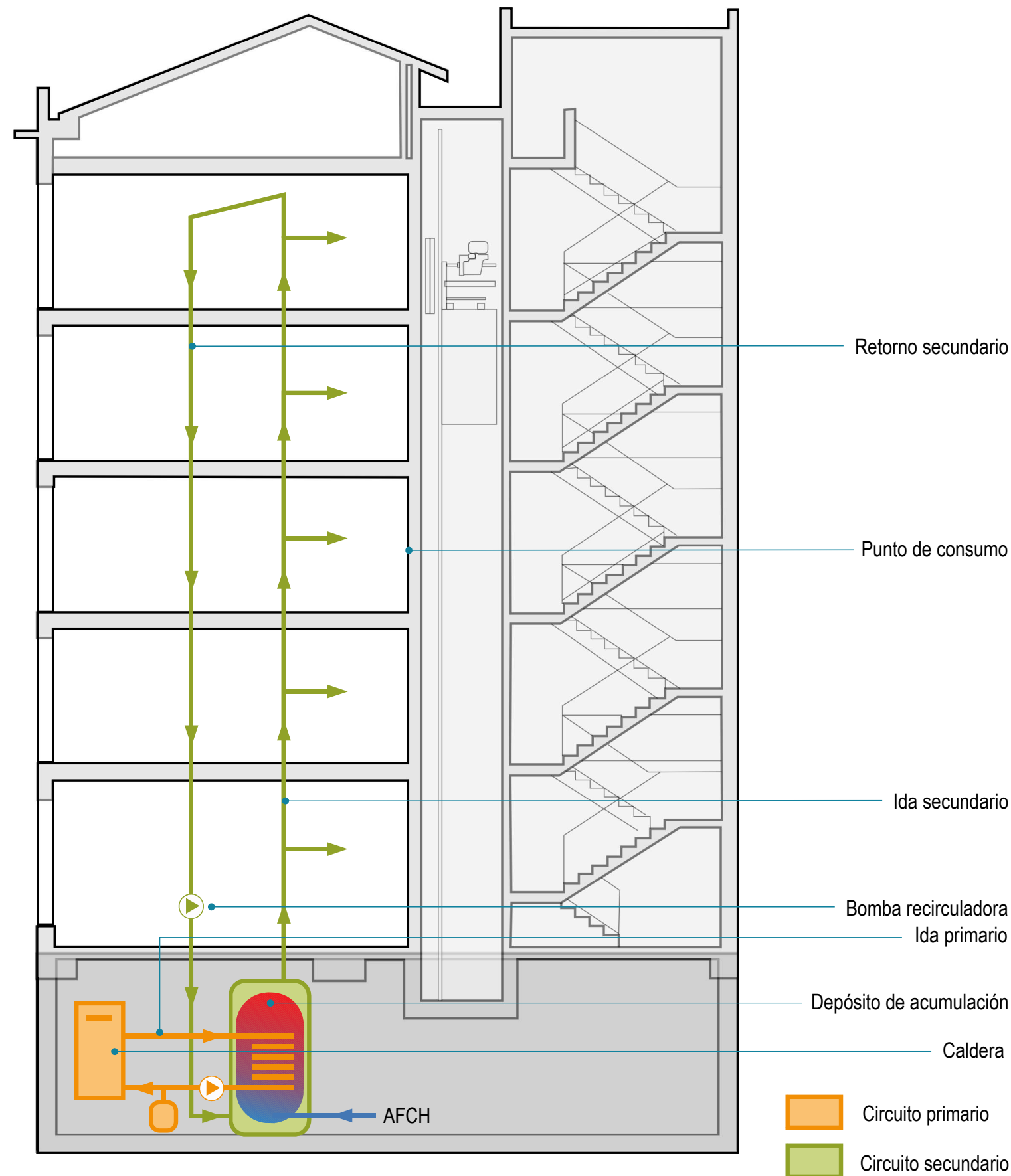
Al circuito que enlaza el depósito acumulador con los puntos de consumo lo llamaremos **circuito secundario**.

Estos circuitos son **independientes** entre sí y cada uno dispone de sus elementos de control y funcionamiento.

El funcionamiento de un sistema de ACS centralizada funciona de la siguiente manera:

- 1º - Un aparato de generación de calor calienta el agua de un circuito cerrado (circuito primario).
- 2º - El calor del circuito primario se transfiere a un circuito secundario mediante un sistema de intercambio de calor como puede ser un intercambiador de placas o un interacumulador, de forma que el agua del circuito primario y la del circuito secundario, que será el agua de consumo, no se mezclen en ningún momento.
- 3º - El agua caliente del circuito secundario queda almacenada en un depósito acumulador lista para su distribución a los diferentes puntos de consumo cuando estos lo requieran.

Para que un sistema de producción de agua caliente sanitaria cumpla satisfactoriamente con su función, es esencial que disponga de una potencia calorífica y una acumulación térmica suficientes para absorber los caudales y la temperatura adecuados en cada punto de suministro. Los criterios de actuación se deben basar en el control de la temperatura del agua de forma que alcance 60 °C en los depósitos o acumuladores finales.



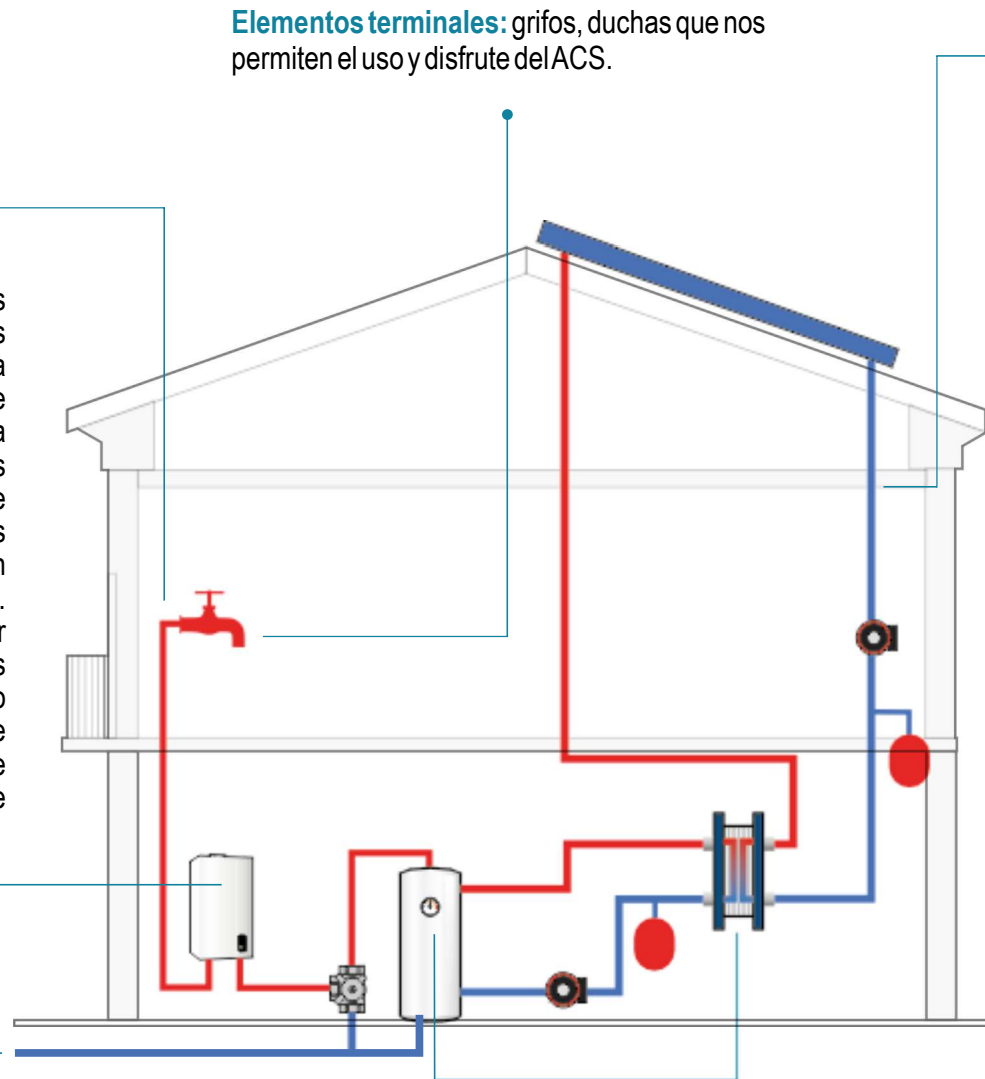
3.2. ELEMENTOS DE UN SISTEMA CENTRALIZADO DE ACS

Red de suministro: conjunto de tuberías que transportan el agua atemperada hasta elementos terminales.

Elementos terminales: grifos, duchas que nos permiten el uso y disfrute del ACS.

Generador de calor (caldera): es el elemento o grupo de elementos destinados a elevar la temperatura del agua fría. Existen multitud de posibilidades para elevar la temperatura del agua, en algunas instalaciones, típicamente las de menor tamaño, se utilizan calderas o calentadores que actúan calentando directamente el AFCH. En las instalaciones de mayor tamaño se usan intercambiadores de calor, diferenciándose el circuito de ACS (circuito secundario o de consumo) del circuito de agua de caldera (circuito primario o de producción).

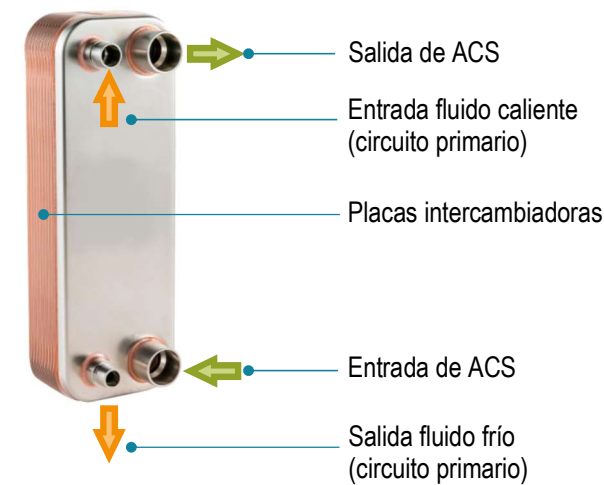
Acometida de Agua Fría: que partirá de la red general de AFCH del edificio.



Circuito de retorno: red de tuberías que transportan el agua de vuelta desde los puntos más alejados de la red de suministro hasta el acumulador. Su objeto es mantener un nivel aceptable de temperatura del agua caliente en toda la red de suministro, aun cuando los elementos terminales no demanden consumo durante largos periodos de tiempo.

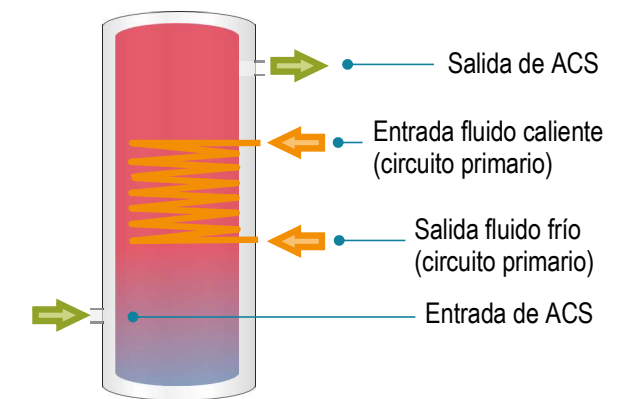
Intercambiadores: Con el fin de conservar las características sanitarias deben existir elementos que separen el agua de las calderas del agua de consumo; estos son los intercambiadores. Los intercambiadores son de dos tipos: tubulares y de placas, estos últimos a su vez, de placas y de placas electrosoldadas.

Intercambiador de placas



Un intercambiador de placas está compuesto por un conjunto de placas y juntas a través de los cuales circulan los fluidos primario y secundario produciéndose la cesión de la temperatura entre ambos circuitos.

Intercambiador tubular



Consta de un haz tubular por el interior del cual discurre el agua caliente primaria (calentada mediante calderas), colocado en el interior de una carcasa cilíndrica, por la que circula el agua a calentar (secundario ACS). Utilizado en interacumuladores de serpentín interior.

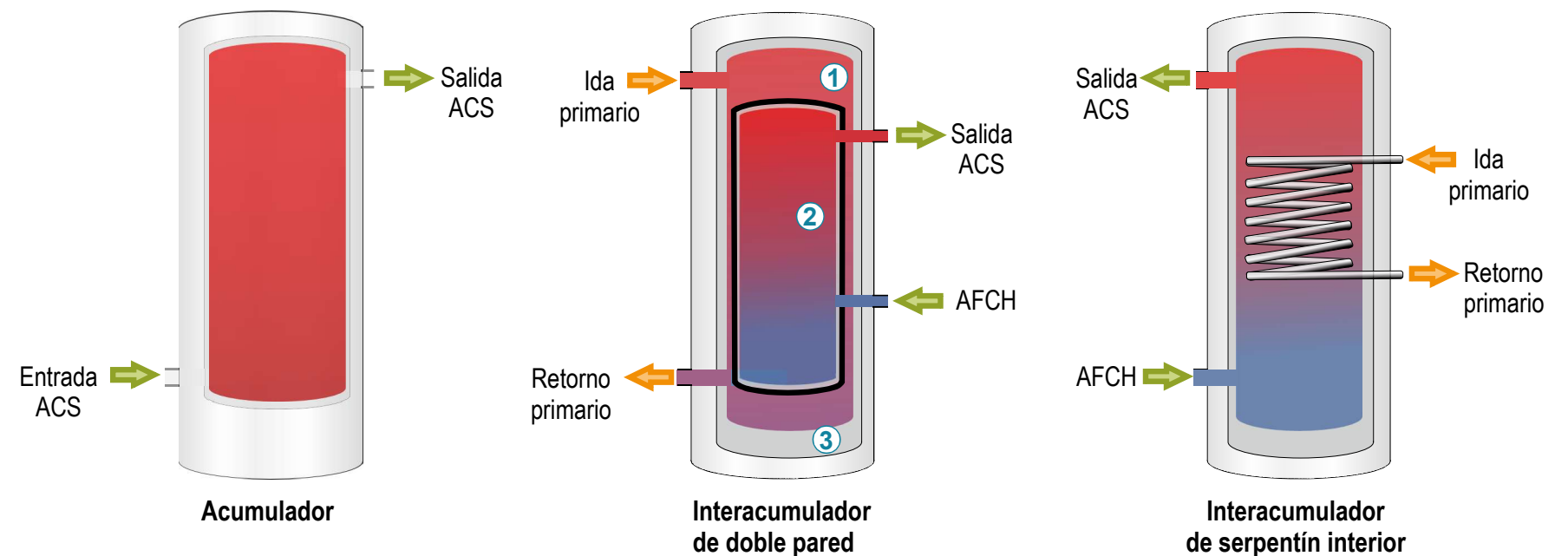
Depósitos: Los depósitos de acumulación de ACS pueden ser interacumuladores o acumuladores, según sean capaces (interacumuladores) o no (acumuladores) de producir ACS. La presión mínima de trabajo debe ser de 6 bar, siendo recomendable 8 bar, y temperatura de trabajo no deberá ser inferior a 70 °C, atendiendo a los criterios de prevención de legionelosis.

Tipod de depósitos:

• **Acumulador.** Únicamente almacenan el ACS, por lo que requieren de un intercambiador de calor exterior y una bomba que haga circular el agua a calentar entre el depósito y el intercambiador.

• **Interacumulador de doble pared,** con una envolvente exterior al depósito por la que circula el agua de calderas rodeando al acumulador, por el que se produce la cesión térmica, terminado con un aislamiento exterior.

• **Interacumulador de serpentín interior,** con un intercambiador tubular encargado de la cesión térmica y el pertinente aislamiento exterior. Los depósitos acumuladores únicamente almacenan el ACS, por lo que requieren un intercambiador exterior para la producción, que generalmente será un intercambiador de placas y una bomba que haga circular el agua a calentar entre el depósito y el intercambiador llamada bomba de secundario.



Depósitos: Estos depósitos deben disponer de las siguientes conexiones:

***Entrada de agua de consumo en su parte inferior** o con un deflector que, de forma interna, la dirija hacia la parte inferior del depósito, de manera que se reduzca la zona de mezcla favoreciendo la estratificación del agua en su interior.

****Salida del ACS hacia consumo**, situada en la parte superior del depósito.

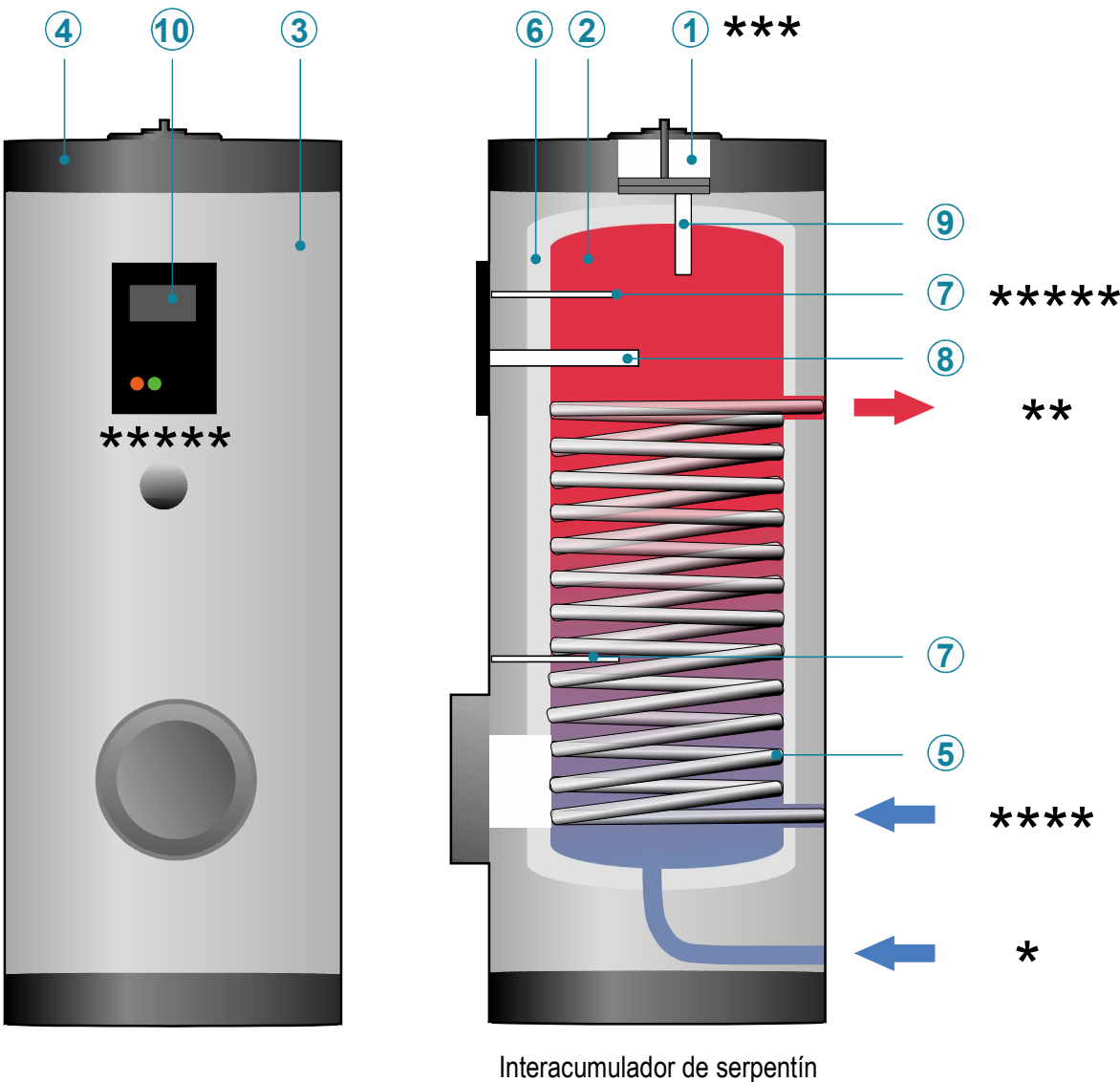
•Vaciado en la parte inferior para la purga de lodos y para la toma de muestras para los análisis de Legionela.

*****Registro para limpieza;** para capacidades inferiores a 750 l se admiten tamaños de registro que permitan la limpieza interior manual; para capacidades superiores el tamaño mínimo del registro será DN 400, también denominado "Boca de Hombre" ya que permiten el acceso de una persona a su interior.

******Tomas para la conexión de los sistemas de producción**, bien con intercambiadores exteriores de placas, o bien con serpentines interiores.

*******Conexiones para sondas de regulación**, termómetros, válvula de seguridad, recirculación de ACS, etc.

•Por tratarse de equipos metálicos con riesgo de corrosión, incorporan **protecciones catódicas**, ya sea mediante ánodos de sacrificio o de corriente inducida.



- | | | | | | | | |
|---|--------------------|---|--------------------------|---|----------------------|----|------------------|
| 1 | Boca de inspección | 4 | Cubierta | 7 | Vaina de sensores | 10 | Panel de control |
| 2 | Depósito ACS | 5 | Serpentín intercambiador | 8 | Vaina de resistencia | | |
| 3 | Forro externo | 6 | Aislamiento térmico | 9 | Protección catódica | | |

¿QUÉ ES UN INTERACUMULADOR?

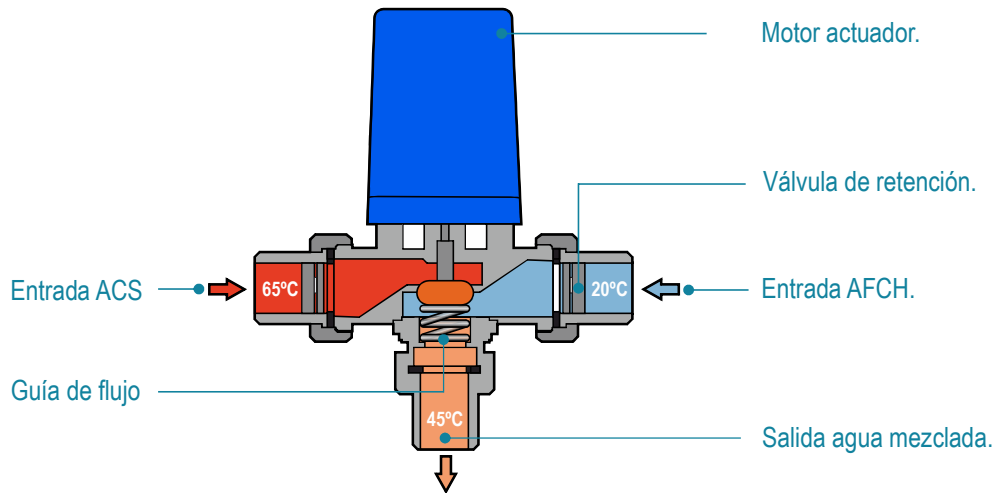
Son aparatos que producen una acumulación de agua caliente para uso sanitario. Necesitan siempre estar conectados a una fuente de calor externa, generalmente, una caldera, pero también, por ejemplo, un panel solar o una estufa de leña. La única diferencia entre el interacumulador y el acumulador es el serpentín integrado en el interior del interacumulador. Los depósitos de acumulación de ACS pueden ser interacumuladores o acumuladores, según sean capaces (interacumuladores) o no (acumuladores) de producir ACS.

El agua caliente primaria, producida por la fuente de calor externa, calienta el agua sanitaria que se encuentra dentro del mismo depósito. El serpentín es el intercambiador que se encarga de transferir el calor del circuito primario al circuito secundario (ACS). El interacumulador dispone de un termostato (1) que controla la temperatura del agua sanitaria almacenada en su interior, activando o desactivando la fuente de calor externa.

8. Válvulas de regulación: Para la regulación de las temperaturas de ACS se emplean dos tipos de válvulas: motorizadas y termostáticas. Las motorizadas son válvulas que actúan mediante servomotores comandados por las señales recibidas de las sondas de temperatura del sistema. Las válvulas termostáticas funcionan mediante un elemento sensible a la temperatura que se posiciona en modo abierto o cerrado.

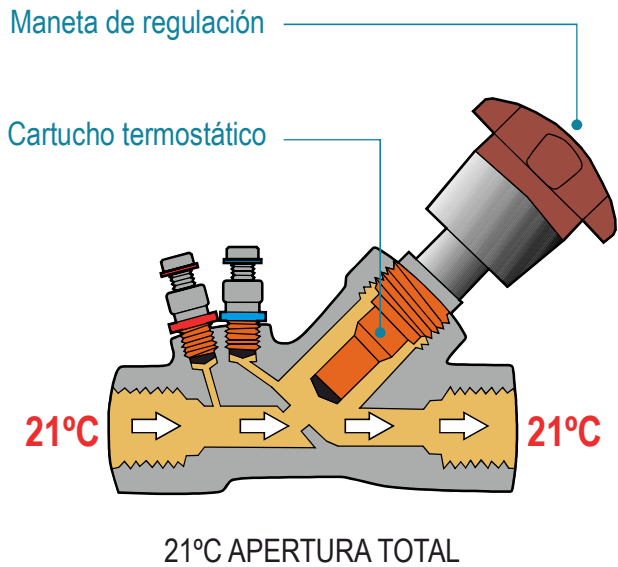
Existen dos tipos, las diseñadas para colocar a la salida de los depósitos de acumulación, que son válvulas de 4 vías, las tres correspondientes a acumulación, agua fría y ACS y una cuarta vía en la que se conecta la recirculación, el caudal de recirculación mantiene la válvula continuamente en actuación y facilita la adecuación a las condiciones de demandas variables.

Válvula de tres vías motorizada



Otro tipo de válvulas termostáticas están diseñadas para su ubicación próxima a los puntos de consumo siendo exclusivamente de tres vías, no admitiendo la recirculación. Por último existen válvulas termostáticas de dos vías para instalar exclusivamente en montantes de recirculación, que reducen el caudal al necesario para mantener las temperaturas de consigna en los mismos.

Válvula termostática



Contadores de agua: Un contador de agua es un instrumento diseñado para medir e indicar el volumen (m³) del agua que lo atraviesa. Se compone de un dispositivo medidor que opera sobre un dispositivo indicador. Los encontraremos allí donde se precise analizar la cantidad de agua que atraviesa una instalación: en la entrada general de agua fría de una edificación, en las viviendas individuales (tanto para agua fría como para ACS), en instalaciones de regadío, para cuantificar el agua que se extrae de pozos naturales, también podemos verlos como medio para detectar fugas, incluso en ocasiones instalaciones contra incendios. Deben estar homologados, precintados y verificados según las exigencias normativas que les afecten.

En función de su temperatura de trabajo se dividen en contadores de agua fría (<30°C) o contadores de agua caliente (desde 30°C a 90°C). Se deberá instalar un contador de ACS por cada uno de los usuarios de un edificio comunitario si el sistema producción de agua caliente sanitaria es centralizado. En caso de que el ACS sea producido mediante calderas individuales pero cuenten con instalaciones de apoyo solar térmico comunitario, deberá colocarse un contador por cada usuario que pueda hacer uso de esa agua precalentada. Para su correcta instalación el fabricante debe indicar: la posición del contador, el caudal mínimo, el máximo y el nominal, su intervalo de temperaturas y la presión máxima de trabajo (entre otros parámetros necesarios). Todo contador debe tener una válvula de corte a su entrada y los de ACS, de forma añadida, dispondrán de una válvula antirretorno.

ELEMENTOS DE UN MEDIDOR Y TIPOS

The diagram shows a water meter with the following components labeled: **M³ consumidos** (000), **Litros consumidos** (67), **ISO 4064**, **Qn:1.5m³/h**, **PN:1.6Mpa**, **B-H A-V**, **30°C**, **2020.10.0130**, **Mariposa registro de funcionamiento**, and **Contador de Lts.**

Two types of meters are shown: **Contador de agua fría (<30°C)** and **Contador de agua caliente (desde 30°C a 90°C)**.

MARIPOSA DE REGISTRO:
Algo a tener en cuenta durante una intervención, es la posibilidad de poder identificar una fuga de agua sin apariencia, a través del movimiento de la palomilla sin existir consumo. Esto denota claramente la existencia de un problema por posible pérdida o fuga en el circuito de ACS.

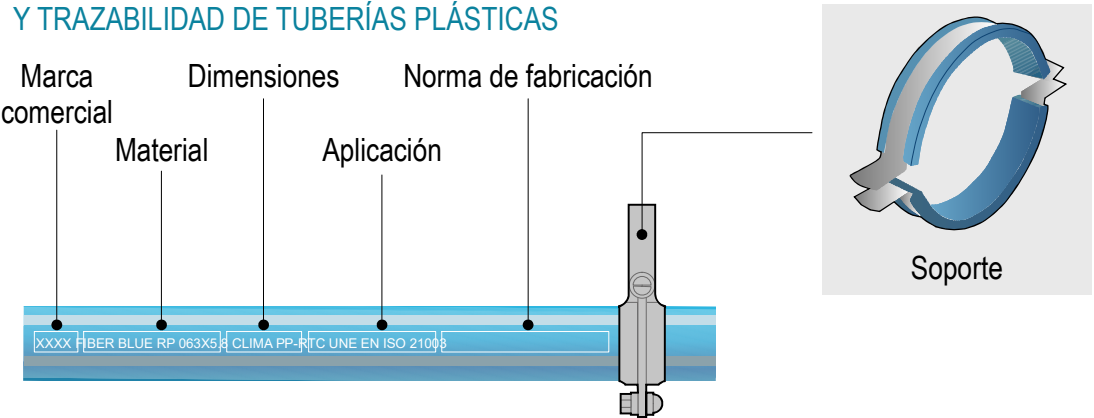
Conducciones: Las conducciones conforman el sistema de transporte de un fluido entre dos puntos de una instalación. Entre sus elementos principales distinguimos las tuberías y sus uniones; aunque son igualmente importantes los soportes, el aislamiento térmico, y otros elementos auxiliares como dilatadores, elementos de protección mecánica, protecciones contra ruidos, protecciones contra las condensaciones, etc. Las conducciones, además de sus accesorios, deben ser compatibles con el fluido, no pudiendo afectar a su composición ni reaccionar con él, ser capaces de soportar la presión de trabajo de la instalación, y además mantenerse estables en su rango de temperaturas de trabajo.

-Temperatura en las conducciones:
Todos los elementos de las conducciones de ACS deben ser capaces de trabajar a temperaturas de trabajo normal superiores a 50°C y periódicas de 70°C (para el tratamiento contra la legionelosis). Es por ello que el CTE en su documento HS4 (apartado HE4), prohíbe expresamente el uso de acero galvanizado para temperaturas superiores a 60°C, permitiendo el uso de acero inoxidable y cobre. Respecto a los materiales termoplásticos, no hay inconveniente en utilizarlos, pero deben ser de la categoría adecuada puesto que no todos son apropiados para trabajar en este rango de temperaturas.



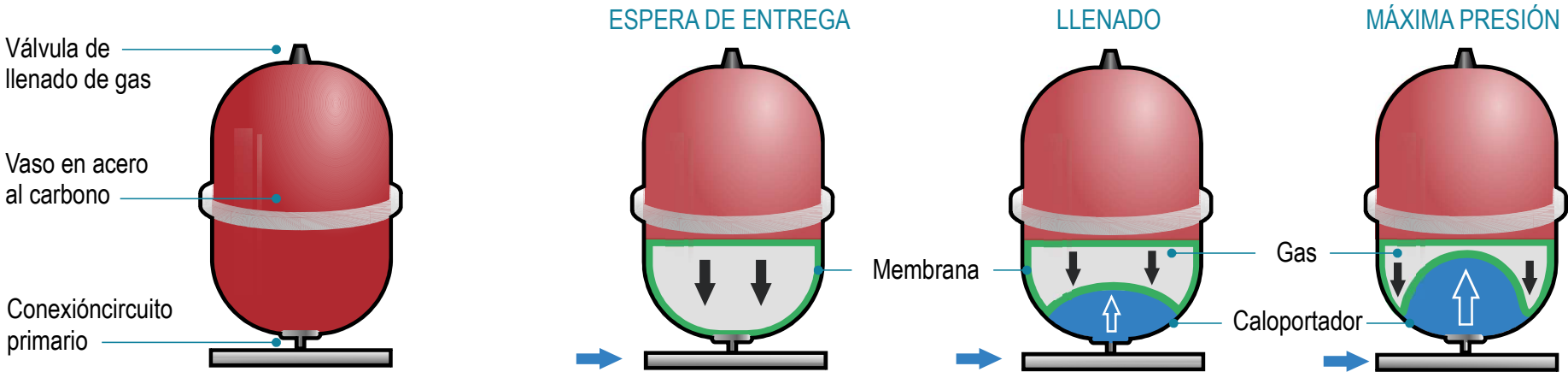
-Presión en las conducciones: En cuanto a la presión de trabajo que deben soportar las conducciones de ACS, el CTE en el HS4 indica que en cada punto de consumo debe estar garantizado 1 bar de presión como mínimo y 5 bares de presión como máximo. Las tuberías de cualquiera de los elementos metálicos de los vistos anteriormente (salvo la excepción del acero galvanizado que no debe transportar agua a más de 60°C), no presenta inconveniente alguno ni con temperaturas ni con presiones. No sucede así con los materiales termoplásticos que, cuanto mayor es la temperatura de trabajo, menor presión soportan; por lo que se debe seleccionar muy bien el tipo y categoría de la conducción termoplástica según indique la certificación del fabricante.

MARCADO Y TRAZABILIDAD DE TUBERÍAS PLÁSTICAS



Depósito de expansión: Es un elemento de seguridad de cualquier instalación hidráulica. Los líquidos al calentarse se dilatan y las instalaciones deben estar preparadas para esta característica física de los fluidos. En los circuitos de calefacción y de ACS la función de los vasos de expansión será la de absorber los aumentos y disminuciones de presión que hay cuando se incrementa o desciende la temperatura del fluido interior (puede ser agua de caldera, ACS, u otro).

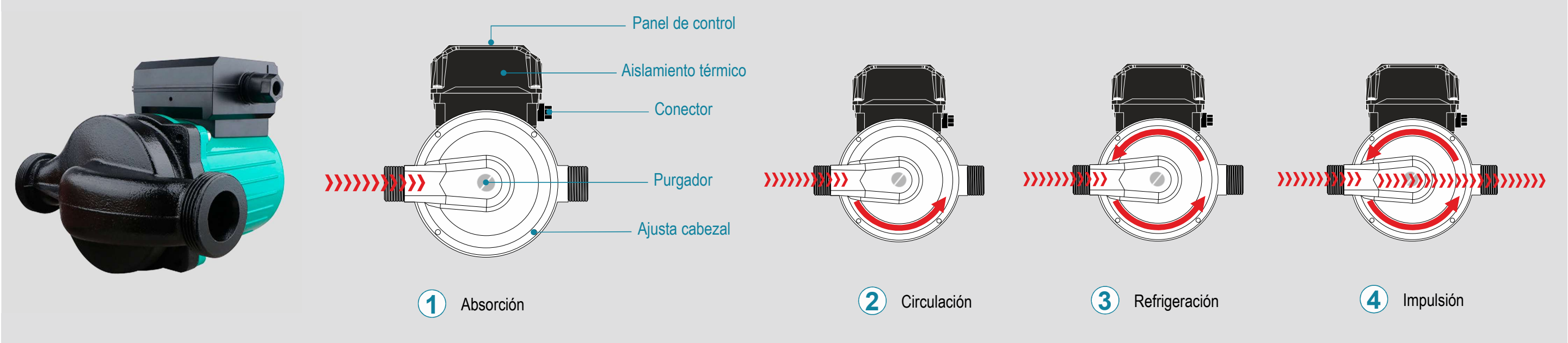
Un vaso de expansión es un depósito metálico dividido en dos zonas separadas por una membrana elástica impermeable. Una zona está en contacto con el fluido y la otra está llena de aire o gas inerte (suele ser nitrógeno). Cuando hay un aumento de temperatura en el sistema, la sobrepresión del líquido comprimirá a este gas evitando que se averíe la instalación en alguna de sus uniones. Si en vez de aumentar la temperatura, ésta disminuye, la presión también disminuirá, desplazándose la membrana esta vez hacia la parte inferior del depósito y aumentando así el espacio ocupado por el gas.



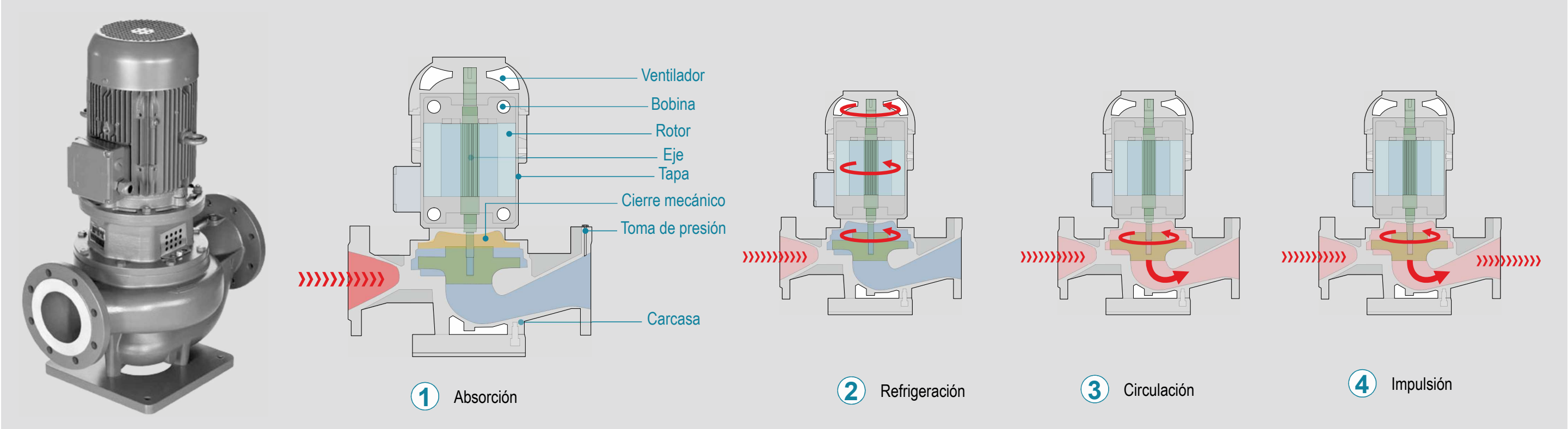
Bombas circuladoras: Son mecanismos de impulsión de fluidos, en este caso mueven del fluido caloportador hasta los caloreceptores. En las instalaciones de ACS se emplean **bombas de primario** para transferir el calor desde el circuito de calderas hasta el primer intercambiador, **bombas de secundario** cuando la producción se realiza por acumulación con intercambiadores externos, estableciendo un movimiento del fluido caloportador entre estos y el depósito, y **bombas de recirculación** para el movimiento del agua ya calentada, desde el depósito, hasta el punto más próximo al último elemento terminal del edificio, no sobrepasando en ningún caso los 15 metros de longitud. El circuito primario es un circuito cerrado en el cual el agua tiene muy poca agresividad, siendo un circuito que solo recibe agua nueva en las reparaciones o reposiciones de fugas.

Sin embargo, los circuitos secundarios y de recirculación son circuitos abiertos, en los que se está recibiendo de manera continuada agua de consumo, la cual es mucho más agresiva con los materiales constitutivos de las instalaciones, provocando su corrosión. Además los materiales en contacto con esa agua no deben modificar su potabilidad, siendo las más adecuadas las de bronce o acero inoxidable. Existen dos tipos de bombas: de **rotor seco**, en las que los componentes que entran en contacto con el fluido están separados del motor y las de **rotor húmedo** en las que el fluido accede hasta el rotor, refrigerando y lubricando el equipo; se evita así recurrir a una refrigeración exterior como puede ser un ventilador. Su tamaño y potencia se diseña en función del requerimiento de la instalación térmica.

BOMBA DE ROTOR HÚMEDO



BOMBA DE ROTOR SECO



3.3. APARATOS PRODUCTORES DE ACS CENTRALIZADA

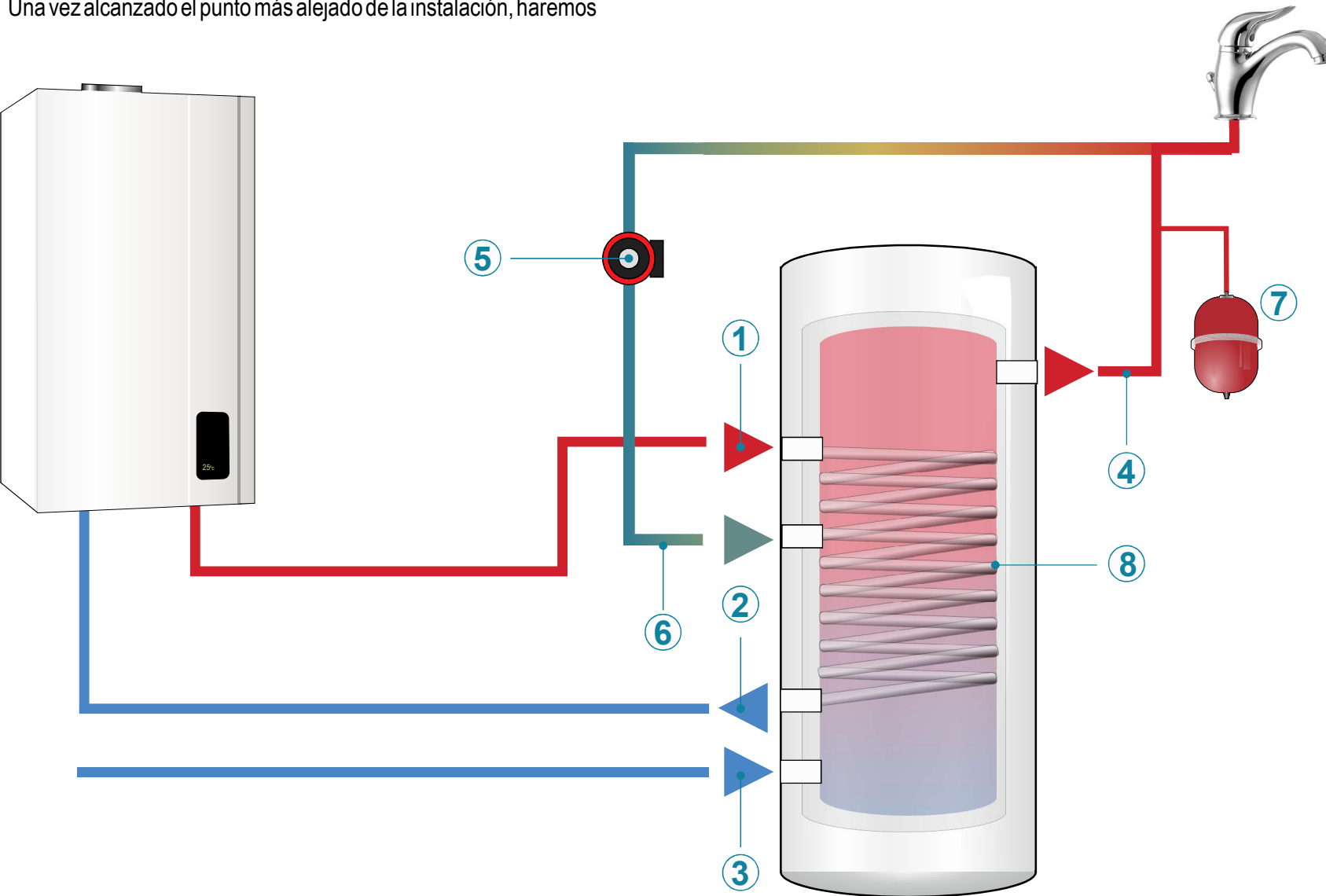
3.3.1. CON DEPÓSITO INTERACUMULADOR

¿Cómo funciona?

El agua sale por la tubería de ida del aparato productor (1), y entra en el serpentín (8) del acumulador por su parte superior. Tras recorrerlo, el agua vuelve a la caldera saliendo por la parte inferior (2) y entrando a la misma de nuevo por la tubería de retorno. Este es el **circuito primario**. Como resultado de este proceso de cesión de energía térmica a través del serpentín, el agua que se encuentra en el interior del depósito interacumulador se calienta, produciendo ACS. El ACS producido, a su vez, saldrá por la parte superior del depósito (4), dirigiéndose a los aparatos de consumo. Una vez alcanzado el punto más alejado de la instalación, haremos

volver el agua (recirculando) con la ayuda de una bomba (5). Este agua retornará al depósito por su parte central (6), comenzando de nuevo el ciclo de ida/retorno de ACS. Esta parte de la instalación se correspondería con el **circuito secundario** o de consumo.

El agua consumida será repuesta por una acometida de AFCH (3) en la parte inferior del depósito interacumulador, completando así el ciclo.

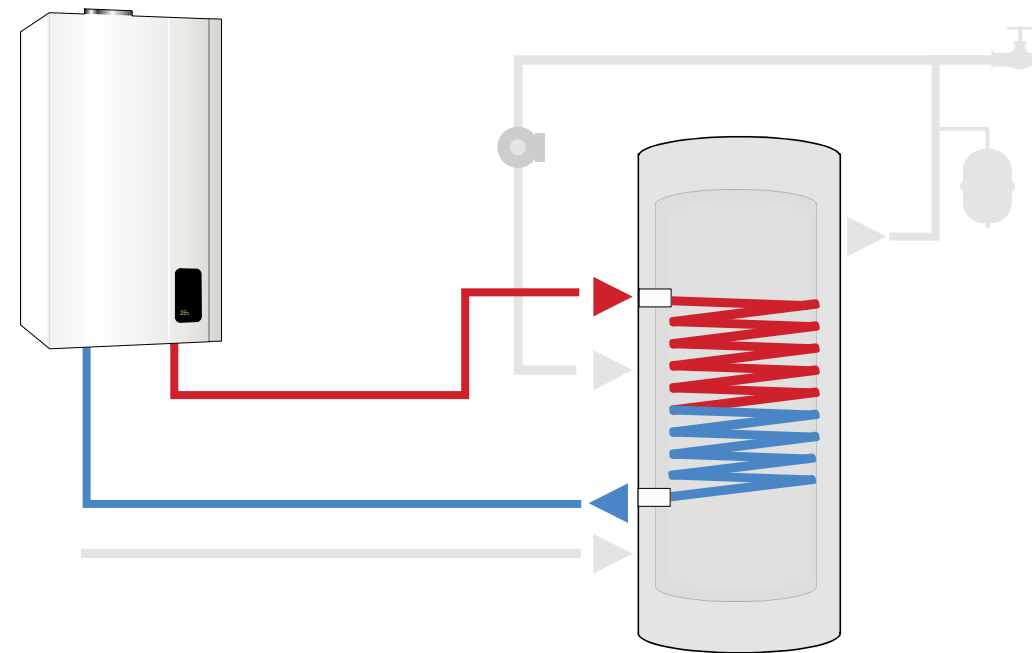


- | | | |
|---|---------------------------|---------------------|
| 1 Entrada desde caldera (ida circuito primario) | 4 Salida de agua caliente | 7 Vaso de expansión |
| 2 Salida a caldera (retorno circuito primario) | 5 Bomba recirculadora | 8 Serpentin |
| 3 Entrada de AFCH | 6 Tubo de recirculación | |

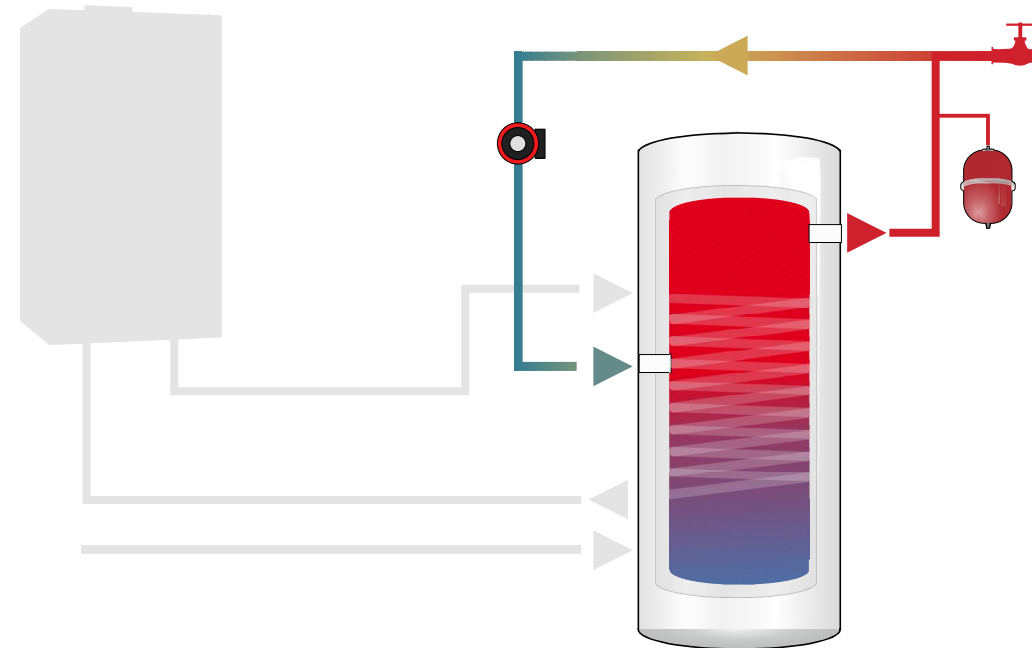
ESQUEMA DE CIRCUITOS

Los sistemas con doble circuito constan de dos circuitos cerrados: circuito primario y circuito secundario. Por el circuito primario circula el fluido caloportador que cede energía por el serpentín al circuito secundario, encargado de almacenar temperatura para distribuir a los aparatos de consumo desde el depósito acumulador.

CIRCUITO PRIMARIO



CIRCUITO SECUNDARIO ACS



3.3.2. CON INTERCAMBIADOR DE PLACAS Y DEPÓSITO ACUMULADOR

En este tipo de instalación, el depósito es simplemente un almacenamiento de agua y, por lo tanto, el intercambio de calor se realizará en otro elemento del sistema .

Este elemento nunca será la caldera, propiamente dicha, ya que obligaría a circular el agua por los elementos internos en contacto con la radiación del combustible, no pudiendo considerarse, por tanto, ACS.

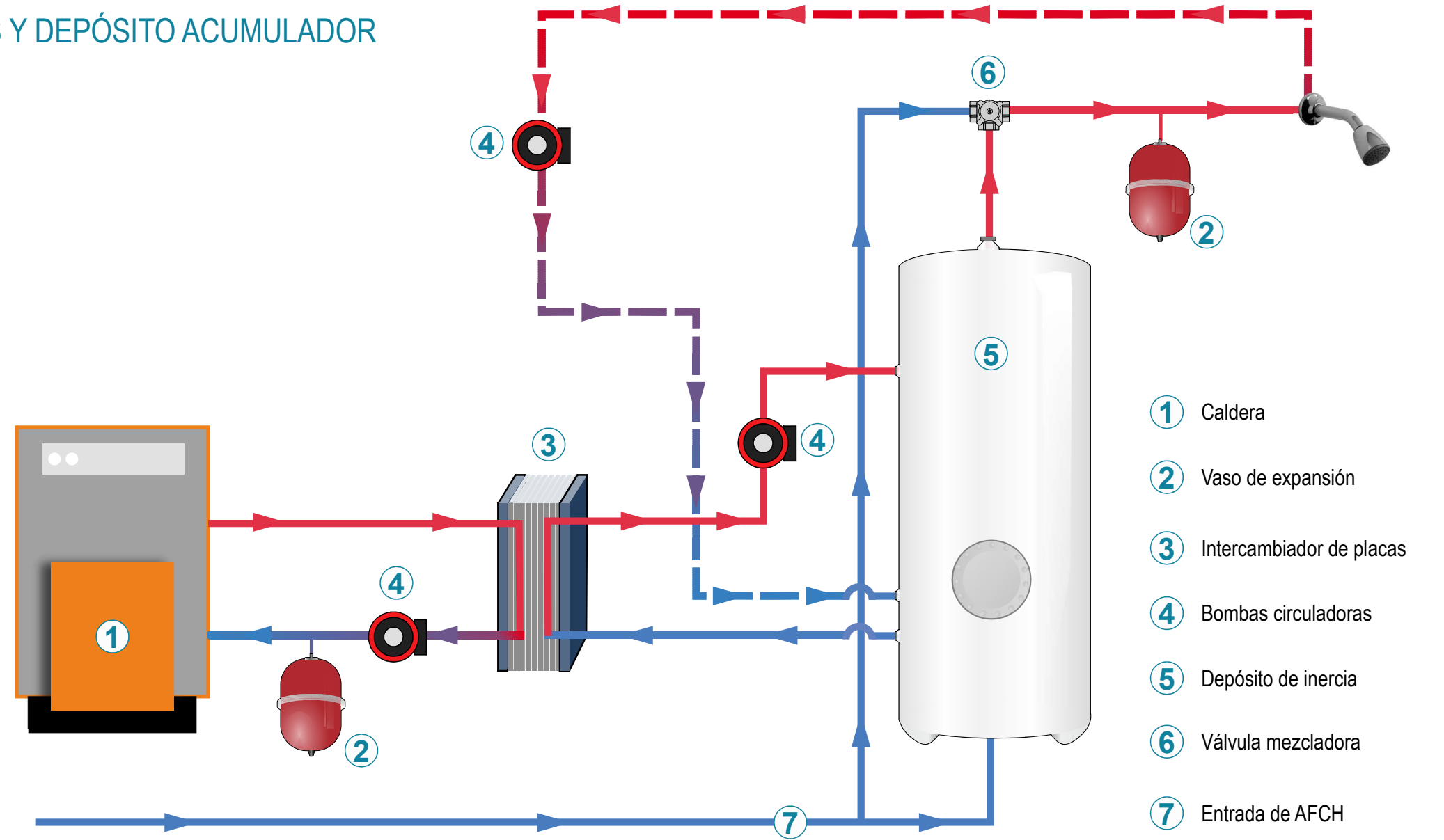
Este elemento necesario en el sistema es un intercambiador de calor, denominado: **intercambiador de placas**.

Veamos cuál es su principio de funcionamiento:

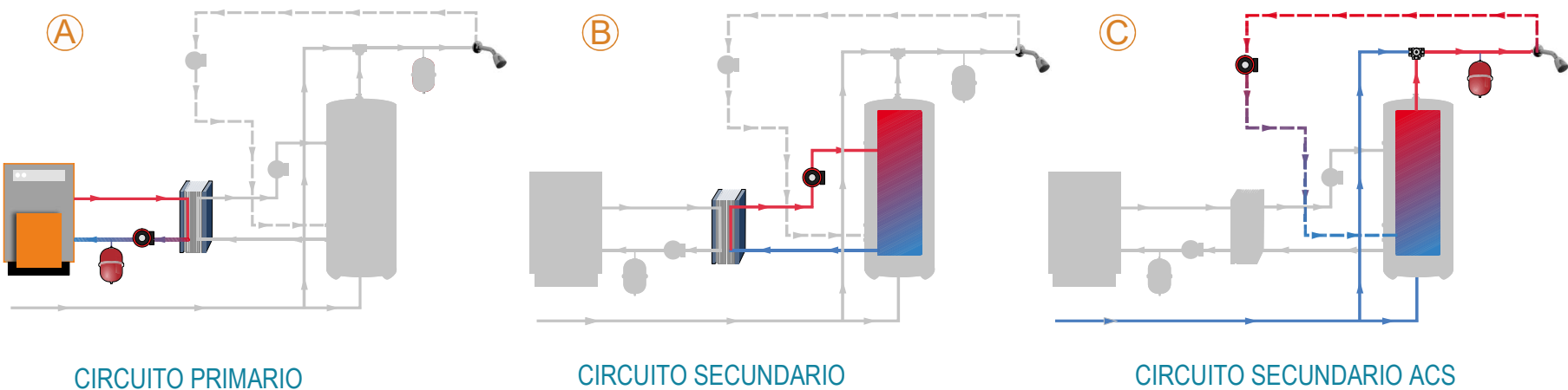
En este tipo de instalación, el **circuito primario (A)** se establecerá entre la caldera y una parte del intercambiador, al que la ida de la instalación le entrará por uno de los orificios de la parte superior y saldrá por el orificio inmediatamente inferior a este, volviendo a la caldera.

El **circuito secundario (B)** lo forman el acumulador y el intercambiador, de forma que el agua fría proviene de una salida inferior del depósito acumulador y acomete a un tubo inferior del intercambiador, de forma que la salida del agua se hará por el tubo inmediatamente superior a este, convertida ya en ACS tras haberse transferido el calor del circuito primario hacia el secundario por el contacto entre placas.

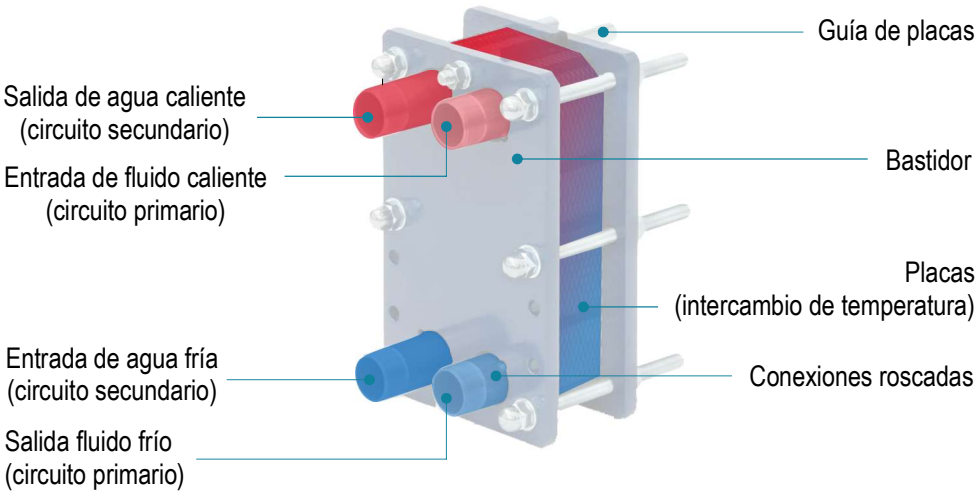
Ya convertida en ACS, se dirigirá al depósito de inercia, donde se almacenará y se enviará a la zona más próxima al último punto de consumo. Con la ayuda de una bomba circuladora retornará al depósito, finalizando así su ciclo. El agua consumida será repuesta por una acometida de AFCH por la parte inferior del depósito interacumulador, completando, de esta manera, su capacidad **(C)**



ESQUEMA DE CIRCUITOS



EL INTERCAMBIADOR DE PLACAS



4. INSTALACIONES DE APOYO SOLAR PARA ACS

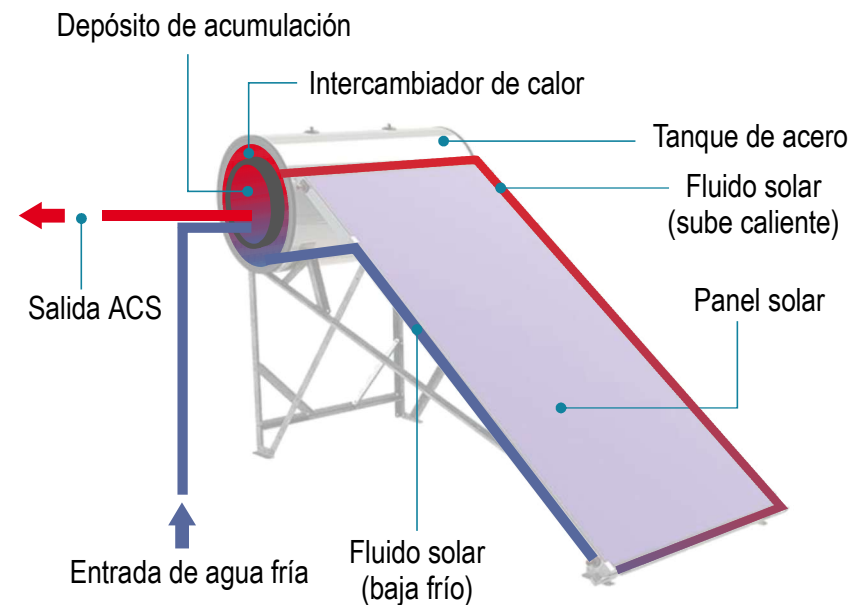
Cada día cobra más importancia el ahorro energético en casi todas las actividades que realiza el ser humano. Se desarrollan diversas normativas y legislaciones que tratan de aplicar este principio de ahorro en nuevas instalaciones y construcciones. Siguiendo esta línea es ya muy común encontrarnos instalaciones de apoyo solar térmico en la mayoría de las edificaciones de nueva construcción. El Código Técnico de la Edificación (CTE en adelante) en su documento básico HE, ahorro de energía, que tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía en la edificación. En su artículo 15.5 exigencia básica HE 4: contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria, establece que “los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y de climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables; bien generada en el propio edificio o bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción”.

La UNE EN ISO 52000-1:2019 define cogeneración como la generación simultánea en el mismo proceso de energía térmica y eléctrica y/o energía mecánica. Y según los comentarios anejos a este texto del CTE del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (en adelante MITMA), por procesos de cogeneración renovables se entienden aquellos sistemas de cogeneración que son alimentados por energía procedente de fuentes renovables. Así la aportación de un equipo de cogeneración abastecido por gasóleo no puede considerarse como cogeneración renovable, pero sí uno alimentado por biomasa. Estas medidas cobran tanta importancia que en la misma sección HE4, en su punto 3.1.1, establece que “la contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables cubrirá al menos el 70% de la demanda energética anual para ACS y para climatización de piscina, obtenida a partir de los valores mensuales, e incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Esta contribución mínima podrá reducirse al 60% cuando la demanda de ACS sea inferior a 5000 l/día. Se considerará únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio, o procedente de biomasa sólida.”

TIPOS DE CAPTADORES

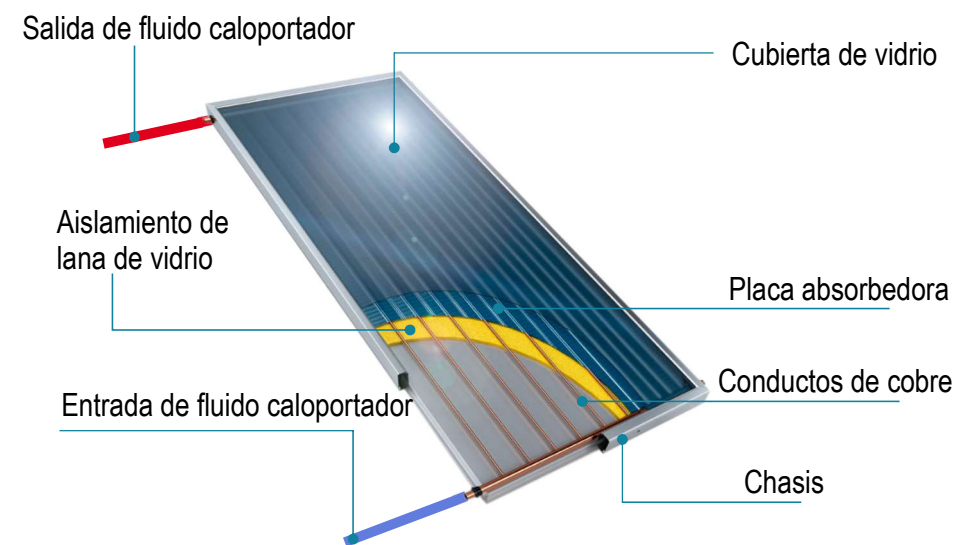
Los captadores solares térmicos aprovechan la energía solar para calentar agua (tanto ACS como calefacción, piscinas...). Un panel térmico puede calentar directamente el agua de consumo o puede calentar otro líquido caloportador que transporte esa energía a otro punto. Estos fluidos cuentan en su composición con aditivos antioxidantes y anticongelantes que mezclados con el agua hacen que este fluido sea especialmente eficiente para captar la radiación térmica solar. El mercado ofrece distintas soluciones para el aprovechamiento de la energía solar, entre los que destacamos el captador solar de termosifón, el captador solar plano y el captador solar de conductos de vacío.

TERMOSIFÓN



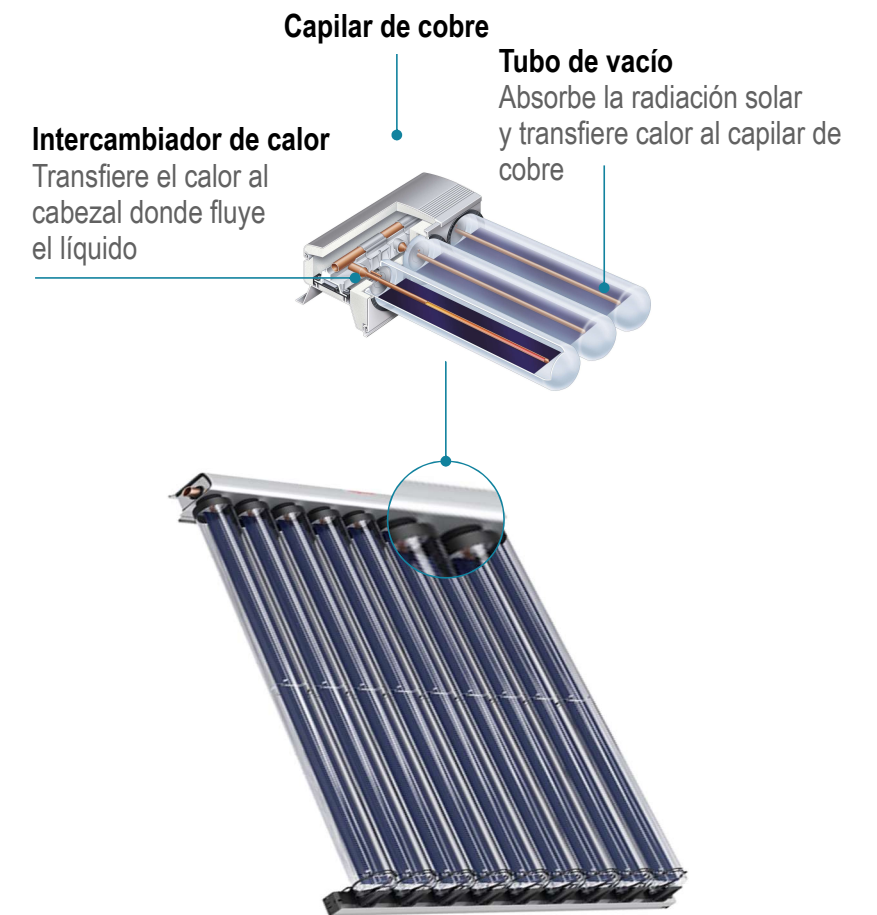
Captador solar de termosifón: El funcionamiento de un termosifón se basa en las reglas físicas que relacionan la densidad de un fluido con su temperatura. Un líquido caliente (al ser menos densos que cuando está frío) se desplaza a las partes superiores de un circuito cerrado. Tal y como se aprecia en la ilustración, si aplicamos calor a una parte de este circuito (en este ejemplo, mediante radiación solar) el fluido caliente tenderá a subir y el frío bajará para ocupar el hueco que dejó el caliente. Se establecerá entonces un flujo continuo de líquido por **presión diferencial** a diferente temperatura. Si este fluido caloportador lo hacemos pasar por un depósito de agua de consumo para calentarla, mediante los sistemas vistos anteriormente, obtendremos producción de ACS.

CAPTADOR PLANO



Captadores solares planos: Aunque no es el sistema más eficiente de aprovechamiento solar, sí es el tipo más común de panel que encontraremos en las instalaciones de apoyo solar. Es un conjunto de tubos bajo una plancha de vidrio dentro de una caja rectangular cerrada. Su principio de funcionamiento se basa en una “trampa de calor” de efecto invernadero. Los tubos interiores están unidos a una placa colectora de calor. Por estos tubos viaja el fluido caloportador y estarán en contacto con la radiación recogida y atrapada entre la placa y el vidrio.

CAPTADOR DE TUBOS DE VACÍO



Captadores de tubos de vacío: Estos captadores están formados por tubos de vidrio al vacío, sin aire, y un espacio sin aislamiento térmico entre estos tubos. El panel tiene estructura de peine, con un eje central que conduce un fluido caloportador y los tubos de vacío a modo de púas que contienen en su interior una placa que normalmente es de cobre, siendo donde se produce la captación de la radiación solar, mejorada además por su configuración cilíndrica, al recibir los rayos del sol siempre de forma perpendicular. Gracias al vacío se mejora la retención del calor recogido, de manera que la eficiencia de estos aparatos es superior en un 90% respecto a los otros dos tipos de captadores.

4.1. INSTALACIÓN DE CIRCUITO CERRADO DE A.C.S INDIVIDUAL CON APOYO SOLAR

Una de las formas de aprovechamiento directo de la energía solar es mediante una instalación termosolar, en la que la energía radiante del sol calienta el agua, para generar ACS destinada al consumo humano.

Lo más común es emplear sistemas termosolares de circuito cerrado e independiente (al menos dos, un circuito primario y otro secundario), donde el agua de consumo no pasa directamente por los colectores solares, ya que es un fluido caloportador el que corre por el circuito primario pasando por los captadores solares para ganar energía térmica y, posteriormente, a través de un intercambiador de calor, ceder dicho calor al agua de consumo que forma parte de un circuito secundario e independiente. Por tanto, ambos fluidos, fluido caloportador y el agua de red, **nunca se mezclan**.

¿CÓMO ES, POR QUÉ AHORRA ENERGÍA?

Del captador solar (13), el fluido caloportador sale por la tubería de ida (1), entrando al intercambiador (3) por su parte superior, saliendo por la toma inferior, por el tubo de retorno, (2) y volviendo al captador. Para ello, utiliza una bomba circuladora (5) y un vaso de expansión (4) que absorberá el aumento del volumen de agua, manteniendo la presión. **Esto conforma el circuito primario de producción solar térmica.**

A continuación, otra bomba circuladora (14), impulsará el agua a través de la conducción(7), por la parte inferior del intercambiador de calor (3), haciéndola salir por su parte superior, e introduciéndola en el depósito acumulador (8) a través del tubo (6). **Así se produce agua caliente sanitaria con energía solar térmica.**

Hecho esto, y desde el depósito acumulador (8), alimentaremos una válvula mezcladora (11) situada al pie de la caldera, donde se unirá a la entrada de AFCH (10). De esta forma, la válvula mezcladora (11) priorizará la entrada de agua, desde el depósito acumulador(8) de producción solar, y la caldera(9) modulará la apertura del gas para conseguir el incremento de temperatura deseada, **con el consiguiente ahorro de combustible.**

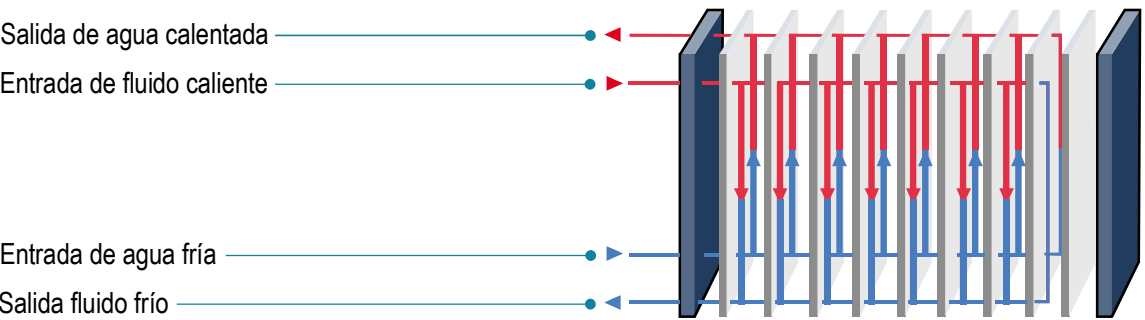
Se distinguen así los tres circuitos implicados:

- ▶ -PRIMARIO DE PRODUCCIÓN SOLAR.
- ▶ -SECUNDARIO DE PRODUCCIÓN SOLAR CON RECIRCULACIÓN.
- ▶ -SECUNDARIO DE CONSUMO, A PARTIR DE LA SALIDA DE ACS DE LA CALDERA.

¿QUÉ ES Y CÓMO FUNCIONA UN INTERCAMBIADOR DE CALOR?

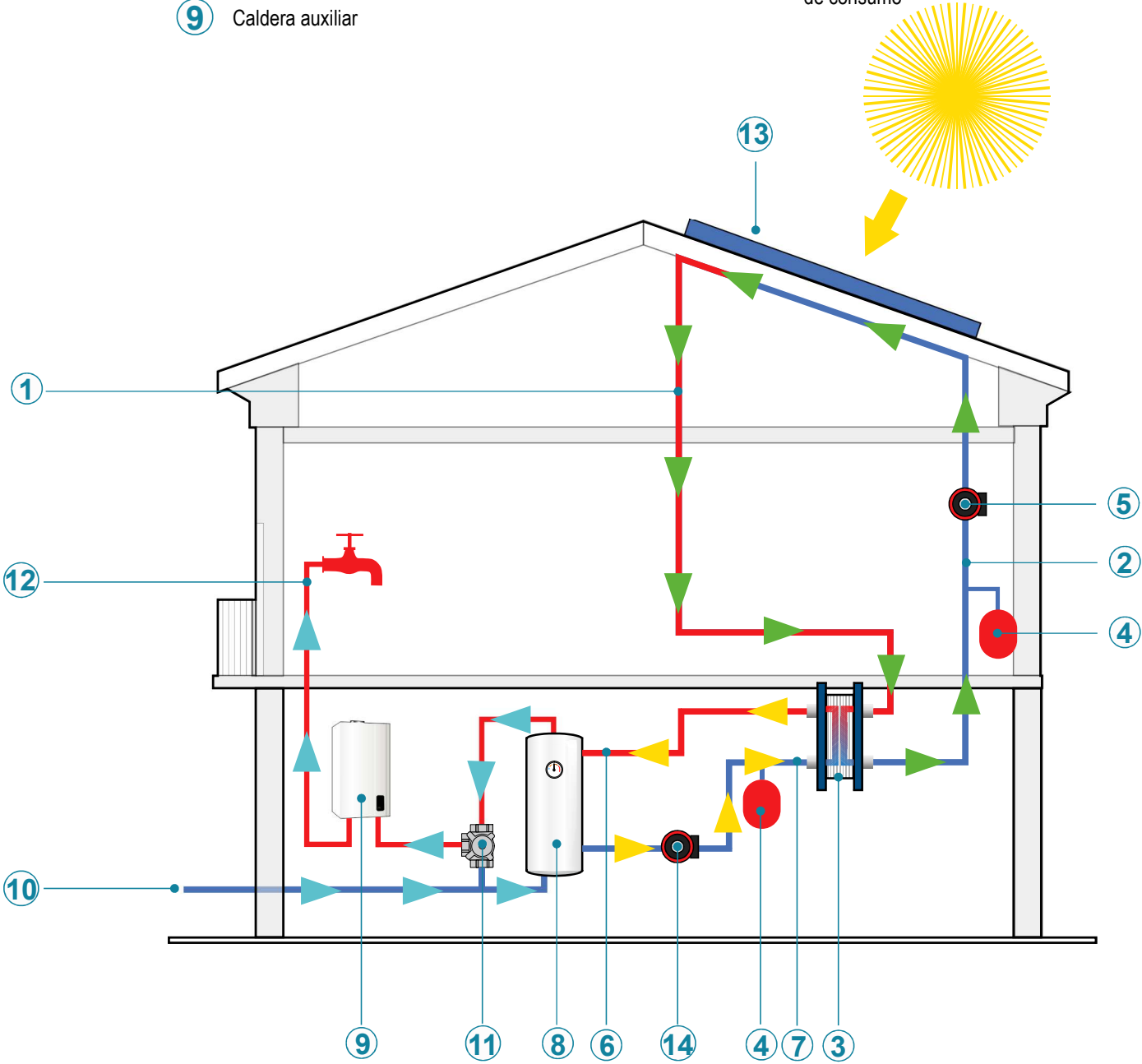
El intercambiador de calor es un dispositivos cuya función consiste en transferir el calor de un fluido a otro de menor temperatura. Dicha transferencia se produce a través de unas placas metálicas o tubos que favorecen el intercambio entre fluidos **sin que éstos se mezclen**.

Las leyes naturales de la física permiten que la energía de conducción en un sistema fluya hasta que se alcance el equilibrio. El calor abandona el cuerpo o fluido más caliente, siempre que haya una diferencia de temperatura, y se transfiere al cuerpo o fluido de menor temperatura.



DESCRIPCIÓN

- | | |
|---|---|
| 1 Tubería de ida circuito primario solar (fluido caloportador) | 10 Entrada de AFCH |
| 2 Tubo de retorno circuito primario solar (fluido caloportador) | 11 Válvula mezcladora |
| 3 Intercambiador de calor de placas | 12 Salida ACS |
| 4 Vaso de expansión | 13 Captador solar |
| 5 Bomba circuladora | 14 Bomba circuladora |
| 6 Tubo de ida al depósito de inercia | ▶ Circulación circuito primario de producción solar |
| 7 Tubo de retorno del depósito de inercia | ▶ Circulación circuito secundario de producción solar |
| 8 Acumulador o depósito de inercia | ▶ Circulación circuito secundario de consumo |
| 9 Caldera auxiliar | |



4.2. INSTALACIÓN DE CIRCUITO CERRADO DE ACS CENTRALIZADA CON APOYO SOLAR

Este sistema, de obligatoria instalación en nueva edificación desde el año 2006, **tiene el mismo principio de funcionamiento que cualquier instalación térmica**, con la particularidad de que tendremos dos aparatos productores funcionando en serie, por un lado, y de forma inicial, los paneles solares térmicos (4) y, por otro, la o las calderas (15) implicadas en el proceso.

La energía captada por los paneles solares (4) (planos o de tubos de vacío) se cede al sistema a partir de un interacumulador (5) en serie o un intercambiador de placas con depósito de inercia asociado, son las dos tipologías vistas anteriormente.

Tenemos cuatro depósitos interacumuladores de ACS (5).

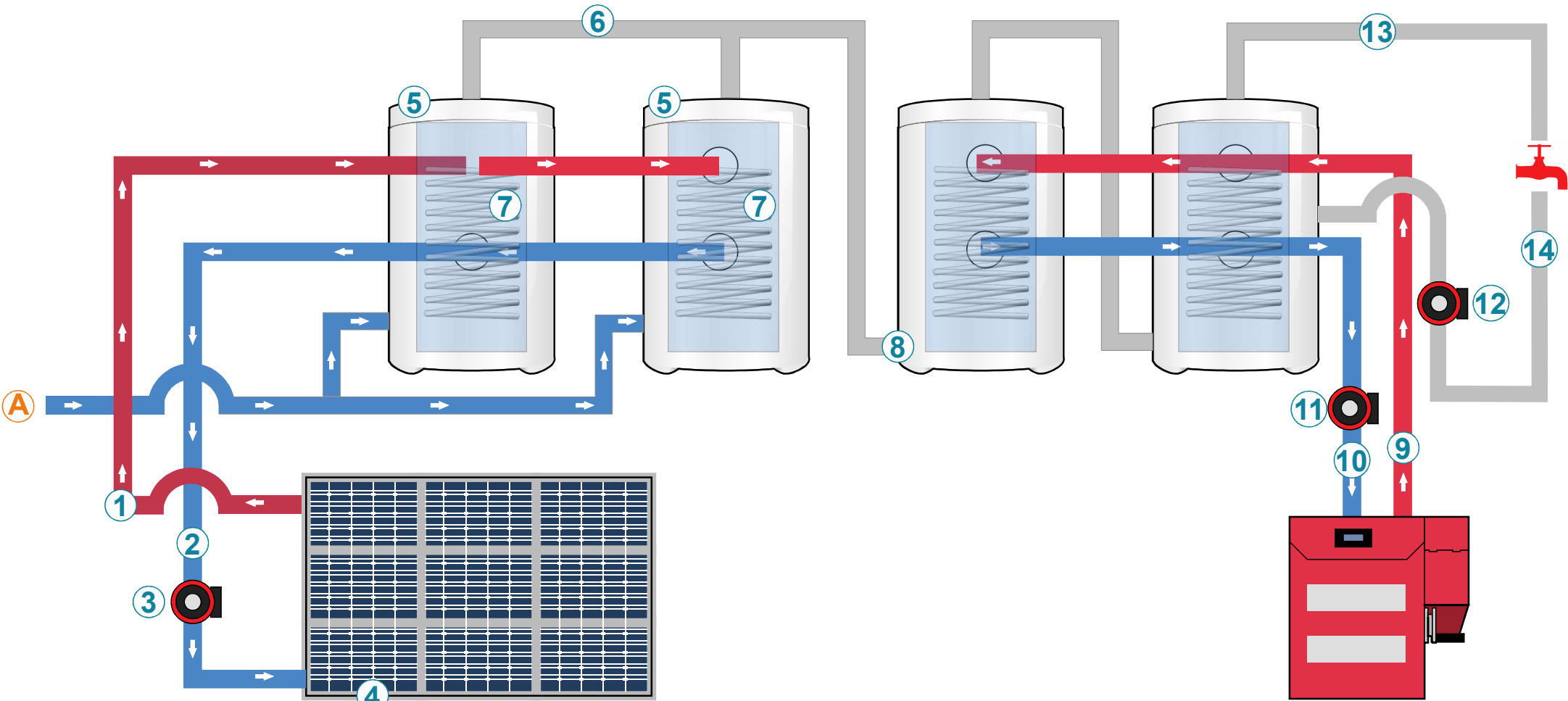
Los dos primeros desde la izquierda, están directamente asociados a los paneles solares térmicos y, con la ayuda de una bomba circuladora (3) que mueve el fluido calefactor, establecen el circuito de ida y retorno (**CIRCUITO PRIMARIO**) entre los paneles solares térmicos y los serpentines (7) de los interacumuladores.

En la parte inferior, además, vemos la acometida de AFCH (A), que repondrá el ACS consumida en el sistema.

Si observamos bien, vemos que los depósitos (5) se encuentran conectados entre sí por su parte superior y que, posteriormente, acometen al tercer depósito por su parte inferior. Esto hace que el agua caliente sanitaria, precalentada por medio de energía solar, circule por los depósitos siguientes.

En los dos depósitos siguientes, observamos que los circuitos de ida y retorno se encuentran asociados a una caldera de producción (15) de ACS, (obviemos el tipo de combustible) y son los que enlazan la caldera con los serpentines (7) de ambos acumuladores, estableciendo de nuevo el **CIRCUITO PRIMARIO** de producción, esta vez, mediante la caldera entre ambos.

El funcionamiento, por tanto, es sencillo: los dos primeros depósitos suministran agua precalentada a los dos siguientes, actuando como depósitos de inercia de éstos. Al entrar agua precalentada, la cantidad de calor que tendrá que emitir la caldera para conseguir los 60º de temperatura de suministro, será inferior al que tendría que emitir si el agua entrara a los 12º/14º que vienen de la red de AFCH, con el consiguiente ahorro energético.



Desde la parte superior del tercer depósito de ACS, vemos que sale otra tubería que, a su vez, enlaza con la parte inferior del cuarto y último depósito, y es desde este último de donde parte una tubería de salida de ACS (13) a los puntos de consumo, en el que, sobre su lateral, acomete la entrada de la instalación de retorno (14), completando el ciclo.

Como vemos, la circulación del Circuito Secundario (de consumo) corresponde al cuarto depósito y a la instalación de los puntos de consumo, siendo los otros tres, **depósitos de inercia térmica en reserva del anterior**.

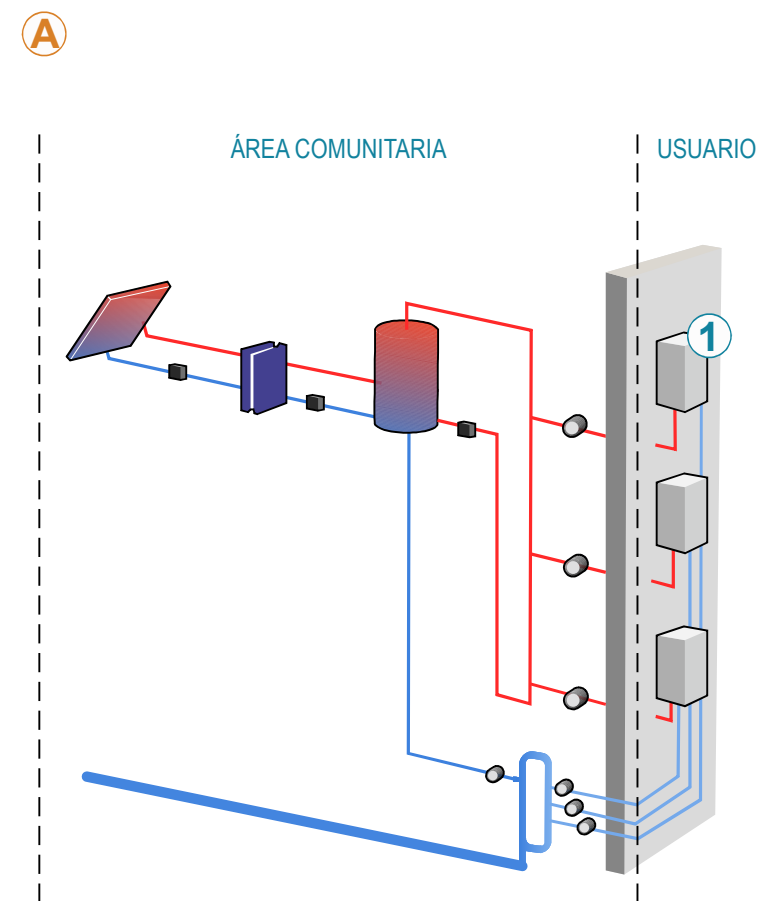
Somos conscientes de que el acceso a un cuarto técnico de instalaciones térmicas produce en la mayoría de las ocasiones estupor e, incluso, aturdimiento. La gran cantidad de instalaciones y su enorme tipología contribuyen a que nunca encontremos uno igual.

Aun así, si tenemos claro el funcionamiento de los sistemas y sus esquemas de principio, nos será fácil interpretar cualquiera de ellos, porque como venimos diciendo desde el comienzo, **TODOS COMPARTEN BÁSICAMENTE LOS MISMOS PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO**.

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Ida del circuito primario de producción solar | 8 | Entrada de agua precalentada por circuito solar |
| 2 | Retorno del circuito primario de producción solar | 9 | Ida primario del circuito de producción de caldera convencional |
| 3 | Bomba circuladora del circuito de producción solar | 10 | Retorno primario del circuito de producción de caldera convencional |
| 4 | Captadores solares | 11 | Bomba circuladora del circuito primario de producción convencional |
| 5 | Depósito interacumulador solar | 12 | Bomba circuladora del circuito de retorno ACS |
| 6 | Tubería de alimentación de agua precalentada por circuito solar | 13 | Tubería de ida a instalación de ACS |
| 7 | Serpentín del interacumulador solar | 14 | Tubería de retorno de la instalación de ACS |
| A | Acometida AFCH | 15 | Grupo de calderas |

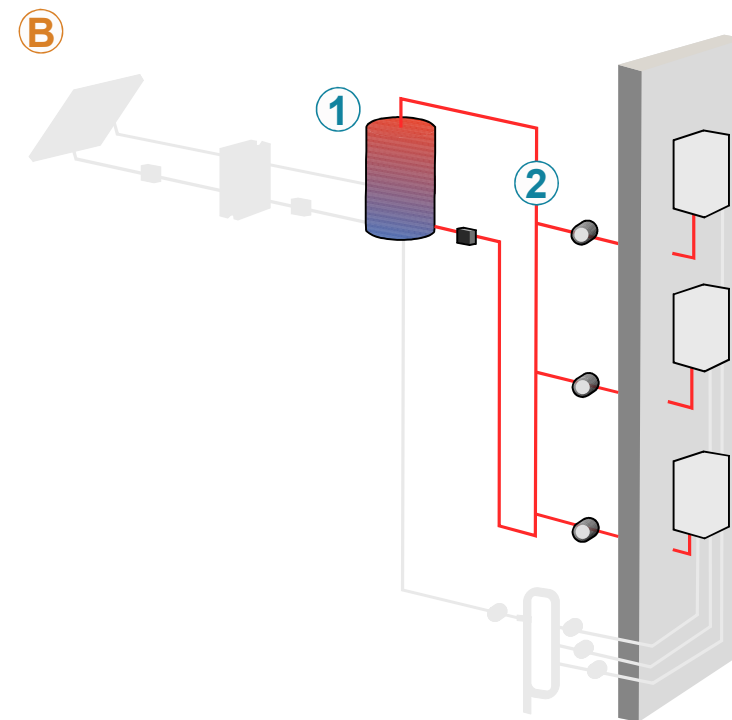
INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ACS SOLAR CENTRALIZADA PARA APOYO INSTANTÁNEO DE ACS EN VIVIENDA

En un edificio de nueva construcción, la instalación de producción de ACS solar centralizada para apoyo instantáneo en vivienda mediante caldera de gas o termo eléctrico, suele ser bastante habitual. La comunidad gestiona la energía solar y cada usuario se hace cargo de la energía tradicional de apoyo (1).

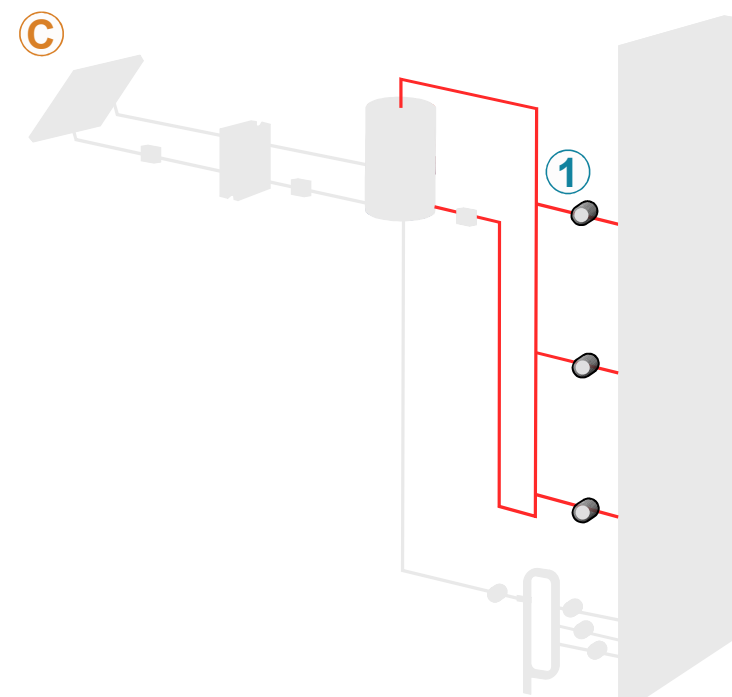


IMPORTANTE: el RITE obliga a que éste tipo de instalaciones dispongan de un sistema auxiliar de energía, como por ejemplo una resistencia eléctrica de inmersión en el acumulador, que permita realizar periódicamente el tratamiento "anti-legionella".

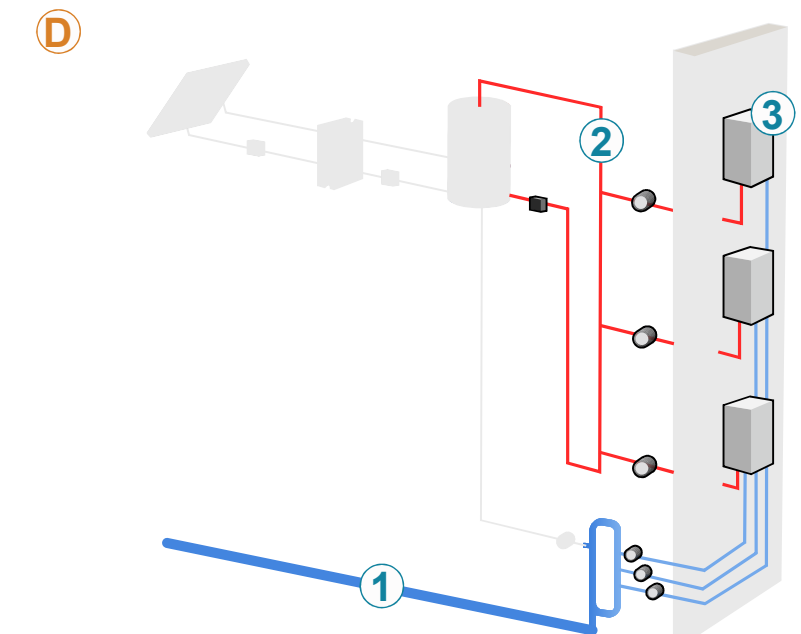
El agua sanitaria, precalentada procedente del acumulador (1) se distribuye a cada vivienda mediante una red de distribución, en circulación permanente mediante circuito de recirculación (2).



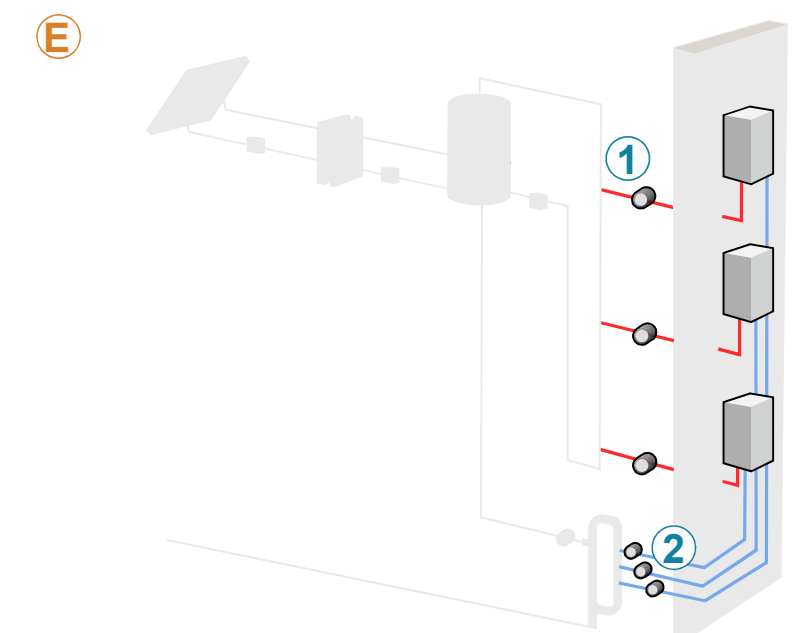
Para repartir entre los vecinos el gasto de ACS es imprescindible disponer de un contador de agua (1) a la entrada de cada una de las viviendas, siendo la compañía distribuidora la que factura a la comunidad y ésta a cada uno de los vecinos.



Como podemos ver, en esta tipología de producción, la vivienda dispone de dos acometidas de agua, por un lado, la de AFCH (1), procedente de la batería de contadores divisionarios del edificio y por otro la de ACS (2) de producción solar comunitaria, convergiendo las dos en la entrada de agua del aparato productor (3) individual de ACS.



Esta particularidad cobra enorme importancia a la hora de efectuar una neutralización de fuga de agua en vivienda, siendo imprescindible actuar sobre el contador de ACS individual (1) además del de AFCH de la batería de contadores (2) divisionarios en el caso de que la fuga se encuentre en la instalación particular de ACS de la vivienda afectada.



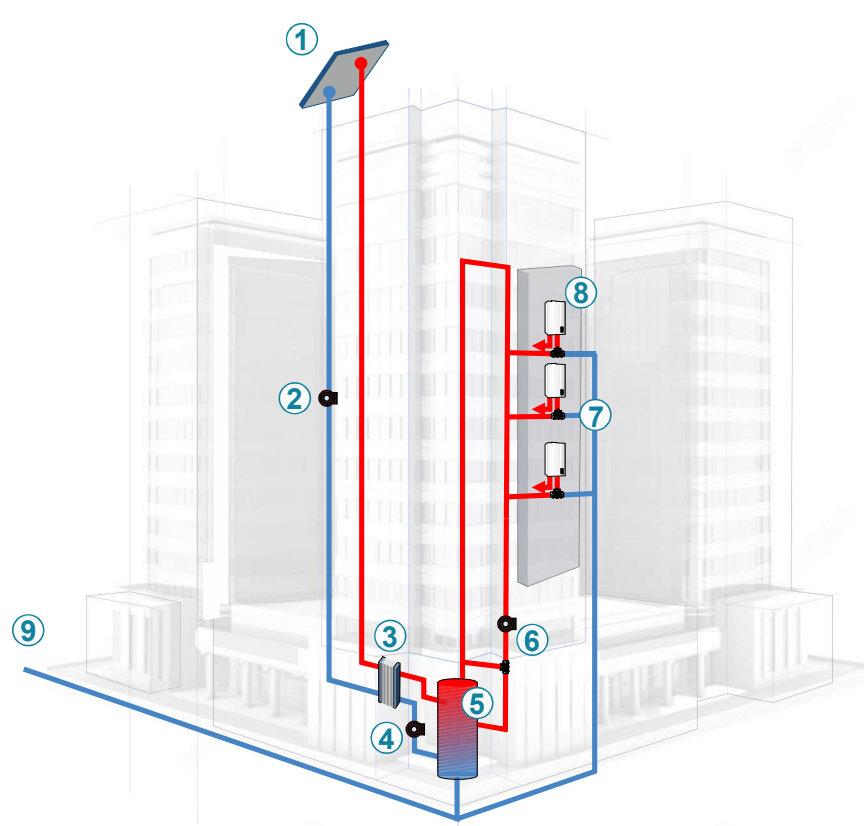
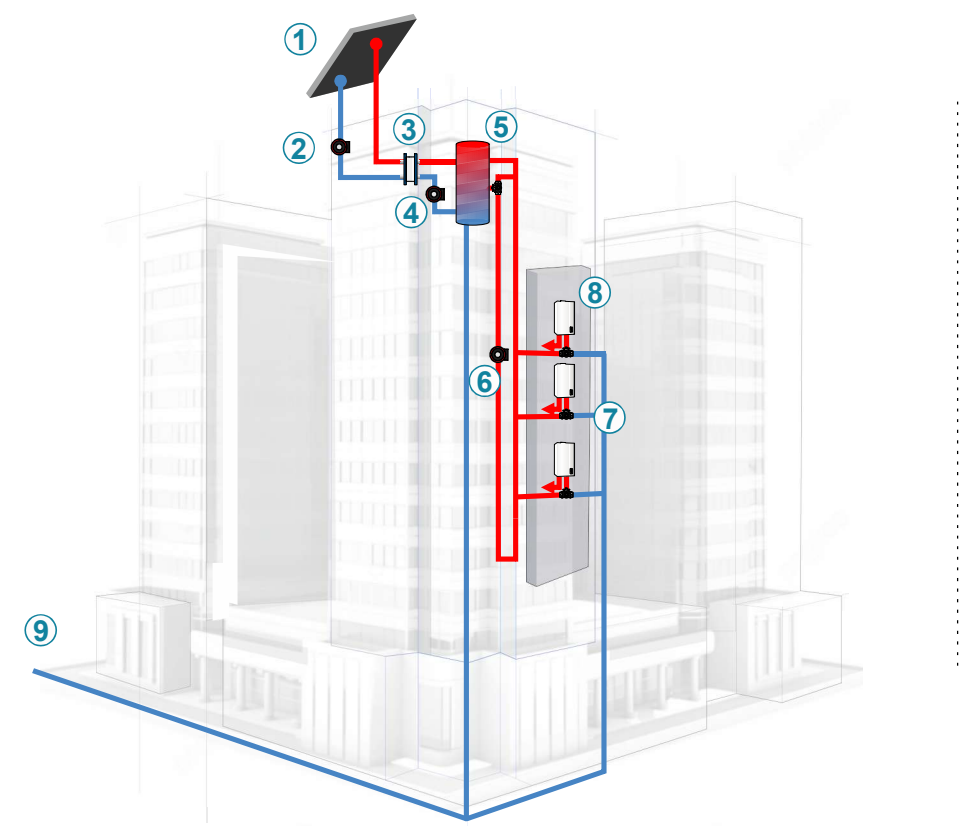
ESQUEMA Y SOLUCIONES DE UNA INSTALACIÓN COMUNITARIA DE ACS CENTRALIZADA CON APOYO SOLAR

En nuestro trabajo, se nos puede dar la intervención típica de fuga de agua en edificio de nueva construcción sin posibilidad de acceso a la vivienda. En estos casos, normalmente disponemos de una centralización de contadores de agua fría desde la cual podemos cortar el suministro. Si la fuga se encuentra en la instalación de agua fría, esta acción suele ser suficiente para resolver el problema. Sin embargo, la situación se complica si la fuga está en el circuito de agua caliente sanitaria.

En viviendas con producción individual de ACS y un sistema de apoyo solar centralizado, existe una segunda vía de entrada de agua a las viviendas: el agua caliente proveniente del acumulador solar del edificio. Esta agua se dirige a una válvula mezcladora, donde se combina con el agua fría, aumentando su temperatura antes de llegar a la caldera de la vivienda. Como se muestra en los esquemas, si solo interrumpimos el suministro de agua fría desde la centralización de contadores y la fuga está en el circuito de ACS, la intervención no será efectiva, ya que seguirá existiendo una entrada de agua a través del sistema de apoyo solar.

Entonces, ¿cómo podemos aislar una fuga en el circuito de ACS?

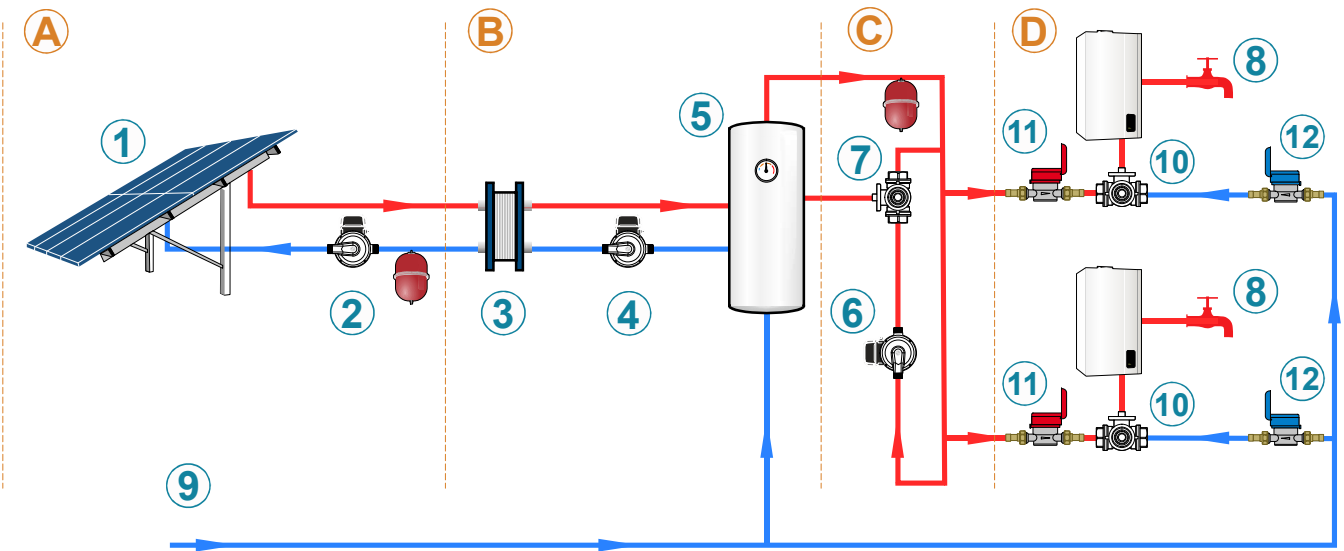
Por lo general, la válvula mezcladora está situada junto a la caldera, dentro de la vivienda, lo que impide su acceso desde el exterior. No obstante, deberá existir, en las zonas comunes del edificio y cerca de la vivienda, un contador de apoyo solar con su correspondiente llave de corte. Esta llave es la que debemos cerrar para interrumpir esa segunda entrada de agua y aislar correctamente la fuga.



ESQUEMA Y SOLUCIONES DE UNA INSTALACIÓN COMUNITARIA DE A.C.S CENTRALIZADA CON APOYO SOLAR

Esquema básico:
Principio de una instalación de ACS individual con apoyo de acumulación solar centralizada.

- A** Captación
- B** Intercambio/acumulación
- C** Distribución
- D** Apoyo



ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN

- 1** Captador solar
- 2** Bomba recirculadora del circuito primario de captación
- 3** Intercambiador
- 4** Bomba recirculadora del circuito secundario de intercambio y acumulación
- 5** Depósito interacumulador solar
- 6** Bomba recirculadora del circuito de distribución
- 7** Válvula de tres vías motorizada
- 8** Salida de ACS
- 9** AFCH
- 10** Válvula mezcladora
- 11** Contador ACS
- 12** Contador AFCH

ANEXO I: LEGIONELOSIS Y PROTECCIÓN CATÓDICA

A1. LEGIONELLA O LEGIONELOSIS

La legionela es una bacteria que se desarrolla en ambientes de humedad y calor, sobre todo en temporadas de verano y otoño. Esta bacteria provoca una enfermedad conocida como legionelosis, la cual es altamente contagiosa y se transmite por medio de la inhalación de vapores de agua o incluso agua dispersada por mangueras de baldeo.

Las condiciones óptimas de crecimiento de esta bacteria están entre los 35 y 37 grados °C, aunque el rango en el que se multiplica está entre los 20 y 50 grados °C. De manera que, este es el rango de temperatura que se debe tratar de evitar.

El estancamiento de agua y la acumulación de lodo, así como la acumulación de materia orgánica y materia de corrosión, favorece aún más su multiplicación.

A2. PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS

Las instalaciones de producción de ACS con acumulación y recirculación son instalaciones del grupo 1 (alto riesgo). Las instalaciones de ACS sin recirculación son de menor riesgo. Las condiciones de funcionamiento habituales serán:

El agua se debe acumular a una temperatura de al menos 60 °C, debiéndose asegurar los 50 °C en los puntos más alejados.

La instalación permitirá que el agua alcance los 70 °C.

Cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico en el que se disponga de un acumulador conteniendo agua que va a ser consumida y en el que no se asegure de forma continua una temperatura próxima a 60 °C, se garantizará posteriormente que se alcance una temperatura de 60 °C en otro acumulador final antes de su distribución hacia el consumo.

La temperatura del agua fría se debe mantener lo más baja posible procurando, donde las condiciones climáticas lo permitan, una temperatura inferior a los 20 °C. Para esto, las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente, o en su defecto, aisladas térmicamente.

Disponer en el agua de aporte de sistemas de filtración según la norma UNE-EN 13.443 parte 1, filtros mecánicos de partículas, de dimensiones comprendidas entre 80µm y 150µm.

Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.

Disponer de un sistema de válvulas de retención según la norma UNE-EN 1.717, que evite retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y, en especial, cuando sea necesario, para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

DETALLE DE LA BACTERIA



A3. NUEVA NORMATIVA RD 487 / 2022

La creación de un Plan de Prevención y Control de Legionela (PPCL), así como un Plan Sanitario frente a la Legionela (PSL), es requerida por el nuevo **Real Decreto 487/2022** de 21 de junio, y dicha creación recae sobre el responsable de la instalación.

¿CÓMO AFECTA LA NORMATIVA AL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN?

- Los acumuladores no deben estar estratificados, es decir, la temperatura debe ser totalmente homogénea y debe ser superior a los 60 grados °C.
- Cuando se habla de una temperatura homogénea, no sólo nos referimos a el agua contenida en el acumulador, sino que el agua que sale hacia los procesos debe salir también en todo momento sobre los 60 grados °C.
- El agua de retorno antes de volver directamente al acumulador debe pasar por un proceso de desinfección térmica previa. Esto significa que en muchos casos es posible que se deba añadir un proceso de calentamiento para que el agua no retorne fría al acumulador, evitando así la proliferación de la legionela.

A4. PROTECCIÓN CATÓDICA

La protección catódica es el conjunto de dispositivos que protege una instalación de la corrosión y que engloba un conjunto de fenómenos fisicoquímicos, que dan lugar al deterioro del depósito metálico, y cuya forma más conocida es la de la oxidación.

La oxidación es la pérdida de electrones de un elemento que se convierte en un ión positivo. Por supuesto, para que el metal del depósito pierda los electrones, alguien debe haberlos ganado, convirtiéndose en un ión negativo. A este fenómeno se le conoce como proceso de oxidación/reducción.

Esta reacción química sucede en presencia de oxígeno, que generalmente es el que “roba” los electrones y, por ello, es muy habitual en depósitos de agua caliente, donde el aporte continuo de agua asegura siempre la presencia de oxígeno evitando que se agote.

Este proceso necesita un medio de transporte de cargas, que en nuestro caso es el agua que se encuentra en el interior de los acumuladores. Además, este agua contiene sales minerales, cloro y demás elementos que se han disuelto de forma natural, o bien se han añadido para su tratamiento de potabilización. Todos estos elementos se encuentran en forma de iones, y hacen un medio perfecto para los procesos electroquímicos de corrosión, por lo que necesitamos “algo” que neutralice este proceso y alargue la vida útil de nuestros acumuladores.

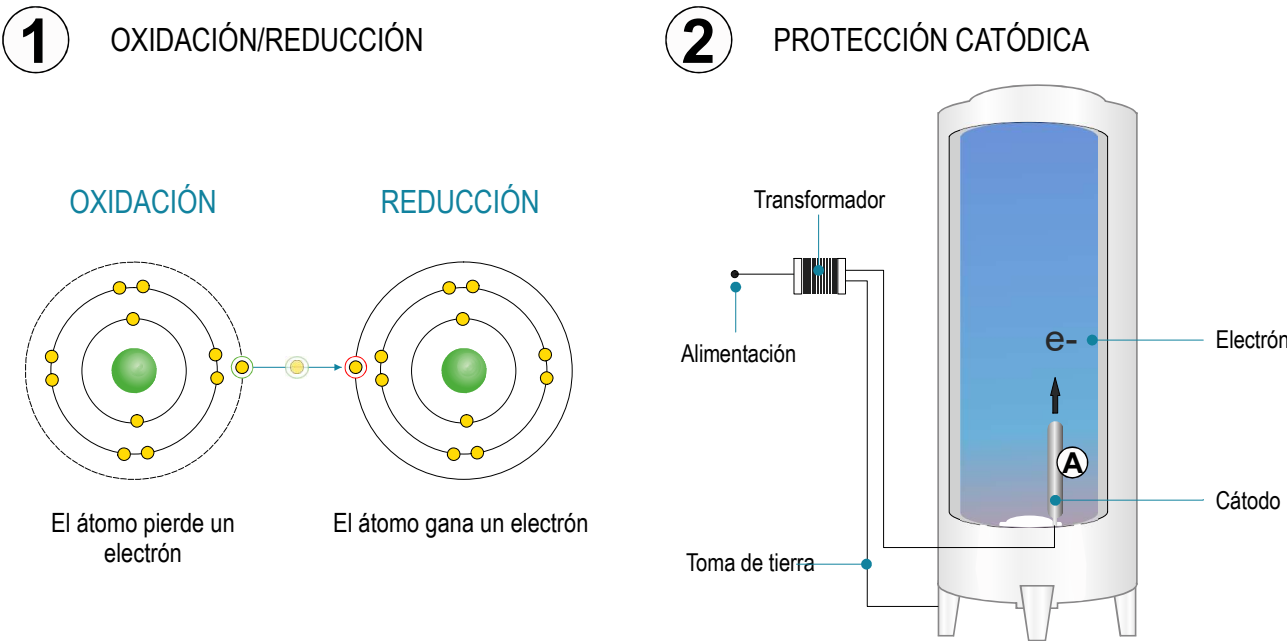
El fenómeno de la oxidación/reducción (1) y la necesidad de su neutralización es el principio de funcionamiento de los ánodos de protección catódica de sacrificio, comúnmente denominados ánodos de magnesio siendo éste el material más utilizado para la fabricación de ánodos de sacrificio por su elevada electronegatividad. El proceso de neutralización lleva inevitablemente a la descomposición del ánodo de magnesio hasta su completa desaparición, momento en el que la protección desaparece por completo.

El otro tipo de protección catódica es la de ánodos de corriente inducida (2), también conocida como ánodo electrónico.

En este tipo de protección, los electrones no son aportados por un metal que se descompone, sino que son aportados directamente desde la red de suministro eléctrico. Como el suministro debe hacerse en forma de corriente continua, este tipo de dispositivos incorpora un transformador que convierte en corriente continua la corriente alterna suministrada por la red. Generalmente también se incorpora un dispositivo de regulación electrónico, de ahí que se le conozca como ánodo electrónico.

En estos dispositivos también es necesario un soporte físico desde donde realizar la emisión de los electrones, en forma de varilla de metal noble, que no intervenga en el proceso de oxidación/reducción. Generalmente es en forma de varilla de titanio, desde la cual, se inyectan los electrones a través del ánodo, consiguiendo la neutralización del proceso de oxidación/reducción.

Esquema de funcionamiento:



INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN

INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN



1. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN: DEFINICIÓN
2. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN INDIVIDUALES
 - 2.1. Emisión por radiadores.
 - 2.1.1. Instalaciones bitubulares.
 - 2.1.1.1. De retorno directo.
 - 2.1.1.2. De retorno invertido.
 - 2.1.2. Instalaciones monotubulares.
 - 2.1.3. Instalaciones por colector.
 - 2.2. Emisión por suelo radiante.
3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN COMUNITARIA
 - 3.1 Instalaciones comunitarias de circuito cerrado.
 - 3.1.1. Calefacción por columna.
 - 3.1.2. Calefacción en anillo.
 - 3.2. Instalaciones comunitarias de circuito abierto.
 - 3.2.1. Circuito abierto superior.
 - 3.2.1. Vaso de expansión abierto.

1. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN: DEFINICIÓN

DEFINICIÓN

Una instalación de calefacción es el sistema que aporta calor a una estancia o local para elevar su temperatura en tiempo de frío.

Dispone de aparatos y accesorios que se instalan para alcanzar y mantener la temperatura deseada.

PRODUCCIÓN DE CALOR

Las instalaciones de calefacción se dividen según sus dimensiones en dos tipos:

- **Instalaciones individuales:** son aquellas que disponen de un aparato productor de calor que emite su temperatura a una sola vivienda o recinto.
- **Instalaciones comunitarias:** son instalaciones en las que el calor se produce en un solo punto, repartiéndose por conducciones a los aparatos emisores de las viviendas y recintos del edificio. A su vez, estas instalaciones pueden ser de **circuito cerrado** o de **circuito abierto**.

2. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN INDIVIDUALES

Este tipo de calefacción se instala en viviendas o locales permitiendo cubrir las necesidades de calor de forma individual, pudiendo elegir el sistema que mejor se adapte a sus características tanto de diseño como de aprovechamiento del consumo.

Este sistema de calefacción es el más usado en España, un 70% de los hogares lo utilizan y fundamentalmente usa como elemento emisor **radiadores** o **suelo radiante**.

EMISIÓN POR RADIADORES

1 INSTALACIONES BITUBULARES

Son instalaciones de circuito cerrado, que podrán ser de **retorno directo** o **retorno invertido**.

2 INSTALACIONES MONOTUBULARES

Son instalaciones en anillo y sus emisores se conectan en serie.

3 INSTALACIONES POR COLECTOR

Son instalaciones en las que cada emisor tiene su propia conducción de ida y retorno a través de un colector.

EMISIÓN POR SUELO RADIANTE

4 INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE

Son instalaciones en las que el emisor se instala bajo la superficie del suelo.

ESQUEMA SIMPLE DE INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN INDIVIDUAL



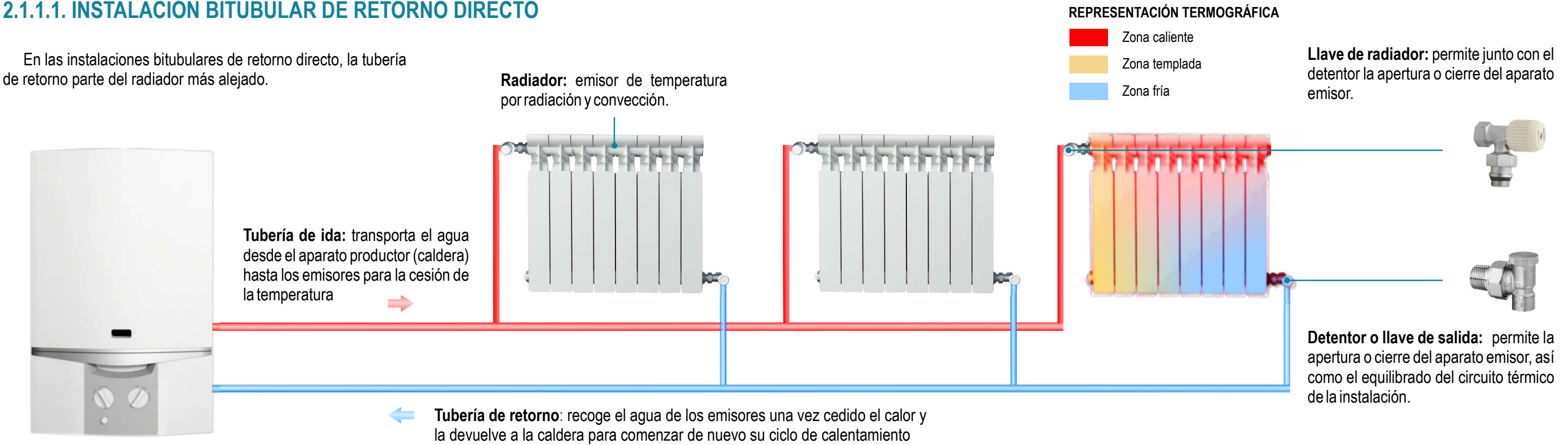
2.1. EMISIÓN POR RADIADORES

Los radiadores funcionan mediante un **circuito cerrado** de agua, normalmente entre **60°C** y **80°C**, transmitiendo el calor por radiación y convección y están fabricados en aluminio, chapa de acero o hierro fundido. Su instalación hidráulica se puede realizar de tres formas: **bitubular**, **monotubular** o **por colectores**, siendo la primera la más utilizada.

2.1.1. INSTALACIONES BITUBULARES

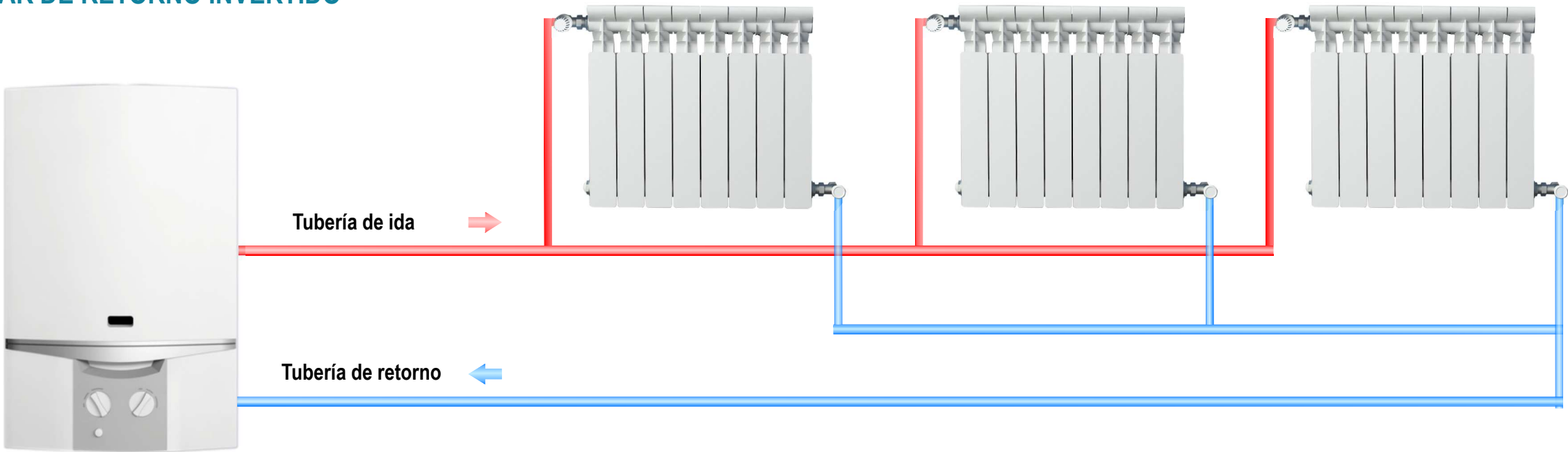
2.1.1.1. INSTALACIÓN BITUBULAR DE RETORNO DIRECTO

En las instalaciones bitubulares de retorno directo, la tubería de retorno parte del radiador más alejado.



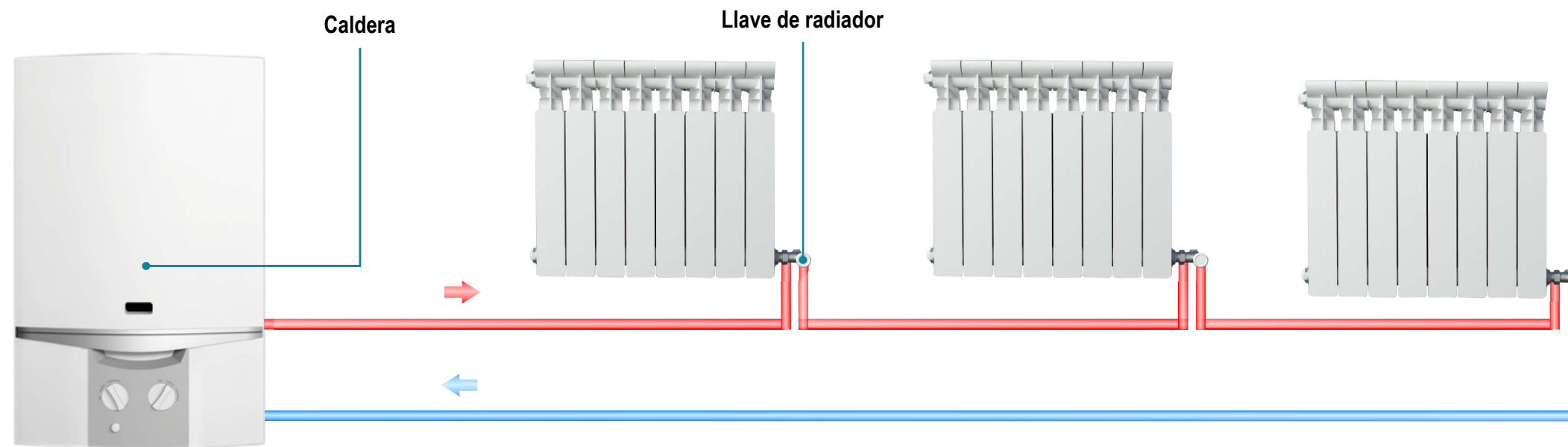
2.1.1.2. INSTALACIÓN BITUBULAR DE RETORNO INVERTIDO

En las instalaciones bitubulares de retorno invertido, la tubería de retorno parte del emisor más cercano a la caldera y va conectando cada uno de los radiadores, siendo la salida del último la que conecta directamente a la caldera.



2.1.2. INSTALACIONES MONOTUBULARES

En este tipo de instalaciones, los emisores están conectados en anillo y su instalación se realiza en serie, es decir, el retorno del primer radiador se conecta con la ida del segundo y así sucesivamente. Su conexión se realiza mediante llaves **monotubo** en las que parte del agua entra al emisor y otra parte pasa directamente a mezclarse con el retorno de ese radiador, provocando un desequilibrio de temperatura.



LLAVE DE RADIADOR MONOTUBO

Permite la apertura o cierre del aparato emisor. Dispone de una espita que crea una turbulencia en su interior, facilitando la circulación del agua a través de ella y consiguiendo la cesión de la temperatura.



DETENTOR

El detentor es una válvula regulable situada en uno de los extremos inferiores del radiador. Tiene varias utilidades:

- Regula el caudal de agua que circula por cada radiador, con lo que se puede precisar la cantidad de agua que pasa por cada uno de ellos, así como evitar problemas de ruidos por turbulencias o exceso de caudal.
- Ajusta la cantidad de calor emitido por cada elemento en función de la estancia que ocupe.
- Y además, junto con la llave de radiador, permite cerrar completamente la entrada de agua al emisor en caso de ser necesaria una reparación, una sustitución o un cambio de sitio del radiador evitando el vaciado del circuito.



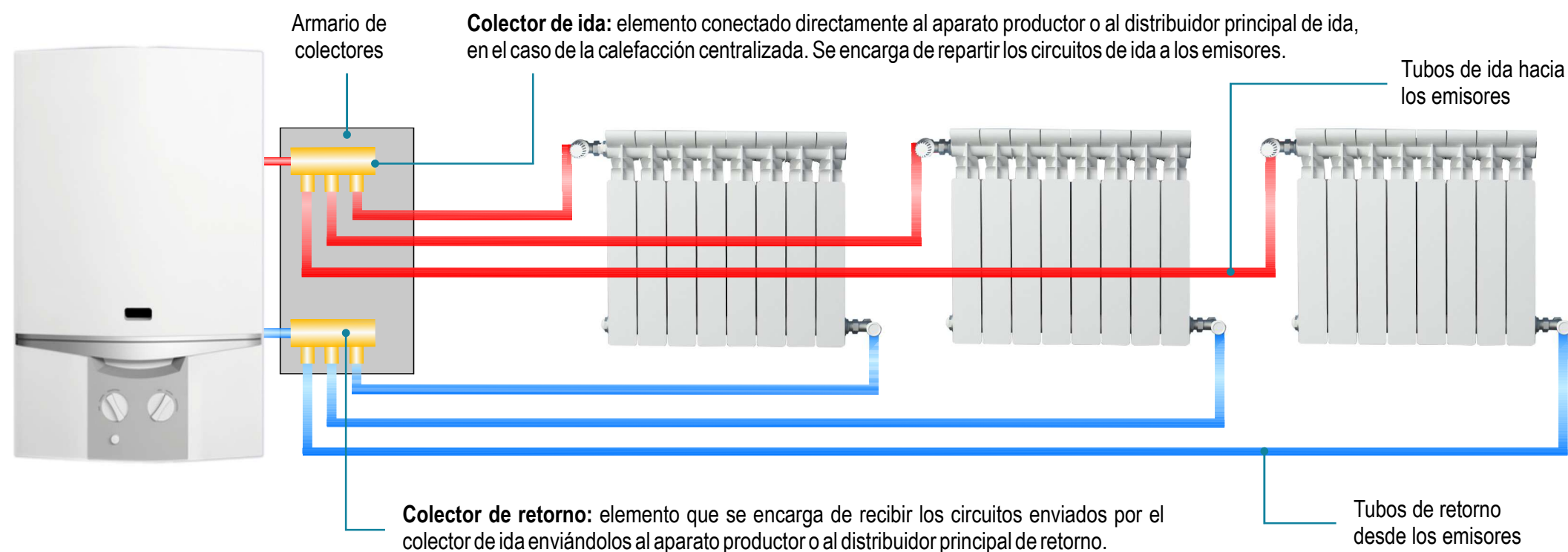
COLECTOR

Es un elemento al que acomete la caldera para ceder la temperatura al circuito térmico y desde el cual se realiza el reparto a los circuitos de ida y retorno.



2.1.3. INSTALACIONES POR COLECTOR

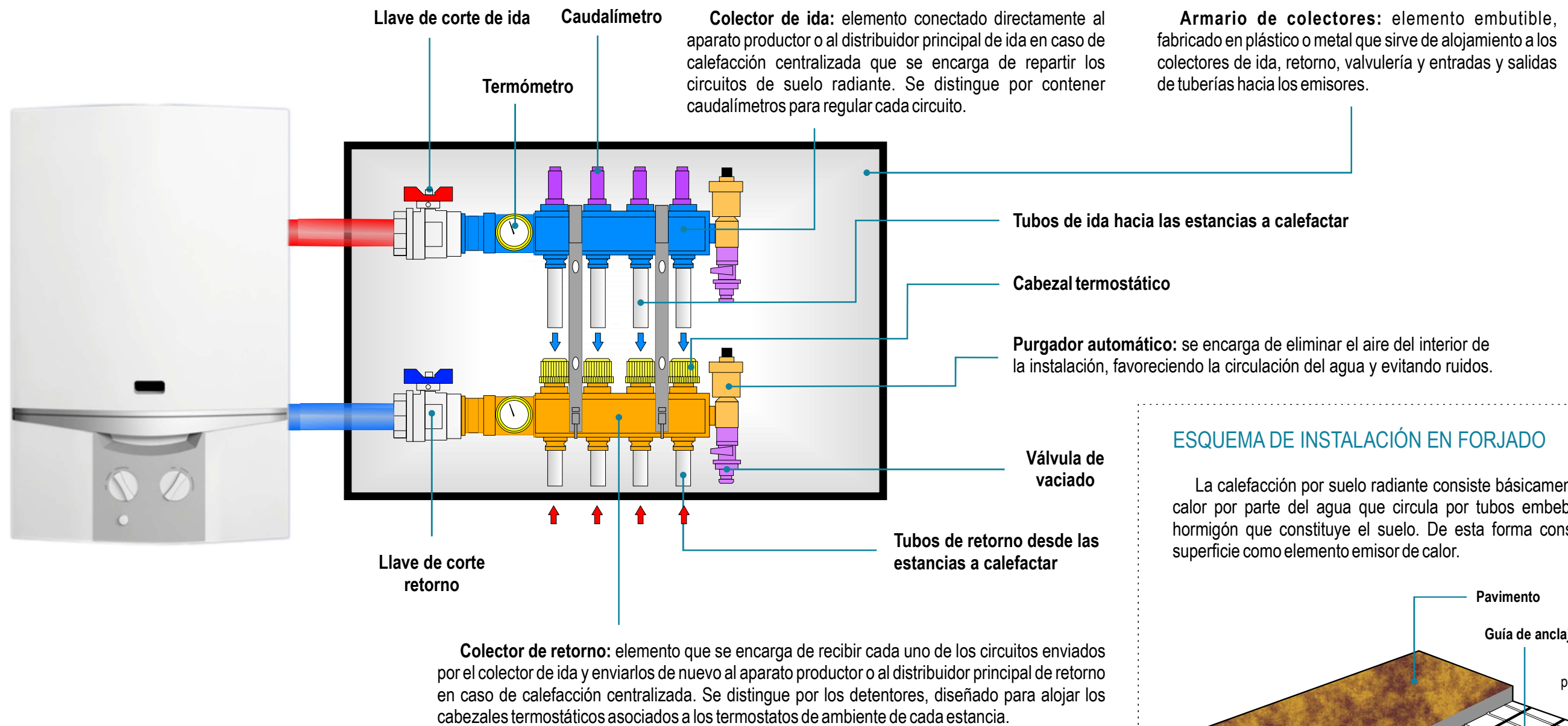
En la calefacción individual por colector, cada radiador tiene su propia tubería de ida y de retorno, conectadas respectivamente a un colector que se encuentra alimentado directamente por la caldera. De esta forma, por cada tubería circula únicamente el caudal correspondiente a ese radiador, siendo la temperatura de entrada de todos los radiadores prácticamente igual.



2.2. EMISIÓN POR SUELO RADIANTE

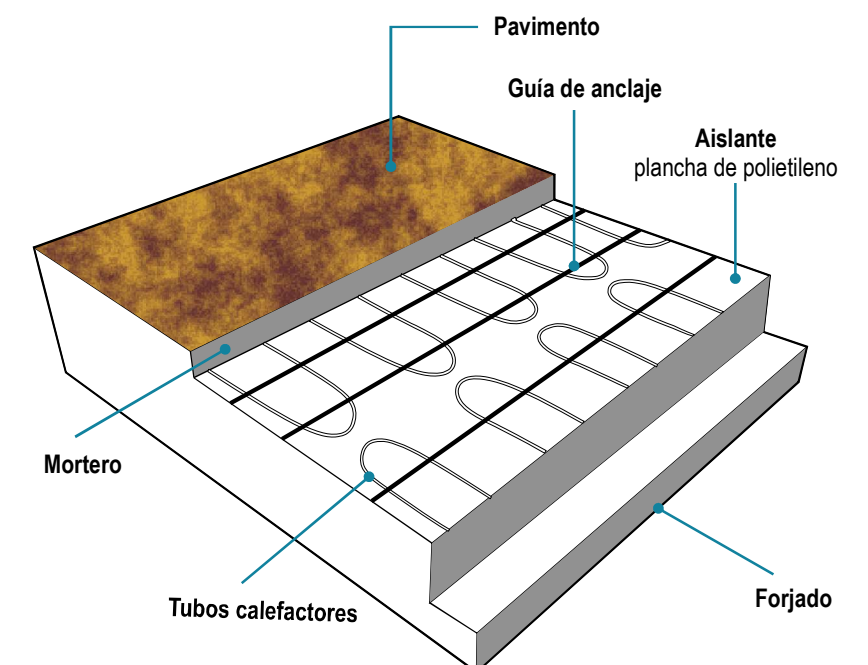
ESQUEMA DE INSTALACIÓN

El suelo radiante es un sistema de calefacción en el que las tuberías se instalan por debajo del suelo de la vivienda sobre una plancha de polietileno, de modo que todo el suelo de la estancia actúa como emisor. La temperatura del agua oscila entre **35°** y **40°**, suficiente para crear un ambiente confortable, evitando las corrientes de convección que generan los radiadores.



ESQUEMA DE INSTALACIÓN EN FORJADO

La calefacción por suelo radiante consiste básicamente en la emisión de calor por parte del agua que circula por tubos embebidos en la losa de hormigón que constituye el suelo. De esta forma conseguimos una gran superficie como elemento emisor de calor.



DEFINICIONES

Caudalímetro: elemento de la instalación que colocado sobre el colector de ida sirve para regular el caudal de paso de agua en cada circuito. Mide el caudal en litros por minuto.

Cabezal termostático: elemento de la instalación que colocado sobre el colector de retorno y asociado a cada termostato de ambiente de la vivienda, permite el corte de los circuitos térmicos al alcanzar la temperatura deseada. Disponen de un servomotor conectado a la corriente eléctrica que será accionado tanto en apertura como en cierre a través de los termostatos.

3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN COMUNITARIA

3.1 INSTALACIONES COMUNITARIAS DE CIRCUITO CERRADO

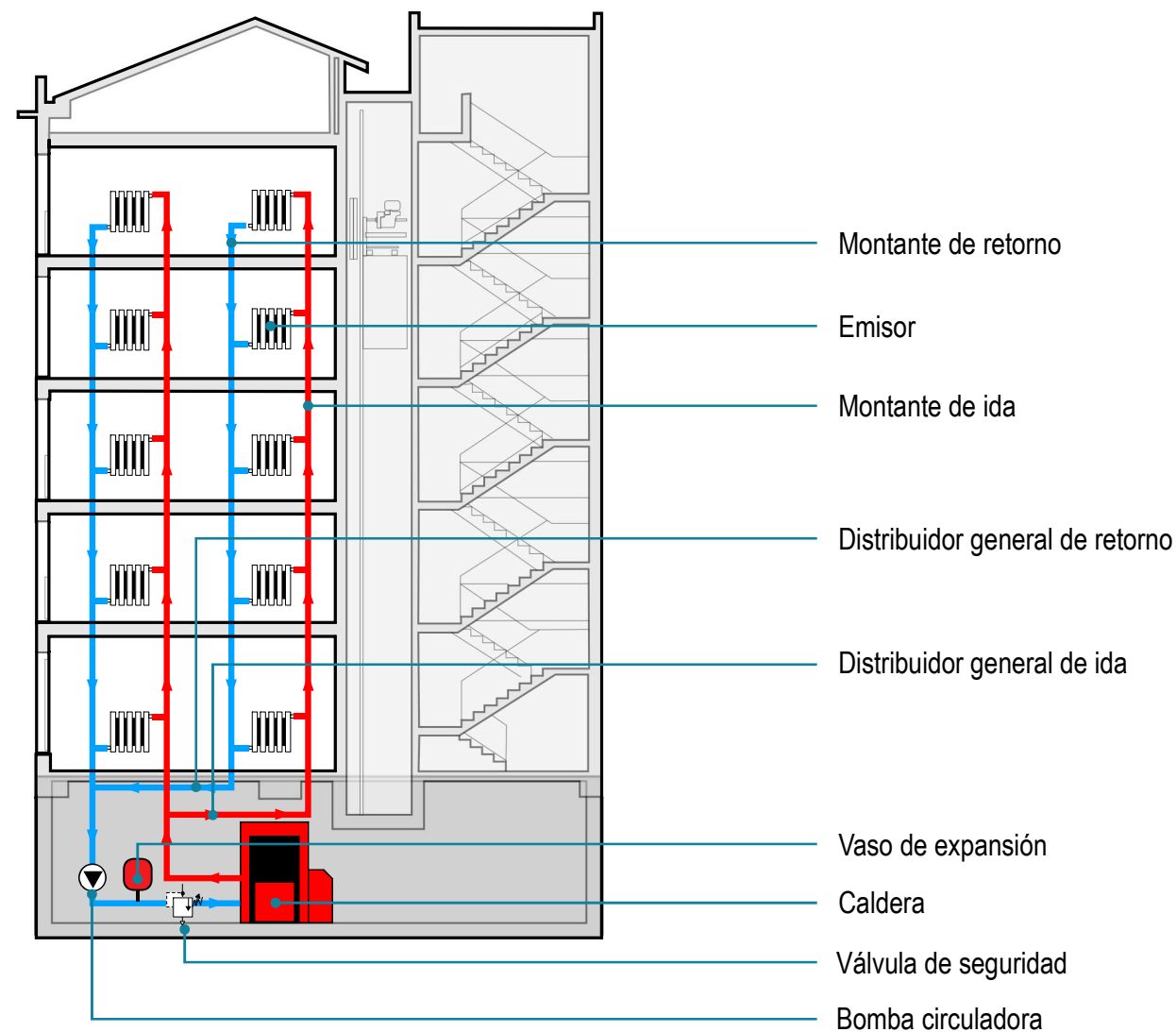
Como su propio nombre indica, la calefacción comunitaria es un sistema de calefacción compartido entre las viviendas de un edificio, donde cada una de ellas disfruta de calefacción gracias a una caldera que es común para todo el inmueble. Existen dos tipologías constructivas:

- **Distribución vertical por columnas** (la más extendida).
- **Distribución horizontal por anillos**, escogida en algunos edificios de nueva construcción por permitir la colocación de contadores individuales para el control del consumo de energía.

El número de columnas ascendentes de la instalación variará en función de la superficie de las viviendas y, por lo tanto, del número de radiadores a alimentar.

3.1.1. CALEFACCIÓN POR COLUMNA

La distribución hacia los emisores se realiza mediante columnas verticales recorriendo todo el edificio, de forma que todos los emisores de una estancia coinciden con los emisores de todas las estancias de su vertical. **Se prohíbe la instalación de llaves de corte al pie de las columnas.**

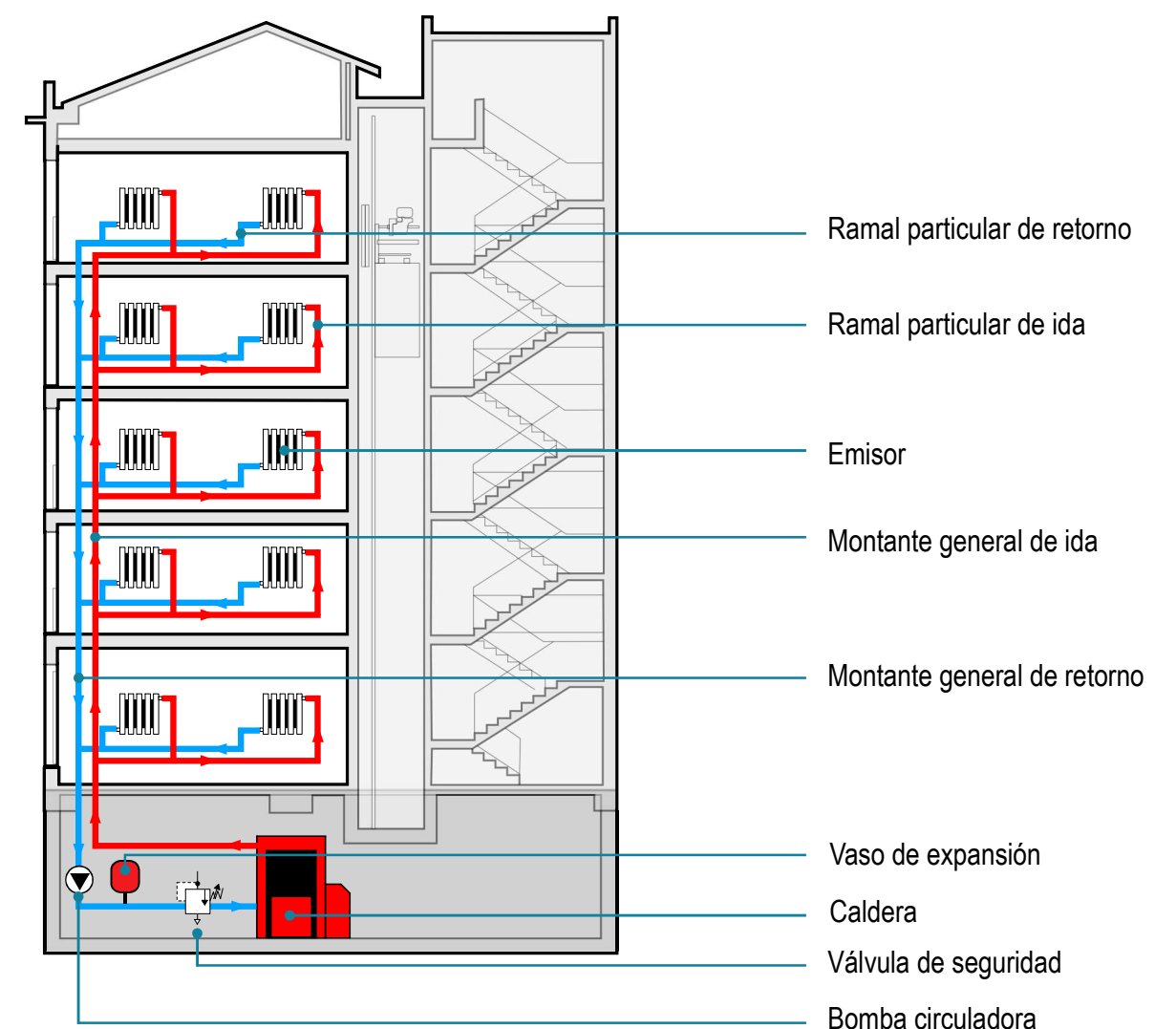


La instalación hidráulica moderna de un sistema de calefacción se ejecuta en **circuito cerrado**, siendo este sistema el más usado. Consiste en un sistema de tuberías de ida y de retorno en circuito estanco, equipado con un vaso de expansión para absorber el aumento de volumen del agua por poderse elevarse su temperatura, y una bomba circuladora que se encarga de establecer el movimiento desde el aparato productor hasta los emisores. Las instalaciones de circuito cerrado disponen de una cantidad limitada de agua, que será mayor cuanto más grande sea la instalación y mas radiadores tenga.

Esto hace que en la mayoría de las instalaciones térmicas comunitarias se cuente con una válvula de llenado automático del circuito, cuya función es mantener constante la presión de la instalación. Cualquier acción de vaciado del circuito necesitará **la localización de esta válvula y su cierre inmediato**.

3.1.2. CALEFACCIÓN EN ANILLO

Dispone de uno o varios montantes únicos desde los cuales parten las derivaciones a cada vivienda. Ofrece la posibilidad de instalar aparatos de control de consumo de forma individual, encontrándose estos siempre en zona común del inmueble.



3.2 INSTALACIONES COMUNITARIAS DE CIRCUITO ABIERTO

Son instalaciones de una gran dificultad de ejecución y suelen ir asociadas a calderas de leña o carbón. Normalmente las encontraremos en comunidades, aunque también en menor medida instaladas como sistema individual de calefacción.

Lo realmente importante de estas instalaciones es el ángulo de inclinación de las tuberías para que el agua caliente circule libremente, favoreciendo a la vez el purgado natural de la instalación. La caldera debe estar en el punto más bajo del circuito de calefacción y el vaso de expansión en el punto más alto para un funcionamiento correcto.

3.2.1. CIRCUITO ABIERTO SUPERIOR

Una instalación de calefacción de circuito abierto superior comienza con un **montante ascendente de ida (1)** de gran diámetro que parte de la caldera. Este montante de ida discurre en vertical hacia la parte más alta, ramificándose por el camino hacia los **distribuidores de ida (2)**.

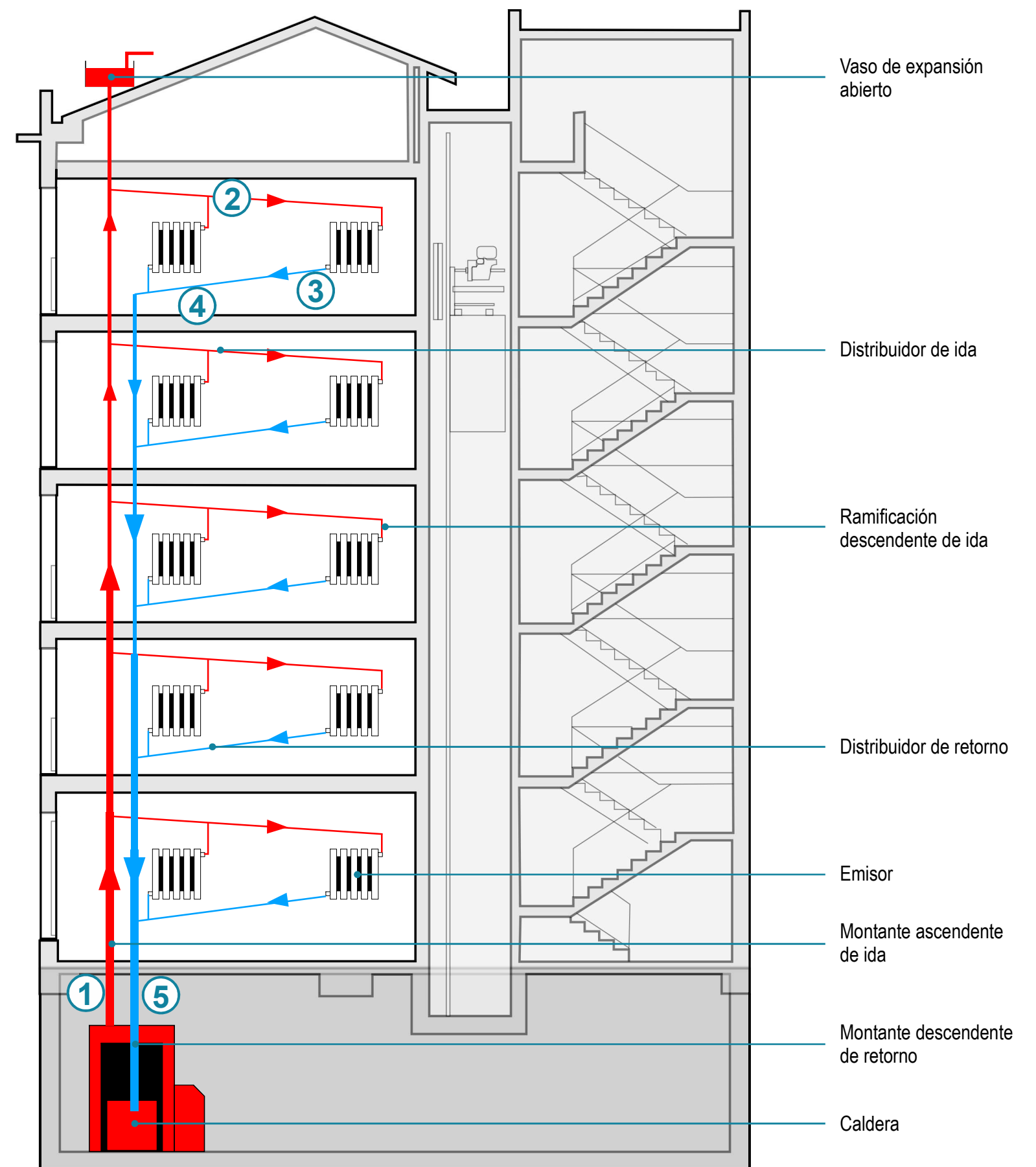
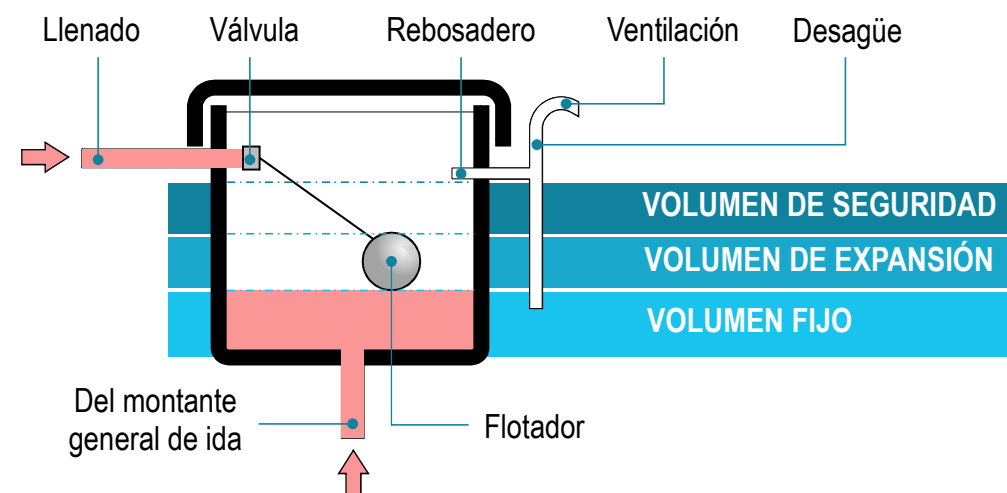
Una vez en los distribuidores de ida, y siempre en sentido descendente, se ramifica hacia los radiadores a los que acomete por su parte superior. Después de alimentar a los emisores, el agua sale por la parte inferior de estos **(3)**, iniciando el circuito de retorno.

Los **distribuidores de retorno (4)**, los cuales también deberán mantener la debida inclinación descendente, recogerán las ramificaciones de salida de los radiadores y las conducirán hacia el **montante descendente de retorno (5)**, que acometerá a la caldera por su parte inferior, comenzando de nuevo el ciclo.

El principio físico de su funcionamiento es el de **termosifón**, en el que se aprovecha la variación de la densidad del agua en su aumento de temperatura, para conseguir la presión diferencial suficiente que genere su movimiento.

3.2.2. VASO DE EXPANSIÓN ABIERTO

En estas instalaciones, el agua caliente se dilata y aumenta su volumen, entrañando un peligro para la propia instalación. Para evitar cualquier problema por sobrepresión, se instala un **vaso de expansión abierto** (o calderín abierto) en la parte superior de la ascendente de ida, capaz de absorber las variaciones de volumen. Con este dispositivo, el circuito queda abierto, al estar en contacto con el aire, y hará tanto de vaso de expansión como de elemento presurizador del sistema por columna de agua.



APARATOS PRODUCTORES DE CALOR

APARATOS PRODUCTORES DE CALOR



1. INTRODUCCIÓN

2. TRANSMISIÓN DE CALOR AL FLUIDO TÉRMICO

- 2.1. Mecanismos de transmisión de calor
- 2.2. Métodos de calentamiento

3. CALDERAS Y APARATOS PRODUCTORES DE CALOR

- 3.1. Introducción
- 3.2. Tipos de calderas
 - 3.2.1. De combustible sólido
 - 3.2.2. De combustible líquido
 - 3.2.3. De combustibles gaseosos
 - 3.2.4. Calderas eléctricas
 - 3.2.5. Bombas de calor aerotérmicas y geotérmicas
 - 3.2.6. Calderas de absorción
- 3.3. Tipos de quemadores
 - 3.3.1. De combustible líquido
 - 3.3.2. De combustible gaseoso

4. INTERVENCIONES EN CALDERAS

- 4.1. De combustible sólido
- 4.2. De combustible líquido

CC BY-NC-SA 4.0 ©2025

1. INTRODUCCIÓN

En este tema profundizaremos en los diferentes tipos de aparatos productores de calor que pueden encontrarse en las instalaciones de los edificios. Estos equipos tienen como función principal generar calor para elevar la temperatura de un fluido térmico. Entre ellos se incluyen las calderas, los calentadores instantáneos, las bombas de calor, los acumuladores y los sistemas solares térmicos, siendo las primeras los aparatos más utilizados en instalaciones de gran demanda.

Una **caldera** se puede definir como aquel equipo generador de calor diseñado para transferir energía térmica a un fluido, generalmente agua, con el objetivo de cubrir demandas de calefacción, agua caliente sanitaria (ACS) u otros procesos térmicos. Esta transferencia de calor puede lograrse mediante el uso de combustibles (como gas natural, gasóleo o biomasa), o bien a través de otras fuentes de energía como la electricidad, la energía geotérmica, la aerotermia o cualquier otra fuente renovable. En función del diseño de la instalación y del tipo de energía utilizada, las calderas pueden formar parte de sistemas individuales o centralizados, y pueden combinarse con tecnologías de alta eficiencia como bombas de calor o sistemas de apoyo solar.

Lo primero que deberíamos tener en cuenta cuando hablamos de calderas sería la diferenciación que hace el RITE con respecto a su potencia de generación:

- Las calderas o generadores de $\leq 70 \text{ KW}$ nos las podemos encontrar en el interior de viviendas, y como ya vimos en otros temas, hoy día deben ser instaladas las de tipo C (estancas). Se las considera calderas pequeñas.
- Las calderas o generadores de $> 70 \text{ KW}$ obligatoriamente se deberán situar en un cuarto técnico, conocido como "cuarto de calderas". Estos aparatos son mucho más grandes y generalmente son de tipo B.

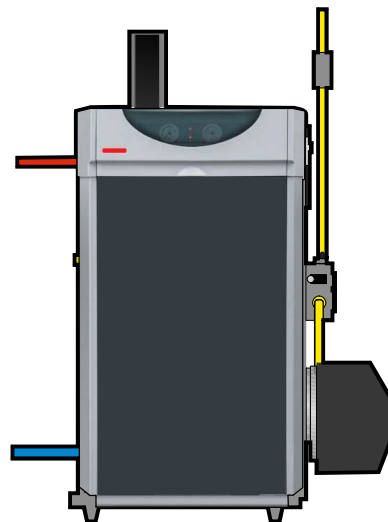
CALDERAS MURALES MIXTAS ($\leq 70 \text{ KW}$)

Las calderas más extendidas en viviendas son las **calderas murales mixtas** de gas. Siendo su principal característica que vienen de fábrica ya preparadas para dar servicio tanto al sistema de calefacción como a la producción de ACS. En realidad, en el interior de una caldera mixta de gas nos vamos a encontrar no solo los quemadores del gas, sino también todos los elementos que hacen posible el comando y funcionamiento de la instalación de calefacción y producción de ACS. De esta manera todos los elementos necesarios para el funcionamiento de la instalación se encuentran contenidos en un pequeño espacio, suficiente para cubrir las necesidades de volumen de ACS y calefacción de una vivienda.

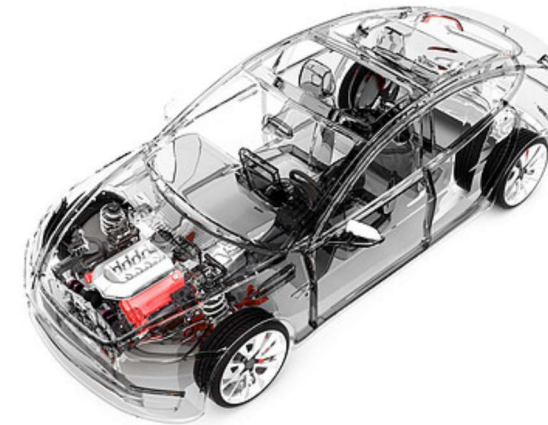


CALDERAS $> 70 \text{ KW}$

Las **calderas de $> 70 \text{ KW}$** son ligeramente diferentes. La principal diferencia es que estas calderas, independientemente del combustible, no tienen fijado desde fábrica un uso destinado a calefacción o producción de ACS, ni están pensadas para una instalación tipo en concreto. Simplemente son aparatos capaces de trasladar calor a un fluido. Estas calderas, al contrario que las anteriores, no incorporan en su interior elementos como el vaso de expansión, válvula de 3 vías, válvula de seguridad, válvula de llenado, bomba de circulación, etc. Esto se debe a que las combinaciones y potencias necesarias para las instalaciones a las que dan servicio no son predecibles y el tamaño de estos elementos debe ser dimensionado acorde a la instalación a la que sirvan.



Hagamos un ejercicio de imaginación para una mejor comprensión. Supongamos un coche. Todos sabemos que el elemento más importante de un coche es el motor, pero un motor sin otros elementos como son las ruedas, los sistemas de freno, la suspensión, el depósito de combustible, etc. no serviría para nada y no se podría conducir.



Dentro de este símil, las calderas murales mixtas de gas serían como coches de serie. Siendo el usuario el que elige entre una serie de marcas y modelos el tipo de vehículo que más se ajusta a sus necesidades. Este tipo de calderas son tan populares debido a que casi todas las viviendas, según sus características y demandas energéticas, encajan dentro de unas 3 o 4 variedades de instalaciones individuales de producción.

Por otro lado, las calderas con una potencia superior a 70 kW representarían únicamente el "motor" del sistema. Al instalarse para proporcionar un servicio centralizado en todo el edificio, sus necesidades de generación y las características de las instalaciones a las que se va a dar servicio variarán en cada caso. Por ello, lo más eficiente es instalar una o varias calderas en función de la demanda de potencia, y dimensionar el resto de los elementos del sistema según los requerimientos específicos del proyecto. Podríamos decir que, en este tipo de instalaciones diseñamos un "vehículo" a medida, adaptado a nuestras necesidades, destinando las calderas exclusivamente a la producción de ACS, calefacción o ambas funciones.

A lo largo de este tema analizaremos los diferentes esquemas y configuraciones que pueden presentar los elementos dentro de un cuarto de calderas. Una vez comprendidos estos conceptos, al acceder a uno de estos espacios durante una intervención, podremos imaginar que entramos en el interior de una caldera mural mixta. Esto nos permitirá identificar, a gran escala, todos los componentes que, según lo aprendido, deberían estar presentes.

El primer paso será localizar las calderas o los equipos generadores de fluido térmico. A partir de ahí, siguiendo el recorrido de las tuberías, iremos identificando el circuito primario, el circuito secundario, las bombas de circulación correspondientes al sistema de calefacción, las bombas del circuito de recirculación de ACS, el vaso de expansión, la válvula de seguridad ante sobrepresión, los depósitos acumuladores, la válvula de llenado del circuito primario, la llave de vaciado, la toma de agua fría sanitaria, las llaves de sectorización y el resto de elementos necesarios para el funcionamiento del sistema.

2. TRANSMISIÓN DE CALOR AL FLUIDO TÉRMICO

En los aparatos productores de calor, el aumento de temperatura del fluido térmico se realiza mediante tres mecanismos de transmisión de calor (conducción, convección y radiación) y dos métodos de calentamiento (directo e indirecto).

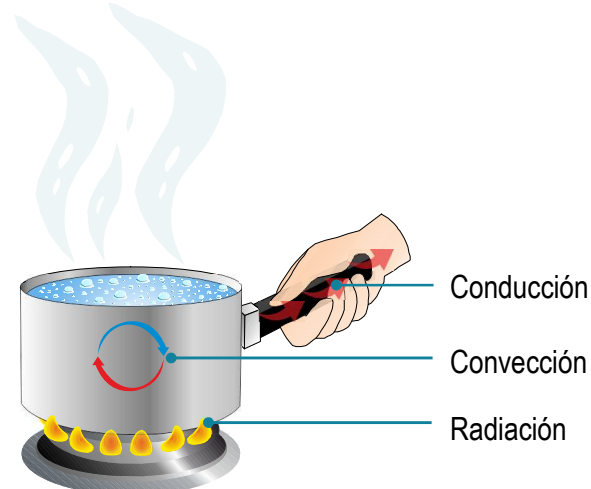
2.1. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR

La transferencia de calor al fluido térmico se produce a través de tres mecanismos principales:

Conducción: la conducción es la transferencia de calor a través de la materia. Ocurre cuando el calor se transfiere directamente entre partículas en contacto. En los aparatos productores de calor, la conducción se utiliza normalmente para transferir calor desde un recipiente al fluido térmico que contiene, como puede ser el caso de depósitos calentadores. También aparece en el caso de resistencias eléctricas sumergidas que calientan un fluido por efecto Joule.

Convección: la convección es la transferencia de calor a través del movimiento de fluidos (líquidos o gases). El fluido caliente, al ser menos denso, tiende a ascender y es reemplazado por el fluido frío, creando un ciclo de transferencia de calor. La convección puede ser natural o forzada, dependiendo de si el movimiento del fluido es causado por la gravedad o por un medio mecánico.

Radiación: es la transferencia de calor entre dos cuerpos sin contacto a través de ondas electromagnéticas. En los aparatos productores de calor, la radiación se utiliza normalmente para transferir calor desde la fuente de calor a la superficie de calentamiento. Un ejemplo se nos da en los sistemas solares térmicos, donde la energía del sol incide sobre un colector a través de la radiación.

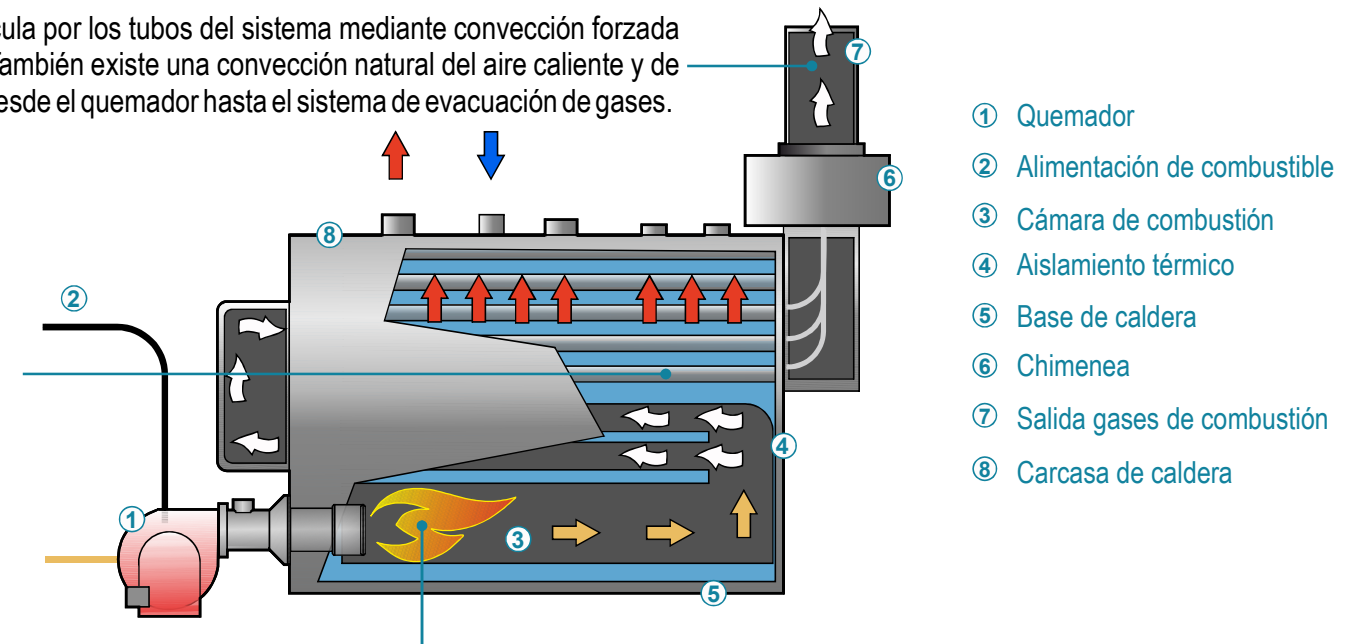


Estos tres mecanismos suelen actuar de forma combinada, aunque con diferente protagonismo según el tipo de equipo y la fuente de energía utilizada. Un ejemplo típico en el que se ven claramente los tres mecanismos de transmisión de calor es en una caldera con quemador que funcione a gas, gasóleo o biomasa.

Convección: El agua caliente generada circula por los tubos del sistema mediante convección forzada (por medio de una bomba de circulación). También existe una convección natural del aire caliente y de los gases de la combustión que ascienden desde el quemador hasta el sistema de evacuación de gases.

Conducción: El calor absorbido por las paredes metálicas del intercambiador se transfiere por conducción al agua que circula por su interior.

Radiación: Se produce dentro de la cámara de combustión. Al quemarse el gas, se genera una llama que emite radiación térmica. Esta radiación calienta directamente las superficies metálicas del intercambiador.

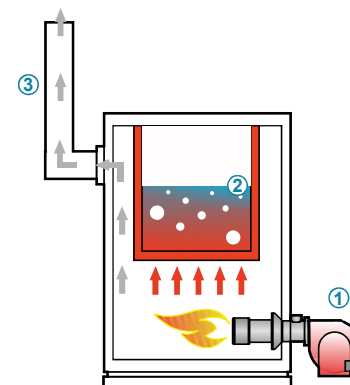


2.2. MÉTODOS DE CALENTAMIENTO

La conducción, la convección y la radiación se pueden combinar dentro de los aparatos productores de calor para calentar el fluido térmico de dos maneras distintas: por medio de un calentamiento directo o por calentamiento indirecto.

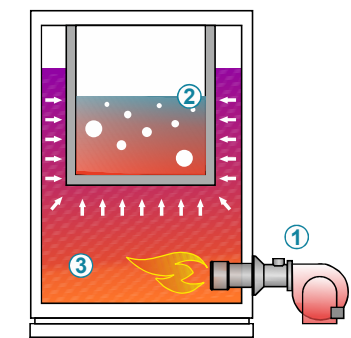
CALENTAMIENTO DIRECTO

En el calentamiento directo, el fluido térmico se calienta directamente por la fuente de calor. Esto se logra mediante la combustión de un combustible, el contacto con una resistencia eléctrica o por medio de la radiación solar, entre otros métodos. El calor se transfiere directamente al fluido térmico a través de la superficie de calentamiento y sin ningún tipo de fluido intermediario.



CALENTAMIENTO INDIRECTO

En el calentamiento indirecto, el fluido térmico se calienta mediante un intercambiador de calor. En este caso, la fuente de calor calienta un medio intermedio, que a su vez transfiere el calor al fluido térmico. Esto se utiliza comúnmente en sistemas de calefacción centralizada o en procesos industriales donde un circuito primario cerrado cede calor, por medio de un intercambiador de calor, a un circuito secundario abierto.



3. CALDERAS Y APARATOS PRODUCTORES DE CALOR

3.1. INTRODUCCIÓN

Dependiendo de las dimensiones e instalación a la que da servicio, podemos clasificar los aparatos productores de calor en individuales y colectivos.

Las calderas individuales son aquellas que responden a las demandas de ACS y calefacción de viviendas o locales de un único usuario, mientras que las calderas colectivas suministran energía a instalaciones más complejas de varios usuarios o de un único gran demandante de ACS (industrias, colegios u hospitales).

Desde el punto de vista de la energía o combustible que utilizan, las podemos clasificar en:

- Combustibles sólidos (carbón o pellets).
- Combustibles líquidos (gasoil).
- Combustibles gaseosos (GN y GLP).
- Calderas eléctricas.

3.2. TIPOS DE CALDERAS

3.2.1. CALDERAS DE COMBUSTIBLE SÓLIDO

Fueron las primeras que se comenzaron a utilizar cuando se introdujeron las instalaciones de calefacción doméstica hace casi un siglo en nuestro país.

Este tipo de calderas antiguas utilizaban como combustible el carbón. A día de hoy, todavía podemos encontrar alguna caldera de este tipo en Madrid, pero su número se está reduciendo debido a las altas emisiones de CO₂ resultantes de la quema de este combustible fósil.

La principal desventaja de las calderas de combustible sólido es que requieren de un gran espacio para el almacenamiento de los combustibles en seco y un mayor mantenimiento que las calderas de gasoil, gas o electricidad.

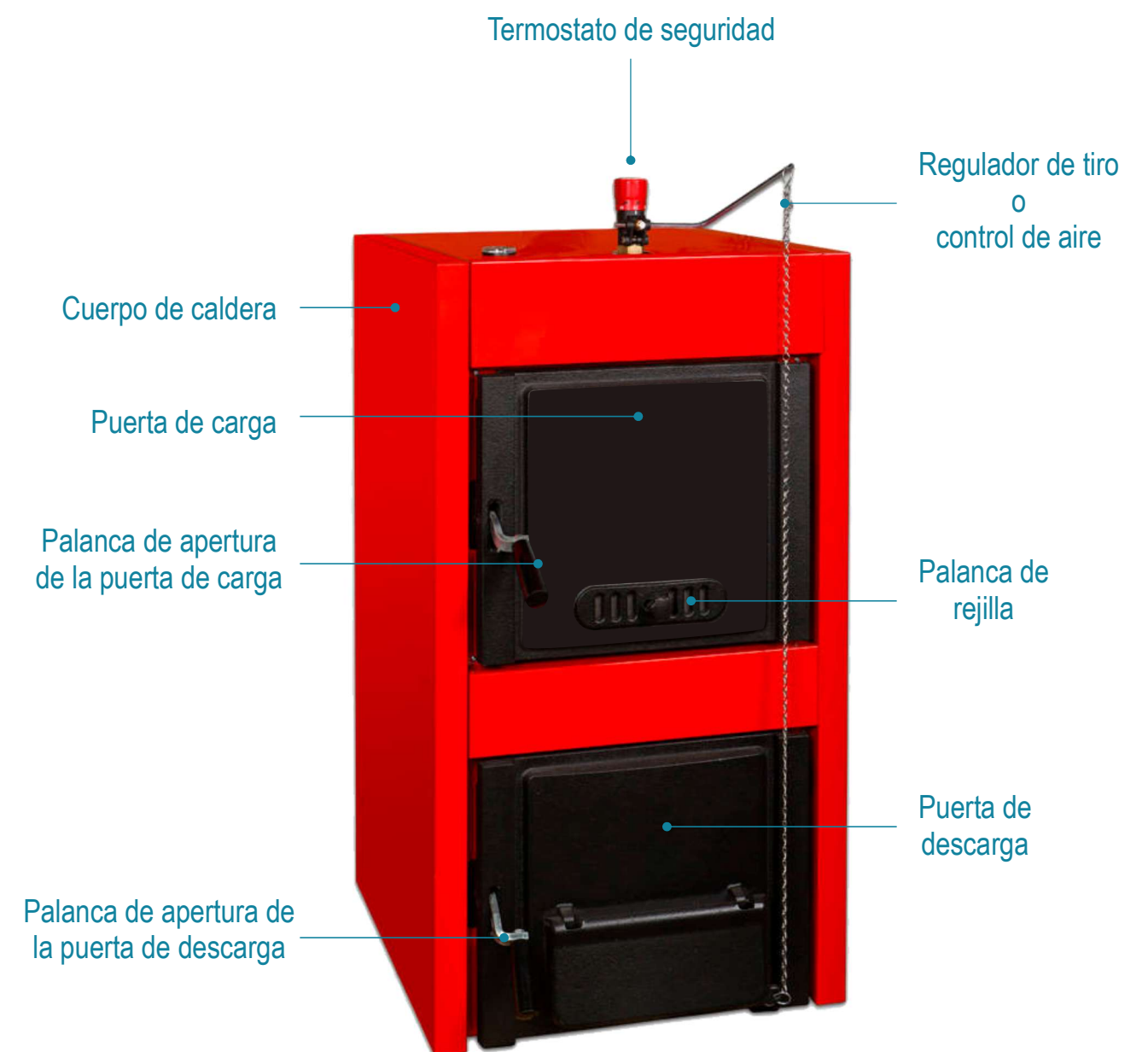
CALDERA DE CARBÓN

Se fabrican con elementos de hierro fundido, ensamblados entre sí formando dos cámaras, cada una con su puerta correspondiente. La cámara superior es la destinada a la carga y combustión del carbón mientras que la inferior es aquella donde se produce la gasificación y se acumulan las cenizas. Ambas cámaras quedan separadas por un emparrillado que facilita, por un lado la caída de las cenizas y por otro el aporte continuo de aire necesario para la combustión.

El proceso de intercambio térmico es similar al de cualquier tipo de aparato productor de calor, con la salvedad de que en este tipo de aparatos la totalidad del combustible necesario para su funcionamiento se encuentra en el interior del hogar, desde el momento del encendido hasta su combustión. Generalmente, se ubican en espacios muy confinados, mal ventilados y de difícil acceso, situándose el almacenamiento de combustible (leña o carbón) muy próximo a la caldera.

La instalación hidráulica moderna de un sistema de calefacción por caldera de carbón, se ejecuta en modo de circuito cerrado en instalaciones colectivas, aunque prácticamente a día de hoy ya no se instalan nuevas, sino que como hemos dicho con anterioridad, se encuentran en proceso de retirada gradual por su alto poder contaminante y poca autonomía. Se necesita de un operario o usuario encargado de cargar la caldera de combustible y vaciar el cenicero.

ESTRUCTURA EXTERIOR



ESTRUCTURA INTERIOR

Ida de calefacción

Válvula de Seguridad

Evacua el vapor de la caldera si esta sobrepasa la presión máxima a la que debe trabajar

Conductos de humo

Permiten la circulación de los humos y gases calientes producto de la combustión. En su interior se realiza la transmisión del calor al agua de la caldera

Puerta de Carga

Está constituida por una pieza de metal con bisagras y revestida con doble pared o ladrillo refractario. A través de ella se introduce el combustible sólido

Cámara de combustión u hogar

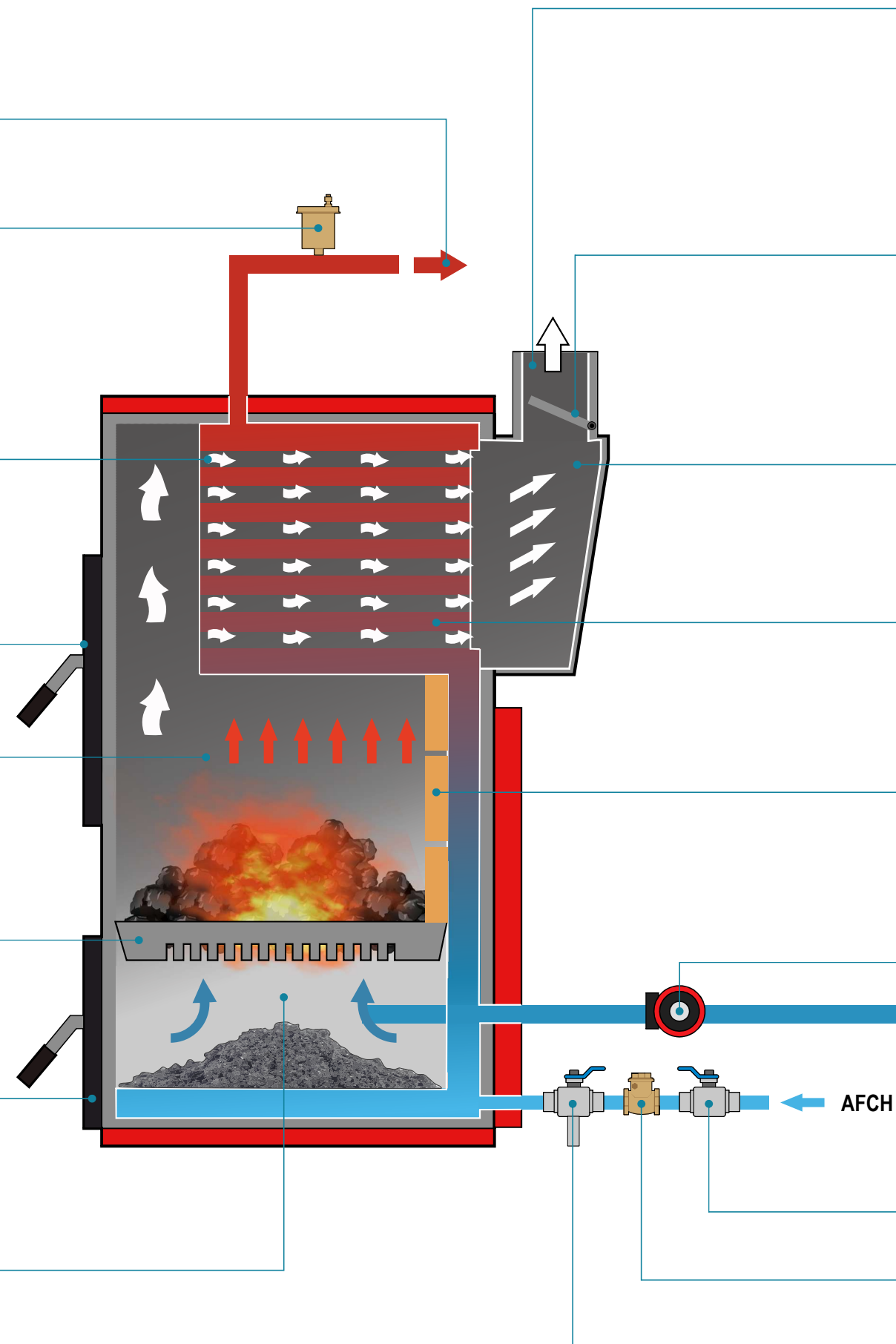
Emparrillado

Está constituido por piezas de metal de buena calidad y gran durabilidad, dispuestas a modo de rejillas, que permiten el paso del aire necesario para realizar la combustión. Debe permitir el paso de aire de manera continua, además de facilitar el paso de las cenizas hasta el cenicero

Puerta de descarga

Cenicero

Solo las calderas que utilizan combustible sólido incluyen un cenicero que, como su nombre indica, recoge las cenizas (escoria). La cámara donde se encuentra, incluye una puerta que permite la extracción del mismo para su limpieza. Asimismo, sirve para regular la entrada de aire al interior de la caldera



Chimenea

Es la encargada de conducir los humos al exterior, además de permitir una ventilación que favorezca la combustión.

Regulador de Tiro

Es una compuerta de metal que se instala en el conducto de humo y que comunica con la chimenea o forma parte de la misma. Abre o cierra el flujo de los gases y humos de la combustión, aumentando o reduciendo con ello la potencia de la caldera y controlando al mismo tiempo el consumo de combustible

Caja de Humos

Es el espacio existente en el interior de la caldera, en el cual se produce la mezcla de los humos y los gases una vez que ya han entregado su calor y antes de su evacuación por la chimenea

Cámara de Agua

Es la parte de la caldera por donde pasa el agua fría, aumentando su temperatura tras captar el calor de los gases producto de la combustión

Altar

Este elemento no es más que un muro de ladrillo refractario, que sobrepasa unos 30 cm a la parrilla, ubicado en el extremo contrario a la puerta del hogar. Su función es impedir que al cargar combustible o atizar el fuego, las partículas de escoria o combustible salgan al exterior

Bomba circuladora

Retorno de calefacción

Vaso de expansión

Llave de llenado

Válvula Antirretorno

Evita que el líquido que circula por ella vuelva al punto por donde se suministra

Llave de vaciado

CALDERA DE PELLET

Una alternativa más ecológica y sostenible al carbón son los productos sólidos orgánicos conocidos como biomasa.

La biomasa es un tipo de energía renovable que se basa en el aprovechamiento de los productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de las actividades agrarias e industriales. Los principales combustibles obtenidos a partir de la biomasa son leña, astillas, huesos de aceituna y cáscaras de frutos secos, aunque también se pueden obtener otros productos como el etanol o biogás, a través de procesos químicos y biológicos como la fermentación. En cuanto a los combustibles sólidos, el mayor representante de este tipo de energía renovable es el pellet.

El funcionamiento de este tipo de calderas se basa en la combustión del pellet para calentar el agua que alimenta el intercambiador de la caldera y el circuito primario de calefacción. Tanto las calderas individuales como colectivas tienen un funcionamiento similar, su diferencia radica en sus dimensiones, que vendrán determinadas por el volumen de trabajo a realizar.

Los pellets se introducen en la caldera a través de su tolva de almacenamiento, a mano o a través de un conducto de succión. Desde esta tolva se alimenta al quemador a través de una cinta sinfín, según la demanda de calor de la instalación. Para la puesta en marcha es indispensable que el depósito esté lleno de pellet. Cuanto más grande sea este depósito, mayor grado de autonomía tendrá la caldera.

La propia caldera inicia el encendido automático de los primeros pellets con el ventilador a bajas revoluciones para empezar la combustión. Una vez que la llama está encendida, el ventilador aumenta su velocidad aportando mayor caudal de aire y obteniendo como resultado una antorcha uniforme y potente que da inicio a la transmisión de calor hacia el circuito térmico. Los quemadores de pellet están totalmente automatizados, regulando su encendido, suministro de combustible y control del aire según las consignas de temperatura que reciben de los termostatos situados en el circuito térmico.



- ① Cuerpo de caldera
- ② Quemador
- ③ Tubo de suministro de pellets
- ④ Tornillo sin fin para extracción de pellets
- ⑤ Tolva de combustible

¿QUÉ ES EL PELLETS?

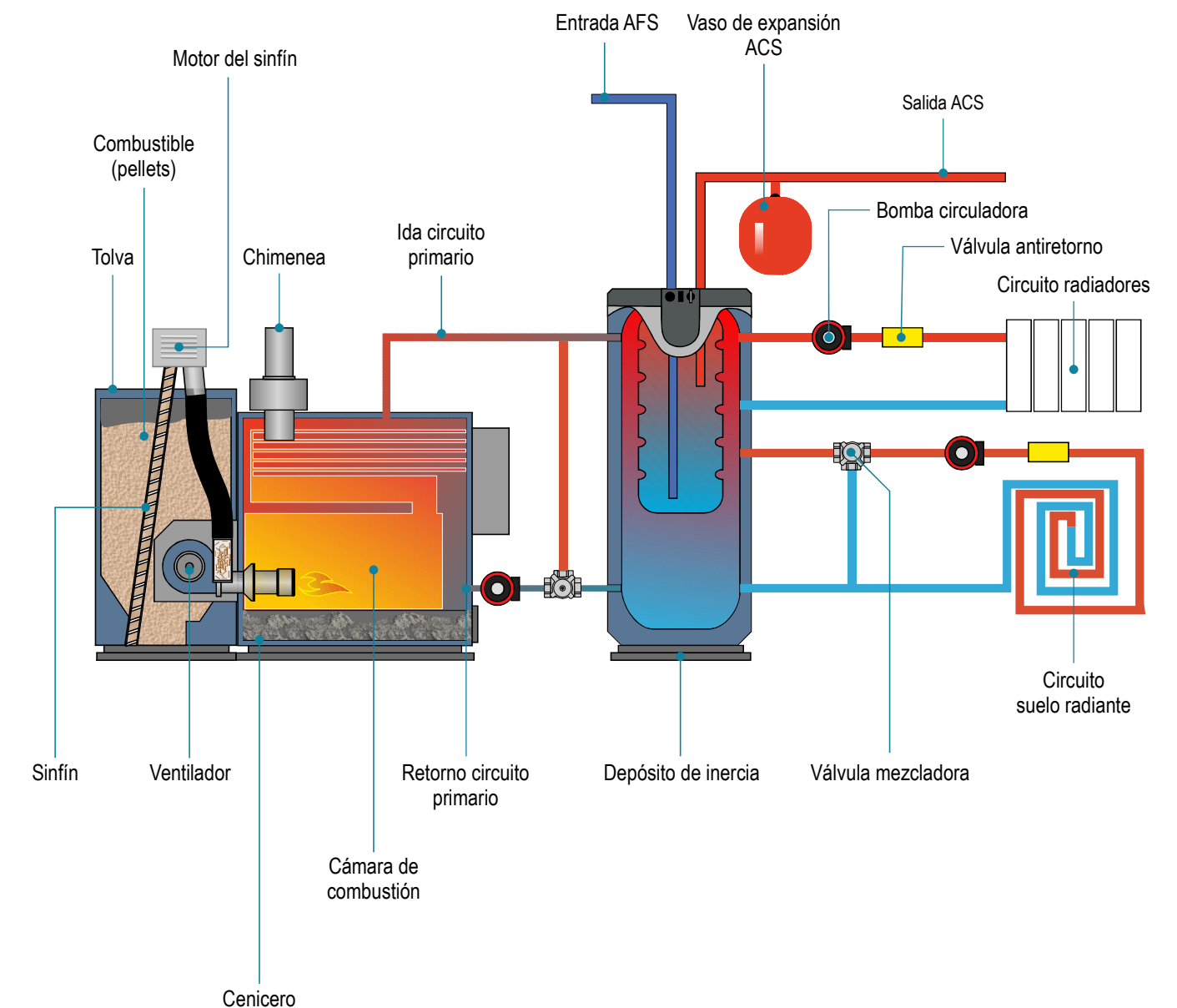
El Pellets es un producto de origen natural catalogado como biomasa sólida, formada por cilindros de unos pocos milímetros de diámetro elaborados a partir de serrín natural seco.

En el proceso de elaboración del pellet, el serrín se comprime a una alta presión utilizando como aglomerante su propia lignina, obteniendo un producto de composición muy densa y dura que le dota de un gran poder calorífico.



CONCEPTOS BÁSICOS

El principio de funcionamiento es el siguiente: los pellets entran en la cámara del quemador. El ventilador se enciende, suministrando una cantidad mínima de aire. Cuando la llama se inicia, el ventilador gira más rápido, soplando más aire. El resultado es una antorcha uniforme y potente. Los quemadores de fábrica están completamente automatizados. El controlador del quemador de pellet permite regular el suministro de pellet, aire, etc. Todo ello asociado a las consignas de temperatura que envíen los termostatos situados en el circuito térmico.



3.2.2. CALDERA DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO (GASOIL)

Las calderas de diésel, gasoil o gasóleo, son aparatos que utilizan este hidrocarburo líquido como combustible para generar calefacción y agua caliente. Concretamente usan gasóleo C, compuesto por más parafina que los gasóleos tipo A y B utilizados en vehículos con motores diésel.

En este sistema, el agua de la caldera se calienta de forma instantánea o por acumulación, para ser distribuido por una bomba hacia los radiadores o hacia un sistema de suelo radiante.

Como función adicional, la caldera también puede proveer agua caliente sanitaria a través del circuito secundario.

Están fabricadas en hierro fundido o en acero. Su instalación requiere de una salida de humos (chimenea) para la evacuación de los gases de la combustión, así como la reserva de un espacio para un depósito anexo de combustible.

A pesar de ser poco eficientes son muy numerosas en nuestra ciudad ya que son económicas y tienen un mantenimiento relativamente sencillo si las comparamos con otras instalaciones como las de combustibles sólidos.

Una vez que existe una demanda de energía por parte de la caldera, esta se enciende. El gasoil almacenado comenzará a fluir desde el tanque hasta la cámara de combustión succionado por la bomba del quemador. Cuando el combustible llega al quemador, un inyector lo pulveriza a alta presión a través de unos electrodos que lo inflaman con una descarga eléctrica, produciendo unas llamas controladas dentro del hogar. En esta cámara de combustión se alcanzan temperaturas próximas a los 300 °C y se generan los gases calientes que calentarán el agua en el serpentín del circuito de humos. Posteriormente, estos gases pasan a la caja de humos y de ahí a la chimenea para su expulsión al exterior.



ESTRUCTURA

Circuito de Humos

Cumple la doble misión de conducir los humos que se producen en la combustión hacia la caja de humos y arrebatarse el mayor calor posible para luego cedérselo al agua. Dejarlos salir directamente a la atmósfera acarrearía, entre otros inconvenientes, una gran pérdida de energía al desperdiciar el calor que poseen.
Para aumentar al máximo el intercambio de calor entre los gases y el agua, el circuito de humos tendrá la mayor superficie posible y se realizará de forma que disminuya en lo posible la velocidad de salida de estos.

Caja de Humos

Es la zona en la que confluyen todos los humos para ser enviados posteriormente hacia el exterior por la chimenea.

Purgador Automático

Permite eliminar el aire acumulado en el sistema de calefacción.

Ida de calefacción

Vaso de Expansión

Absorbe el volumen de agua producido por su aumento de temperatura.

Bomba Circuladora

Es una bomba centrífuga que impulsa y transporta el fluido, salvando las pérdidas y saltos energéticos del sistema de calefacción.

Retorno de calefacción

AFCH

Válvula de retención

Evita que el líquido que circula a través de ella vuelva al punto por donde se suministra.

Hogar

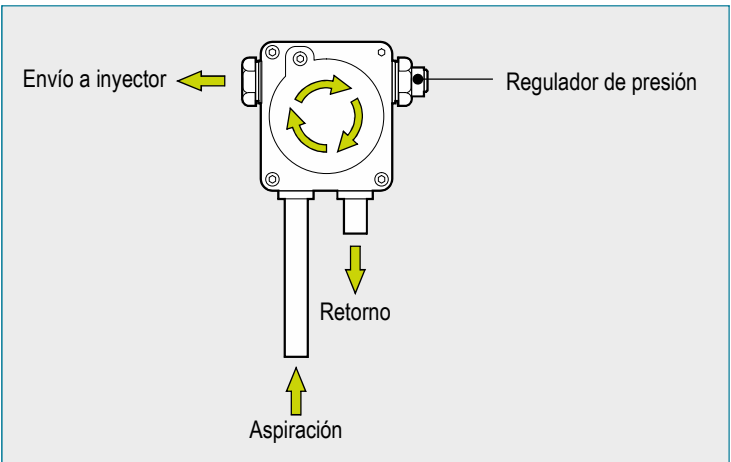
Donde se quema el combustible y donde se alcanzan temperaturas próximas a los 2.000 °C.

Inyector

Su función es proporcionar combustible pulverizado a alta presión.

Válvula de Bola

Mecanismo de llave de paso que sirve para regular o cerrar el flujo de un fluido.



Bomba de Gasoil

Su principal función es la de succionar el combustible del tanque y dosificarlo al inyector de forma constante, para mantener la combustión.

1 Circuito de Agua

Por donde el agua circula calentándose al absorber el calor de las paredes que la contienen.

2 Salida de humos

3 Circuito de combustible

Quemador

Es el encargado de quemar el combustible líquido, produciendo una llama.

Depósito de Gasoil

La caldera de gasóleo y el depósito deben estar en el mismo habitáculo, teniendo en cuenta unas distancias mínimas de separación entre ambos elementos por motivos de seguridad.

Prefiltro de gasoil

ACOMETIDA DE GASOIL

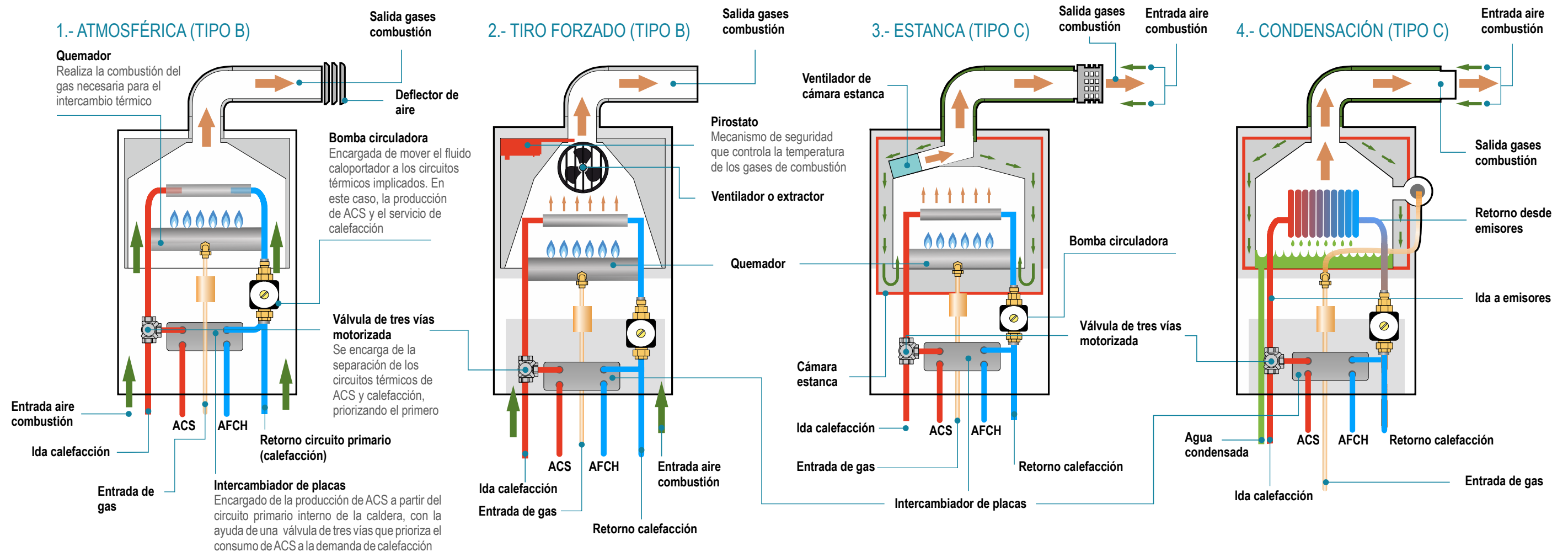
Conjunto de tuberías de cobre de pequeños diámetros (12 o 15 mm) que llevan el combustible desde el depósito hasta el quemador y viceversa. En el conducto de ida deberá instalarse un prefiltro anterior a la entrada del quemador para la purificación del gasoil.

3.2.3. CALDERAS DE COMBUSTIBLES GASEOSOS

Usan gas natural (a partir de la instalación receptora del edificio) como combustible, pero también está extendido el uso de calderas de propano o gas butano alimentadas por botellas individuales o depósitos (tanto individuales como colectivos). Estas son las calderas mixtas, ya explicadas anteriormente.

Podemos clasificarlas en 4 tipos:

- Atmosféricas
- Tiro Forzado
- Estancas
- Condensación o bajo NOX (más modernas y eficientes)



Captan el oxígeno necesario para la combustión del aire que se encuentra en el propio recinto donde está localizada la caldera. Los gases producto de la combustión se evacúan al exterior por tiro natural mediante una salida de humos monotubular, que cuenta con un deflector característico que sirve para favorecer el efecto Venturi, absorbiendo los gases de la cámara de combustión.

La llama del quemador está en contacto con el aire de la habitación, por lo que al no tener aislada su cámara de combustión son calderas susceptibles de provocar intoxicaciones por CO. Por esta razón no se comercializan desde 2010.

Calderas de funcionamiento similar a la anterior, con la particularidad de que disponen de un ventilador que ayuda a la evacuación de los humos a la vez que favorece la aportación del aire necesario para el proceso de combustión.

Tampoco cuentan con una cámara de combustión estanca, por lo que son también susceptibles de provocar intoxicaciones por CO.

En este tipo de calderas sí que contamos con una cámara cerrada herméticamente, que toma aire del exterior a través de una salida de humos coaxial. Este tubo permite evacuar los gases mediante un tiro forzado con ventilador, a la vez que introduce aire limpio por su cámara perimetral.

Las calderas de **bajo Nox** son la evolución de las calderas estancas, que a su vez sustituyeron a las atmosféricas. Se llaman así porque consiguen reducir la emisión de óxidos de nitrógeno a la vez que mejoran su rendimiento.

Son calderas con tecnología estanca pero que, a diferencia de las anteriores, son capaces de aprovechar el calor latente que existe en los gases resultantes de la combustión.

Dentro de estas calderas se produce el cambio de estado regresivo del vapor de agua en suspensión manejando la presión y temperatura de los gases, y dando como resultado agua y calor latente. El agua precipitada se recoge y desagua mientras que la energía desprendida en el cambio de estado colabora en el aumento de temperatura de la caldera, disminuyendo en un 30% el consumo de combustible de la misma.

Aparte de ser más eficientes por este ahorro de combustible, las calderas de condensación son más respetuosas con el medio ambiente ya que al enfriar los gases para condensar el vapor de agua, estos se expulsan al exterior con unas temperaturas que rondan los 55 °C, frente a los 200 °C de las calderas convencionales.

CALDERA A GAS INDIVIDUAL

Las calderas de gas se caracterizan por su baja emisión de gases contaminantes, su bajo mantenimiento y, sobre todo, por su alta eficiencia. Consiguen rendimientos medios en torno al 80% en el caso de las calderas atmosféricas, de entre el 85 y 92% para tiro forzado y estancas y de hasta 98% en las calderas de condensación.

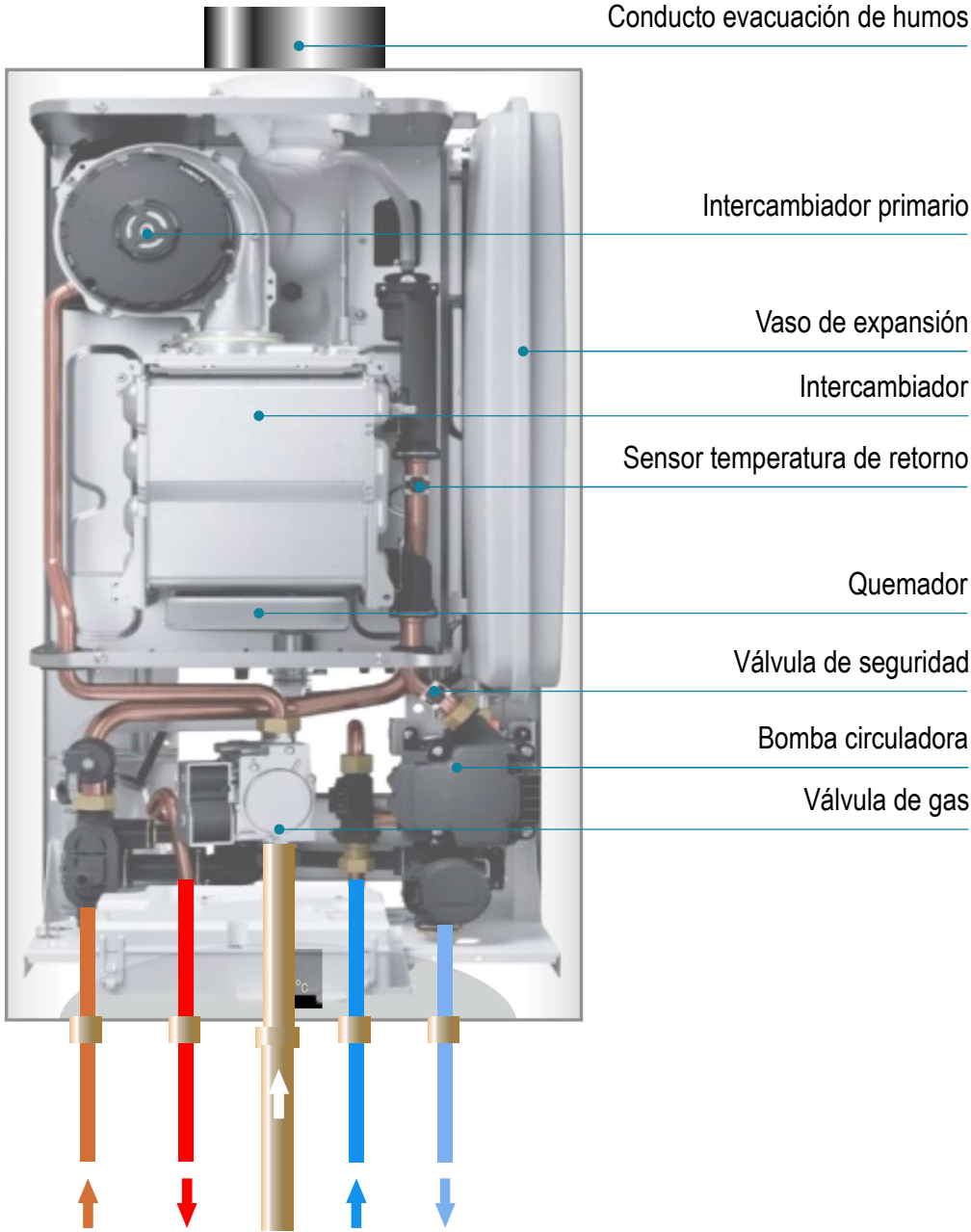
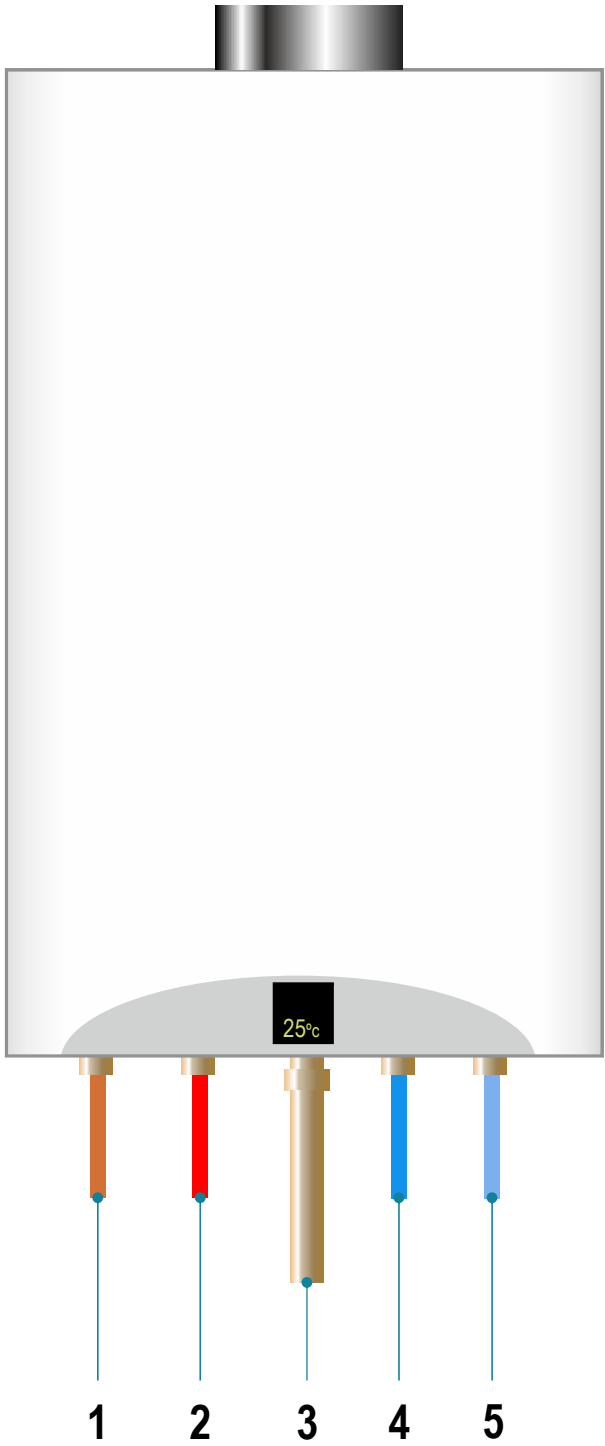
Estos rendimientos se expresan en referencia al **poder calorífico inferior (PCI)**, que se define como la cantidad de energía (calor) desprendida por un combustible cuando se produce su combustión completa o estequiométrica. Si además de esta energía, se tiene en cuenta la obtenida por la condensación del vapor de agua contenido en los gases producto de la combustión, obtenemos el **poder calorífico superior (PCS)**. Es por esta razón por la que las calderas de condensación consiguen rendimientos tan altos, ya que a la energía liberada en la combustión del gas hay que añadirle parte del calor latente de condensación del vapor de agua.

PCS = PCI + Econd.VaporH2O

Las calderas de gas, tanto individuales como colectivas, cuentan con una gran cantidad de elementos de regulación y control (como detectores de control de CO, pirostatos para el control de la temperatura, válvulas de sobrepresiones...) asociados a una **válvula automática de corte de gas**. Nuestra actuación consistirá siempre en la desconexión del aparato y el cierre de su llave de acometida de gas. **En ningún caso efectuaremos el rearme de la válvula automática de corte de gas**. El restablecimiento del suministro corresponderá siempre, y en cualquier caso, a la empresa mantenedora o suministradora.

Además de los elementos de seguridad mencionados en el párrafo anterior, las calderas de gas dispondrán de un regulador de suministro de gas que da servicio al quemador, un cuerpo de caldera donde se realiza el intercambio térmico y una salida de gases de combustión.

ESTRUCTURA



- 1
- Ida instalación de calefacción
- 2
- Salida ACS
- 3
- Entrada de gas
- 4
- Entrada de agua fría
- 5
- Retorno de calefacción

CALDERA DE COMBUSTIBLE GASEOSO COMUNITARIA (PROPANO Y GAS NATURAL)

Las calderas comunitarias funcionan mediante un sistema que lleva tanto la calefacción como el agua caliente a cada vivienda. Esto supone que no será necesario que cada vecino tenga su propia caldera, lo que lo convierte en un sistema más seguro, además de más eficiente.

Esta caldera puede ser de diferentes tipos y utilizar distintos combustibles para funcionar. Generalmente, las calderas colectivas suelen ser de propano, conectadas a un depósito o alimentadas por propano canalizado desde un tanque central del proveedor, o bien calderas de gas natural, que utilizan el gas canalizado para su funcionamiento.

La forma en la que funcionan no difiere de las calderas individuales excepto, lógicamente, en su tamaño, por tener que abastecer a un mayor número de usuarios.

Dispondrá de un regulador de suministro de gas para el quemador, que proporcionará la temperatura de abastecimiento al ACS y fluido caloportador, un cuerpo de caldera donde se realizará el intercambio térmico y una salida de gases de combustión, el mismo principio que en la mayoría de las calderas.



ESTRUCTURA

Chimenea

Conducto vertical destinado a dar salida a humos o gases

Ida de calefacción

Tubería de ida encargada de transportar el agua caliente pasando por cada radiador hasta llegar al final del circuito

Entrada de aire

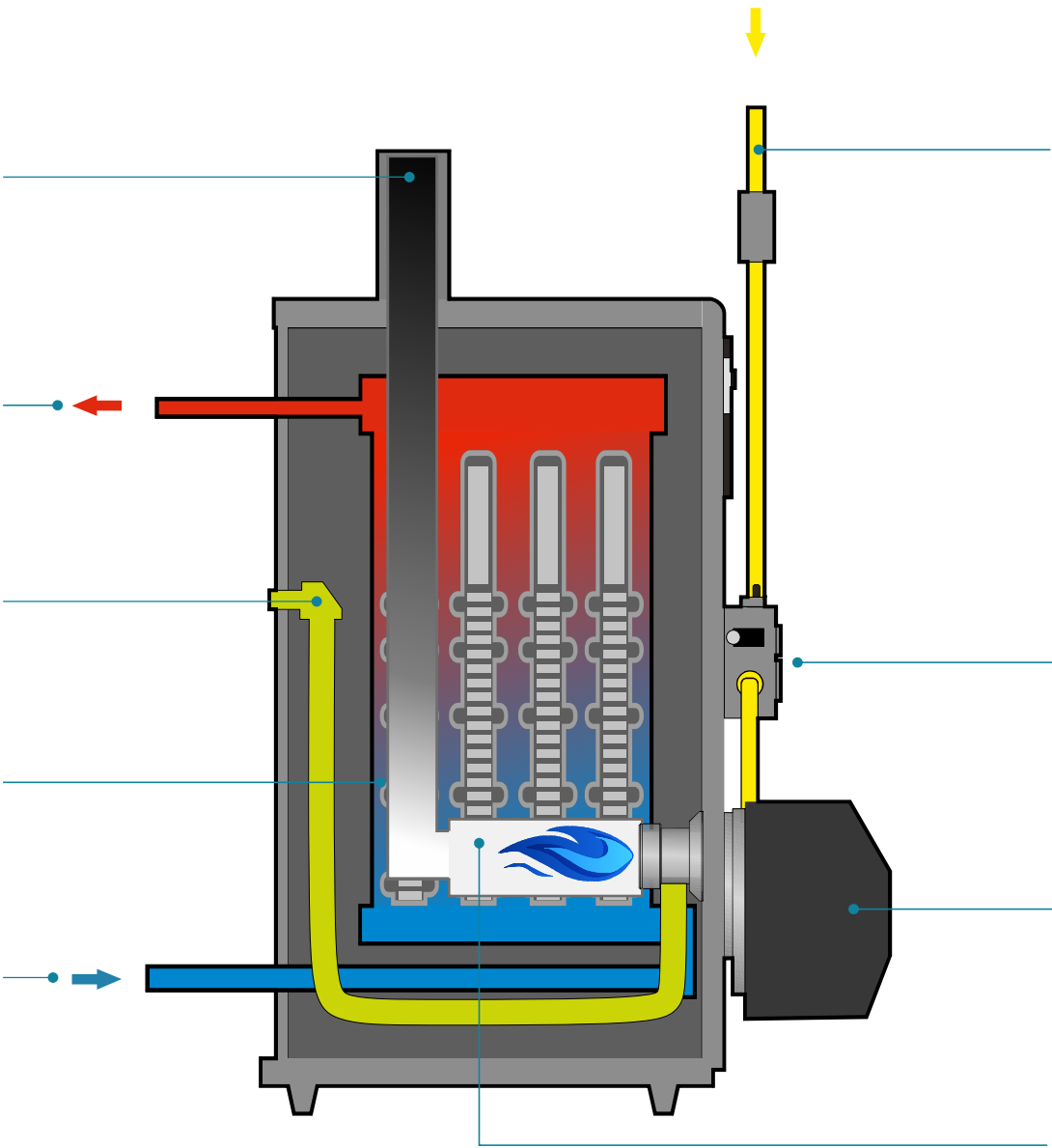
Aporta el aire necesario para la combustión, realizando la mezcla entre combustible y comburente

Cuerpo de caldera

Formado por un cuerpo cilíndrico de disposición vertical que incorpora un hogar donde se realiza la combustión

Retorno de calefacción

Retorno de las tuberías del agua caliente proveniente de cada unidad emisora de calor, directamente a la caldera



Conexión de gas

Las instalaciones de gas puede ser de diferentes tipos en función del inmueble que se vaya a conectar al suministro. Pueden ser instalaciones comunes o instalaciones individuales, necesitando en ambos casos una acometida de gas que suministre el combustible

Grupo de gas

Es un instrumento conectado a la tubería de conducción, que sirve para controlar el flujo de gas y mantenerlo a una presión adecuada y uniforme

Quemador

Es como un mechero que produce la llama de la combustión gracias a la entrada por un lado del gas y por otro lado del aire

Hogar

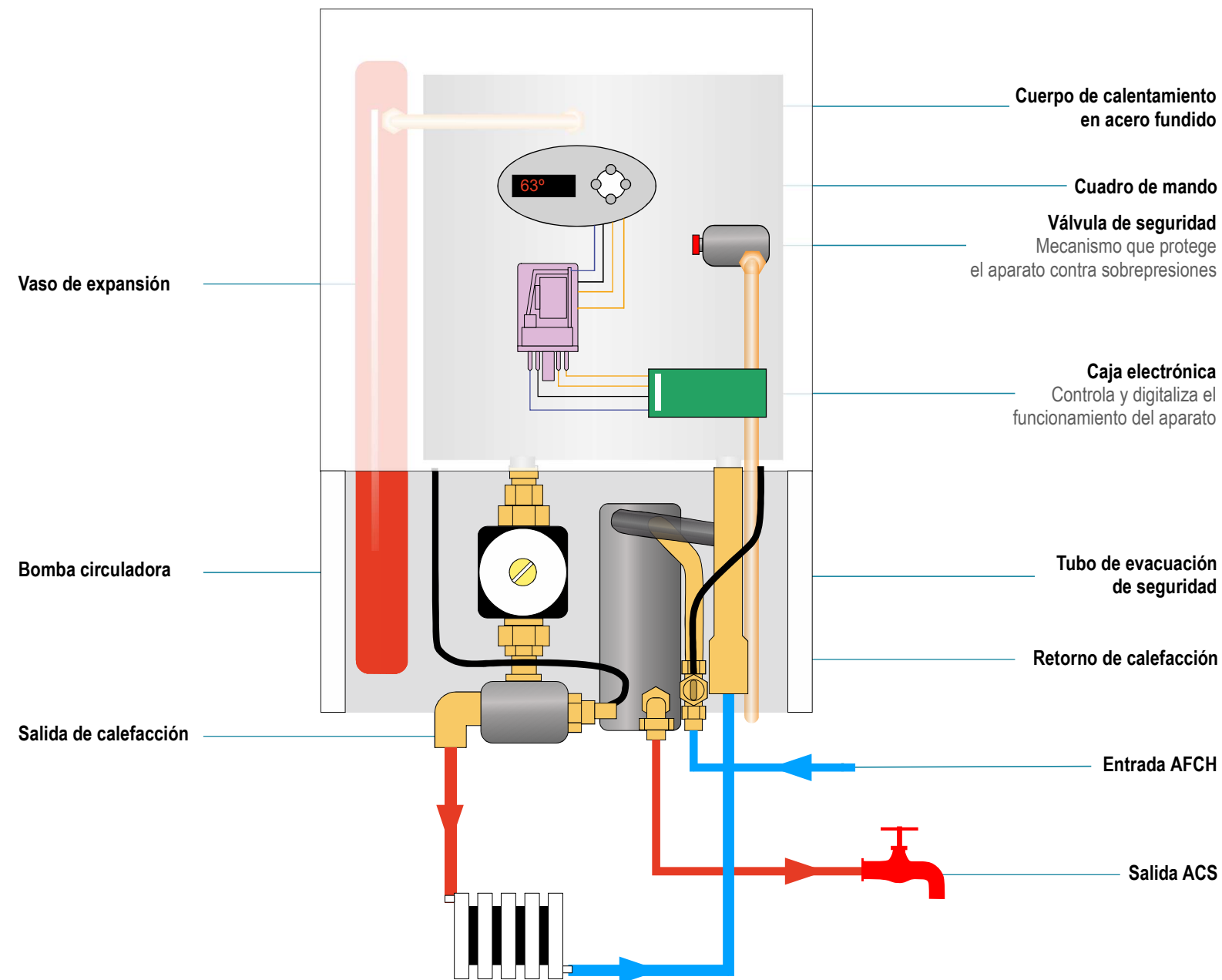
Espacio donde se produce la combustión

3.2.4. CALDERAS ELÉCTRICAS

Las calderas eléctricas son aparatos de producción de calor que utilizan una resistencia para calentar directamente el agua de la caldera. Pueden ser monofásicas o trifásicas, siendo las primeras las más habituales en las viviendas. La principal diferencia con otra clase de equipos, es que no necesitan quemar combustible, por lo que no requerirán de una chimenea para liberar los gases resultantes de la combustión, facilitando así la instalación, ahorrando espacio en la estancia donde se sitúa y, por supuesto, siendo más respetuosas con el medio ambiente.

Conectando la caldera a una fuente de electricidad, estas disponen de todos los elementos necesarios para un funcionamiento automático, convirtiéndolas en autónomas, sin la necesidad de que el usuario esté pendiente del llenado y mantenimiento de un depósito de almacenamiento de combustible.

Al ser la electricidad una energía limpia, se trata de calderas respetuosas con el medio ambiente además de que su rendimiento es alto. El coste de utilización es el que corresponda al precio del kWh y en cualquier caso será necesario que la vivienda tenga una potencia eléctrica contratada superior a las necesidades de la caldera.

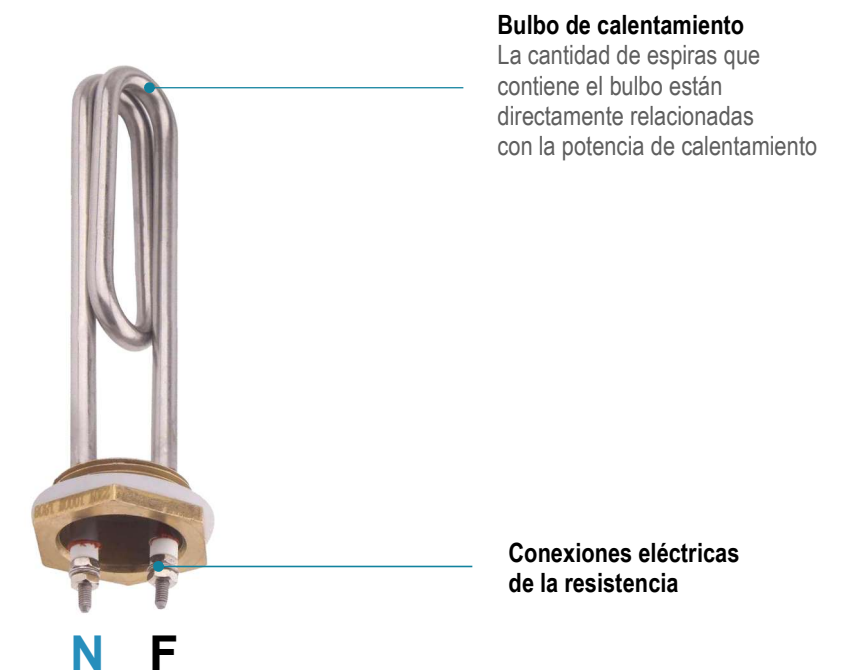


RESISTENCIA ELÉCTRICA

Es la encargada de convertir la energía eléctrica en calor, gracias a su aleación que soporta temperaturas muy elevadas (del orden de 1.000 °C).

Su funcionamiento se basa en el efecto Joule, fenómeno físico por el que los electrones de una corriente eléctrica impactan contra el material a través del cual están siendo conducidos, creando una resistencia que transforma su energía cinética en energía térmica. Este aumento de temperatura es transmitido al agua, calentándola por conducción y convección.

ESTRUCTURA



PARÁMETROS

La corriente eléctrica es un flujo de electrones que al moverse por un conductor deben vencer la resistencia de su movimiento, es decir, la resistencia proviene de la colisión entre ellos.

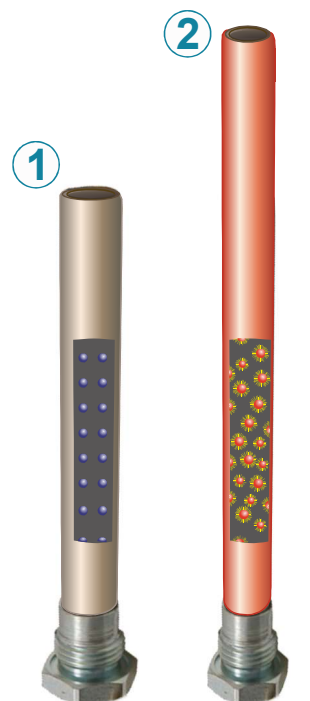
Si el paso es fluido (1), estos viajarán de forma ordenada, pero si su paso es estrecho y largo (2), los electrones se golpearán, chocando entre ellos y produciendo calor (efecto Joule).

Podemos decir que la resistencia es directamente proporcional a la longitud del conductor, por tanto:

+ Longitud = + Resistencia / - Longitud = - Resistencia

Pero inversamente proporcional a su sección o diámetro:

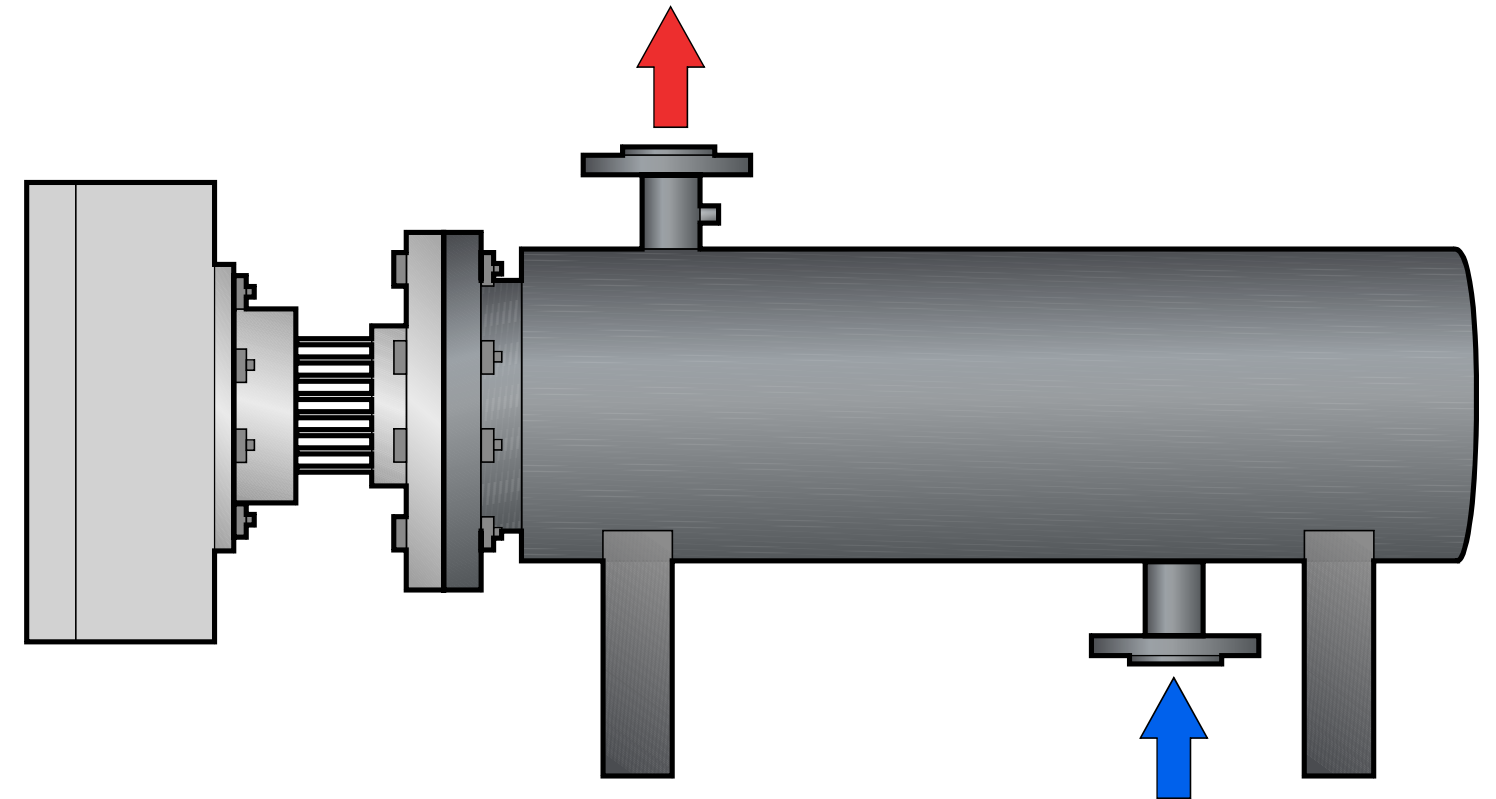
+ Sección = - Resistencia / - Sección = + Resistencia



CALDERA ELÉCTRICA DE FLUIDO TÉRMICO

Se trata de un tipo de caldera eléctrica especial, dirigida a instalaciones comunitarias sensibles como laboratorios o empresas ubicadas en entornos urbanos, así como aquellas en las que el estricto respeto al medio ambiente forme parte de su filosofía.

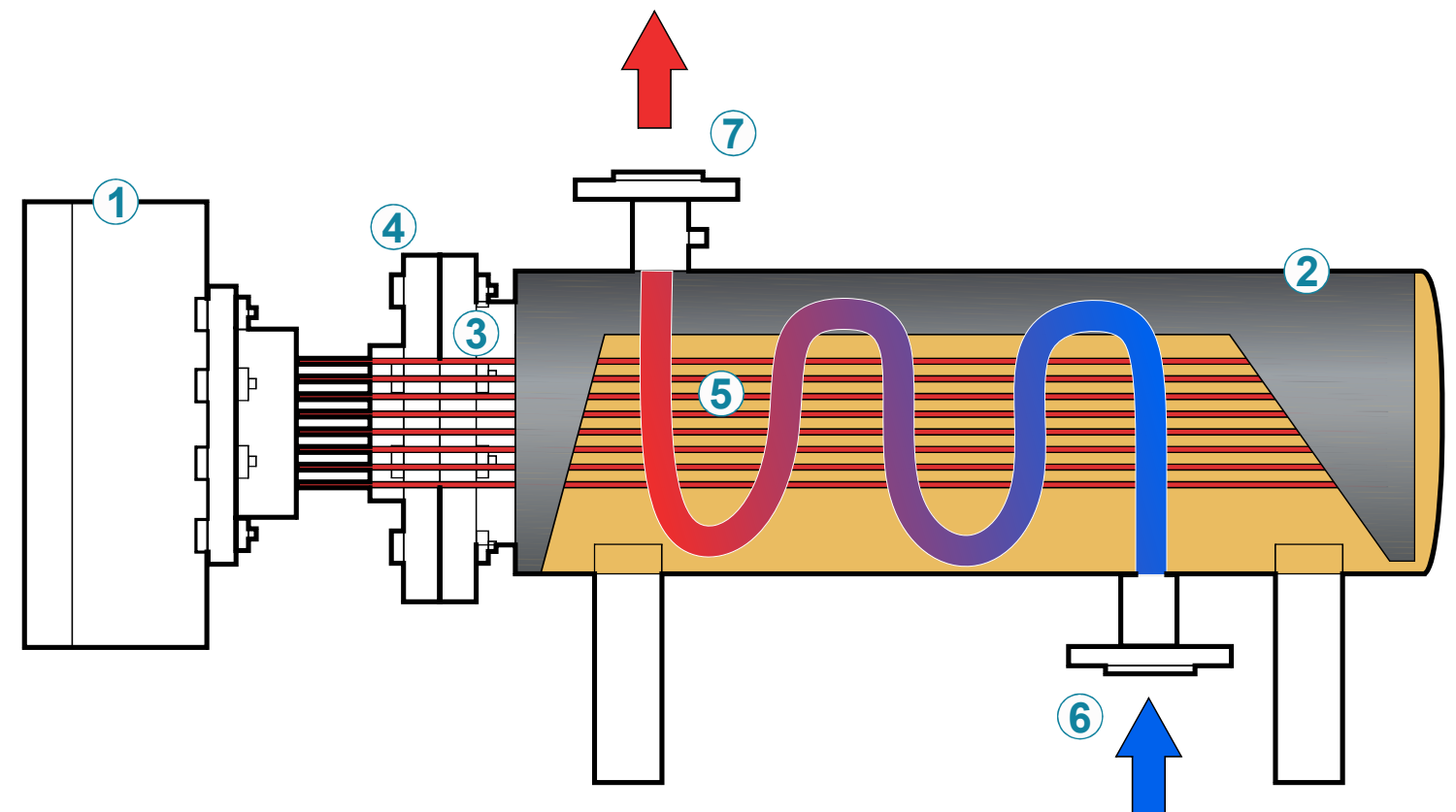
También suelen utilizarse durante los procesos de transición en la renovación de calderas comunitarias de carbón por otras más modernas de energía menos contaminante, como son las de combustibles líquidos o gaseosos.



ELEMENTOS

La configuración de estas calderas es sencilla. Están constituidas por una caja de conexiones o de bornes (1) y una carcasa cilíndrica (2) unidas mediante bridas (3 y 4). En esta carcasa, y a través de unos tubos de entrada y salida (6 y 7), circula el fluido térmico que es calentado a su paso entre las resistencias (5).

La caja de conexiones se encuentra desplazada a fin de evitar temperaturas elevadas en la misma. A su vez, la carcasa deberá estar aislada térmicamente para evitar pérdidas de energía o riesgos de quemaduras por contacto involuntario. Generalmente, tienen una disposición horizontal para evitar altas temperaturas en la caja de bornes facilitando a su vez la manipulación y mantenimiento de la misma. Sin embargo, ocasionalmente y por necesidades de espacio en planta, también podremos encontrarnos su ejecución vertical siendo en estos casos necesaria una mayor separación de la caja de bornes.

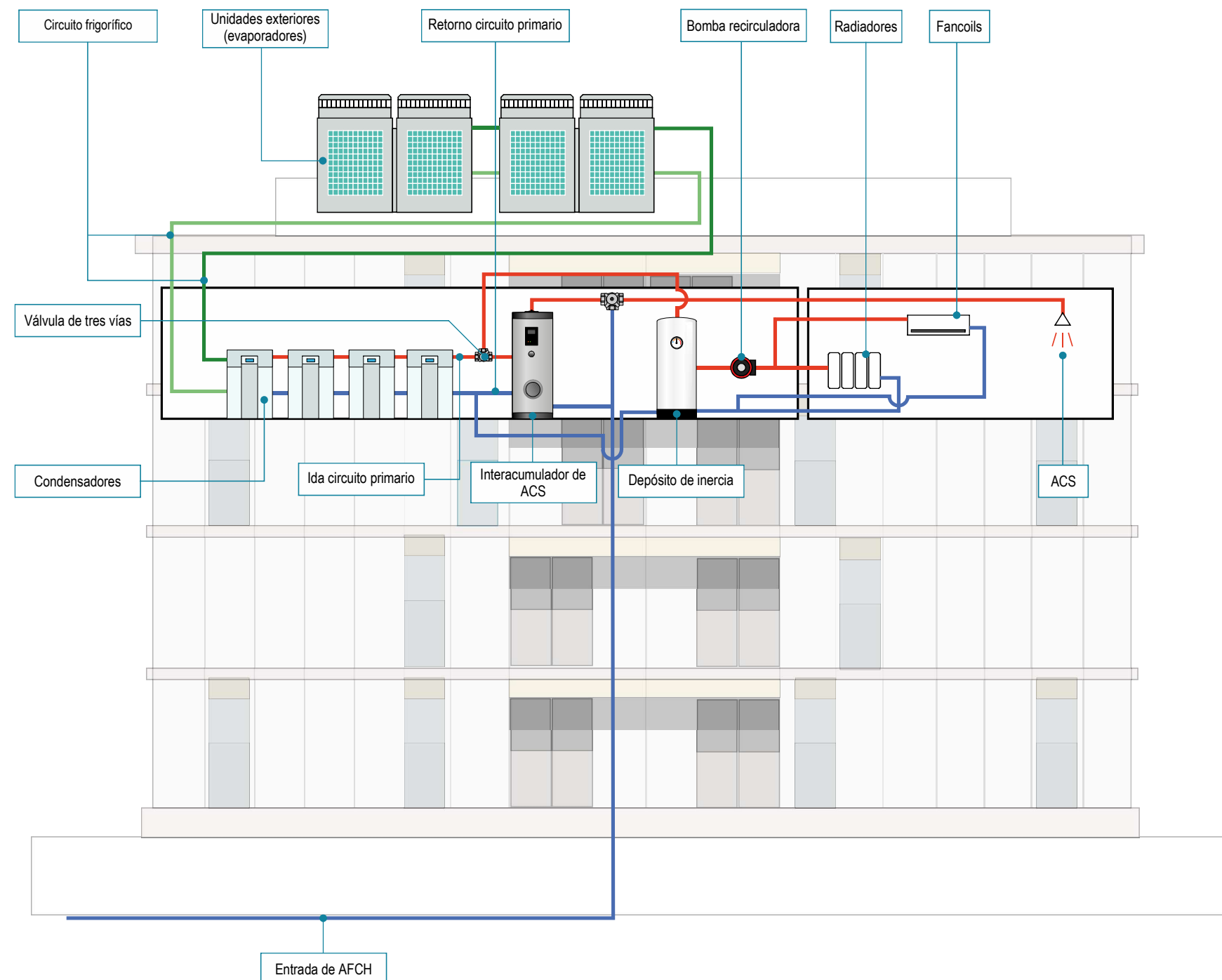


3.2.5. BOMBAS DE CALOR AEROTÉRMICAS Y GEOTÉRMICAS

Se trata de máquinas térmicas basadas en un proceso que consigue transportar el calor en lugar de generarlo. En invierno, transfiere el calor natural del agua, del aire o de la tierra, desde el exterior al interior de las estancias o edificios. En verano enfría el recinto transfiriendo el calor del interior al exterior. Esto lo hace de una forma muy eficiente ya que es capaz de transportar más calor que la energía eléctrica que consume. Las bombas de calor reversibles son capaces de generar calefacción, refrigeración y agua caliente consiguiendo una perfecta climatización durante todo el año.

Un sistema de bomba de calor convencional para calefacción y generación de ACS tiene al menos una unidad interior y otra exterior. Los evaporadores deberán estar alojados en el tejado, fachada o terraza en caso de bombas de calor aerotérmicas y en el interior de la edificación en el caso de bombas de calor geotérmicas. Contarán con un tubo de drenaje de agua y estarán conectadas al condensador por medio de un circuito de líquido refrigerante.

ESTRUCTURA



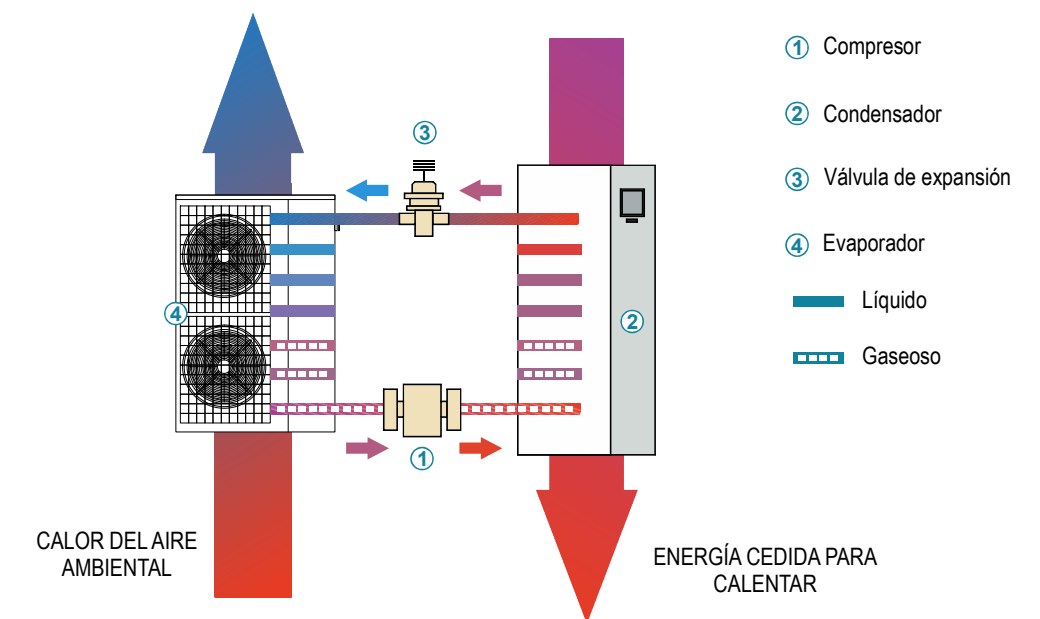
¿CÓMO FUNCIONA UNA BOMBA DE CALOR AEROTÉRMICA?

Un ejemplo claro de bomba de calor es un frigorífico. En este caso, se transfiere el calor del interior del frigorífico (reduciendo así su temperatura) hacia el exterior, aumentando la temperatura de la estancia. En el caso de una bomba de calor para producción de agua caliente sanitaria el funcionamiento es similar, el gas absorbe el calor del aire ambiente y lo cede al acumulador de agua a través de un condensador.

El funcionamiento de estas bombas de calor productoras de ACS y calefacción se basa en los principios de la termodinámica, pudiendo diferenciar 4 fases por cada ciclo:

- 1. Compresión:** se eleva la presión y temperatura del refrigerante a la vez que se le transfiere la energía necesaria para su movimiento a través del circuito.
- 2. Condensación:** el gas comprimido y caliente procedente del compresor, llega a la unidad del condensador. Es en el paso por esta unidad interior cuando cede su energía térmica al circuito de agua caliente, saliendo del mismo en estado líquido. El agua calentada por este proceso se dirige al circuito de calefacción o al interacumulador de generación de ACS.
- 3. Expansión:** una vez que el refrigerante ha cedido todo su calor volviendo al estado líquido se le hace pasar por una válvula de expansión que lo despresuriza, disminuyendo a su vez la temperatura del mismo.
- 4. Evaporación:** cuando a este líquido expandido se le hace pasar a través del evaporador, absorbe calor ambiental exterior (incluso con temperaturas exteriores bajo cero) y vuelve a cambiar a estado gaseoso preparado para comenzar un nuevo ciclo.

COMPONENTES DE UNA BOMBA DE CALOR

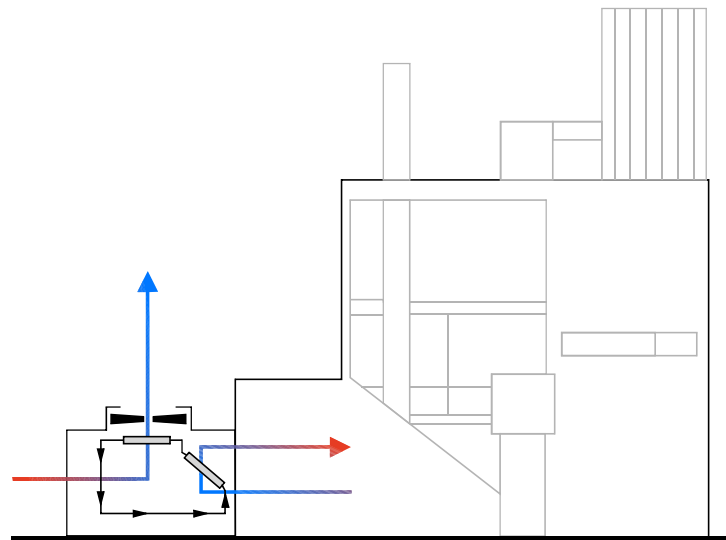


Actualmente está muy extendido el uso de bombas de calor reversibles que incorporan en su circuito un quinto elemento, la válvula de inversión o de 4 vías, que permite invertir el sentido del flujo del refrigerante y consecuentemente del calor. De esta manera, un mismo equipo puede trabajar en modo calefacción y en modo refrigeración, ya que ambos intercambiadores pueden hacer las funciones de evaporador y condensador alternativamente.

TIPOLOGÍA DE LAS BOMBAS DE CALOR

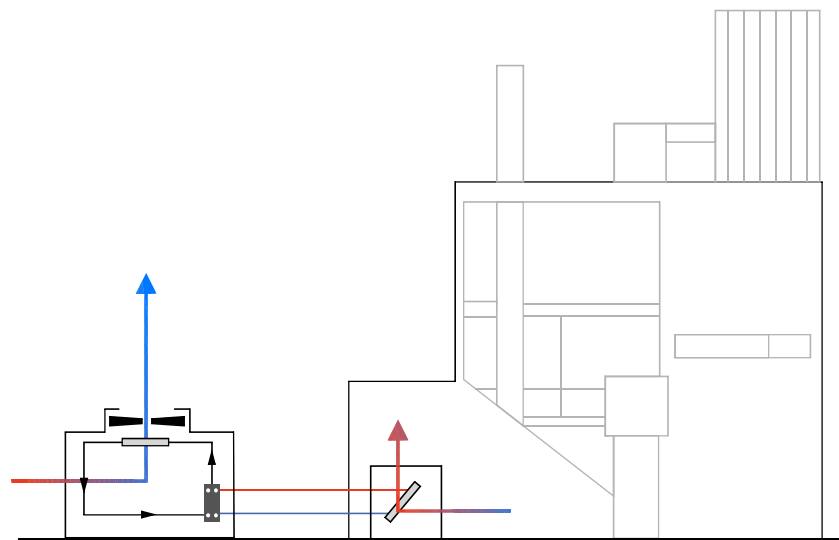
BOMBA A CALOR AIRE-AIRE

El calor que se toma del aire se transfiere directamente al aire del local que debe calentarse. Un claro ejemplo es el de un equipo doméstico de aire acondicionado. En modo calefacción, estos equipos toman el calor del aire exterior, para cederlo de forma directa al interior. Si el equipo es reversible, en modo refrigeración funciona en sentido inverso, proporcionando aire frío al recinto.



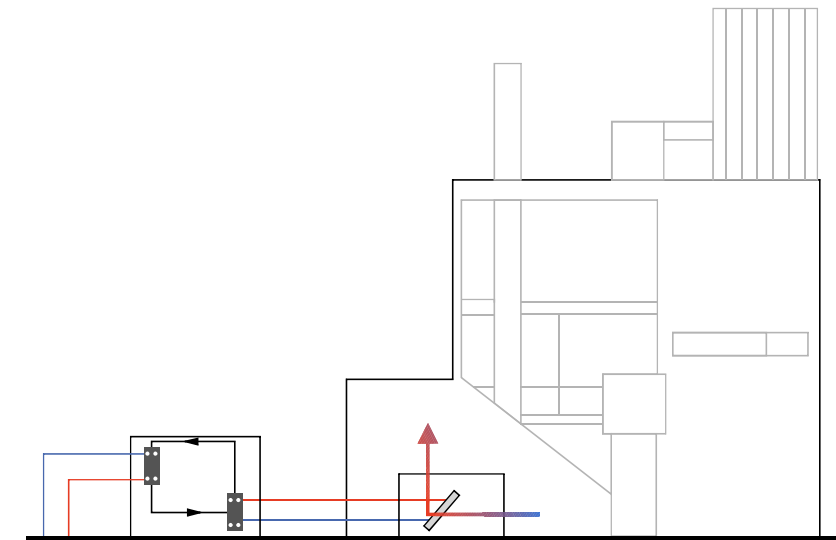
BOMBA A CALOR AIRE-AGUA

El calor se toma del aire y se transfiere a un circuito de agua que abastecerá un suelo (o techo) radiante, radiadores, ventiloconvectores o aerotermos. Es el sistema adoptado generalmente por las bombas de calor aerotérmicas.



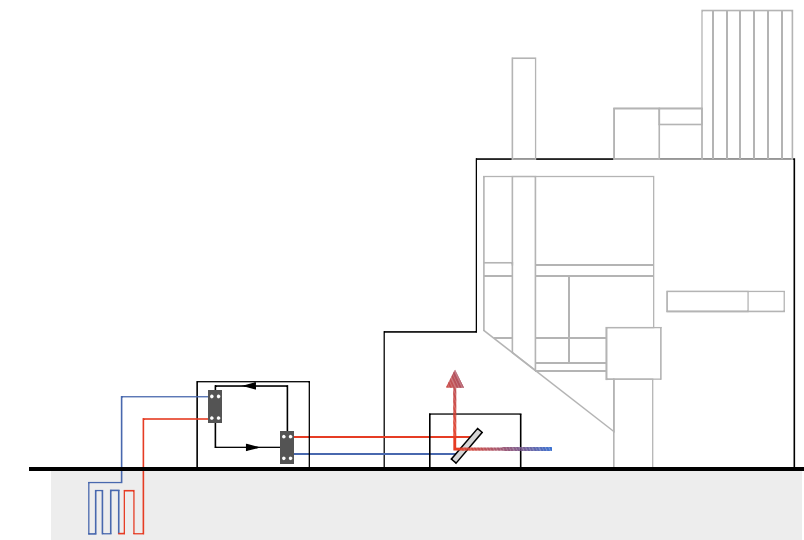
BOMBA A CALOR AGUA-AGUA

El sistema toma el calor de un circuito de agua en contacto con un elemento que le proporcionará el calor (la tierra, capa freática) para transferirlo a otro circuito de agua como en el caso anterior. Es el sistema generalmente adoptado por las bombas de calor geotérmicas.



BOMBA A CALOR AGUA-AIRE

Este tipo de bombas de calor obtiene la energía del terreno a través de un fluido caloportador, que absorbe el calor del suelo y lo transmite al circuito frigorífico de la bomba. La energía cedida al interior de la vivienda se realizará por emisores tipo fancoils, splits o aerotermos.



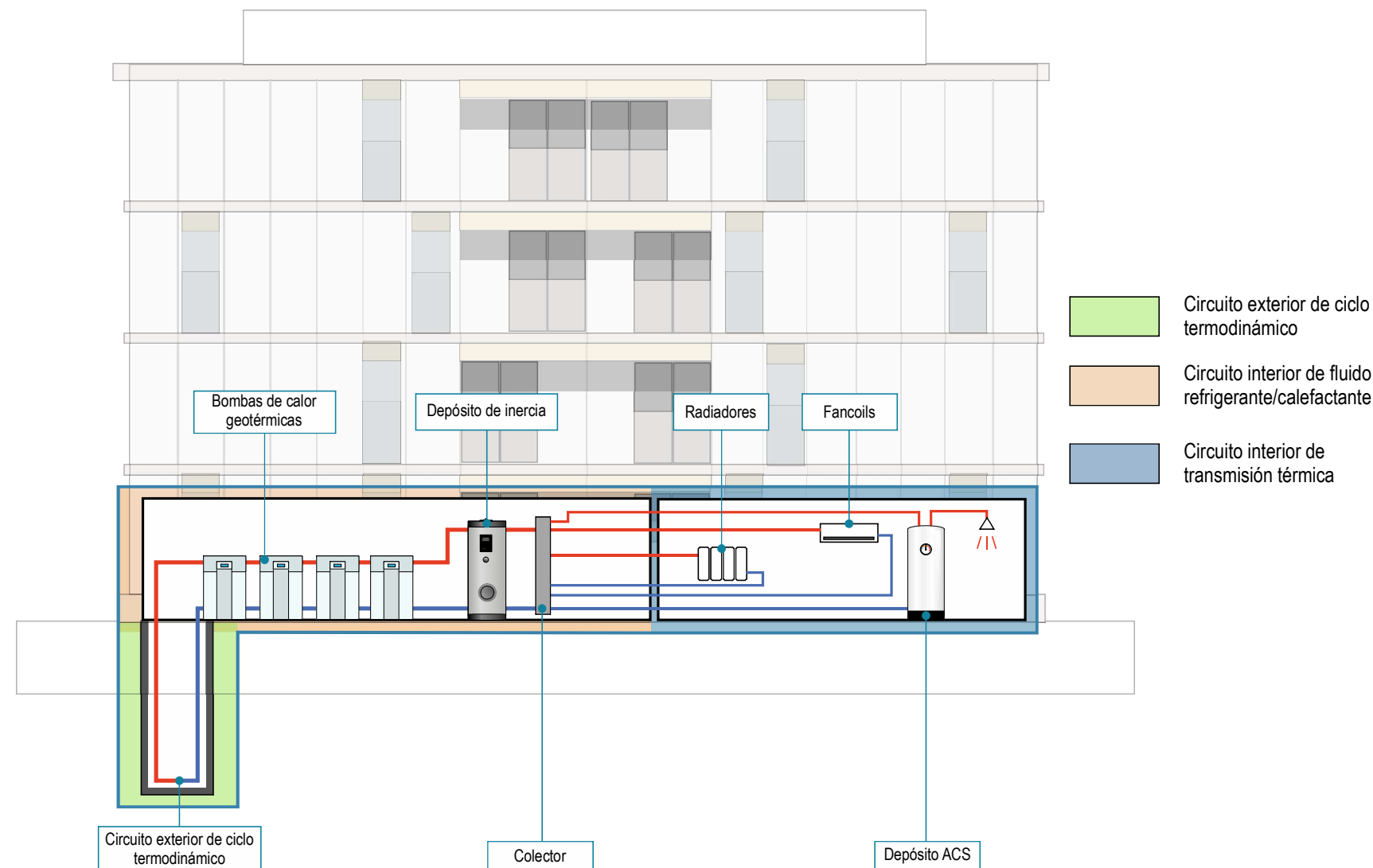
GEOTERMIA

Las bombas de calor geotérmicas aprovechan la temperatura constante del subsuelo a lo largo de todo el año. Esto permite calentar la vivienda en invierno, refrigerarla en verano y producir ACS durante todo el año de manera muy eficiente y ecológica.

En una instalación de geotermia distinguimos tres circuitos principales que van transfiriendo el calor en una u otra dirección a través de bombas geotérmicas e intercambiadores. Estos tres circuitos serán:

- 1. Circuito exterior de ciclo termodinámico** por sondeos que captan o ceden el calor al terreno.
- 2. Circuito interior de fluido refrigerante/calefactante** donde se encuentran las bombas geotérmicas que gracias al ciclo termodinámico del fluido son capaces de extraer su energía en modo frío o calor según nos convenga. La extracción/cesión de este calor se efectúa con la ayuda de un compresor, un evaporador, un condensador y una válvula de expansión, utilizando el agua proveniente del circuito de sondeos como agente optimizador del rendimiento.
- 3. Circuito interior de transmisión térmica** que cede el calor del terreno a los aparatos de calefacción y ACS o refrigera la estancia por medio del aire acondicionado.

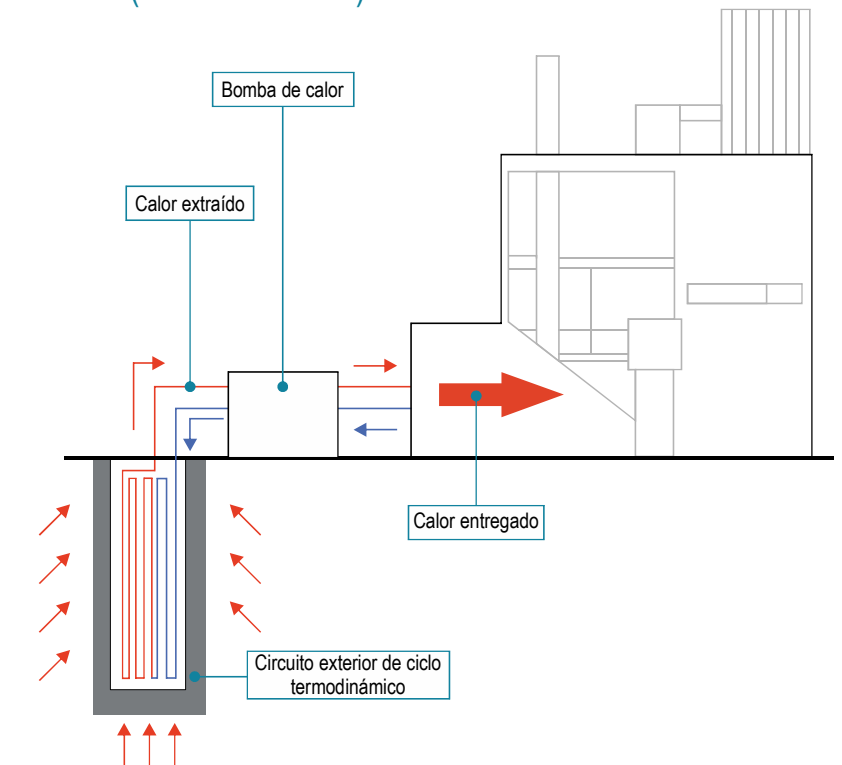
ESTRUCTURA



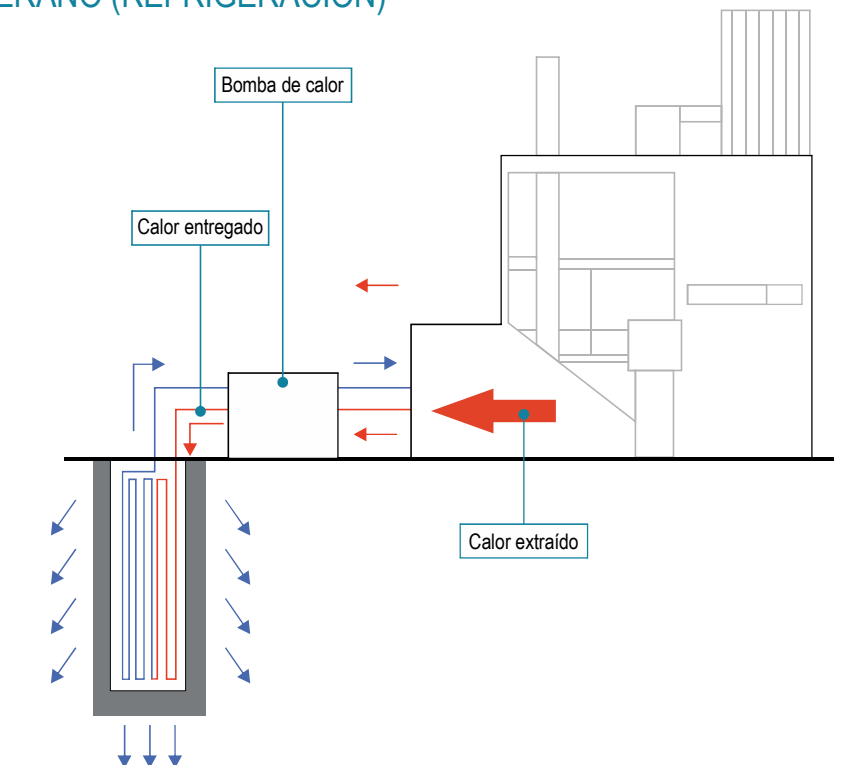
CLIMATIZACIÓN CON GEOTERMIA

En el interior de la tierra, sobre los 15-20 metros de profundidad, la temperatura se mantiene constante durante todo el año entre los valores de 18 y 24 °C, un rango que se considera óptimo tanto en verano como en los meses más invernales. Es lo que se denomina inercia térmica del terreno.

MODOS INVERNO (CALEFACCIÓN)



MODOS VERANO (REFRIGERACIÓN)



3.2.6. CALDERAS DE ABSORCIÓN

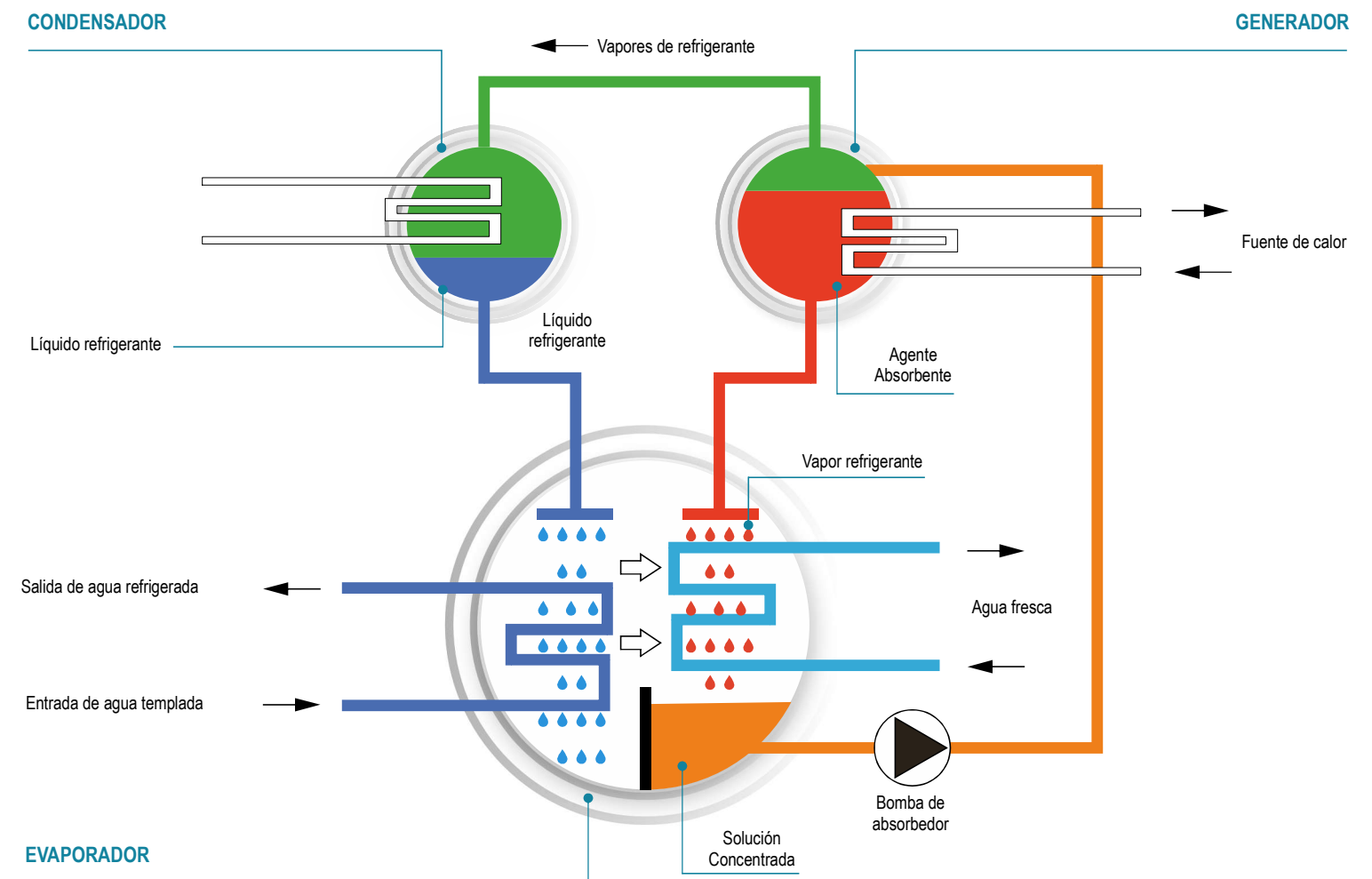
Las calderas de absorción son un sistema de refrigeración que utilizan como equipo para producir frío una máquina que funciona con agua caliente o calor, frente a un sistema convencional que usa la electricidad como fuente de alimentación. Esto permite obtener una solución eficiente y que puede poner en valor el calor residual generado en otros procesos o el generado con energías renovables.

A pesar de su alta eficiencia, este tipo de calderas no está muy extendido, debido a su elevado coste con respecto a otro tipo de aparatos productores. Su instalación prácticamente se limita a grandes demandas como industrias, o edificios de grandes afluencias como hoteles, hospitales o salas de exposiciones o congresos.

Estas máquinas tienen un funcionamiento complejo basado en un ciclo termodinámico conocido como **enfriamiento por absorción**, en el cual un fluido refrigerante obtiene calor del líquido absorbente que, al pasar de líquido a gas y reducir su presión, logra bajar su temperatura. Dependiendo del refrigerante que utilicen existen dos tipos de calderas de absorción: las de agua y amoníaco (simple efecto) y las de bromuro de litio y agua (doble efecto).



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO (ciclo de absorción simplificado)



Los ciclos de absorción se basan en la capacidad que tienen algunas sustancias para absorber, en fase líquida, vapores de otras sustancias. En estos ciclos hablamos siempre de **agente absorbente**, designando así a la sustancia que absorbe vapores, y de **agente refrigerante o frigorífico**, al soluto que se evapora y da lugar a una producción frigorífica aprovechable.

En los ciclos de absorción Agua-Amoníaco, el agua funciona como sustancia absorbente en la que se disuelve el amoníaco, que hace la función de refrigerante. Por otro lado, en los ciclos de Bromuro de Litio-Agua la solución de las sales de Bromuro de Litio absorbe el agua destilada en fase vapor, actuando esta ahora de sustancia absorbida.

El agente refrigerante (amoníaco o agua destilada) se evapora a baja presión en un intercambiador de calor llamado **evaporador**. El evaporador está formado por un haz de tubos de cobre o hierro por el que circula el agua de un circuito secundario que enfría los ambientes o cámaras frigoríficas. El calor necesario para la evaporación del refrigerante se capta de ese agua bajando su temperatura y obteniendo así la refrigeración.

Del evaporador, el agente refrigerante en estado gaseoso se transfiere a través de la misma cámara de evaporación al **absorbedor**, donde se disuelve en el agente absorbente (agua o Bromuro de Litio) dando como resultado una solución líquida concentrada. La bomba del absorbedor impulsa esta solución concentrada hasta el **generador**, donde este líquido se calienta por medio de un quemador de llama directa o por el calor residual aprovechado de otros procesos térmicos, separándose disolvente y soluto. Por un lado, el disolvente será devuelto al absorbedor mientras que el soluto (agente refrigerante) se transfiere al **condensador** donde cede la mayor parte del calor recibido en el generador regresando a su estado líquido. El líquido refrigerante se envía a través de una válvula de expansión al evaporador para cerrar el ciclo y comenzar de nuevo.

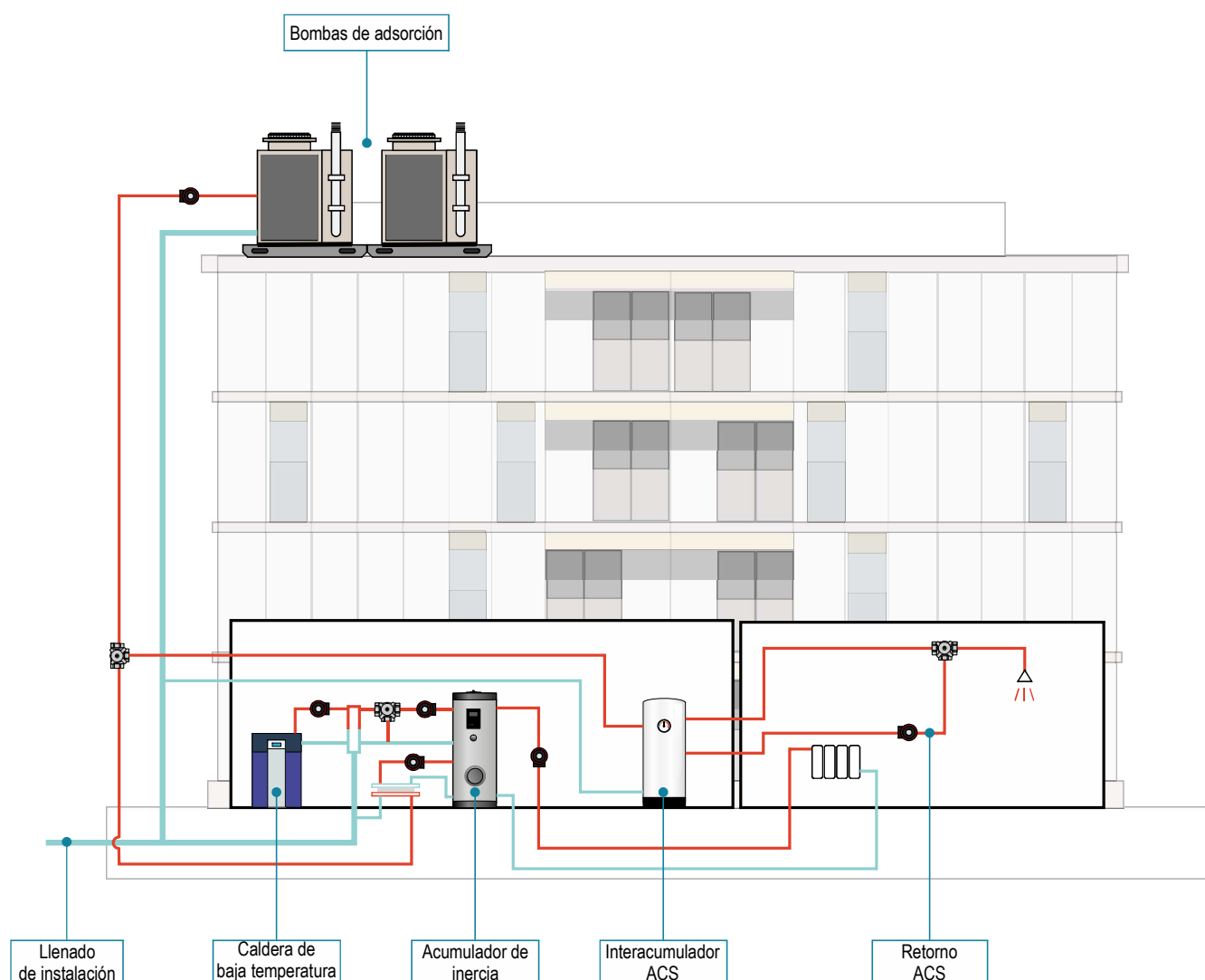
Usando este tipo de ciclos de refrigeración se consigue extraer calor de un espacio, donde se sitúa el evaporador, enfriándolo, para disiparlo en otro, donde se encuentra el condensador.

COMPARATIVA RESPECTO A UN CICLO DE COMPRESIÓN

Al igual que en el sistema de compresión, los ciclos de refrigeración por absorción aprovechan la capacidad de las sustancias de absorber calor al cambiar de estado líquido a gaseoso y de desprenderlo en sentido inverso.

Sin embargo, ambos ciclos se diferencian en que en el ciclo de compresión la circulación del fluido y el aumento requerido en la presión para generar esos cambios de estado se obtiene usando un compresor mecánico, mientras que en el ciclo de absorción esto se logra aportando calor al generador por medio de un foco externo. Otra diferencia es que en el ciclo de compresión el único cambio que se genera en el fluido es un cambio de estado mientras que en el ciclo de absorción entra en juego un proceso de incorporación y separación de dos sustancias (absorbente y refrigerante) haciéndolo un proceso un poco más complejo en el que hay diferentes conductos y circuitos para el transporte de las distintas sustancias en sus respectivos procesos de cambio de estado y de agregación.

ESTRUCTURA



EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE ABSORCIÓN Y AHORRO ENERGÉTICO

Para que funcione un equipo de refrigeración por absorción se utiliza calor, que puede producirse por múltiples procesos y, además, provenir de muy diversas fuentes.

Existen equipos que funcionan a llama directa, contando con un quemador específico para combustibles gaseosos o líquidos, pero la gran mayoría utilizan el calor aportado por agua caliente, agua sobrecalentada o vapor generado por otro sistema o fuente.

Este fluido caliente o vapor puede ser producido de forma específica para su uso o ser calor residual de procesos industriales, de equipos de cogeneración, (proceso llamado en conjunto trigeneración, por la producción conjunta de calor, electricidad y frío) u obtenido por medio de pilas de combustible, calderas de biomasa o energía solar.

Al usarse energía primaria en lugar de la electricidad, (que conlleva una bajada del rendimiento del aparato debido a las pérdidas originadas en la producción y en el transporte) la eficiencia energética del sistema (o **COP**, coeficiente de rendimiento) no puede compararse directamente con un equipo de compresión. Sin embargo, se considera que las calderas de absorción son más eficientes y ecológicas ya que aprovechan el calor residual que de otra forma se disiparía en el ambiente. En los procesos de alta temperatura se utiliza el ciclo de doble efecto con agua y bromuro de litio y se consiguen eficiencias de hasta 1,2 con respecto a la energía consumida. Por otro lado, en los ciclos de baja temperatura y en ciclos de Amoníaco-Agua la eficiencia conseguida es del orden del 0,7.

INTEGRACIÓN DE LA REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN EN EDIFICIOS

Cada vez son más comunes los edificios e instalaciones del sector terciario que disponen de captadores solares térmicos, usados generalmente para producción de agua caliente sanitaria y calefacción. Esta forma de producción de calor gratuita tiene un inconveniente a nivel general y es que, en verano, cuando es mayor la disponibilidad de radiación solar, es cuando menos necesidades térmicas hay. Usando un sistema de refrigeración por absorción se puede utilizar el calor producido en esos meses de verano para alimentar el sistema de absorción y producir, de esta forma, frío gratuito y de origen renovable.

INTERVENCIONES EN CALDERAS DE ABSORCIÓN

En caso de intervención del Cuerpo de Bomberos en alguna caldera de este tipo, nuestro principal foco de atención deberá ser la placa de características donde se nos indica el fluido que usa para su funcionamiento, ya que el tipo de fluido es donde radica el peligro principal de este tipo de calderas.

En las de amoníaco y agua, su fluido será una solución de $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ al 52%, siendo el amoníaco el refrigerante y el agua el absorbente, que como consecuencia del aporte de calor, trabajará a unas presiones de entre 14 bar y 24 bar hasta alcanzar una temperatura aproximada de 180 °C. Llegados a este punto, por ebullición se producirá la separación del agua y el amoníaco, encontrándose este último en concentraciones cercanas al 95% y entre 20 y 40 bar. Este tipo de aparatos se encuentran en lugares donde son necesarias grandes producciones de frío, como es el caso de las naves de conservación situadas en Mercamadrid, donde extremaremos las precauciones ante la posibilidad de fugas producidas por defectos mecánicos o incendios en las instalaciones.

Por otro lado, en el caso de las calderas de bromuro de litio y agua, su fluido será una solución de $\text{LiBr} + \text{H}_2\text{O}$ al 52%, siendo el agua el refrigerante y el LiBr el absorbente. El bromuro de litio es una sal inocua similar a la sal común, y que como ella tiene una gran afinidad con el agua, absorbiéndola fácilmente. Para entender que el agua puede utilizarse como refrigerante, debemos saber que cuando se encuentra en un espacio en el que la presión absoluta (9 mbar en el interior del aparato) está muy por debajo de la atmosférica (1012 mbar), el agua se evapora (hierve) a tan solo 3 °C, aprovechándose esta ebullición para iniciar el proceso de enfriamiento.

También deberemos tener en cuenta que las calderas de absorción que necesiten de un quemador dispondrán de una acometida de gas natural para su funcionamiento, así como de una salida de humos para los gases de combustión. Por lo tanto, en ambos aparatos, los factores críticos en intervención se encontrarán en la posibilidad de fallo en la instalación de gas asociada a su funcionamiento, así como en la posibilidad de fuga de producto amoníaco.

3.3. TIPOS DE QUEMADORES

Los quemadores, ya sean para combustibles gaseosos o líquidos, tienen esencialmente el mismo esquema de funcionamiento, pero las características propias de los combustibles provocan algunas diferencias, debidas a su diferente naturaleza.

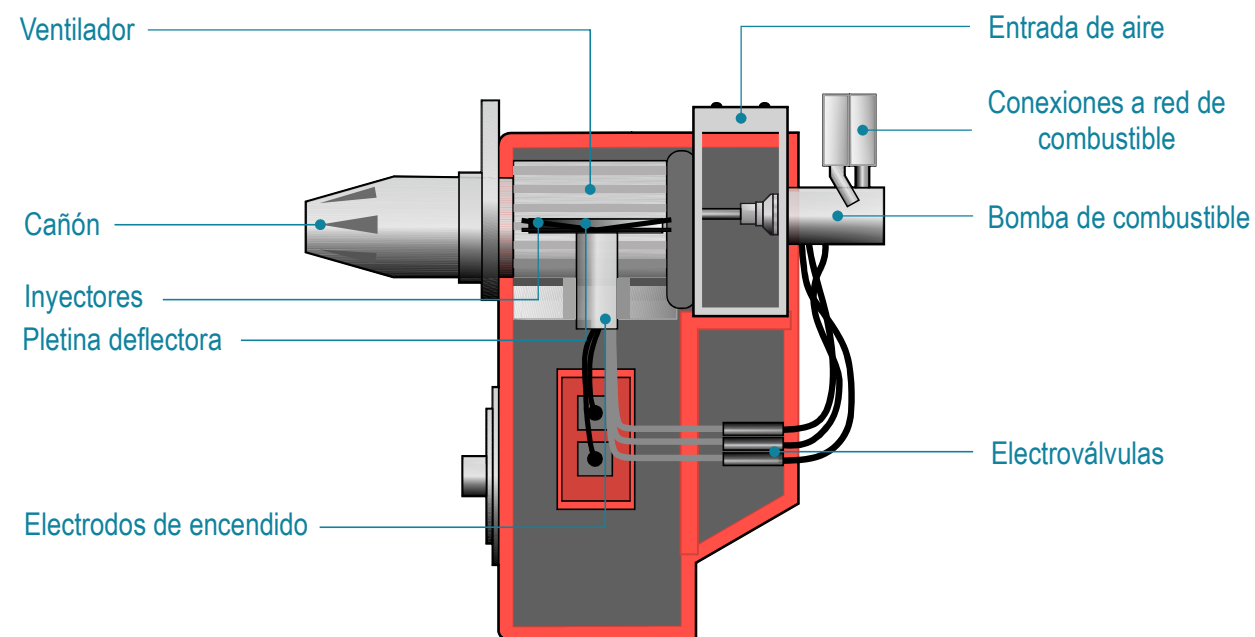
3.3.1. QUEMADOR DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO

El quemador de combustible líquido se caracteriza por necesitar que el combustible se someta a presión antes de ser combustionado. Los combustibles líquidos como el gasoil no arden con tanta facilidad como los combustibles gaseosos. Para lograr la correcta combustión del gasoil y su máxima eficiencia, hay que tratarlo y calentarlo previamente.

La bomba de gasoil es la encargada de someter el gasoil líquido a una alta presión. Éste se introduce por un tubo hacia una boquilla con un agujero muy pequeño, lo cual provoca que se atomice y se mezcle con aire (gracias al Efecto Venturi). Un ventilador especial se encargará de finalmente introducirlo en el hogar de la caldera, para que se inflame debido a la ignición provocada por los electrodos del quemador.

Además del gasoil, otros combustibles líquidos para calderas son:

- **El fueloil (combustóleo):** hidrocarburo derivado del petróleo que resulta muy contaminante, por lo que su uso ha quedado prohibido en muchos países.
- **El queroseno:** un derivado del petróleo, mezcla de hidrocarburos, que es ampliamente utilizado en la industria, no sólo como combustible de calderas, sino además de otros tipos de equipos.
- **El aceite vegetal reutilizado:** aceite doméstico que ya se ha utilizado para cocinar, y que luego de eso se vuelve a utilizar como combustible para el quemador de la caldera.
- **El biodiesel:** que no es más que una combinación de aceite vegetal y diésel o gasoil, que resulta más ecológica y mucho menos contaminante.



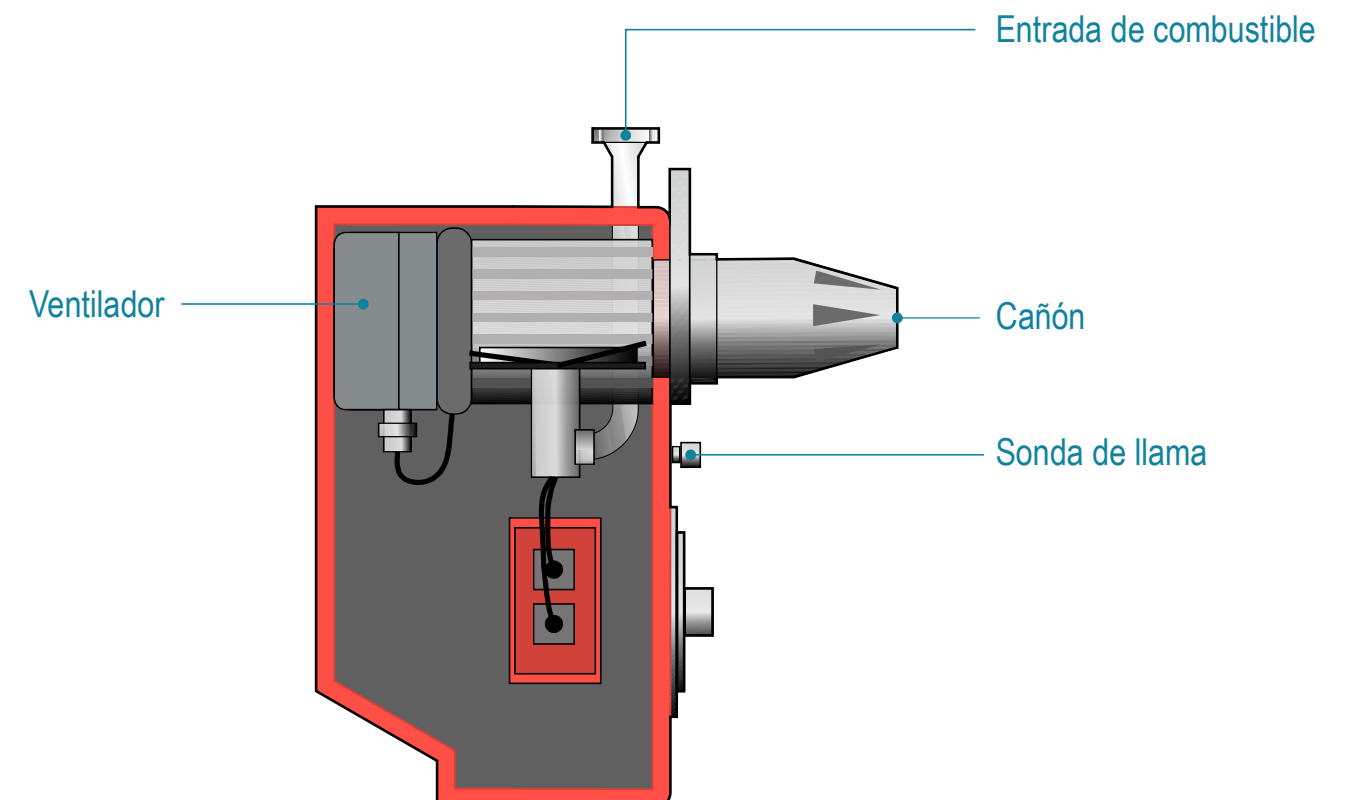
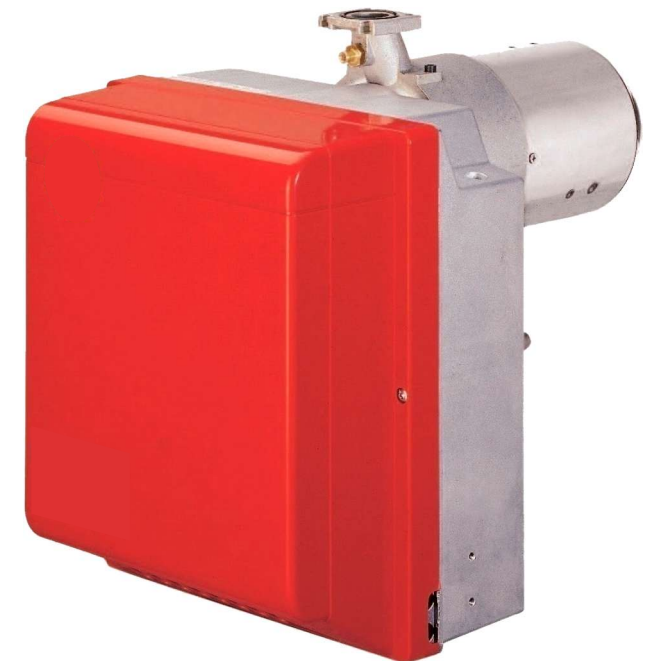
3.3.2. QUEMADOR DE COMBUSTIBLE GASEOSO

Un quemador de gas para caldera es el que funciona utilizando algún tipo de combustible gaseoso, ya sea de origen natural o de origen artificial, es decir, obtenido por procedimientos químicos. En este contexto, "gas" es una palabra genérica, ya que se pueden utilizar varios combustibles gaseosos para calderas, tales como el propano y el butano (ambos son hidrocarburos derivados del petróleo), el gas natural (gases combustibles obtenidos de manera natural en formaciones geológicas), y otros como el hidrógeno.

Los combustibles gaseosos arden con mucha mayor facilidad que los combustibles líquidos.

El funcionamiento de un quemador de gas, a diferencia del de un quemador de gasoil, se caracteriza por no necesitar ningún tipo de tratamiento previo de presión sobre el combustible. Obviamente, no es necesario convertir el combustible de líquido a gas, porque ya viene en estado gaseoso.

En los quemadores de gas, el combustible es mezclado directamente con aire, se introduce en el hogar de la caldera, y también se inflama mediante una chispa que enciende la llama. No se requieren dispositivos de seguridad, gracias a que el gas arde normalmente en condiciones ambientales.



4. ANEXO: INTERVENCIONES EN CALDERAS

4.1 .CALDERAS DE COMBUSTIBLE SÓLIDO

Los problemas que pueden generarnos las calderas de combustible sólido en intervención, son los siguientes:

- Las calderas comunitarias de combustibles sólidos queman unos 80 kg por carga de pellet, según la demanda de la instalación. En el caso del carbón, su carga es una vez al día, rondando los 250 kg, según el poder calorífico del aparato. Si por cualquier motivo se produjese un corte eléctrico que apagase los sistemas de control y seguridad de la caldera, todo ese combustible seguiría ardiendo en su interior provocando la ebullición del agua, ya que esta no estaría siendo impulsada por la bomba. Esto generaría problemas de sobrepresiones en el circuito, que deberían ser controladas por la válvula de seguridad.

El problema con el que nos encontraríamos sería la combustión incompleta, que generaría un incendio en un espacio confinado. El objetivo de este tipo de intervenciones será el enfriamiento del combustible controlando los gases generados. Se deberá tener en cuenta que una apertura demasiado rápida de la puerta de la caldera podría generar un backdraft, por lo que dicha apertura tendrá que ser controlada. Se recomienda abrir ligeramente la puerta de acceso a la cámara de combustión, comprobando que no se genera una succión de aire. Si detectamos esa depresión en la cámara de combustión, nos debemos dirigir a la salida de humos para abrir el regulador de tiro en su totalidad, esperando que los gases de combustión se evacúen y se equilibre la presión interior con la atmosférica, permitiéndonos acceder al interior del hogar para sofocar el combustible.

Se deberá retirar todo el combustible para apagarlo, ya que si aportamos agua fría desde el exterior, el cambio brusco de temperatura provocaría la rotura de los elementos internos del hogar de la caldera, habiendo riesgo de escaldadura por el agua en ebullición.

- Otro problema grave que se produce en los almacenamientos de Pellets es la fermentación del mismo en presencia de humedad. En ocasiones el Pellets se compacta, no cae dentro del tornillo sin fin y se necesita un operario que manipule el interior de la tolva con una varilla para desgranar el combustible y facilitar que sea absorbido por el tornillo. Si en ese almacenamiento en el que el Pellet está compactado tenemos humedad, como es un material orgánico, se produce un proceso de fermentación que genera gas metano. En España mueren por asfixia anualmente entre 3 y 6 operarios por manipulaciones en silos de almacenamiento de Pellet. Por lo tanto, ante la sospecha de este tipo de intervención, tendremos que ventilar, accediendo al recinto con equipo de respiración autónomo y explosímetro.
- A estos problemas o averías se añaden las intoxicaciones por el CO producido en la combustión incompleta del pellet o el carbón. Como sabemos, en la combustiones con ausencia de comburente, el combustible no se quema hasta su grado máximo de oxidación, por lo que, además de una pérdida de eficiencia, encontraremos sustancias combustibles disueltas en los gases producidos en la combustión. Un síntoma de una mala combustión es el oscurecimiento a lo largo de la jornada del cristal de la estufa de pellet. Si observamos que dicho cristal está oscurecido, tendremos que revisar la entrada de aire limpio del hogar.

4.2 CALDERAS DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO

Las dos averías más comunes que puede tener una caldera de Gasoil son las siguientes:

- **Fallo del electrodo:** Si los electrodos no funcionan, no emiten la chispa que inflama el gasoil inyectado en la cámara de combustión. Este gasoil se insufla al interior de la caldera durante 4 o 5 segundos, tiempo que tarda la fotorresistencia en detectar la ausencia de llama, parar el quemador y saltar la avería.

Hay veces que esta avería se rearma de forma automática, iniciándose unos ciclos de encendido-inyección-apagado, que dan como resultado la acumulación de una gran cantidad de gasoil sin quemar en el hogar de la caldera. Si por los motivos que fuera, los electrodos pudieran volver a funcionar, en el momento de reencendido de la caldera no ardería solamente el gasoil pulverizado por el inyector, sino también todo el gasoil almacenado, pudiéndose provocar una explosión.

- **Fallo del inyector:** Implica que el gasoil no se está pulverizando correctamente. El gasoil no pasa por el electrodo, por lo que no se inflama y se acumula también en el hogar de la caldera y, aunque el electrodo emita la chispa, en lugar de una llama sostenida obtenemos un humo blanco con olor a parafina. Este humo blanco sale en gran cantidad por la salida de humos, además de poder llegar a inundar el cuarto de calderas, provocando la alarma de los vecinos.

La solución en cualquier caso es la desconexión del quemador y la ventilación del hogar. El apagado del quemador podrá realizarse desde el botón On/Off del aparato, desde la clemata que une el quemador con la caldera o, por supuesto, desde el armario de maniobra de la caldera.