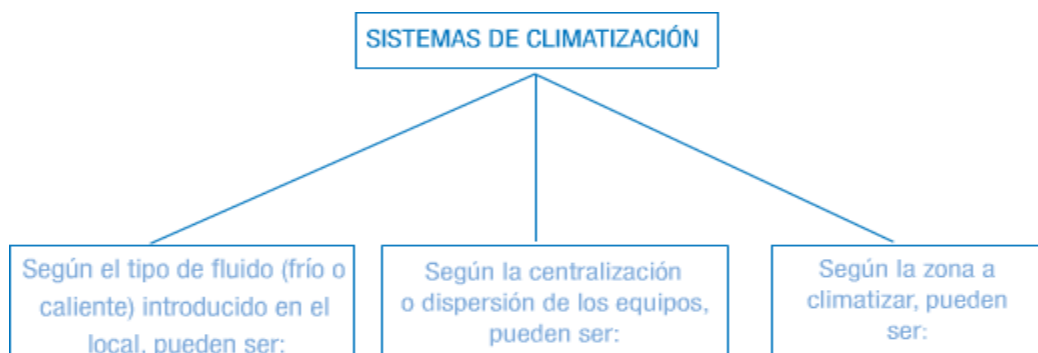


## 5.- Instalaciones de climatización.

---

Un sistema de climatización es un conjunto de elementos cuyo objetivo es proporcionar las condiciones de confort y calidad de aire en el interior de los edificios, con la intención de hacerlos más habitables. Para conseguirlo, el sistema deberá actuar sobre los parámetros que determinan los niveles de confort e higiene ambiental demandados por el ser humano, los cuales son: la humedad, la temperatura, la limpieza del aire en el ambiente, el movimiento del aire y el nivel sonoro producido por los equipos de climatización.

Antes de entrar en el estudio de los distintos sistemas de climatización, vamos hacer una clasificación tomando para ello los siguientes criterios:



SISTEMAS AIRE-AGUA

SISTEMAS TODO AIRE

SISTEMAS TODO REFRIGERANTE

SISTEMAS TODO AGUA

SISTEMA SEMICENTRALIZADO

SISTEMA CENTRALIZADO

SISTEMA INDIVIDUAL

SISTEMAS UNIZONA

SISTEMAS MULTIZONA

En los sistemas aire-agua se utilizan tanto el agua como el aire para realizar el tratamiento térmico del local o locales a climatizar.

En los sistemas todo aire se utiliza solo aire que enfriarlo o calentarlo y posteriormente distribuido al local o locales que se desean climatizar.

En los sistemas todo refrigerante, el fluido (caliente o frío) que acondiciona el local, es directamente el refrigerante.

En los sistemas todo agua, también llamados sistema hidrónicos, solo se utiliza agua, que una vez enfriada o calentada, es distribuida al local o locales que se desean climatizar.

En los Sistemas semicentralizados existe una parte común del proceso de tratamiento que se realiza en una central, mientras en la otra parte se lleva a cabo en el mismo local que se desea climatizar. Como ejemplo tenemos los sistemas multisplit, donde por un lado está la unidad exterior, compuesta entre otros de compresor e intercambiador de calor y por otro lado varias unidades interiores que integran entre otros elementos el intercambiador de calor.

En los sistemas centralizados, existe una unidad central, donde se trata el fluido caloportador y posteriormente se distribuyen a los diferentes locales a climatizar.

En los sistemas individuales se utilizan máquinas que realizan el tratamiento completo del aire en cada local que se desea climatizar. Por lo tanto son usados para condicionar un local pequeño independiente del resto.

En los sistemas unizona, se climatizan por igual uno o varios locales sin poder diferenciar distintos requerimientos de climatización en distintas zonas.

En los sistemas multizona se pueden acondicionar de forma independiente un número de diferentes zonas en los locales a climatizar.

El nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), así como el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE), hacen obligatoria la zonificación con el fin de garantizar el confort del usuario y el uso racional de la energía eléctrica. La responsabilidad del cumplimiento de la normativa, debes saber que alcanza al propietario de la instalación, al proyectista, al director de la obra y a cualquier agente que intervenga en la realización de la instalación.

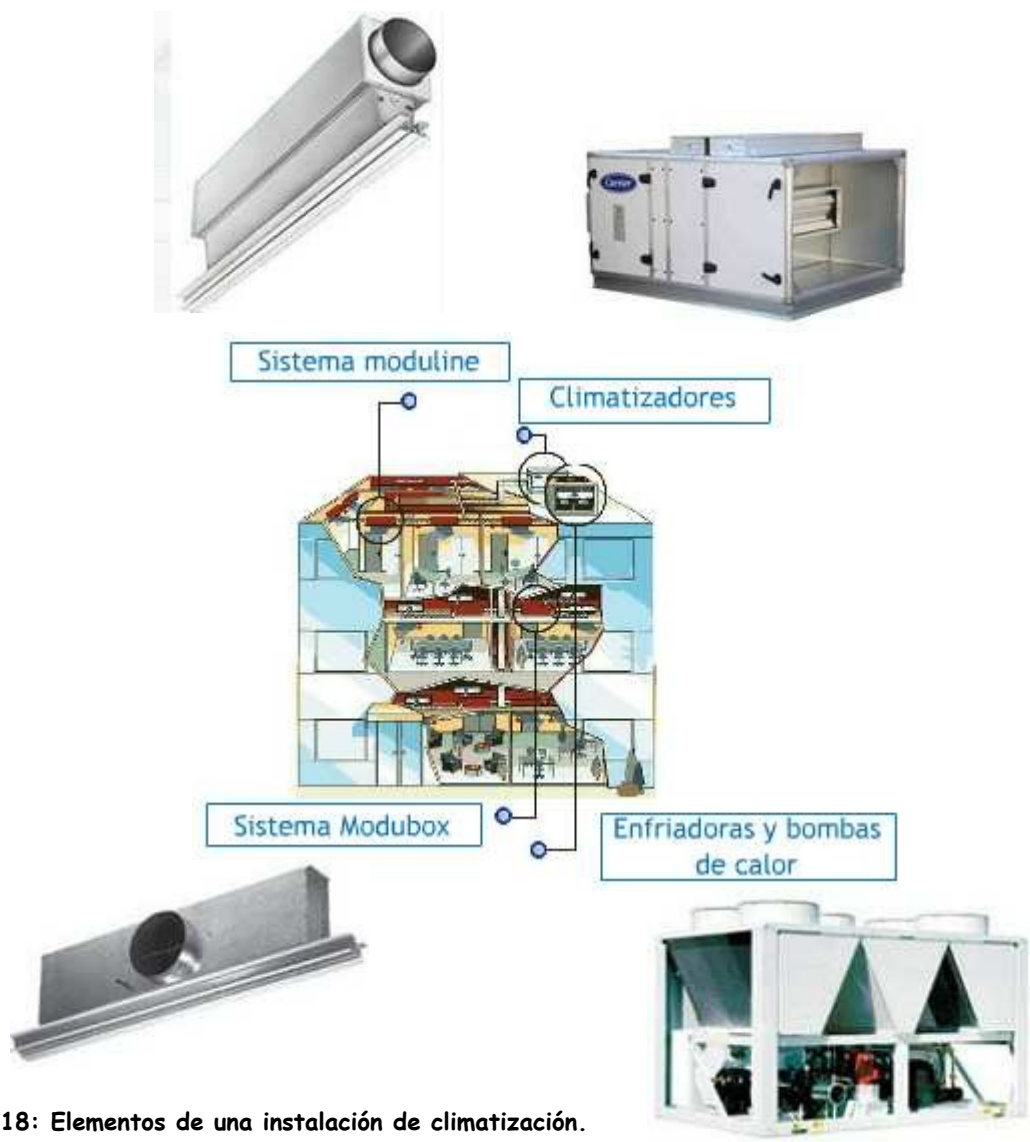
### 5.1.- Elementos constituyentes de una instalación de climatización.

En toda instalación de climatización debemos distinguir los distintos sistemas que la constituyen, esto son:

- **Sistema de generación térmica:** Es el equipo encargado de preparar los fluidos que deben ser conducidos hasta los elementos terminales de la instalación.
- **Sistema de distribución térmica:** Son el conjunto de tuberías y conductos encargados de canalizar el fluido caloportador desde el sistema de generación térmica hasta los elementos emisores térmicos.
- **Sistema de elementos emisores térmicos:** Son encargados de recibir los fluidos primarios de la central de tratamiento, los cuales son utilizados para la preparación del aire húmedo que será impulsado al local a climatizar. Pueden ser desde simples rejillas o difusores, hasta complejos aparatos con un sistema de regulación.
- **El sistema de renovación de aire:** Tiene por objeto garantizar la calidad de aire en el interior de los edificios, para que los niveles de higiene, seguridad y confort sean adecuados, de acuerdo con el uso previsto.
- **Sistema de regulación y control:** Encargado de controlar el funcionamiento de la instalación con el fin que responda lo más eficientemente posible, a los cambios que se producen en el local a climatizar.

En la **figura 18** tenemos un ejemplo de un sistema de climatización centralizado de un edificio de oficinas, donde podemos ver detalles de los elementos más importantes al pasar el cursor por encima de los nombres como son:

- El sistema de generación térmica, que puede estar constituido por una enfriadora de líquido y bombas de calor, como la mostrada al pasar el cursor por encima de "Enfriadora y bombas de calor serie 30" en la **figura 18**.
- El sistema de renovación de aire, que puede estar constituido por una UTA, como la mostrada al pasar el cursor por encima de "Climatizadores" en la **figura 18**.
- El sistema de distribución térmica, que al final de los mismos terminan con los elementos emisores térmicos, como pueden ser sistemas de difusión de aire, que como ejemplo puedes ver al pasar el cursor por "Sistema Moduline" y "Sistema Modubox" en la **figura 18**.



**Fig. 18: Elementos de una instalación de climatización.**

Al ser la calidad de aire un factor determinante del confort, cualquier proceso de climatización deberá incluir la ventilación correspondiente según la reglamentación aplicable.

## **5.2.- Sistemas de generación térmica en una instalación de climatización.**

Antes de pasar a describir los equipos de generación térmica utilizados en los sistemas de climatización, vamos a realizar una división en tres grupos:

- Basados en combustibles, como son las calderas y grupos térmicos de agua caliente y los generadores de aire caliente.
- Enfriadoras y Bombas de calor aire-aire, agua-agua, aire-agua y agua-aire.
- Calderas eléctricas.

**CALDERA DE AGUA CALIENTE:** Produce agua caliente para fines de calefacción. Disponen un cuerpo de hierro fundido o acero, con cavidades interiores por las que circula el agua a calentar, alrededor de una cámara (hogar) en el cual se desarrolla la combustión generada por un quemador. Los productos de la combustión son expulsados al exterior a través de una chimenea.

**GENERADOR DE AIRE CALIENTE:** Es un equipo que proporciona un flujo de aire caliente caldeado por la acción de un quemador mecánico (ver **figura 19**). El aire caliente se conduce hasta los locales a calefactar a través de una red de conductos.



**Fig. 19: Generador de aire caliente.**

**ENFRIADORA DE AGUA:** Es una máquina frigorífica que dispone de un evaporador de líquidos y pueden condensar por aire o por agua. Produce agua fría que es llevada mediante tuberías hasta los emisores térmicos.

**BOMBA DE CALOR:** Es una máquina frigorífica utilizada en climatización, tanto para enfriar como calentar agua. Para ello dispone de dos intercambiadores de calor que pueden funcionar indistintamente como condensador o evaporador, gracias a la acción de una válvula inversora instalada en el circuito, que invierte la circulación del refrigerante. Podemos distinguir varios tipos de bombas de calor

- **Bomba de calor Aire-Aire:** Producen aire frío o caliente, utilizando el aire exterior como medio de intercambio de calor exterior.
- **Bomba de calor Aire-agua:** Producen agua fría o caliente y utilizan el aire exterior como medio de intercambio de calor exterior.
- **Bomba de calor Agua-aire:** Producen aire frío o caliente y utilizan agua como medio de intercambio exterior.
- **Bomba de calor Agua-agua:** Producen agua fría o caliente y utilizan agua como medio de intercambio exterior. Una variante de éstas son las geotérmicas, que son equipos agua-agua ajustados con consignas de trabajo propias del intercambiador geotérmico.

**CALDERA ELECTRICA:** Es una máquina que produce agua caliente por la acción de una o varias resistencias eléctricas. Existen configuraciones similares a las calderas de combustibles, alcanzando

temperaturas de producción elevadas y una buena posibilidad de regulación, pero resultan las más desfavorables desde el punto de eficiencia energética y emisiones de CO<sub>2</sub>.

### 5.3.- Sistemas de distribución térmica en una instalación de climatización.

Como ya sabes, según el fluido utilizado como caloportador, la red de distribución térmica puede ser por:

- **Aire:** El aire tratado en los generadores de aire caliente o en los climatizadores centrales debe ser conducido hasta los espacios a acondicionar. Para ello se emplearán conductos que discurrirán principalmente por los falsos techos de las plantas, patinillos, etc. Para disminuir las pérdidas energéticas y evitar condensaciones superficiales, deberán contar con aislamiento según RITE.
- **Agua:** El agua producida en el generador térmico (caldera o bomba de calor) se transporta por tuberías hasta las unidades terminales. Con el objeto de disminuir las pérdidas energéticas y evitar las condensaciones, estos circuitos deberán ir debidamente aislados según RITE.
- **Refrigerante:** Cuando la bomba de calor es de tipo partido, el intercambiador interior se sitúa separado del resto de componentes de la bomba de calor. En estos casos debe existir una línea frigorífica que une ambas partes para cerrar el circuito de la bomba de calor. Estas tuberías deben ir aisladas para evitar la formación de condensaciones.



Fig. 20: Conductos de aire.

### 5.4.- Elementos emisores térmicos en una instalación de climatización.

Debes saber que dependiendo del fluido caloportador que utilizemos, los elementos emisores térmicos serán diferentes. En los sistemas aire-agua utilizaremos:

- **Aeroterms:** Son intercambiadores aire-agua provistos con ventiladores axiales para descarga directa. Se disponen en posición mural o suspendida del techo con soportes adecuados. Se emplean para calefactar espacios grandes, como talleres, almacenes, canchas deportivas, etc.
- **Fan-coils:** Son intercambiadores aire-agua provistos con ventiladores centrífugos o tangenciales, configurados en múltiples variantes para aplicaciones diversas.



Figura 21: Aeroterms



Figura 22: Distintos tipos de Fan-coils

En los sistemas todo aire, las entradas y salidas de aire de conductos, deben contar con elementos que permitan una propagación adecuada del mismo, sin producir ruidos ni corrientes molestas para los usuarios. Los elementos utilizados en estos sistemas son:

- **Difusores**, empleados para introducir el aire en los locales.
- **Rejillas y bocas de extracción**, empleadas para extraer el aire de los locales.
- **Rejillas de toma de aire exterior (TAE)**, son utilizadas para tomar y expulsar aire al exterior.

Estos elementos se deben elegir en función del alcance de la vena de aire y/o el nivel de ruido producido para el caudal correspondiente. Opcionalmente pueden disponer de compuertas de regulación para ajustar el paso de aire y elementos móviles para orientar adecuadamente el aire.





Fig. 23: Distintos tipos de difusores y rejillas de extracción.

## 5.5.- Sistema de renovación del aire.

Ya has visto la función del sistema de renovación de aire en el sistema de climatización, y debes saber que está constituido por la denominada UTA (Unidad de Tratamiento de Aire). Se trata de un equipo modular de configuración variable, que permite realizar el tratamiento higrotérmico completo del aire que posteriormente se introduce en los locales.

Los diferentes módulos que pueden formar una UTA son: sección de retorno, [free-cooling](#), recuperador de calor, sección de filtros, batería de frío y deshumectación, batería de calor, módulo de humectación, sección de impulsión. Se podrán incluir otros adicionales, como baterías de precalentamiento, prefiltros, silenciadores, etc.

En la **figura 24** puede ver una UTA formada por los módulos siguientes:

- **Sección ventilador de extracción de aire:** Puede ser de aire exterior o recirculación de aire, y normalmente con compuerta de regulación de caudal.
- **Sección de mezcla de aire:** Dependiendo de la aplicación puede ser de 2 o 3 entradas de aire, reguladas por compuertas de regulación.
- **Sección de filtración:** Módulo destinado a albergar una serie de filtros para garantizar la calidad de aire.
- **Sección de baterías:** Módulo destinado al calentamiento o enfriamiento del aire, puede ser de agua o batería de expansión directa. A la vez puede servir de deshumectación si la temperatura de esta es inferior a la del punto de rocío.
- **Sección ventilador de impulsión de aire:** Facilita la impulsión del aire a través de los conductos por la red.
- **Sección de humectación:** Módulo destinado a humectar el aire, por diversos procedimientos (paneles giroscópicos o Pulverizador de aire).



Fig. 24: Unidad de tratamiento de aire.

El funcionamiento de la UTA es sencillo, el módulo de retorno aspira el aire del local al interior del climatizador y el de impulsión lo encamina hacia el conducto de distribución principal. El aire de renovación del exterior entra por una de las compuertas del modulo de mezcla y se combina una parte con el aire impulsado por el ventilador de retorno y el resto del aire es expulsado al exterior por otra de las compuertas del módulo de mezcla.

### FREE-COOLING Y RECUPERADOR ENTÁLPICO

El Free-cooling o enfriamiento gratuito, es un sistema de reducción del consumo energético utilizado en el enfriamiento del local a acondicionar, que toma el aire exterior cuando las condiciones exteriores son favorables, para aprovechar su baja entalpía, lo cual disminuye el uso de baterías de enfriamiento en los equipos de aire acondicionado. Para conseguir el enfriamiento gratuito, se utiliza un módulo con tres

compuertas motorizadas (renovación, recirculación y expulsión) que dirigen adecuadamente el aire movido por los ventiladores, haciendo que el grado de renovación de aire sea variable.

El aire de renovación del exterior, regulado por la compuerta de renovación, entra el módulo de free-cooling, debido a la depresión que genera el ventilador de impulsión. Este aire se mezcla con el aire impulsado por el ventilador de retorno gracias al control de la compuerta de recirculación. Parte de este aire es expulsado al exterior a través de la compuerta de expulsión. Debes saber que las compuertas de renovación y de expulsión, se abren o cierran en la misma proporción, de manera que la cantidad de aires viciado que expulsamos al exterior sea semejante a la cantidad de aire limpio que tomamos del exterior.

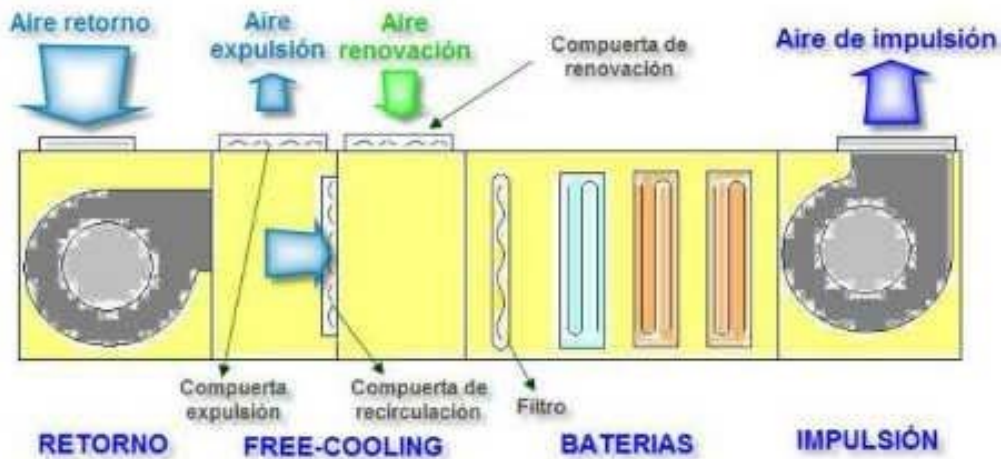


Figura 1: Módulos de una unidad de tratamiento de aire

Según nos marca el RITE, el módulo de free-cooling se debe incorporar en equipos de tratamiento de aire con una potencia térmica superior a 70 KW.

Las UTA también pueden llevar un módulo recuperador de energía, como es el caso de un recuperador entálpico. Este módulo como el que se puede ver en la figura 2 está protegido con dos ventiladores centrífugos, uno de ellos extrae el aire viciado del interior del local, y el otro impulsa el aire fresco del exterior hacia el interior. Ambos flujos se cruzan sin mezclarse en un intercambiador de placas de aluminio donde el aire interior saliente, se transfiere al aire fresco y limpio procedente del exterior, que se calienta. De esta forma, el intercambiador de placas, consigue recuperar más del 50 % del calor (con aire exterior a -5 °C, interior a 20 °C, con 50 % de H.R.), que de otra forma se perdería en el ambiente.

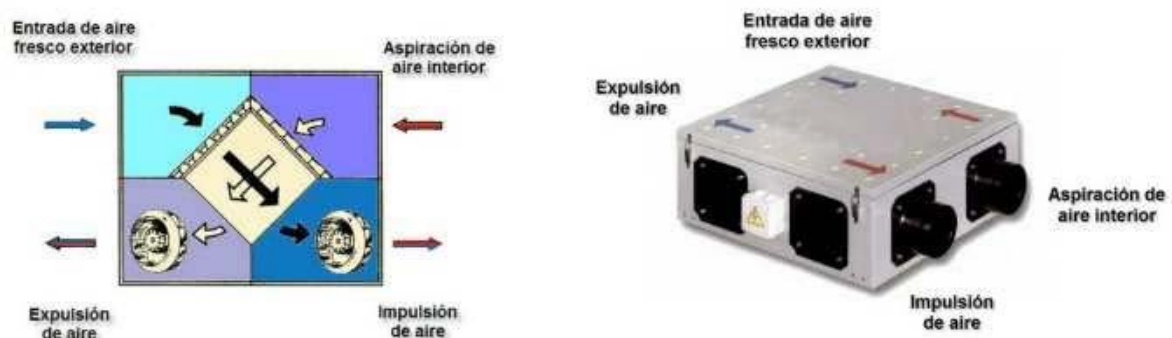


Figura 2: Recuperador de energía entálpico (Fuente Tecna)

Debes tener en cuenta que el RITE en su instrucción técnica IT 1.2.4.5.2. Recuperación de calor del aire de extracción dice: "En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m<sup>3</sup>/s, se recuperará la energía del aire expulsado. Sobre el lado del aire de extracción se instalará un aparato de enfriamiento adiabático."

## 5.6.- Elementos del sistema de regulación y control (I).

Como ya sabes, un sistema de climatización tiene que mantener unos determinados valores de humedad y temperatura, entre otros, para conseguir unas condiciones de confort optimas. Para ello debe

dispone de un sistema de regulación desde el más simple hasta el más complejo basado controladores electrónicos programables.

En todo sistema de regulación diferenciaremos claramente tres elementos: Los sensores, los actuadores y el controlador. Los sensores se encargan de convertir la magnitud física a regular (temperatura, presión, humedad,...), en una magnitud eléctrica (resistencia, tensión o intensidad), la cual es enviada al controlador. La función de este es comparar esta medida real, con la que deseamos y que hemos programado. En caso de no ser iguales, el controlador será el encargado de actuar sobre los órganos finales de regulación, es decir, sobre los actuadores (válvulas, motores, contactores,...) para que dicha magnitud física alcance el valor deseado.

Como ejemplo de elementos empleados en el sistema de regulación de una instalación de climatización, tenemos:

- **Termostatos:** Se encarga de cambiar la posición de un contacto eléctrico en función de la temperatura que mida el elemento sensor. Hay distintos tipos de termostato en función de que el elemento sensor vaya al aire, sobre tubería, dentro de un líquido, etc.

En la **figura 25** puede ver un termostato que te permite controlar la climatización de una zona, y seleccionar entre otras funciones, el modo de trabajo del sistema (STOP, VENTILACIÓN, FRÍO y CALOR), la elección de la temperatura de consigna,... El manejo es mediante pantalla táctil y envía los datos por infrarrojos hacia el receptor instalado en la rejilla.



Fig. 25: Termostato.

- **Humidostatos:** Son dispositivos que incorporan un sensor que varía su resistencia con la humedad relativa y proporcionan una señal lineal bajo corriente o bajo tensión. Las salidas disponibles son en corriente 0...20mA o 4...20mA y en tensión 0...1V o 0...10V.
- **Medidores de Calidad de aire,** permiten medir por ejemplo los iones presentes en el aire, el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub> o el monóxido de carbono, CO.
- **Presostato diferencial,** como es el caso del presostato que se instala en la impulsión en los sistemas todo aire de caudal variable como estudiaremos en el apartado 5.11. En la figura 26, puedes ver un ejemplo de este tipo de presostato.
- **Anemómetros,** permiten medir la velocidad del aire, así como su caudal. Por ejemplo, los de hélice o molinete, sumergidos en el fluido, giran midiendo el número de vueltas por segundo. A cada vuelta emite un impulso. El controlador cuenta los impulsos y calcula la velocidad de giro. Sabiendo la sección del conducto de aire se obtiene el caudal.



Fig. 26: Presostato diferencial

### 5.6.1.- Elementos del sistema de regulación y control (II).

Todos estos elementos que acabas de ver, proporcionan señales al controlador, tanto digitales como analógicas. Vamos a describir muy brevemente algunos de los elementos finales de control que se utilizan en la regulación de un sistema de climatización, estos son:

- **Válvulas (ON/OFF):** Permite el control del paso del fluido adoptando dos posiciones únicamente, cerradas o abiertas. Pueden ser accionadas directamente o servoaccionadas.
- **Válvulas de dos vías o solenoides:** Abren o cierran el caudal de una tubería, como una llave de paso.
- **Válvulas mezcladoras de tres vías:** Disponen de dos entradas y una salida. Permiten pasar el caudal por una tubería, y lo suman con parte de otra tubería lateral. Se usan para conseguir una temperatura mezclando dos caudales a temperaturas distintas.



Fig. 27: Servomotor instalado en una rejilla con ajuste del caudal de aire.



- **Válvulas de tres vías:** Hacen pasar el caudal por una tubería, o lo derivan por otra tubería lateral. Se usan mucho en baterías de agua, para que pase el agua a su través o se derive por un by-pass. También para dirigir el caudal a un circuito otro.
- **Compuertas de aire motorizadas:** Son compuertas accionadas por un servomotor. Se puede ajustar su apertura en %. Se instalan en el interior de conductos o en las rejillas de salida (ver **figura 27**).
- **Variadores de velocidad:** Varían la frecuencia de la corriente (normal en 50 Hz) a un valor intermedio. Sirven para ajustar el caudal de compresores, bombas y ventiladores, variando su velocidad de rotación.

## 6.- Descripción y análisis de instalaciones todo aire.

¿Te has preguntado alguna vez como se consigue enfriar el aire en los sistemas de climatización todo aire? En los sistemas convencionales todo aire, el aire se acondiciona bien directamente o bien mediante agua fría y/o caliente en un equipo centralizado, que posteriormente se lleva a una UTA, donde el aire a través de una red de conductos, es impulsado a los locales a climatizar y se introduce en estos mediante difusores para compensar las cargas no deseadas.

Al mismo tiempo, debe extraerse de ese mismo local mediante rejillas, una cantidad de aire similar. Por cuestiones de eficiencia energética, el aire extraído del local no se desperdicia, ya que una buena cantidad de este caudal vuelve a tratarse en climatizadoras o UTAs mezclándose con el aire de renovación. El aire de renovación debe de satisfacer el caudal de ventilación mínimo que nos indica la reglamentación vigente.

Existen varias configuraciones de sistemas todo aire y que vamos a clasificar en dos grupos:

- Sistemas de caudal constante:** Donde el caudal de aire introducido en el local es siempre constante y la regulación de la temperatura es único y se efectúa mediante un control ON/OFF de los equipos. La climatización se lleva a cabo mediante un equipo compacto/partido, que puede ser una bomba de calor compacta (o partida) horizontal o vertical, o bien un roof-top (equipos de cubierta), como el mostrado en la **figura 28**, que se ubican sobre los tejados del local a climatizar. En estas unidades se trata el aire del local (locales) y lo impulsan a través de conductos, distribuyéndolo adecuadamente. La red de conductos se configura para realizar al mismo tiempo la renovación de aire necesaria. Son ejemplos de aplicación de este sistema los locales comerciales, deportivos y en general aquellos espacios poco compartimentados.
- Sistemas de caudal variable:** Conocidos por las siglas VAV, son sistemas todo aire donde variando el caudal del aire introducido en el local y no modificando la temperatura del aire de impulsión, se consigue mantener las condiciones del local a climatizar. Existen una variante que es el sistema VVT, que además de variar el caudal del aire, varía también su temperatura.



**Fig. 28: Equipo Rooftop.**

### 6.1.- Instalaciones todo aire de caudal constante con UTA.

Cuando se trata de sistemas unizona, se dispone de una serie de sensores de temperatura y humedad, de modo que el sistema de regulación, basado en la información de los sensores de ambiente o retorno, abre o cierra las válvulas de agua caliente y de agua fría, según convenga, para proporcionar calefacción o refrigeración por igual a todos los locales.

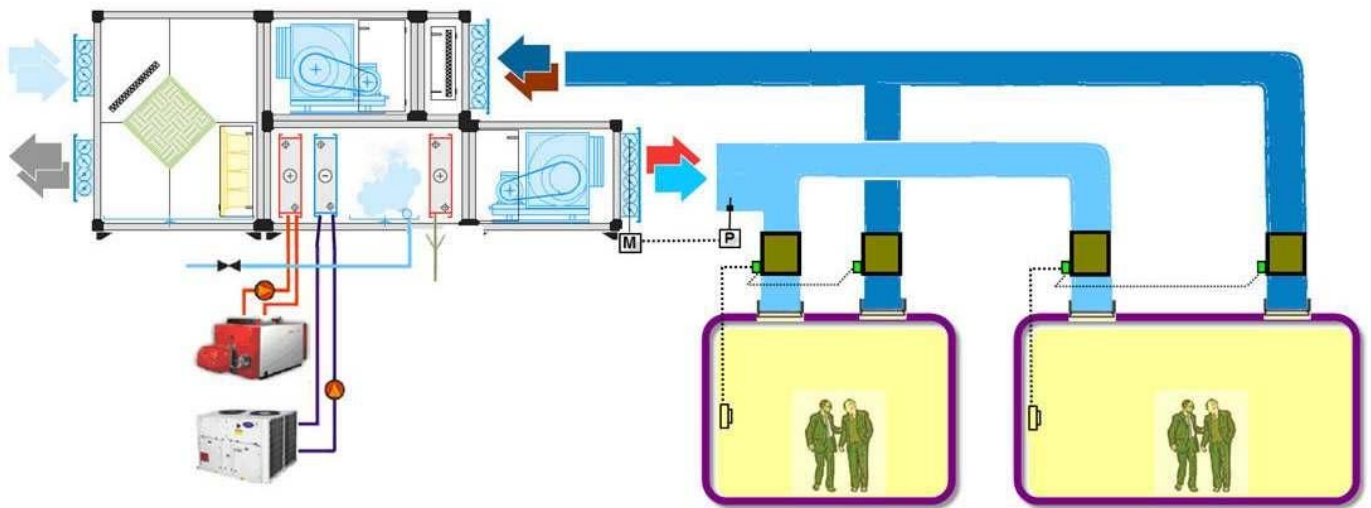


Fig. 29: Instalación todo aire multizona.

En este tipo de instalaciones debes tener en cuenta que los equipos necesarios para llevar a cabo el acondicionamiento del local, son:

- Caldera para obtener alimentación de agua caliente a la batería de calentamiento.
- Enfriadora de agua o bomba de calor para el suministro de agua fría a la batería de enfriamiento.
- Unidad de tratamiento de aire (UTA).
- Alimentación de agua en caso de sistema con humidificación.
- Red de evacuación de aguas para drenaje de condensados y para el agua excedente de la pulverización.
- El sistema de conductos del aire tratado que lo lleva hasta los locales a climatizar.
- Los elementos terminales son simples bocas de impulsión, difusores o rejillas de pared.

Cuando se quiere conseguir sistemas multizona, el caudal del aire se mantiene constante y se varía la temperatura. En este caso la UTA estará compuesta por las siguientes secciones:

- Secciones de toma de aire exterior, compuertas de aire exterior y retorno, baterías de precalentamiento (cuando sean necesarias) y filtros.
- Sección del ventilador de impulsión antes de las baterías y después de la mezcla de aire exterior y de retorno.
- Sección de baterías de calentamiento y enfriamiento en paralelo, generando dos corrientes de aire paralelo, una fría y otra caliente.
- Una última sección de compuertas de mezcla para las corrientes de aire frío y caliente controladas por termostatos de ambiente en cada zona y de esta forma regular la temperatura de aire de suministro a cada una de ellas.

Como puedes ver en la **figura 30** la temperatura de la cada zona de climatización se controla por un termostato ambiente, el cual controla sus compuertas de mezcla de aire frío o caliente situadas en el climatizador multizona.

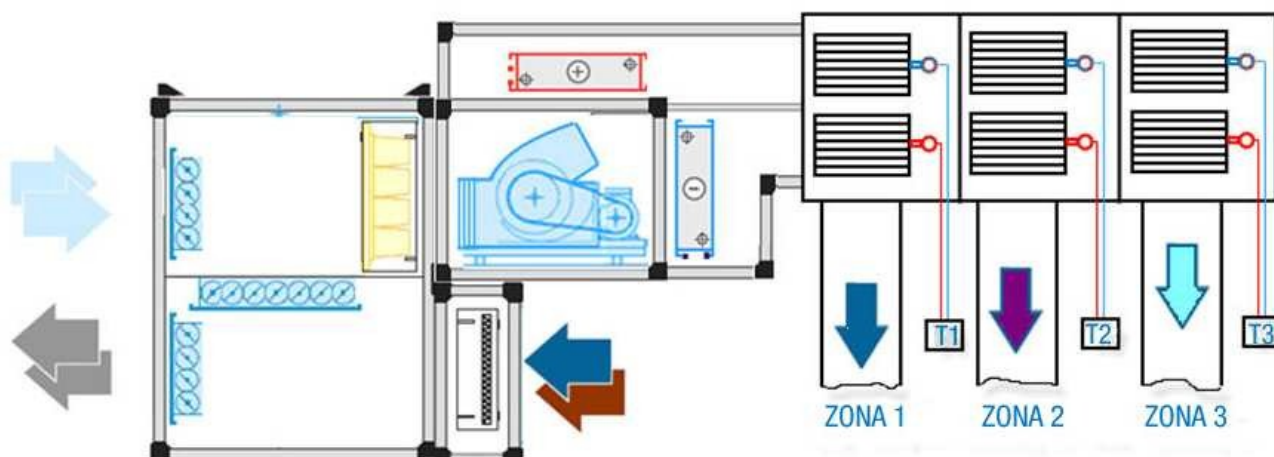


Fig. 30: Instalación todo aire multizona.

## 6.2.- Instalaciones todo aire de caudal variable (unizona).

Como ya sabes en que consiste el sistema VAV, te muestro los componentes principales que forman una instalación todo aire de caudal variable:

- El sistema de producción de frío y calor, puede estar basado por la combinación de una unidad de expansión directa de múltiples etapas para el control de la capacidad, una enfriadora de agua, una bomba de calor y/o calderas de agua caliente.
- Una UTA de aire de caudal variable, constituida por diferentes módulos así como secciones de compuertas de aire exterior, retorno y/o extracción y sección de filtros.
- Red de conductos para la distribución del aire tratado.
- Unidades terminales que pueden ser difusores con control de caudal de aire que regulan la sección del paso del aire al local o también pueden constar de una serie de cajas de mezcla de aire, compuestas por una toma de aire primario, proveniente del climatizador central, con compuerta de regulación y toma de aire inducido del falso techo de los locales que se ocupa de acondicionar.
- Red de conductos de retorno desde los locales hasta la UTA.

En el caso de sistemas unizona, el control de la temperatura de la zona a climatizar se realiza mediante un termostato o sonda de temperatura ambiente, y el sistema actúa sobre el ventilador de impulsión de la UTA mediante un regulador de velocidad modificando el caudal de aire suministrado a los locales a climatizar.

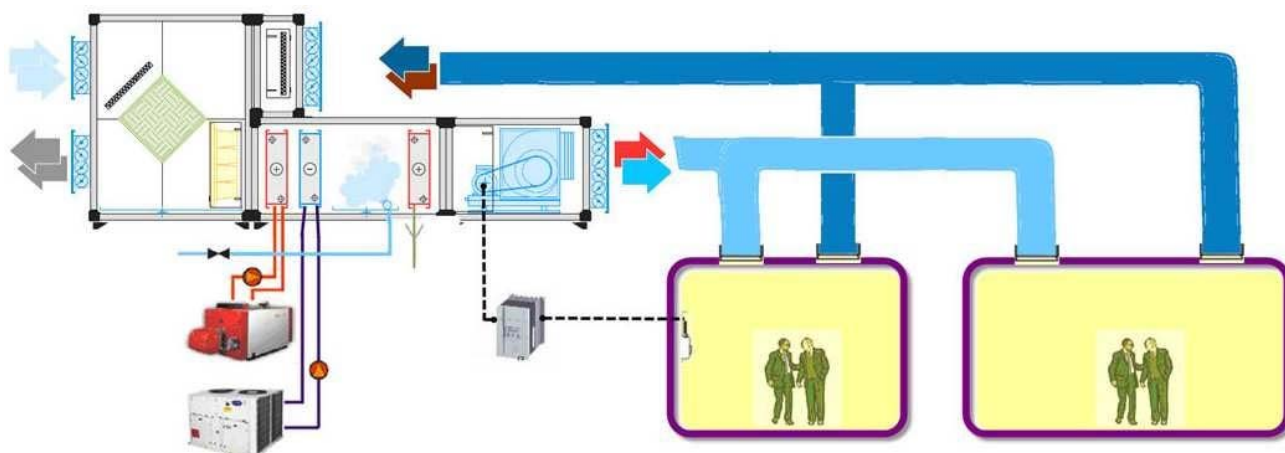


Fig. 31: Instalación todo aire de caudal variable unizona.

## 6.3.- Instalaciones todo aire de caudal variable (multizona).

Cuando te encuentres que la necesidad de climatizar con un mismo equipo varias zonas con diferentes temperaturas, deberás recurrir a un sistema multizona. En este tipo de instalaciones las unidades encargadas de regular el caudal de aire (cajas de regulación), contienen compuertas que abren o cierran el paso de aire en

función de la señal que reciban dichas unidades de los sensores instalados en cada zona a climatizar como puedes observar en la figura 32.

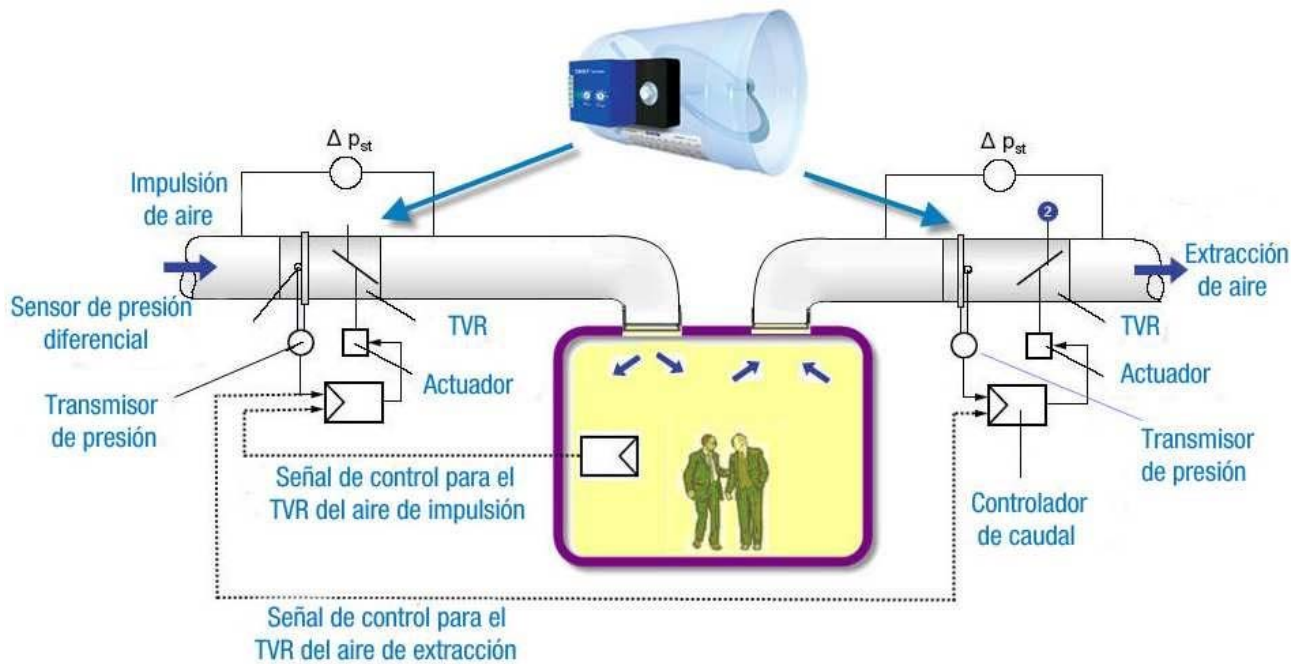


Fig. 32: Controlador VAV para sistemas todo aire de caudal variable.

Estas unidades de control de flujo del aire pueden ser de varios tipos, como las compuertas todo o nada, empleadas en climatizadores autónomos de expansión directa o también las compuertas de tipo proporcional, las cuales abren o cierran ligeramente el paso de aire, mediante servomotores, de forma proporcional a la variación de temperatura, obtenida mediante sonda de temperatura.

Cada zona climatizada tendrá un dispositivo de ajuste de temperatura que proporcionará una señal al controlador VAV quien la comparará con la señal del transductor y actuará sobre el grado de apertura de la compuerta que controla el caudal de aire suministrado a la citada zona.

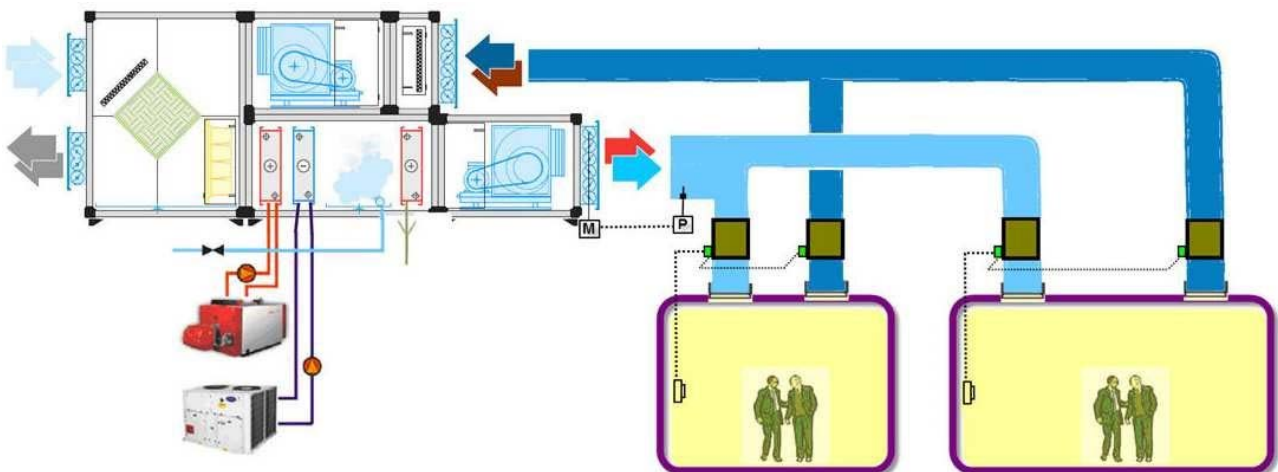


Fig. 33: Instalación todo aire de caudal variable multizona.

En el caso de que las compuertas que suministran aire a las distintas zonas se empezaran a cerrar debido a una disminución de la carga térmica, la presión en los conductos trataría de aumentar, pero rápidamente el presostato instalado en la impulsión lo detectaría y actuaría sobre el caudal impulsado por los ventiladores para que eso no ocurra.

## 7.- Descripción y análisis de instalaciones todo agua o hidráulicas.

¿Te has preguntado alguna vez como consiguen climatizar un local los sistemas de climatización todo agua? En estos sistemas la climatización del local se consigue utilizando como elementos emisores térmicos,



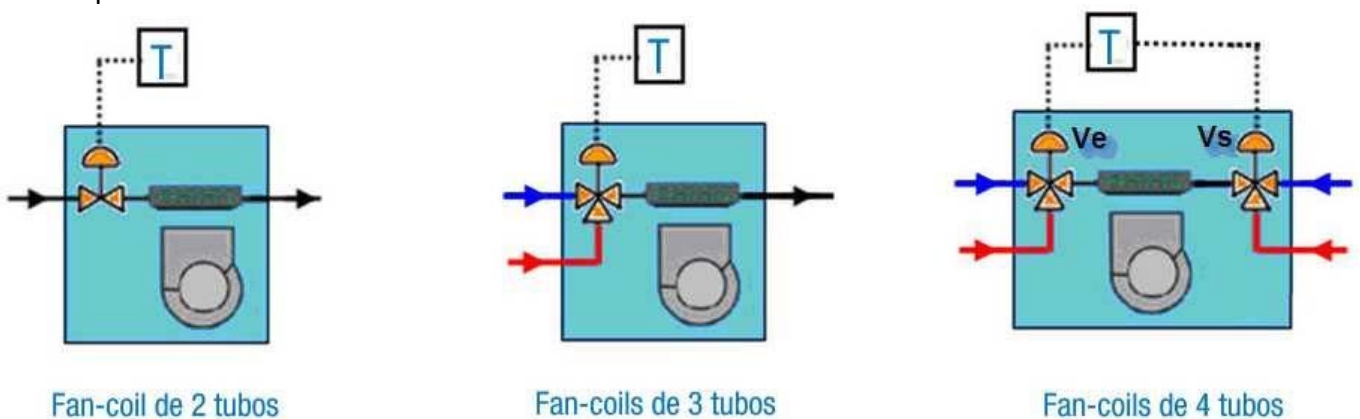
los llamados ventiloconvectores o fan-coils. Son simplemente un serpentín de tubos aleteados y un ventilador que fuerza el aire a su través. Cuando se quiere climatizar por el verano, a los fan-coils se les hace llegar agua fría mediante una red de tuberías procedente de una enfriadora de líquido o bomba de calor. En cambio en invierno, por dicho fan-coil, se le hace circular agua caliente procedente de una caldera o bomba de calor. En la **figura 34** tenemos diferentes tipos de fan-coils para adaptarse a las distintas zonas donde pueden ir colocados, en el suelo, en los conductos en el techo,...



**Fig. 34: Diferentes tipos de Fan-coils.**

Podemos hacer una clasificación de las instalaciones hidrónicas en función del número de tubos de agua que acceden y salen del fan-coil. Esta disposición puede ser: De dos tubos, de tres tubos o de cuatro tubos.

- **Fan-coils de 2 tubos:** Corresponde a la tubería de ida y retorno del agua que circula por el fan-coil. Por lo tanto solo puede circular agua fría en verano y agua caliente en invierno. En este tipo de fan-coil se monta una válvula de dos vías que modula el caudal de agua en función de la señal enviada por el termostato de ambiente. Como inconveniente de este sistema tenemos el hecho de que si un día con la batería de enfriamiento desconectada (solo tenemos agua caliente) tenemos calor, como puede ocurrir en el mes de marzo o abril, no podríamos suministrar agua fría al fan-coil que lo necesitase. Para solucionar este problema tenemos fan-coils de tres tubos.
- **Fan-coils de tres tubos:** Disponen de dos tubos de llegada (uno para el agua caliente y el otro para la fría) y una tubería de retorno común. La válvula de tres vías no mezcladora instalada en la entrada permite el paso de agua fría o caliente. Si la temperatura de la sala disminuye, el controlador de temperatura le envía una señal a la válvula para que esta disminuya el caudal de agua caliente. Si la disminución fuera muy acusada llegaría a cerrarse la válvula y si continuase daría paso al agua caliente y así de forma análoga. Este sistema tiene buenas posibilidades de regulación, sin embargo tiene el inconveniente del retorno común que hace que llegue agua caliente a la enfriadora de agua y agua fría a la caldera de agua caliente, aumentando el gasto energético.
- **Fan-coils de cuatro tubos:** Es la mejor solución desde el punto de vista energético, de regulación y técnico. Sin embargo, es la más costosa al tener que instalar una red cuádruple de tuberías. El fan-coil dispone de dos válvulas una a la entrada  $V_e$  y otra a la salida  $V_s$ . La válvula  $V_e$  es la encargada de seleccionar si debe entrar agua fría o caliente en función de la señal que le mande el control de temperatura. En cambio la válvula  $V_s$  se encarga de desviar el agua a la tubería de retorno que proceda.



**Fig. 35: Fan-coils de 2, 3 y 4 tubos.**

En este tipo de instalaciones todo agua, las temperaturas nominales para el agua fría es de 7 °C a la salida y 12 °C en el retorno, debiendo de contener un anticongelante, propilenglicol y etilenglicol son los mas utilizados, para evitar la congelación en el intercambiador refrigerante/agua. En el caso del agua caliente es de unos 50 °C de temperatura de salida máxima y de 45 °C aproximadamente para el retorno del agua.

Así mismo, estas instalaciones todo agua deben instalar un depósito de expansión para compensar las dilataciones del fluido y disponer un interruptor de flujo, para asegurarse que la bomba está funcionando y tenemos circulación de agua por el evaporador. Evidentemente, la máquina frigorífica no debe operar intermitentemente ya que podrían ocasionar inestabilidad en la temperatura y desgastes por las paradas forzadas. Además desde el punto de vista de eficiencia energética, es preferible emplear una regulación continua variando la velocidad de bombeo del fluido, que trabajar en modo todo/nada.

### 7.1.- Instalaciones hidrónicas a dos tubos.

Las instalaciones hidrónicas a dos tubos son las de montaje de menor coste, en las que todos los equipos terminales de una zona reciben bien agua caliente, o bien agua fría, no pudiendo servirse ambas a la vez.

Este tipo de sistemas puede acarrear problemas de descompensación en periodos de transición entre estaciones. Así pues, en una misma instalación pueden existir locales con distintas cargas térmicas, y por lo tanto, en unos se demande frío mientras en otros se demande calor. En estos casos, para solucionar este inconveniente, se pueden acompañar a los fan-coils con resistencias de apoyo para poder cubrir las necesidades térmicas que demanda cada zona. Durante el resto del año, las baterías de los fan-coils recibirán agua fría o agua caliente según la estación del año.

El sistema de regulación de la temperatura puede ir situado en el interior del fan-coil, donde su elemento sensor mide la entrada de aire recirculado del local, o también puede ir situado en el ambiente del propio de local que da servicio dicho fan-coil. Dicho controlador de temperatura podrá actuar sobre:

- El caudal de agua, caliente o fría, que circula por la batería, empleando para ello válvulas de acción proporcional, de dos o tres vías. En el caso de las válvulas de dos vías, la regulación del caudal por la batería del fan-coil, se consigue estrangulando el paso del agua. Mientras que las válvulas de 3 vías, el agua sobrante que no debe pasar por la batería es desviado por la propia válvula a la tubería de retorno.
- El caudal de aire que pasa por el fan-coil, empleando para ello un funcionamiento todo-nada del ventilador o eligiendo sobre tres velocidades que normalmente incorporan los motores de los ventiladores del fan-coil.

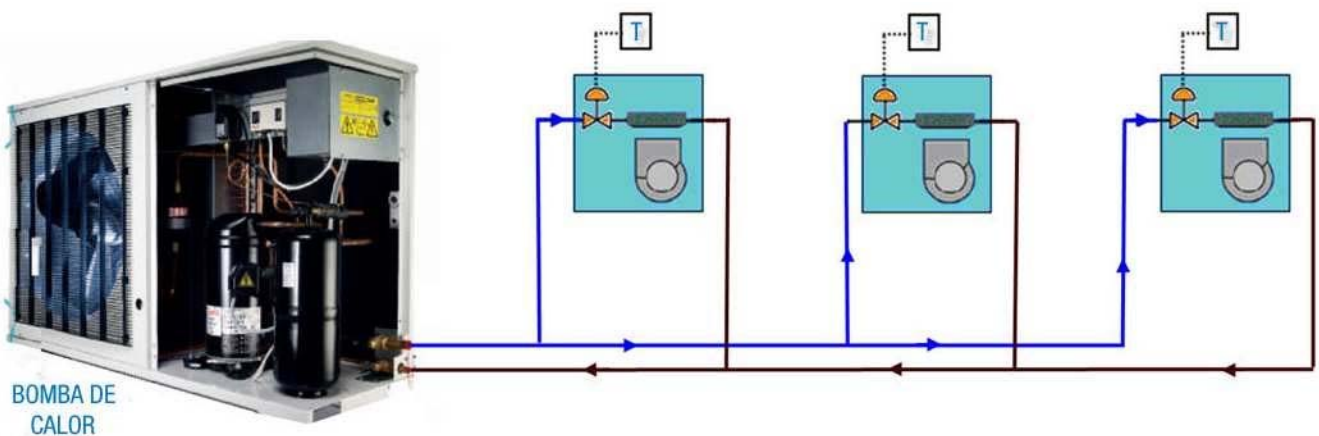
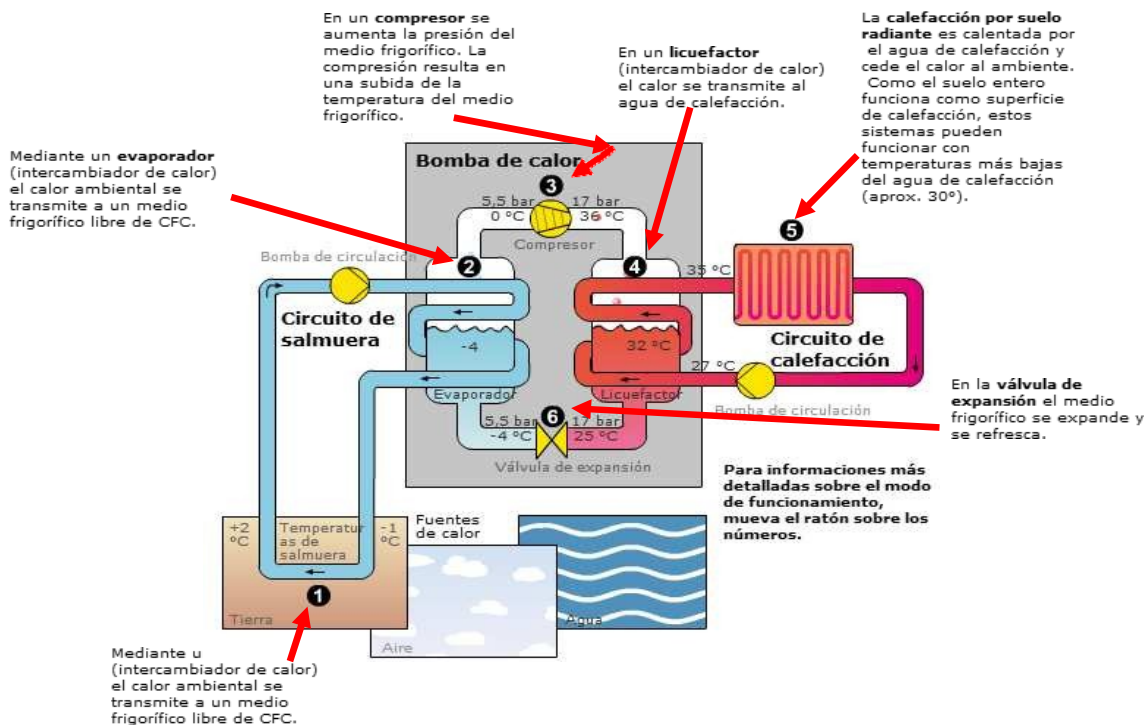
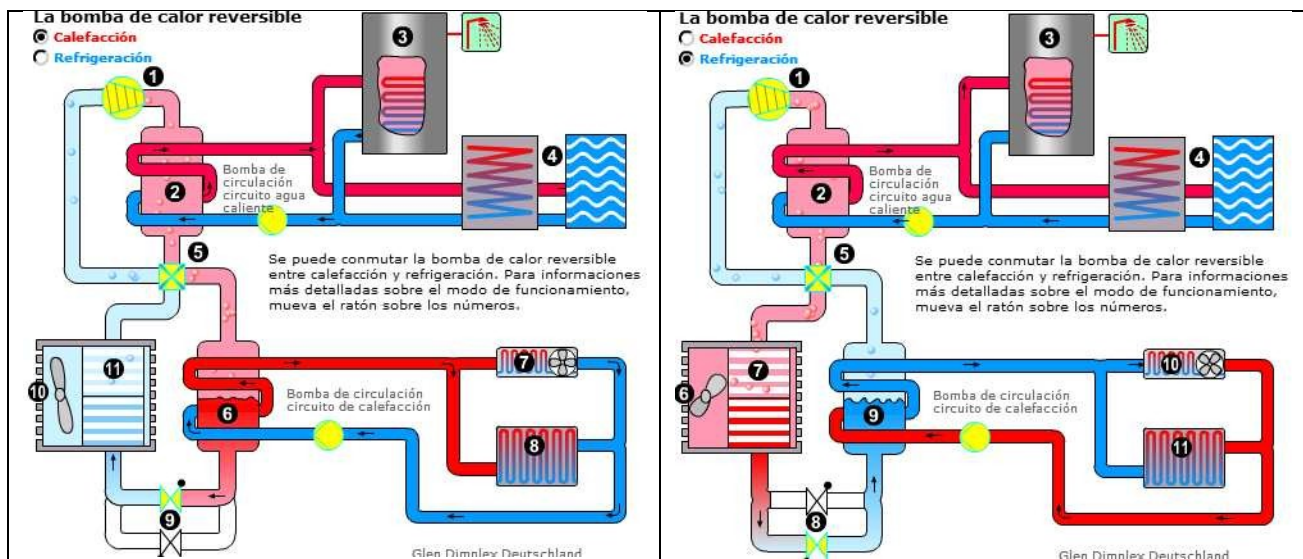


Fig. 36: Sistema todo agua a dos tubos con bomba de calor.

## Bomba de calor para calefacción y refrigeración.



## Bomba de calor reversible entre calefacción y refrigeración.



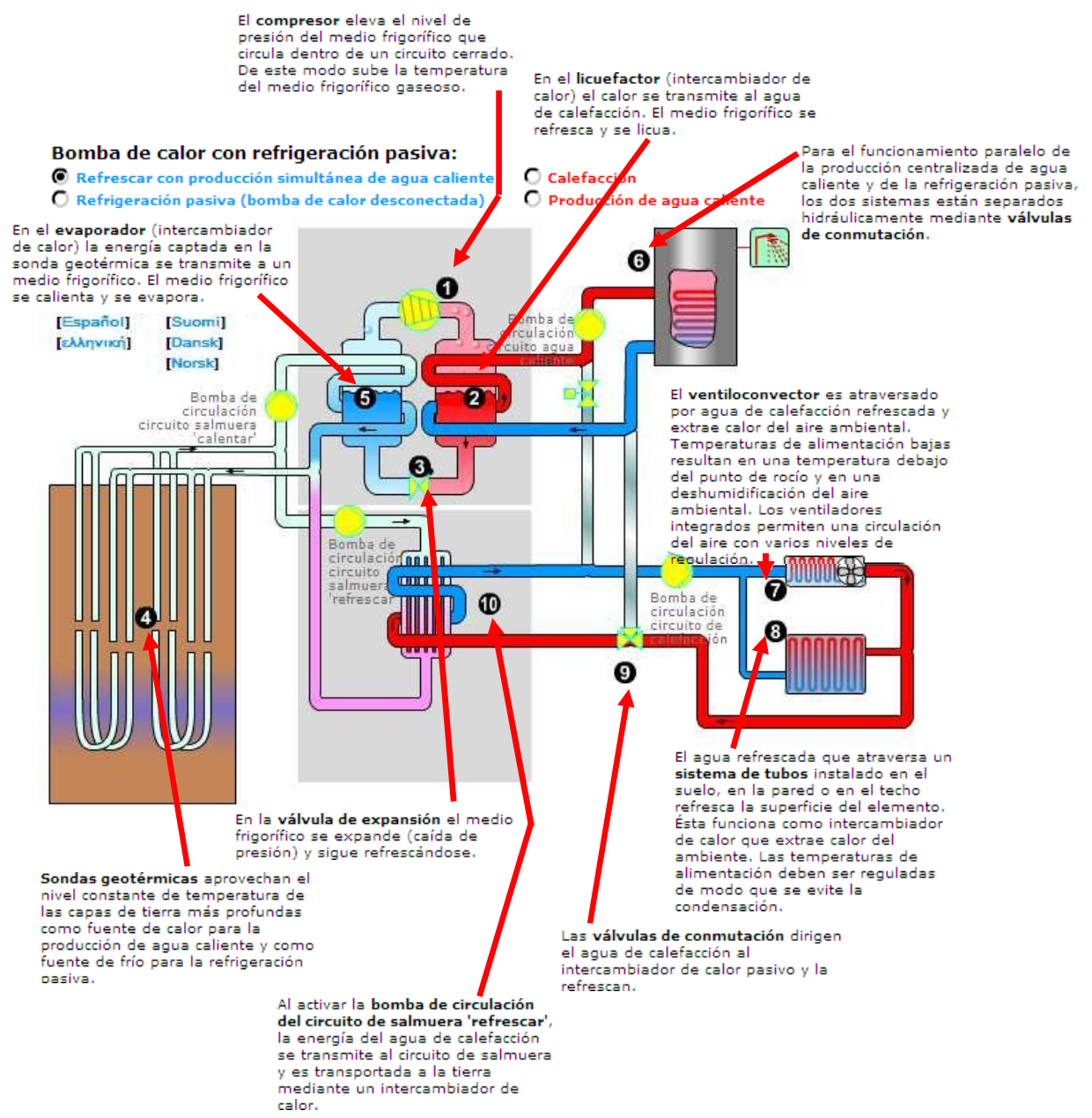
- 1- El **compresor** eleva el nivel de presión del medio frigorífico que circula dentro de un circuito cerrado. De este modo sube la temperatura del medio frigorífico gaseoso.
- 2- Un **intercambiador de calor** en el gas caliente del circuito de refrigeración permite la alimentación de diferentes consumidores de calor a un nivel de temperatura más elevado.
- 3- **Producción centralizada de agua caliente** durante la calefacción con temperaturas de alimentación elevadas.
- 4- Alimentación de **consumadores de calor adicionales** mediante amortiguador y/o intercambiador de calor de piscina.
- 5- La **válvula de conmutación** de cuatro vías dirige el medio frigorífico aún caliente al sistema de calefacción donde cede el calor.
- 6- En el **licuefactor** (intercambiador de calor) el calor se transmite al agua de calefacción. El medio frigorífico se refresca y se licua.

- 1- El **compresor** eleva el nivel de presión del medio frigorífico que circula dentro de un circuito cerrado. De este modo sube la temperatura del medio frigorífico gaseoso.
- 2- Un **intercambiador de calor** en el gas caliente del circuito de refrigeración facilita el uso del calor perdido producido durante la refrigeración.
- 3- **Producción eficiente de agua caliente** durante la refrigeración usando el calor perdido
- 4- **Uso de calor perdido** mediante amortiguador y/o intercambiador de calor de piscina.
- 5- La **válvula de conmutación** de cuatro vías dirige el calor residual del medio frigorífico al aire exterior donde cede el calor
- 6- ----



- 7- El **ventiloconvector** es atravesado por agua de calefacción y cede el calor controladamente al aire ambiental. Los ventiladores integrados permiten una circulación del aire con varios niveles de regulación.
  - 8- Una **calefacción de superficie** (p. ej. Calefacción por suelo radiante) es atravesada por agua de calefacción y cede el calor controladamente al aire ambiental.
  - 9- En la **válvula de expansión** el medio frigorífico se expande (caída de presión y sigue refrescándose).
  - 10- ----
  - 11- Mediante un **evaporador** (intercambiador de calor) la energía captada en la sonda geotérmica se transmite a un medio frigorífico. El medio frigorífico se calienta y se evapora.
- 7- Mediante un **licuefactor** (intercambiador de calor) el calor perdido no utilizable se cede al aire exterior. El medio frigorífico se refresca y se licua.
  - 8- En la **válvula de expansión** el medio frigorífico se expande (caída de presión y sigue refrescándose).
  - 9- En el **evaporador** (intercambiador de calor) el medio frigorífico extrae calor del agua de calefacción.
  - 10- El **ventiloconvector** es atravesado por agua de calefacción refrescada y extrae calor del aire ambiental. Temperaturas de alimentación bajas resultan en una temperatura debajo del punto de rocío y en una deshumidificación del aire ambiental. Los ventiladores integrados permiten una circulación del aire con varios niveles de regulación.
  - 11- El agua refrescada que atraviesa un **sistema de tubos** instalado en el suelo, en la pared o en el techo refresca la superficie del elemento. Esta funciona como intercambiador de calor que extrae calor del ambiente. Las temperaturas de alimentación deben ser reguladas de modo que se evite la condensación.

**Bomba de calor con refrigeración pasiva (calefacción y refrigeración).**

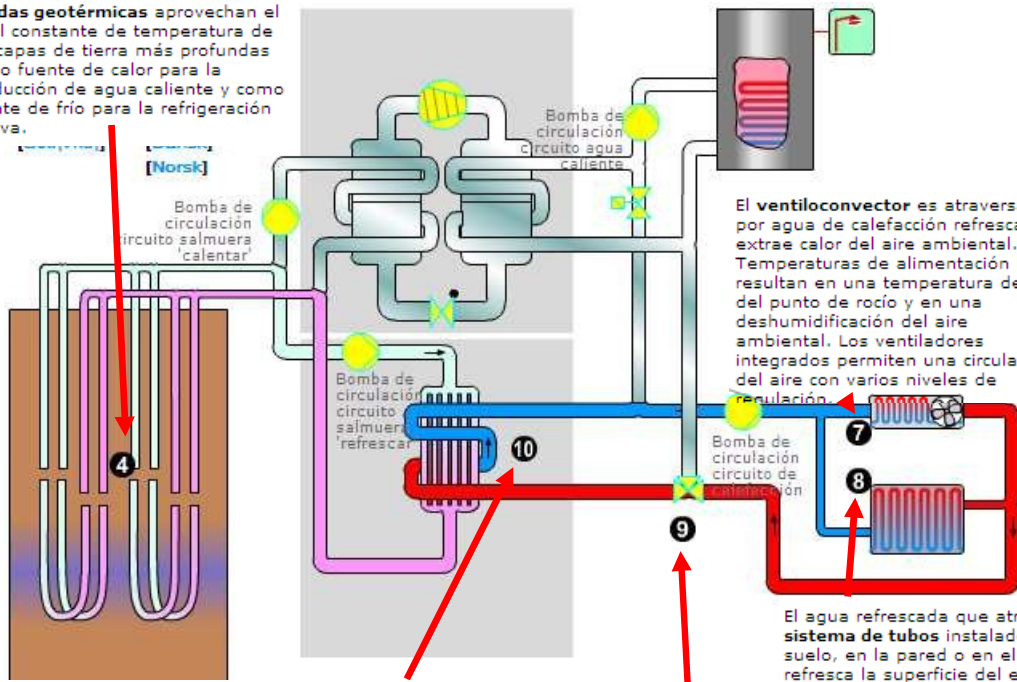




**Bomba de calor con refrigeración pasiva:**

- Refrescar con producción simultánea de agua caliente
- Refrigeración pasiva (bomba de calor desconectada)
- Calefacción
- Producción de agua caliente

Sondas geotérmicas aprovechan el nivel constante de temperatura de las capas de tierra más profundas como fuente de calor para la producción de agua caliente y como fuente de frío para la refrigeración pasiva.



Al activar la bomba de circulación del circuito de salmuera 'refrescar', las válvulas de conmutación dirigen la energía del agua de calefacción al agua de calefacción al se transmite al circuito de salmuera intercambiador de calor pasivo y la y es transportada a la tierra refrescan. mediante un intercambiador de calor.

El compresor eleva el nivel de presión del medio frigorífico que circula dentro de un circuito cerrado. De este modo sube la temperatura del medio frigorífico gaseoso.

En el licuefactor (intercambiador de calor) el calor se transmite al agua de calefacción. El medio frigorífico se refresca y se licua.

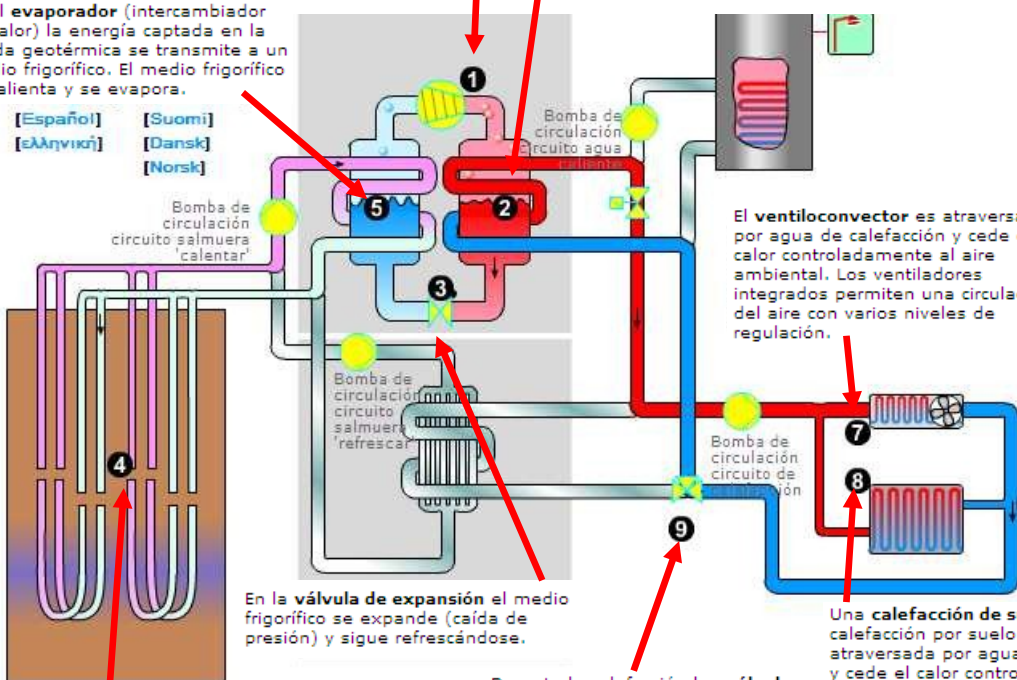
El ventiloconvector es atravesado por agua de calefacción refrescada y extrae calor del aire ambiental. Temperaturas de alimentación bajas resultan en una temperatura debajo del punto de rocío y en una deshumidificación del aire ambiental. Los ventiladores integrados permiten una circulación del aire con varios niveles de regulación.

El agua refrescada que atraviesa un sistema de tubos instalado en el suelo, en la pared o en el techo refresca la superficie del elemento. Ésta funciona como intercambiador de calor que extrae calor del ambiente. Las temperaturas de alimentación deben ser reguladas de modo que se evite la condensación.

**Bomba de calor con refrigeración pasiva:**

- Refrescar con producción simultánea de agua caliente
- Refrigeración pasiva (bomba de calor desconectada)
- Calefacción
- Producción de agua caliente

En el evaporador (intercambiador de calor) la energía captada en la sonda geotérmica se transmite a un medio frigorífico. El medio frigorífico se calienta y se evapora.



- [Español]
- [Suomi]
- [ελληνική]
- [Dansk]
- [Norsk]

En la válvula de expansión el medio frigorífico se expande (caída de presión) y sigue refrescándose.

Durante la calefacción las válvulas de conmutación bloquean el intercambiador de calor para la refrigeración pasiva.

El ventiloconvector es atravesado por agua de calefacción y cede el calor controladamente al aire ambiental. Los ventiladores integrados permiten una circulación del aire con varios niveles de regulación.

Una calefacción de superficie (p.e. calefacción por suelo radiante) es atravesada por agua de calefacción y cede el calor controladamente al aire ambiental.

Sondas geotérmicas aprovechan el nivel constante de temperatura de las capas de tierra más profundas como fuente de calor para la calefacción y producción centralizada de agua caliente.

El **compresor** eleva el nivel de presión del medio frigorífico que circula dentro de un circuito cerrado. De este modo sube la temperatura del medio frigorífico gaseoso.

En el **licuefactor** (intercambiador de calor) el calor se transmite al agua de calefacción. El medio frigorífico se refresca y se licua.

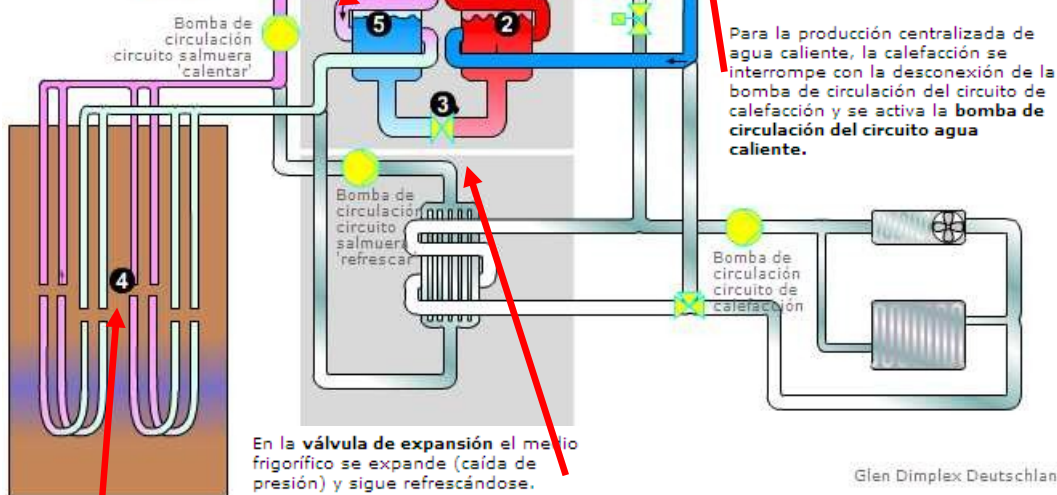
### Bomba de calor con refrigeración pasiva:

- Refrescar con producción simultánea de agua caliente
- Refrigeración pasiva (bomba de calor desconectada)

- Calefacción
- Producción de agua caliente

En el **evaporador** (intercambiador de calor) la energía captada en la sonda geotérmica se transmite a un medio frigorífico. El medio frigorífico se calienta y se evapora.

[ελληνική] [Dansk] [Norsk]



**Sondas geotérmicas** aprovechan el nivel constante de temperatura de las capas de tierra más profundas como fuente de calor para la calefacción y producción centralizada de agua caliente.

## 7.2.- Instalaciones hidrónicas a tres tubos.

Recordará que los sistemas hidrónicos a dos tubos no permitían un suministro simultáneo de agua fría y caliente. Este problema se soluciona con las instalaciones a tres tubos, las cuales distribuyen tres tuberías, una para agua caliente, otro para fría y una tercera para el retorno común de ambas, proporcionando un servicio flexible en cualquier época del año.

Sin embargo, este tipo de instalaciones presentan una fuerte pérdida energética en periodos entre estaciones, donde tengamos zonas con distintas cargas térmicas, dando lugar a que unos fan-coils trabajen con agua fría y otros en cambio con agua caliente. Como consecuencia, al disponer de un único retorno, por este circulará una mezcla de agua fría y caliente, llegando a los equipos de generación térmica, y por lo tanto, la enfriadora de líquido deberá disminuir la temperatura del agua que llega y la caldera de agua caliente deberá calentarla.

El equipo de generación térmica puede estar constituido por enfriadoras de agua, bombas de calor y/o calderas de agua caliente.

Las unidades de bomba de calor vienen integradas con un módulo hidrónico similar al mostrado en la **figura 38**, que como se puede ver está compuesto de todos los componentes necesarios para la operación del sistema. Todos los componentes hidráulicos deben estar aislados y protegidos contra heladas.

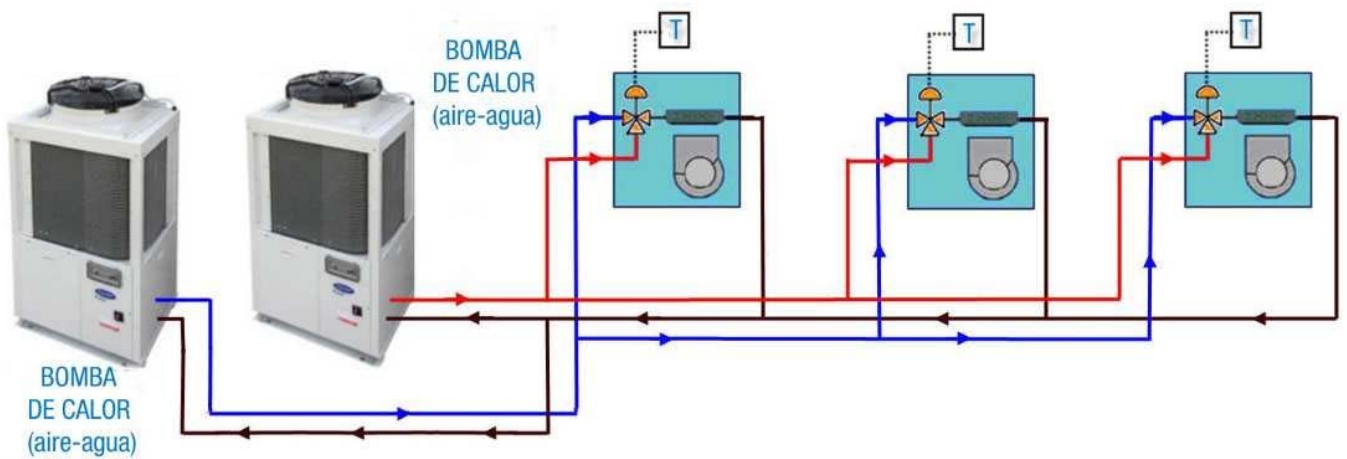
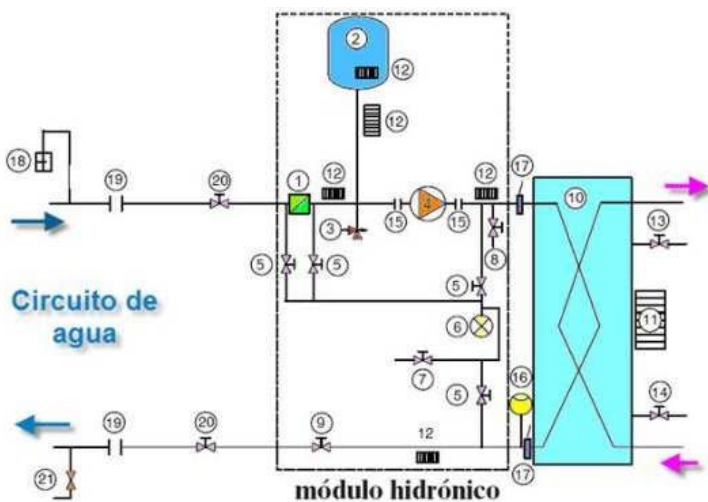


Fig. 37: Instalación agua-agua a tres tubos.



**Componentes del módulo hidrónico**

- 1 Filtro de malla Victaulic
- 2 Depósito de expansión
- 3 Válvula de seguridad
- 4 Bomba de presión disponible
- 5 Toma de presión
- 6 Manómetro para medir la pérdida de carga del componente
- 7 Válvula de drenaje del manómetro
- 8 Válvula de drenaje
- 9 Válvula de control de caudal
- 10 Intercambiador de calor
- 11 Calentador de desescarche del evaporador
- 12 Calentador de desescarche del módulo hidrónico (opción)
- 13 Respiradero (evaporador)
- 14 Drenaje de agua (evaporador)
- 15 Compensador de expansión (conexiones flexibles)
- 16 Interruptor de caudal
- 17 Temperatura del agua

**Componentes de la instalación**

- 18 Purga de aire
- 19 Conexión flexible
- 20 Válvula de parada
- 21 Válvula de carga

Fig. 38: Esquema del circuito del Módulo hidrónico.

### 7.3.- Instalaciones hidrónicas a cuatro tubos.

Como recordarás, las instalaciones hidrónicas a tres tubos tenían el problema de mezclado de agua que ocurría en las épocas interestacionales con la consiguiente pérdida de eficiencia energética. Para solucionar esto, puedes montar las instalaciones a cuatro tubos, las cuales disponen de un retorno distinto para el agua caliente y fría, dando lugar una mayor eficiencia energética. Como inconveniente tiene el elevado coste de la instalación, al tener que distribuir 4 tuberías.

En este tipo de sistemas de climatización a cuatro tubos, se pueden utilizar como máquinas Enfriadoras y Calentadoras de utilización simultánea, plantas enfriadoras de agua con condensadores enfriados por agua, con suministro de agua fría a 7/12 °C y suministro de agua caliente a 50/45 °C.

En la **figura 39** tienes un ejemplo de una instalación todo agua en la cual el equipo de generación térmica está basado en una enfriadora de condensación por agua. Por una parte tenemos, que al circuito del fluido caloportador de refrigeración conectado al evaporador (intercambiador de placas), le hemos conectado en serie un Intercambiador Compensador de Frío (ICF), que intercambia calor, por ejemplo, con el agua de un pozo. De esta forma, toda la producción de frío generada en el evaporador, será consumida entre la instalación de refrigeración y el ICF. No obstante, el ICF solamente enfriará el agua del pozo en la medida que disminuya las necesidades de refrigeración de la instalación, y se precise generar frío en el evaporador para mantener en equilibrio su ciclo de compresión.



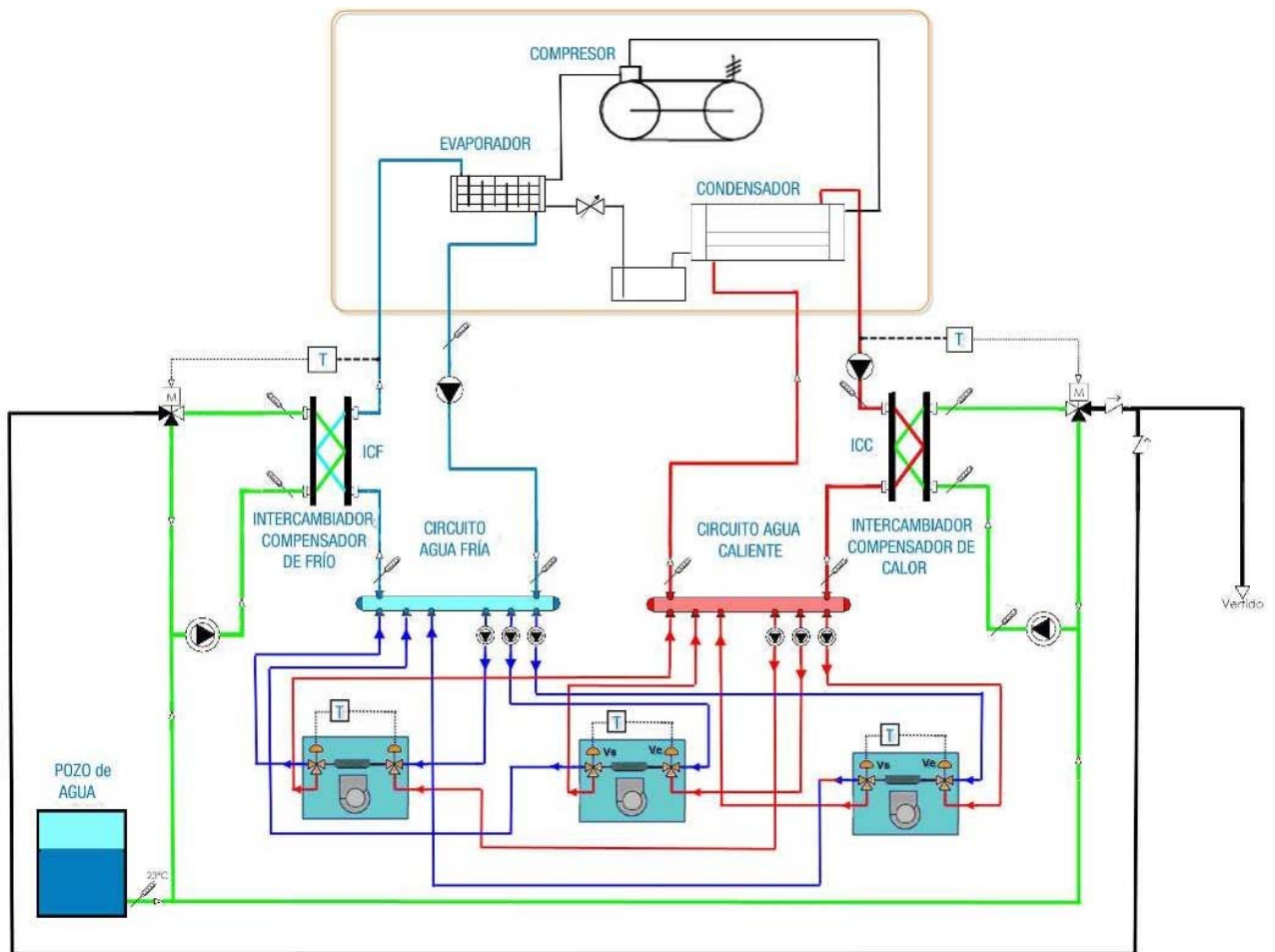


Fig. 39: Instalación de climatización .

Por otro lado, el circuito de calefacción se conectará al condensador de agua conectándolo en serie con un intercambiador compensador de calor (ICC), de tal modo, que toda la producción de energía térmica generada en el condensador, sea consumida entre la instalación de calefacción y el intercambiador de compensación de calor ICC. De igual forma que antes, el intercambiador de compensación de calor solamente absorberá energía externa en la medida que disminuya las necesidades de calefacción de la instalación, y se precise generar calor, manteniéndose el condensador en equilibrio con su ciclo de compresión.

Nuestra máquina frigorífica va a tener que producir no solamente agua fría al sistema sino también agua caliente tanto en forma independiente (modo Frío o modo Calor) como conjunta, frío y calor simultáneamente para la instalación de climatización a CUATRO TUBOS. Así pues, en invierno cuando no hay demanda de refrigeración, se precisa únicamente calefacción y toda la energía frigorífica que produce el evaporador se emplea para enfriar el agua del pozo que se vierte al desagüe; y toda la energía calorífica producida en el condensador es utilizada para calefactar los Edificios. Por el contrario, en verano cuando no hay demanda de calefacción, se precisará únicamente refrigeración y toda la energía frigorífica producida por el evaporador la planta se utiliza para refrigerar los edificios, en cuanto que toda la energía calorífica producida es utilizada para calentar el agua del pozo que se vierte al desagüe.

Por lo que respecta a los intercambiadores de compensación, en caso de no disponer de agua de un pozo, manantial, mar,... se podría realizar la instalación con intercambiadores agua-aire utilizando como medio de enfriamiento el aire atmosférico.

## 8. - Descripción y análisis de instalaciones de expansión directa.

Las instalaciones de climatización de expansión directa o todo refrigerante, son aquellas en las que los intercambios de energía se realizan directamente del refrigerante al medio exterior y a los locales a climatizar sin utilizar otros fluidos intermedios de transporte. Se emplean en instalaciones de pequeña o



mediana potencia, empleando tuberías de refrigerante que transportan el frío y calor hasta los locales a climatizar. Pueden incluirse en este grupo, los aparatos compactos de "ventana", consolas enfriadas por aire o agua, y todos los equipos compactos situados en el interior del local a acondicionar, así como los equipos y sistemas "partidos" (split) como el mostrado en las figuras siguientes en los que la unidad exterior (figura 40), generalmente de condensación por aire y que contiene el compresor y un intercambiador de calor entre otros elementos, se encuentra situada a distancia y unida por las tuberías de líquido y aspiración a la "unidad interior" o "climatizadora" (figura 41), que contiene el otro intercambiador de calor entre otros elementos.



Fig. 40: Unidad exterior.



Fig. 41: Unidad interior tipo mural.

En la figura 42 puedes ver un equipo partido de expansión directa compuesto de una unidad interior, situada dentro del local de tipo pared, la cual incorpora la parte del evaporador del circuito frigorífico, incluyendo por tanto la batería, ventilador de impulsión de aire, filtros y los sistemas de regulación.

La unidad condensadora, o "exterior", incorpora el compresor frigorífico, el condensador, (generalmente enfriado por aire) y todos los elementos de seguridad y de regulación del sistema frigorífico. La unión entre ambas unidades se realiza mediante conexiones frigoríficas con tubería de cobre para la línea de líquido y de aspiración, esta última debe ir aislada.

También tenemos la posibilidad de disponer en las instalaciones de expansión directa, de sistemas multisplit, en los cuales se conectan varias unidades interiores (hasta 4 o 5) a una única unidad exterior, mediante la tubería de líquido y aspiración, con el consiguiente ahorro de espacio en caso de necesitar instalar varias unidades interiores (ver figura 43).

La unidad exterior emplea un sistema de control para adaptarse a las necesidades frigoríficas demandadas en cada momento. El sistema mas empleado consiste en incorporar al compresor un regulador de velocidad o de frecuencia que regule la velocidad del compresor (por lo tanto también regulamos la capacidad frigorífica) y de esta forma adaptarnos a la demanda de las unidades interiores. Este sistema se conoce como sistema inverter.

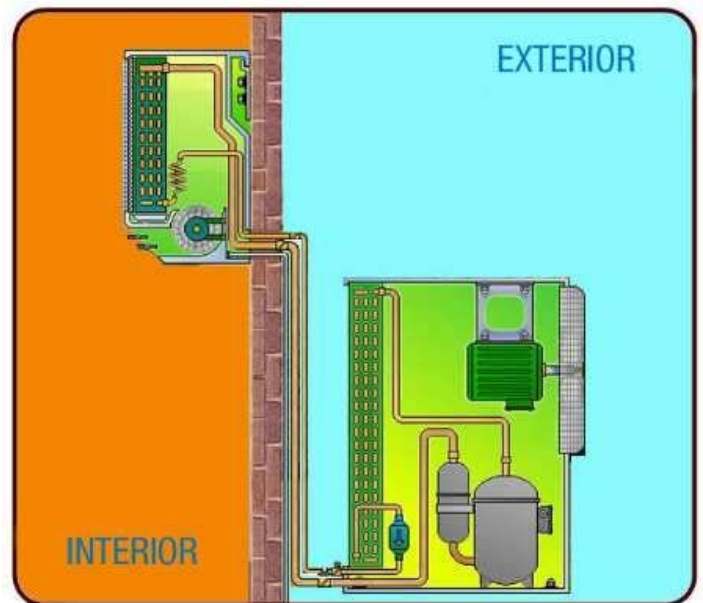


Fig. 42: Sistema partido expansión directa.



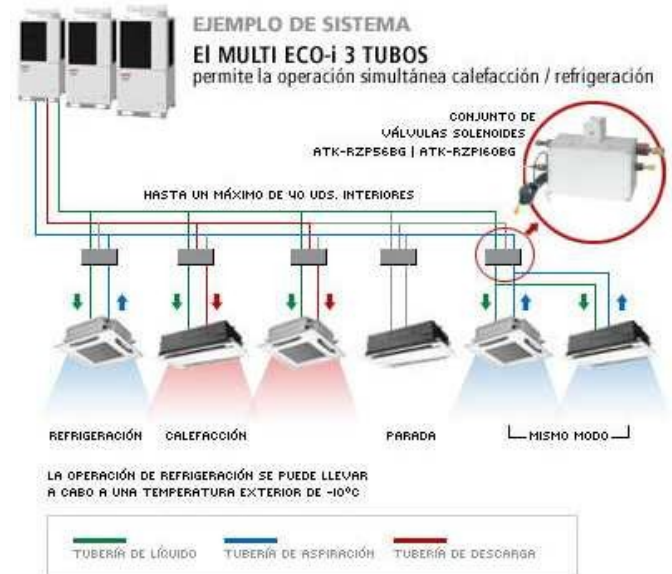
Fig. 43: Sistema de expansión directa multisplit.

## 8.1.- Sistemas de caudal variable de refrigerante (VRV o VRF).

Son sistemas partidos múltiples que permiten conectar a una sola unidad exterior o conjunto de unidades exteriores (según la potencia requerida por la instalación), varias unidades interiores (hasta 36 unidades según fabricantes), por medio de dos tuberías de cobre, una de líquido y otra de gas debidamente aisladas, mas una serie de accesorios (juntas de derivación y/o colectores de derivación).

Los sistemas de caudal variable de refrigerante utilizan la tecnología Inverter y válvulas de expansión electrónicas para conseguir un control continuo del caudal de refrigerante en función de la demanda o necesidades de la instalación. Podemos diferenciar tres modos de funcionamiento en este tipo de sistemas, como son:

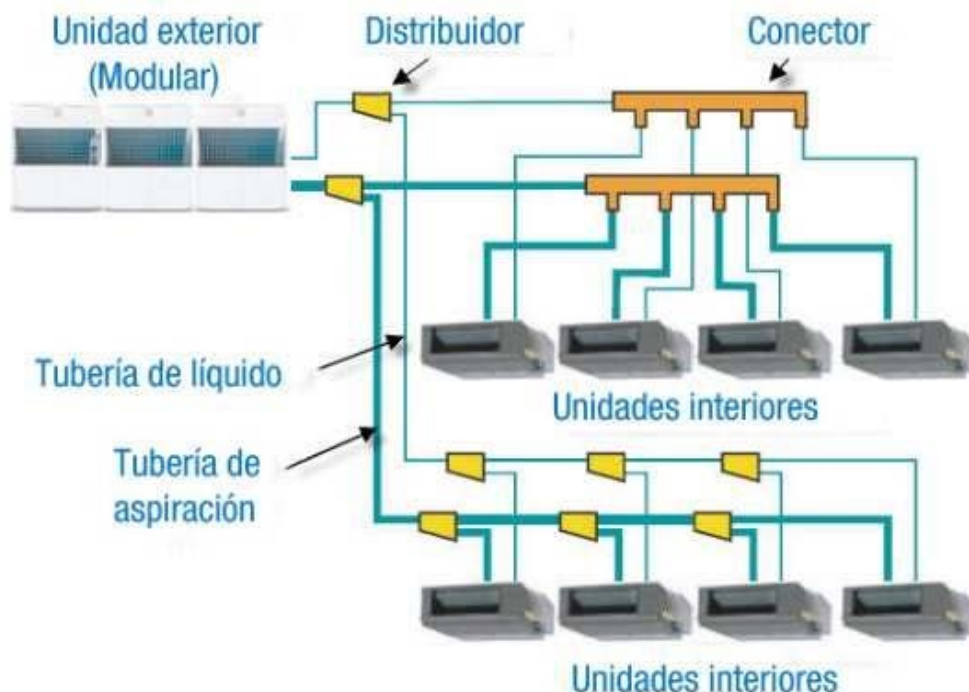
- **Solo frío:** La potencia que entrega la unidad exterior es exclusivamente de refrigeración.
- **Bomba de calor:** Todas las unidades interiores funcionan en modo frío o en modo calor.
- **Recuperación de calor:** Este modo de funcionamiento se ilustra en la **figura 44**, y como puedes ver proporciona refrigeración y calefacción simultáneamente adaptándose a las necesidades de cada zona. Así pues, en épocas interestacionales podemos tener unidades interiores que estén aportando frío y en cambio otras unidades al mismo tiempo, calor. Para conseguir esto se distribuyen 3 tuberías (líquido, gas caliente y gas de aspiración) y se emplea cajas de recuperación, encargadas de recibir y suministrar el refrigerante a las unidades interiores. Su función principal es realizar una distribución selectiva, eficaz e inteligente del refrigerante en función de la demanda de frío o calor de las distintas estancias por medio de su complejo sistema de control electrónico.



**Fig. 44: Sistema VRV de tres tubos con recuperación de calor**

También podemos diferenciar los sistemas de caudal variable de refrigerante en base al sistema de distribución del fluido:

- **Sistemas a dos tubos:** Se distribuye la tubería de líquido y la tubería de aspiración.
- **Sistemas a tres tubos:** Tubería de líquido, tubería de aspiración y tubería de descarga (sistema con recuperación de calor).



**Fig. 45: Sistema VRV con dos tubos.**