

Capítulo I

**Identificación de instalaciones
frigoríficas de climatización-
ventilación y de sus
componentes:**

MÓDULO 0039

**CONFIGURACIÓN DE INSTALACIONES DE FRÍO Y
CLIMATIZACIÓN.**

U.D. 2

**IDENTIFICACIÓN DE INSTALACIONES DE
CLIMATIZACIÓN-VENTILACIÓN Y SUS COMPONENTES**

M 0039 / UD 2

ÍNDICE

ÍNDICE	5
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVOS	8
1. IDENTIFICACIÓN DE INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN-VENTILACIÓN Y SUS COMPONENTES.....	9
1.1. Instalaciones tipo. Clasificación.	9
1.2. Clasificación de las instalaciones de climatización.....	19
1.3. Elementos constituyentes y características técnicas.	44
2. Descripción y análisis de instalaciones de climatización.....	79
2.1. Instalaciones todo aire.	80
Eficiencia energética	89
2.2. Instalaciones con planta enfriadora y fan-coils.	96
2.3. Instalaciones de volumen variable (VAV y VRV).	98
3. Descripción de instalaciones de ventilación localizada.	106
3.1. Tipos de ventilación	106
3.2. Ventilación general	109
3.2.1. Ventilación localizada	110
RESUMEN.....	113
Cuestionario de autoevaluación	¡Error! Marcador no definido.
Bibliografía.....	¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

La **climatización** consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados. La normativa española ha abandonado cualquier referencia al aire acondicionado, por ser una expresión equívoca, ya que parece referirse exclusivamente a la refrigeración (climatización de verano), cuando en realidad debería referirse al **acondicionamiento del aire** en todas las épocas, verano e invierno.

Dentro de los límites de esta unidad didáctica, el concepto de climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad del ser humano, dentro de los espacios habitados

Los sistemas de acondicionamiento del aire para el confort humano trabajan generalmente en un estrecho margen de temperaturas de evaporación, típicamente entre 2 °C y 13 °C, aproximadamente. A causa de estas condiciones de funcionamiento limitadas y del gran mercado existente para los equipos acondicionadores de aire, es práctico para los fabricantes el normalizar los equipos y producirlos en grandes cantidades, abaratando así los costes de fabricación.

En cuanto al dimensionado de los elementos, irá en función de las necesidades térmicas o potencia frigorífica de las máquinas.

Los problemas energéticos y climáticos actuales, obligan a un constante desarrollo de las técnicas de producción y de los materiales utilizados en las instalaciones, así como un constante estudio e investigación para diseñar instalaciones que cumplan con los parámetros actuales energéticos y medioambientales.

OBJETIVOS

1. Seleccionar la información técnica y reglamentaria, analizando normativa, catálogos, planos, esquemas, entre otros, para elaborar la documentación de la instalación (técnica y administrativa).
2. Calcular las características técnicas de las instalaciones y equipos que las componen, aplicando la normativa y procedimientos de cálculo para configurar y dimensionar las instalaciones.
3. Seleccionar y comparar los equipos y elementos de las instalaciones, evaluando las características técnicas con las prestaciones obtenidas de catálogos, entre otros, para configurar las instalaciones.
4. Elaborar esquemas de las instalaciones, utilizando la simbología, los procedimientos de dibujo y tecnologías adecuadas para configurar las instalaciones.
5. Obtener y valorar el coste de los materiales y de la mano de obra, consultando catálogos y unidades de obra, entre otros, para elaborar los presupuestos de montaje mantenimiento.
6. Aplicar y analizar las técnicas necesarias para mejorar los procedimientos de calidad del trabajo en el proceso de aprendizaje y del sector productivo de referencia.

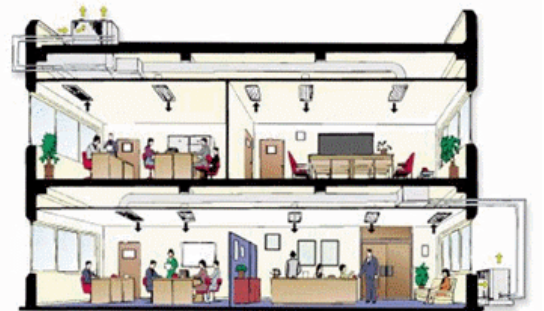
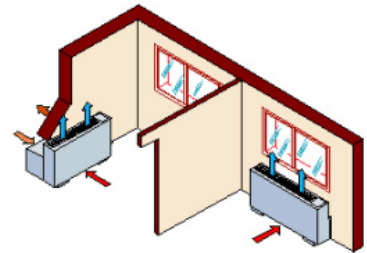
1. IDENTIFICACIÓN DE INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN-VENTILACIÓN Y SUS COMPONENTES

1.1. Instalaciones tipo. Clasificación.

Los sistemas de aire acondicionado pueden clasificarse siguiendo criterios distintos.

Según un primer criterio, los sistemas de climatización, incluyendo entre ellos los de calefacción, pueden subdividirse en **unitarios, individuales y colectivos**.

- Sistemas unitarios son aquellos en los que cada elemento es un generador de calor o frío independiente.
- Las instalaciones o sistemas individuales son aquellas en las que la producción de frío o calor es independiente para cada usuario.
- Las instalaciones colectivas, finalmente, son aquellas en las que la producción de frío o calor sirve a un conjunto de usuarios dentro de un mismo edificio; por extensión, las instalaciones colectivas servidas por una red urbana alimentada por una única central de producción de frío o calor se denominan instalaciones urbanas, o instalaciones de distrito (District heating/District Cooling).



Las instalaciones unitarias e individuales están formadas casi siempre por equipos autónomos, en los que la producción de calor y/o frío tiene lugar en el mismo equipo.

- Cuando todos los componentes de un equipo están situados en una misma unidad, ésta se denomina de tipo compacto.
- Cuando, sin embargo, el condensador, o el condensador y el compresor, están situados en el exterior, mientras que la unidad interior está constituida solamente por el evaporador, la unidad se llama partida.

Las instalaciones colectivas, sin embargo, tienen una central de producción, de frío y/o calor, común y una o más redes de distribución de fluido caloportador a los locales climatizados.

- Cuando el fluido caloportador, o portador de energía térmica, sea el aire, el sistema de climatización se dice que es del tipo todo-aire; cuando el fluido caloportador sea agua, el sistema se denomina del tipo todo-agua.

Estos últimos necesitan de unas unidades terminales para transferir la energía térmica del agua al aire del ambiente: **ventilo-convectores e inductores** en el caso de instalaciones de refrigeración y calefacción, mientras que en el caso de instalaciones de calefacción solamente, deben incluirse en las unidades terminales también los radiadores, convectores, aero-termos, paneles radiantes, etc.

Las unidades terminales de los sistemas todo-agua, aparte de la función de intercambio térmico, cumplen también con la de elemento de zonificación, porque permiten que, con medios manuales o automáticos, se controle de forma unitaria la emisión de energía térmica en los locales.

Los sistemas todo-aire también poseen unidades terminales. Los sistemas de media o alta velocidad, para grandes instalaciones, están dotados de unidades terminales de reducción de la presión y atenuación acústica, y que al mismo tiempo sirven para zonificar. En los sistemas de baja velocidad puede considerarse que la unidad de tratamiento de aire (UTA) sea una unidad terminal, como lo son un ventilo-convector o un inductor.

Cabe destacar que algunos sistemas todo-agua y otros todo-aire podrían considerarse sistemas mixtos agua-aire, ya que el fluido caloportador es agua en una primera instancia y aire del ambiente en una segunda fase.

Sin embargo, como sistema mixto se denominan propiamente aquellas instalaciones que transportan energía por medio de agua y aire al mismo tiempo, como es el caso típico de los inductores.

Más adelante, cuando se describan los sistemas se volverá sobre estos conceptos y se aclararán las ideas sobre estas definiciones.

Conviene ahora hacer una comparación técnico económica entre sistemas todo-aire y sistemas todo-agua; que determina en primera aproximación el interés de utilizar uno u otro tipo.

Como se ha visto anteriormente, la potencia térmica sensible P , en régimen de frío, transportada

$$P = 1,2 \times 0,24 \times \Delta t \times V$$

Donde Δt es la diferencia de temperatura entre ambiente y aire de impulsión, mientras que para el agua es:

$$P = 1.000 \times 1 \times \Delta t \times V$$

Donde Δt representa el salto de temperatura que sufre el agua a través del intercambiador de la unidad terminal. Considerando que el Δt para el agua es, normalmente, el 35 por 100 del Δt para el aire, resulta que, a paridad de potencia térmica a transportar, igualando las dos expresiones el caudal volumétrico de aire a transportar es más de 1.200 veces mayor que el caudal volumétrico de agua:

$$V_{\text{aire}} = 1.200 V_{\text{agua}}$$

Si consideramos que en grandes sistemas las velocidades son del orden de 2 m/s para el agua y 15 m/s para el aire, resulta de lo anterior que el volumen de la conducción necesaria para transportar el aire es 160 veces superior al requerido para transportar agua.

Esta es la razón fundamental del éxito de los sistemas todo-agua: el pequeño espacio que ocupan en patinillos y falsos techos, para la distribución del fluido caloportador, en comparación con los espacios que exigen los sistemas todo aire.

CUADRO RESUMEN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACION					
TIPO	EQUIPO CARACTERISTICO	POSIBILIDAD DE ZONIFICACION	MANTENIBILIDAD	C.A.I.	VARIANTES DE INSTALACION
TODO AIRE	U.T.A (unidad de tratamiento de aire)	DE 1 a TOTAL	POCOS PUNTOS A MANTENER ASEQUIBLE	MUY BUENA	CAUDAL CONSTANTE:
					BAJA VELOCIDAD ALTA VELOCIDAD CAUDAL VARIABLE BAJA VELOCIDAD ALTA VELOCIDAD
					UNIZONA MULTIZONA CON/SIN RECALENT. DOBLE CONDUCTO MONO CONDUCTO MONO CONDUCTO DOBLE CONDUCTO
TODO AGUA	FAN-COIL (ventilo-convector)	TOTAL	COMPLICADA CARA	REGULAR	CONTROL SOBRE AGUA
					Y SOBRE AIRE
					DOS TUBOS/UNA BATERIA
					CUATRO TUBOS/UNA O DOS BATERIAS
MIXTAS AIRE-AGUA	INDUCTOR	TOTAL	COMPLICADA CARA	BUENA	TRES TUBOS
					CONTROL SOBRE AGUA O SOBRE AIRE
					DOS TUBOS/UNA BATERIA CUATRO TUBOS/UNA O DOS BATERIAS CONTROL SOBRE AGUA O SOBRE AIRE

1.1.1 Elección de la instalación de climatización en función del edificio a climatizar

La elección de la instalación de climatización que en cada caso será óptima para la resolución de un problema específico, deberá meditar minuciosamente, teniendo siempre en consideración aquellos factores diferenciales que hagan, en cada caso, distinta una aplicación de otra.

Normalmente los factores que marcan la diferencia ante la decisión de elegir un tipo u otro de instalación son los siguientes:

Criterios de zonificación interior en el edificio:

- zonificación por uso.
- zonificación por horario.
- zonificación por orientación geográfica.
- Tamaño de las zonas definidas.
- Necesidades de aportación de aire exterior para ventilación y conservación de la calidad de ambiente interior (C.A.I.).
- Criterios de confort acústico; importancia del nivel sonoro en el interior de los locales ocupados.
- Variabilidad de las cargas térmicas.
- Cargas térmicas muy estables en el tiempo (p.e. Hospitales).
- Cargas térmicas muy variables en el tiempo (p.e. Escuelas).
- Posibilidades de recuperación de calor.

Ponderando la importancia de cada uno de estos factores, el proyectista podrá determinar que tipo de instalación es el más interesante para cada aplicación.

Además, lógicamente, será muy importante en la toma de decisión la relación "calidad/precio", o expresada de otra manera la relación "nivel de confort deseado/Importe de la inversión"; que es, a la postre, lo que acaba decidiendo a las propiedades y condicionando a los proyectistas sobre el tipo de instalaciones a plantear, y determinando las calidades de los componentes a instalar.

También serán determinantes, esta vez por condicionantes arquitectónicos, los espacios disponibles para ubicar las instalaciones de climatización, que pueden condicionar, por ejemplo, el uso de sistemas todo agua, por ocupar menos espacios, como se ha comentado en el párrafo anterior.

Dentro de este párrafo de generalidades, cabe señalar que el criterio de selección del sistema de climatización, a paridad de funcionalidad del área a acondicionar, está supeditado al tipo de carga de cada zona. Si la carga es muy elevada, es evidente, por las razones que se han explicado con anterioridad, que puede ser necesario recurrir a un sistema todo-agua o mixto agua-aire, por razones de espacio ocupado por las redes de distribución.

Igualmente, si la demanda térmica es netamente positiva a lo largo de todo el año, puede ser conveniente utilizar un sistema mono-conducto de volumen variable.

A continuación, a modo de recomendaciones particulares, comentamos, en función de distintas posibles aplicaciones, algunos pormenores que, entendemos, pueden ayudar a tomar decisiones acertadas, en la elección de las instalaciones de climatización que mejor se adaptan en cada caso a las características de carga térmica tipificadas para cada edificio.

1.1.2 Edificios de oficinas

En primer lugar, se subdividirán las instalaciones del edificio en tantos subsistemas de climatización por cuantas zonas funcionales existan. Es evidente que cada una de las siguientes áreas, de existir, tendrá su propio subsistema; salón de actos, cafetería, archivos, planta de dirección, centro de cálculo, exposición, etc. El resto del edificio, destinado a oficinas, tendrá su propio subsistema (o subsistemas) independiente de los demás.

Para todas las áreas funcionales que no estén destinadas a oficinas, el sistema de climatización que mejor se adapta a sus características es el tipo "todo aire" monoconducto a caudal constante, en baja velocidad o alta velocidad, según tamaño, empleando un sistema independiente para cada área.

El salón de actos tiene, casi siempre, únicamente una carga interior; por tanto, siempre positiva, y necesita una notable cantidad de aire exterior, muchas veces "todo-aire" exterior. Se adapta perfectamente a este tipo de locales, así como para cines, teatros, etc., un sistema todo-aire mono conducto a caudal constante con distribución en baja velocidad, o alta velocidad solamente cuando la UTA está alejada del lugar de emplazamiento del local, con UTA's cuya función, en este caso, sería únicamente la de reducir la presión y atenuar el nivel sonoro.

Iguales consideraciones pueden hacerse para las áreas de cafeterías, exposición, etc.

Usualmente, la producción de "frío" y "calor" para estas UTA's está centralizada; las redes de tuberías distribuyen agua refrigerada y caliente a cada unidad.

Cabe la posibilidad que cada UTA sea de tipo autónomo, es decir, con producción propia de "frío" y "calor". Este tipo de instalación es aconsejable solamente cuando los usuarios de las distintas áreas funcionales sean "unidades de consumo" separadas para facilitar el reparto de los gastos de explotación.

Cuando, sin embargo, existía un solo usuario, es mejor tener la producción de frío y calor centralizada, porque las máquinas, que son de tamaño mayor, tienen eficiencias energéticas más elevadas y, además, se reduce el coste del mantenimiento.

Los sistemas de climatización para los locales destinados a oficinas pueden ser de distintos tipos. Suele hacerse casi siempre una diferencia entre sistema periférico y sistema interior.

El sistema periférico se hace cargo de la demanda térmica de las zonas más próximas a las fachadas del edificio, que puede ser positiva (verano) o negativa (invierno), mientras que el sistema interior tiene a su cargo la demanda, siempre positiva, debida a luces, personas, maquinaria y, a veces, radiación solar.

La zona exterior puede ser tratada con un sistema todo-aire, usualmente de tipo mono conducto caudal constante, con posibilidad de estar dotado de elementos para el aprovechamiento del calor recuperado de las zonas interiores, de carga estable netamente positiva.

La red de distribución de aire deberá ser de alta velocidad si la superficie del local es grande, mayor de 500 m² en edificios de varias plantas climatizadas.

El sistema de control deberá ser capaz de garantizar, durante todo el año, una temperatura de impulsión variable según las condiciones exteriores de temperatura (aire frío en verano y caliente en invierno).

Cuando, sin embargo, la carga exterior es muy elevada, debido a un exceso de superficie acristalada, se suelen emplear sistemas todo-agua (ventilo-convectores), o mixtos aire-agua (inductores) que usualmente, además de la demanda térmica exterior, se hacen cargo también de la demanda térmica interior, en una franja de 5 ó 6 m de profundidad, que es el radio de actuación de estas unidades terminales.

Los sistemas de distribución de agua son en este caso de dos o cuatro tubos. El sistema de cuatro tubos, que evidentemente es más caro, se utiliza solamente cuando se necesita una amplia zonificación debido a la diversidad de la carga en el espacio y en el tiempo. En este caso cada unidad terminal, si está dotada de su termostato, es una zona.

Las zonas interiores son idóneas para ser tratadas con un sistema mono conducto a caudal variable, sin "change over", dada su condición de carga permanente positiva en el tiempo, con unidades terminales de expansión y regulación de caudal repartidas de acuerdo a la distribución interior de los locales y de las áreas funcionales.

Todo lo anterior no excluye la posibilidad de adopción de otros sistemas, por ejemplo, de doble conducto de volumen variable o constante o de sistemas de baja velocidad, uno por planta, o incluso de equipos autónomos por cada zona o usuario.

No se puede en este texto tratar de todas las posibles combinaciones de sistemas que pueden darse en la práctica. Los sistemas se eligen en función de estos factores determinantes.

- Orientación de las fachadas.
- Influencia de la superficie acristalada sobre la demanda interior.
- Magnitud de la radiación solar.
- Número de unidades de consumo del edificio (una o más).
- Importancia de las zonas interiores.
- Horario de funcionamiento.
- Posibilidad de futuros cambios en la utilización de las superficies, etc.

Particular atención debe prestarse a las áreas que están destinadas a salas de reuniones y salas de consejo, debido a los elevados caudales de aire exterior que se necesitan en los locales cuando se reúne el número de personas para el que están previstos. El problema, en este caso como en otros muchos, lo constituye el humo del tabaco que hace irrespirable la atmósfera. Es necesario prever extractores de aire junto con las adecuadas entradas de aire exterior tratado.

De todas maneras, es conveniente que todas las UTA's estén dotadas de sistema de enfriamiento gratuito por aire exterior.

1.1.3 Salas de ordenadores

Para esta aplicación tan específica se recurre muchas veces a unidades autónomas, especialmente diseñadas, con una unidad de reserva, a fin de que este sistema sea completamente independiente de los otros por razones de seguridad y de horario de funcionamiento.

Las unidades autónomas para centros de cálculo pueden ser de tipo compacto enfriadas por agua, que a su vez está enfriada por una torre, o bien por una batería enfriada por aire.

Para el post calentamiento del aire y la producción de vapor de agua para la humectación se utiliza, en algunas de estas unidades, el calor del gas de descarga del compresor (o compresores) antes de su entrada al condensador.

Otra versión de unidades autónomas para centros de cálculo son las de tipo partido, en las que la unidad moto condensadora se instala al exterior, siendo enfriada por aire; en esta solución es imposible la recuperación del calor de condensación.

Por último, existen en el mercado unidades que necesitan de la aportación de agua refrigerada procedente de una central.

Se menciona que, de no poderse utilizar el calor del gas de descarga para las necesidades de calor del sistema, se recurre con frecuencia a resistencias eléctricas instaladas en la misma unidad.

Desde hace algunos años, algunas marcas de ordenadores equipan con máquinas frigoríficas sus unidades centrales de proceso, enfriándolas directamente con gas refrigerante en expansión directa. Estos ordenadores necesitan estar alimentados con agua a temperaturas del orden de 16° a 20 °C que pasa a través de los condensadores de las unidades de refrigeración. Esta agua suele obtenerse por medio de unidades autónomas productoras de agua refrigerada directamente a la temperatura antes mencionada. Esta técnica de refrigeración permite eliminar la mayor parte del calor producido por los ordenadores vía agua, reduciendo así la cantidad de aire en circulación.

Las unidades de tratamiento de aire para salas de ordenadores se sitúan casi siempre en el mismo local a climatizar y la impulsión de aire se efectúa casi siempre por el falso suelo.

Para combatir la carga del local debida a luces, personas y, eventualmente, transmisión y radiación solar, se suelen practicar aperturas en el suelo, de donde sale aire a una temperatura de 14 °C, aproximadamente.

1.1.4 Hoteles y residencias.

Para edificios como hoteles, residencias y moteles, las posibilidades de elección se reducen a un número muy limitado.

Para las habitaciones, el sistema que es, con mucho, el más utilizado es el de ventilo-convectores con dos tubos (raramente se usa el cuatro tubos), con o sin aire primario de ventilación.

Este sistema permite la puesta fuera de servicio de plantas enteras de habitaciones cuando el hotel no está a su plena capacidad, posibilitando un considerable ahorro de energía.

El sistema de cuatro tubos permitiría que algunas unidades funcionen en régimen de calor, mientras que otras lo hagan en régimen de frío. En realidad, esta necesidad se presenta en raras ocasiones y, además, durante horas en las que las habitaciones están usualmente vacías. Es por esta razón que casi nunca se adopta el sistema de cuatro tubos, cuyo coste no estaría justificado. Por otra parte, la carestía de la energía hace que en nuestros días sólo se encuentren en funcionamiento simultáneamente centrales de producción de frío y calor cuando es estrictamente necesario.

Sin embargo, muchas instalaciones están dotadas de un sistema de distribución de aire exterior, pre tratado en una UTA o no, que, una vez introducido en los locales, se extrae por rejillas dispuestas en los aseos. Reflexionando sobre el uso que en general los clientes hacen de las habitaciones, parece que también esta instalación sea superflua, sobre todo en un clima templado como el que se da en casi toda la geografía española.

Los ventilo-convectores suelen instalarse en el falso techo del pasillo de acceso a la habitación o del aseo, siendo la primera solución preferible; raras veces se instalan verticalmente en correspondencia a la fachada.

Es interesante hacer algunas consideraciones sobre el diseño de la red de distribución de agua. El mayor problema que se presenta al momento de la puesta en marcha de una instalación es el equilibrado hidráulico de la red. Sin embargo, un hotel es un edificio que se presta para diseñar una red equilibrada, sea en vertical como en horizontal.

Si las tuberías verticales de impulsión y retorno están en los extremos opuestos del edificio, es evidente que, sin mayor cantidad de tubería de la que supone doblar la impulsión o el retorno en una vertical, todos los ventilo-convectores tienen la misma distancia hidráulica desde la sala de máquinas; el circuito es auto equilibrado.

En cuanto a los locales comunes del hotel, como comedores, bares, cafeterías, salas de fiestas, salones de reunión, tiendas, etc., suelen tratarse con sistemas mono conducto de caudal constante independientes, debido al distinto horario de funcionamiento y a la diferente carga térmica según orientación y ocupación.

Es conveniente, ahora también, que todas las UTA's estén equipadas con el juego de compuertas necesario para obtener el enfriamiento gratuito de los locales por aire exterior.

Esta necesidad obliga a situar las UTA's en un lugar desde el cual sea fácil tomar el aire exterior en grandes cantidades y con las debidas garantías de pureza.

Con estos condicionantes es evidente que la situación ideal es la cubierta del edificio, tendencia ésta que hoy en día se ha acentuado porque la maquinaria ocupa un sitio que no puede ser aprovechado de otra manera.

1.1.5 Hospitales y clínicas

Estos edificios, y los laboratorios, con los que tienen muchos problemas en común, son probablemente los más complicados desde el punto de vista de las instalaciones de climatización, particularmente por el mantenimiento de ambientes asépticos.

Las habitaciones para los enfermos podrían tratarse como las de los hoteles, es decir, con un sistema de ventilo-convectores o, incluso inductores, de dos o cuatro tubos, con aire exterior para la ventilación. Sin embargo, hay que meditar sobre el hecho de que los filtros y las baterías de las unidades terminales constituyen un foco de contaminación que es peligroso para personas cuyas condiciones de salud no son precisamente buenas.

Es conveniente entonces recurrir a sistemas de climatización todo-aire, preferiblemente de alta velocidad. Si la demanda térmica exige un caudal de aire superior a las exigencias mínimas de aire exterior para ventilación, es necesario recircular parte del aire impulsado. En este caso, para reducir el riesgo de infecciones cruzadas es preciso que las UTA's estén dotadas de filtros de alta eficacia en serie con un lecho de filtros de eficacia normal.

En cuanto a los otros departamentos, prácticamente se dan todos los tipos de actividades, como oficinas de administración, laboratorios, radiología, patología, terapia física y ocupacional, farmacia, quirófanos, unidades de vigilancia intensiva, quemados, obstetricia, autopsia, primeros auxilios, etc.

En líneas generales, puede decirse que los sistemas deben ser del tipo todo-aire, con un riguroso control de su pureza que, en estos casos, prima sobre las condiciones de temperatura y humedad.

Cada departamento tiene que estar equipado con un sistema de climatización independiente del de los demás, con el número suficiente de zonas y con el caudal de aire exterior necesario en cantidad y calidad.

Los sistemas de climatización de un hospital tienen que crear zonas en sobrepresión, zonas neutras y zonas en depresión de tal manera que no exista riesgo de migración de bacterias de zonas sucias a zonas limpias.

1.1.6 Viviendas

Poco uso tienen en España los sistemas para viviendas.

De todas maneras, el sistema que se adopte debe tener una condición básica; que la producción de energía sea de tipo individual. De no ser así, el reparto de gastos entre vecinos puede ser problemático, más aún que el reparto de gastos de calefacción, debido a que en verano muchas familias abandonan sus viviendas habituales por vacaciones.

Con esta idea, los equipos que pueden utilizarse son aparatos de ventana, reversibles o no, uno por cada habitación, o bien consolas de tipo compacto o partido tipo split, enfriadas por aire o por agua.

Para viviendas unifamiliares adosadas o aisladas, pueden emplearse también unidades autónomas compactas de cubierta (denominadas "roof-top"), reversibles o no, que requieren la instalación de una red de conductos para la distribución de aire a las distintas dependencias y el retorno, o bien pequeños equipos autónomos, compactos o partidos, y generalmente horizontales por facilidad de instalación.

1.1.7 Escuelas

Tampoco es frecuente en España la climatización de locales escolares. Requieren niveles de ventilación muy importantes, dado su elevado valor de carga interna.

Son idóneos sistemas todo aire centralizado, a caudal constante, multizonas, o unizonas con varias UTA's independientes, por aula o por conjunto de aulas.

1.2. Clasificación de las instalaciones de climatización

1.2.1. Sistemas unitarios e individuales

Un sistema unitario típico es el aparato denominado de ventana, aunque a veces se instale a través de una pared.

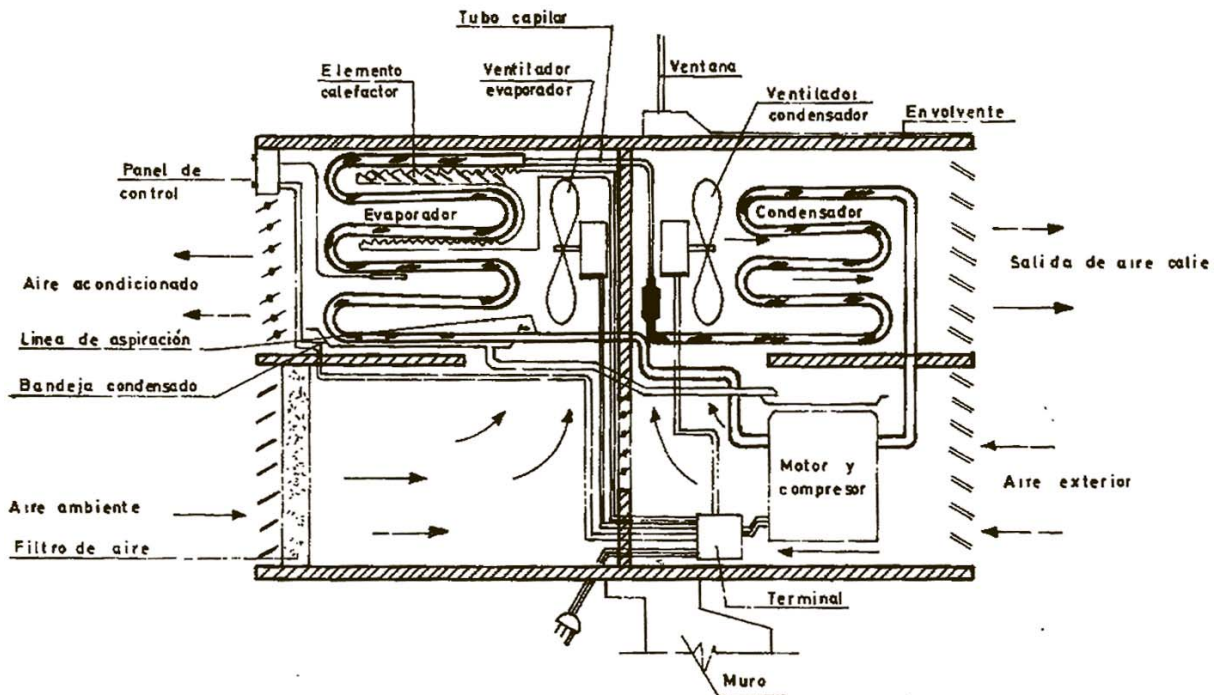


Fig. 7.17.: Unidad de ventana-esquema

La figura muestra un esquema de un aparato de ventana dotado de resistencia eléctrica de calefacción. Este aparato puede denominarse, más propiamente, de refrigeración y, eventualmente, calefacción, pero nunca de aire acondicionado, porque con esta palabra se denominan aquellos sistemas que controlan no solamente las condiciones termo higrométricas del local, sino también la distribución de aire, el nivel sonoro y la pureza del aire.

Un aparato de ventana está constituido esencialmente por un compresor hermético, un condensador, un evaporador controlado por un tubo capilar, dos ventiladores para el condensador y el evaporador respectivamente, un panel de control y una envoltura protectora y embellecedora.

El refrigerante líquido a la salida del condensador fluye a través del tubo capilar en el evaporador, que, cuando la máquina funciona, está en depresión. El refrigerante líquido hierve en el evaporador y sustrae calor de la superficie del mismo. Un ventilador aspira el aire del ambiente a través de un filtro y lo impulsa sobre el evaporador. El aire se enfría y, hasta un cierto límite, se deshumecta.

El vapor a baja presión es aspirado del evaporador a través de la línea de aspiración por el compresor, donde es comprimido.

En el condensador el gas caliente se condensa cediendo calor al aire exterior, y el ciclo se repite.

Un termostato regulable actuado por la temperatura del aire de retorno suele ser el único control del equipo y está montado en el panel de control, junto con el interruptor de marcha y parada, que en algunos casos lleva también una posición de simple ventilación, en la que se pone en marcha solamente el ventilador del evaporador.

El compresor y el condensador están montados de tal manera que el ventilador hace circular el aire primero sobre el compresor antes de hacerlo pasar por el condensador y descargarlo al exterior.

El condensado que se forma en la batería del evaporador se recoge en una bandeja; en algunas máquinas el condensado se lleva al compartimento del compresor para que, con su evaporación, ayude a enfriar el compresor y el condensador.

En algunas unidades se incluyen resistencias eléctricas de calentamiento del aire. Durante la estación invernal la máquina de refrigeración está parada mientras que funcionan las resistencias eléctricas y el ventilador del evaporador.

Las unidades están dotadas también de una toma de aire exterior con compuerta de regulación. Algunas de ellas llevan una rejilla de impulsión oscilante para distribuir el aire alternativamente a lados opuestos.

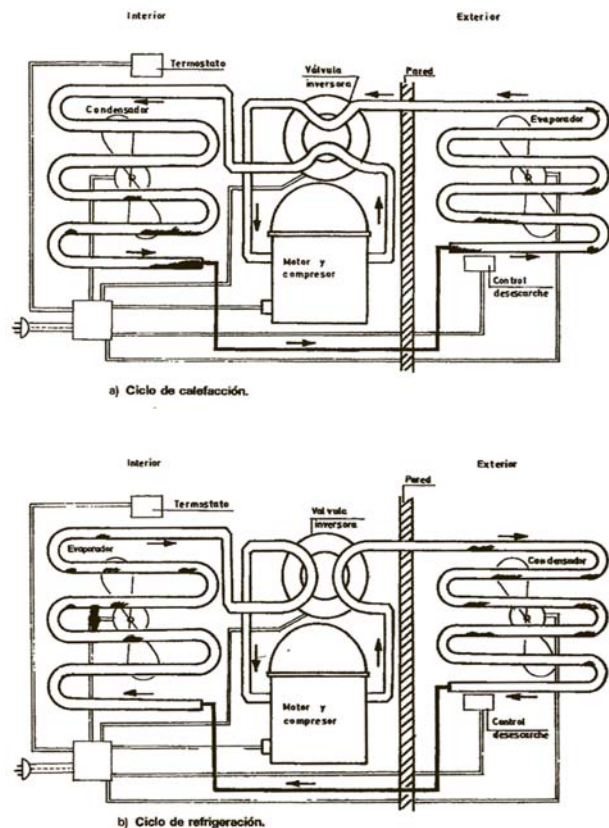
En la figura se representa un esquema de un aparato de ventana del tipo bomba de calor.

Fig.: Esquema de bomba de calor aire-aire

Se trata de una bomba de calor aire-aire del tipo reversible.

Durante el ciclo de refrigeración la máquina funciona de la misma manera que se ha descrito antes. En ciclo de calor, la válvula de inversión invierte el recorrido del fluido refrigerante de tal manera que la batería emplazada en el flujo de aire exterior se convierte en evaporador y la que está en contacto con el aire del ambiente interior en condensador.

Debido a que la batería exterior está más fría que el aire exterior, cuando éste está por debajo de 7° u 8° $^{\circ}\text{C}$ se forma hielo sobre la batería. Se dispone, en consecuencia, de un dispositivo de desescarche que invierte durante algún tiempo el ciclo, o bien para el compresor y pone en funcionamiento unas resistencias eléctricas.



A veces las bombas de calor aire-aire están dotadas de resistencias eléctricas suplementarias que entran en funcionamiento solamente cuando, con temperaturas exteriores muy bajas, la bomba de calor, cuya eficiencia ha disminuido considerablemente, no puede satisfacer por sí sola la demanda del local.

La figura indica un esquema de una unidad partida cuya unidad interior se denomina consola.

En casi todos los modelos de consola la unidad exterior está compuesta por el compresor, el condensador y el ventilador de condensación. En la unidad interior solamente están la batería evaporadora y el ventilador de climatización, además del cuadro de control. Ambas unidades están interconectadas por líneas frigoríficas de aspiración y líquido y por la acometida de alimentación eléctrica que va de la unidad exterior a la interior generalmente.



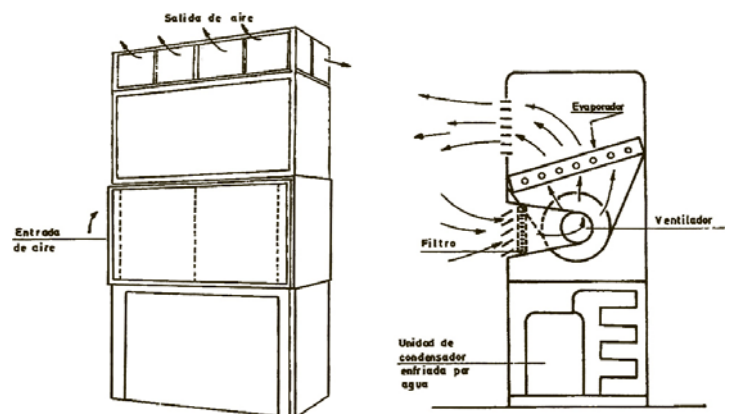
Fig.: Unidad partida tipo consola.

La ventaja de un sistema partido frente a uno compacto es el menor nivel sonoro que se obtiene con el primero, además existen equipos unitarios compactos denominados también de consola, por que se suelen instalar apoyados en el suelo o colgados de la pared, que están enfriados por agua. Igualmente, se fabrican en la actualidad consolas de condensación por agua, bomba de calor (agua-aire).

La figura muestra el esquema y el aspecto exterior de un equipo autónomo de tipo individual constituido esencialmente por un grupo moto condensador, enfriado por agua, como en la figura, por aire, alojado en la parte baja de la unidad, una batería de expansión directa, un filtro y un ventilador.

Si el moto condensador está emplazado en el exterior, la unidad es de tipo partido y suele estar enfriada por aire.

Las unidades partidas tienen ventaja de que la parte del equipo que produce ruido está alejada de la zona acondicionada.



Por último, en la figura se representa el esquema de una unidad compacta de terraza cuyos elementos constitutivos son idénticos a los de la máquina descrita con anterioridad, con la única diferencia de que esta unidad tiene un desarrollo horizontal.

La unidad de terraza está usualmente alejada de los locales climatizados y, en consecuencia, necesita de conductos de impulsión y retorno.

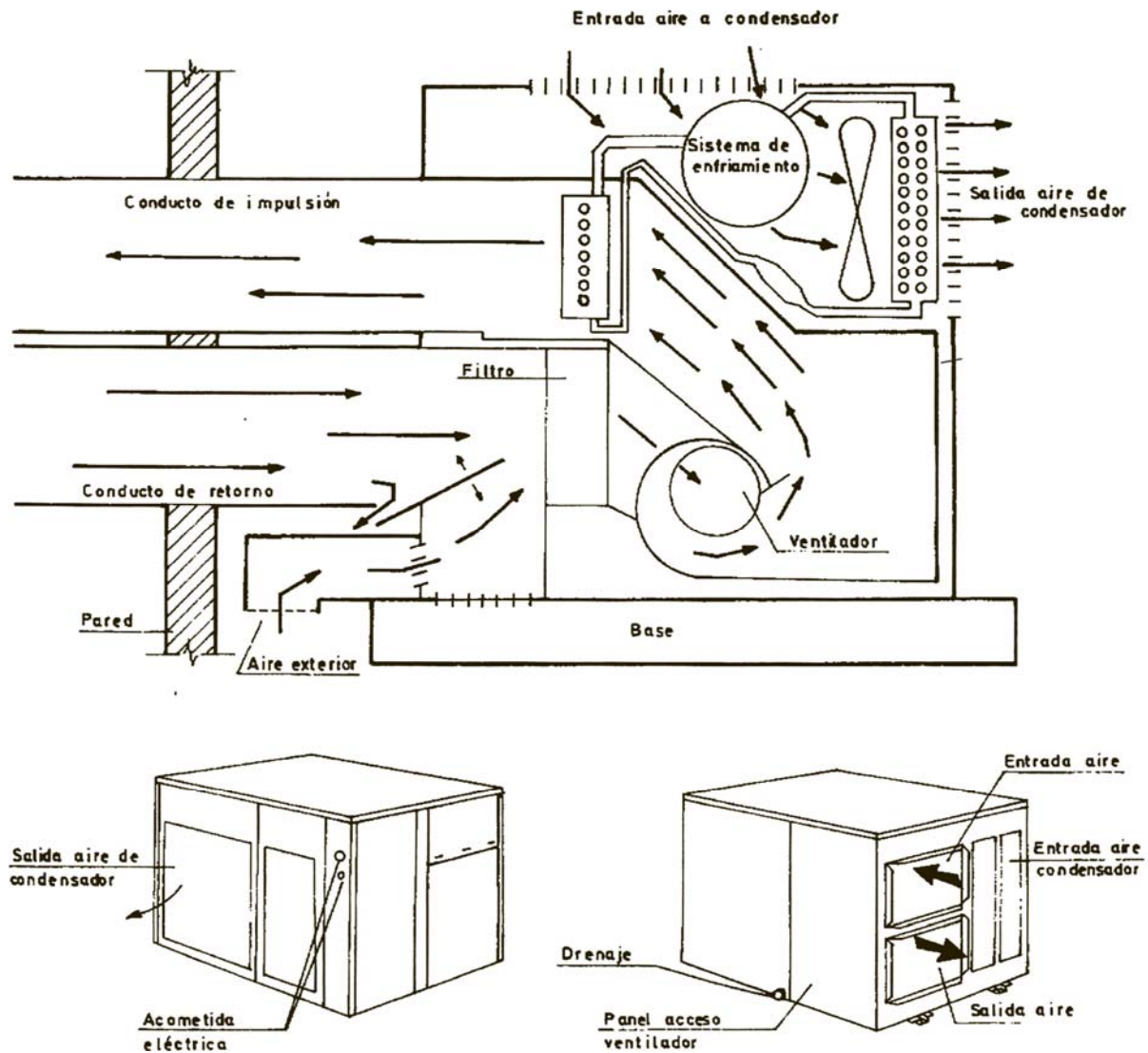


Fig.: Unidad de cubierta (roof-top)

Ambas unidades pueden tener una sección de calefacción, bien por inversión del ciclo frigorífico, bien por medio de una batería de calefacción eléctrica o por agua caliente o incluso vapor.

La envolvente de la unidad de terraza está protegida contra los efectos de los agentes atmosféricos (sol, lluvia y contaminantes), mediante pintura especial.

1.2.2. Sistemas colectivos

Vamos a describir a continuación los distintos sistemas de aire acondicionado, dejando para más adelante el estudio de las centrales. Para cada sistema existen muchas variantes y en este texto nos limitaremos a estudiar los esquemas básicos, poniendo de relieve las ventajas e inconvenientes de cada uno, a la luz de las exigencias marcadas por el RITE.

Antes de entrar en la descripción de los sistemas, se recuerda que una instalación de aire acondicionado debe controlar las siguientes magnitudes de los locales; a lo largo de todo el año:

- **La temperatura seca del ambiente acondicionado.**
- **La humedad relativa del ambiente acondicionado.**
- **La velocidad del aire en el ambiente acondicionado.**
- **La pureza del aire en el ambiente acondicionado.**
- **El nivel sonoro en el ambiente acondicionado.**

Cuando la instalación controla esas magnitudes en una época limitada del año o controla solamente algunas de ellas, no podrá denominarse de aire acondicionado, sino que se hablará más propiamente, según el caso, de sistema de calefacción, refrigeración, ventilación, termo ventilación, etc.

En segundo lugar, hay que hacer distinción entre sistemas que utilicen el agua como fluido caloportador único o principal y sistemas que utilicen aire exclusivamente.

Para estos últimos, denominados sistemas todo aire, se ha visto en el párrafo 7.4 como se estimaba el caudal del fluido caloportador: el aire.

Veamos ahora como se calcula el caudal de agua de un sistema de climatización de tipo "todo agua" o "mixto".

Indicamos con V el caudal volumétrico, en m^3/h , de agua que debe pasar a través de la batería de la unidad terminal (por ejemplo, UTA, ventilo-convector o inductor) y con $\Delta t = t_e - t_s$ la diferencia de temperatura del agua entre entrada y salida de la batería; la potencia térmica P en $Kcal/h$ cedida por el agua al aire que pasa a través de la batería de la unidad terminal será:

$$P = V \cdot \Delta t \cdot 1.000$$

y deberá ser igual a la suma de las potencias máximas Q_s sensible y Q_L latente, demandadas por el local más la potencia Q_V del aire de ventilación o primario:

$$P = Q_s + Q_L + Q_V$$

Sí el aire se introduce en el local sin tratamiento alguno, caben dos posibilidades:

El aire exterior es aspirado en la misma unidad terminal (por ejemplo, ventilo-convector con toma de aire exterior); en este caso, la selección de la unidad terminal se hace de acuerdo a lo que se indica en la figura 7.6 mezclando los caudales de aire de retorno (punto A) ambiente, y exterior (punto B), para obtener el punto de mezcla C, una vez elegido el caudal de aire de la unidad terminal.

Con estas condiciones de entrada a la batería de la unidad terminal, se averigua si esta tiene la potencia suficiente, calculándola por la expresión anterior, y se eligen las temperaturas del agua y el caudal que cumplan con la condición:

$$P = V \cdot \Delta t \cdot 1.000$$

La potencia suministrada por la unidad terminal será igual al producto del caudal másico de aire M (Kg/h) por el salto de entalpía ΔJ entre los puntos C, de mezcla y entrada a la batería, y T, de tratamiento: $P = M \Delta J$.

- El aire exterior se introduce directamente en el local; en este caso las condiciones del aire a la entrada de la unidad terminal serán las marcadas por el punto A en [la figura 7.6](#) y toda la potencia P deberá aportarse a partir de este punto.

El punto de tratamiento se desplazará a T' de tal manera que se cumpla la ecuación: $P = M \Delta J$.

Sin embargo, si el aire se introduce pretratado dentro del local, como se suele hacer en la mayoría de las instalaciones, no solamente se elimina el término Q_v , sino que se elimina también una parte del término de carga latente Q_i , porque el aire viene deshumidificado convenientemente, y una parte del término de carga sensible Q_s , porque el aire es introducido a una temperatura inferior a la del ambiente. De esta manera, la potencia en la batería de la unidad terminal se reduce a:

$$P = (Q_s - Q'_s) + (Q - Q'_i)$$

en la que Q'_s y Q'_i son, respectivamente, la carga sensible y la carga latente eliminada por el caudal de aire exterior introducido en el local, que se calcula como producto del calor específico del aire, por la densidad, por el caudal volumétrico del aire (m^3/h) por el salto de temperatura entre el aire del ambiente y el aire introducido.

$$Q'_s = 1,2 \cdot 0,24 \cdot V \cdot \Delta t$$

Y como producto del caudal volumétrico de aire exterior por la densidad, por el calor latente de vaporización del agua y por la diferencia de humedades absolutas entre el aire ambiente y el aire introducido:

$$Q'_i = 0,58V \cdot 1,2 \cdot \Delta X$$

a) Sistemas de Ventilo-convectores (Fan-coils)

La gran ventaja de los sistemas de climatización con ventilo-convectores está en su gran flexibilidad de funcionamiento, porque es posible parar las unidades de acuerdo a las necesidades. Como se ha comentado antes, el sistema de ventilo-convectores es perfecto para la explotación hostelera.

Sin embargo, este sistema tiene una serie de inconvenientes bastante importantes que limitan su uso, prescindiendo de consideraciones de carácter económico. Los inconvenientes pueden resumirse en pocas palabras:

Distribución de aire mala, que muchas veces da lugar a problemas de corrientes molestas.

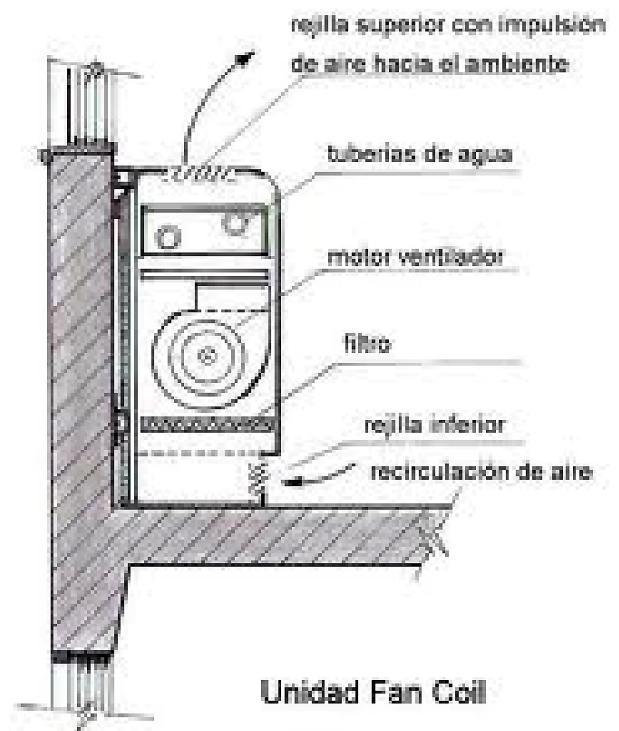
Necesidad de crear una red de distribución de aire de renovación, a menos que se tome el aire exterior directamente por cada ventilo-convector, lo que da lugar a problemas de regulación de la cantidad de aire exterior, ensuciamiento de la toma del filtro, variación del caudal debida a la acción del viento y tiro térmico, entrada de agua de lluvia, etc.

Imposibilidad de controlar el grado de humedad relativa con el aparato terminal. Con aire exterior pre-tratado, se puede controlar la humedad relativa máxima en verano y la mínima en invierno.

- Mantenimiento importante, debido al gran número de ventiladores y motores eléctricos en la instalación.
- Nivel sonoro bastante elevado.
- Control de temperatura incierto, debido al gran diferencial de los termostatos, sobre todo si éstos son del tipo todo-nada que actúan sobre el ventilador. (Control sobre aire).
- Espacio ocupado en planta, y consideraciones estéticas.

El sistema de control suele hacerse por medio de un termostato todo-nada intercalado en la acometida eléctrica al motor del ventilo-convector.

Si se desea que el mismo dispositivo controle el funcionamiento del equipo en invierno y en verano, como suele ser habitual, el termostato debe tener incorporado un dispositivo de inversión de actuación, frío/calor.



A veces se desea efectuar la conmutación de forma centralizada y simultánea para un número grande de ventilo-convectores. En este caso el termostato es de doble entrada y a él llegan dos fases, indicadas en la figura como invierno y verano. Cuando la temperatura sube se cierra el contacto V; si se está en régimen de calor, la "fase verano" está desconectada y el ventilador se para, mientras que si se está en régimen de frío la "fase verano" está en tensión y el ventilador se pone en marcha. Cuando la temperatura baja se cierra el contacto 1, y entonces, si está energizada la "fase invierno" se pone en marcha el ventilador posibilitando la aportación de calor al local, y si está energizada la "fase verano" el ventilador se para.

Es evidente que cuando está en tensión la "fase de verano" se hará circular agua fría por la batería del ventilo-convensor, mientras circulará agua caliente cuando se dé tensión a la fase de invierno.

La conmutación centralizada se efectúa en un conmutador de tres posiciones como el representado esquemáticamente en la figura.

Los motores de los ventilo-convectores son del tipo monofásico, de espira de sombra, o de condensador, y tienen una protección térmica; su potencia es muy pequeña, pues el factor de potencia es muy bajo. Según el tamaño del aparato, la corriente absorbida varía de 2 a 4 A, a menos que se instale un condensador que reduzca la corriente de 0,6 a 1,2 A. Esta reducción de corriente de aproximadamente 1/3 tiene grandes efectos sobre el dimensionado de la red de alimentación a los ventilo-convectores.

Es conveniente, además, que esta red esté alimentada por un circuito independiente del de alumbrado.

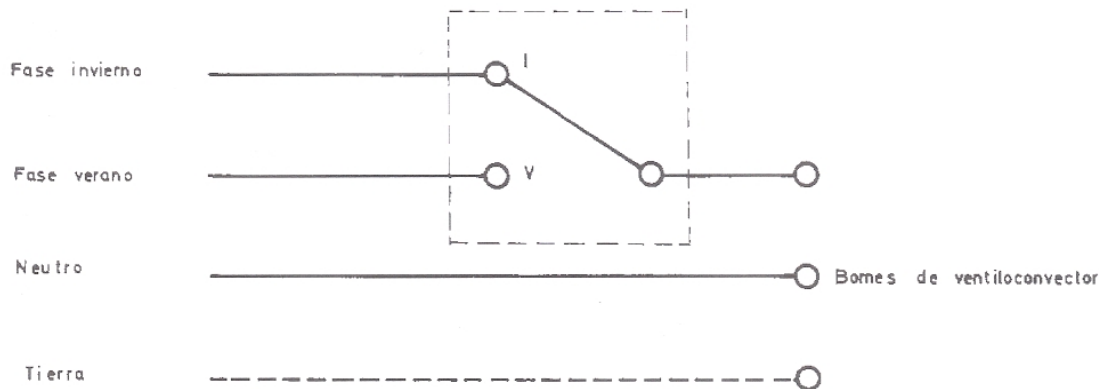
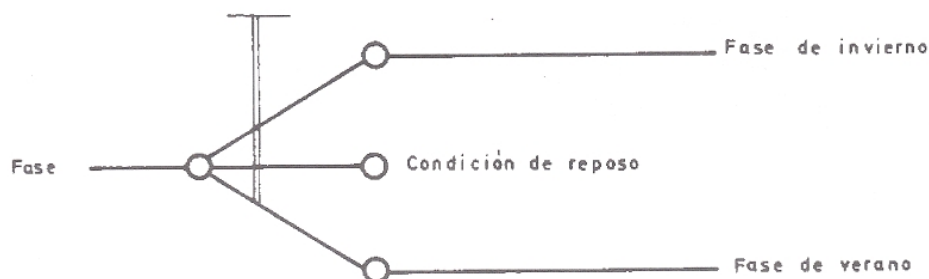


Fig.: Termostato con conmutación centralizada



Otro sistema de control está constituido por la posibilidad de actuar manualmente sobre la velocidad del ventilador. Normalmente los ventilo-convectores están dotados de un conmutador de cuatro posiciones (parado, baja, media y alta velocidad) y el usuario podrá escoger, en ciertos momentos, la velocidad más baja, de noche, por ejemplo, o la más elevada, de día durante la hora punta.

La selección del tamaño del ventilo-convector suele hacerse, por razones de nivel sonoro, a la media velocidad. Sin embargo, es conveniente considerar que la carga máxima suele durar muy pocas horas al año, particularmente en edificios de tipo residencial, y que es, en consecuencia, conveniente pensar en dimensionar el aparato a la máxima velocidad para cubrir la demanda máxima y averiguar cual porcentaje de carga cubre la velocidad medía.

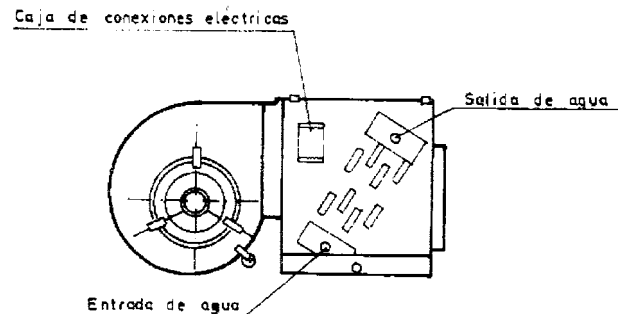
Finalmente, se emplea con frecuencia, particularmente en edificios destinados a oficinas, un control sobre agua, con una válvula de dos o tres vías y un termostato situado en el ambiente o con el bulbo en el aire a la entrada a la batería.

En primer lugar, hay que observar que, de adoptarse válvulas de dos vías, hay que tomar medidas en la central de producción de agua refrigerada o caliente para asegurar, bajo cualquier circunstancia, una circulación constante de agua en el evaporador y/o caldera.

En segundo lugar, el termostato en ambiente causa, en ésta como en otros tipos de instalaciones, problemas de emplazamiento y de manejo. Es conveniente emplear termostatos de bulbo, situando el elemento sensible a la entrada del aire a la batería, pero protegiéndolo de la radiación fría o caliente para que no se vea alterada la medida de temperatura.

En la figura 7.24 se muestra la sección de un aparato denominado "fan-coil" de apartamento, que, como indica su nombre, se usa para acondicionar apartamentos o viviendas con sistemas de producción de calor y frío centralizados.

Fig. 7.24.: Fan-coil de apartamento (instalación horizontal)



b) Sistemas de inductores

Conceptualmente, salvo las diferentes propias existentes entre ventilo-convectores e inductores, los sistemas que utilizan inductores son muy similares a los que utilizan "fan-coils".

El inductor recibe una determinada cantidad de aire primario de una red de distribución de alta presión. Este aire, al salir por las toberas del inductor "induce" al aire del ambiente a pasar por la (s) batería(s) y el filtro, recibiendo así un tratamiento térmico.

La mezcla de aire primario, que es casi exclusivamente aire de renovación, y aire inducido o secundario, sale al ambiente por unas rejillas orientales de aluminio o material plástico.

La proporción de aire ambiente sobre aire primario varía, según la selección que se haga del inductor, de 4 a 8, y se denomina relación de inducción. El aire primario sale de las boquillas a alta velocidad creando una depresión detrás de las baterías que provoca precisamente el efecto inductivo.

El aire primario está siempre pretratado en una unidad climatizadora centralizada que utiliza el aire exterior mínimo de renovación (muchas veces la selección de los inductores se hace de tal manera que el aire primario sea todo aire exterior). El pretratamiento del aire primario asegurará, además, el grado higrométrico del ambiente (humedad relativa) aparte de hacerse cargo de parte de la demanda de calor sensible del local. El resto de la demanda de calor sensible es contrarrestada por el tratamiento térmico que el aire inducido recibe en la(s) batería(s) del inductor.

El control de temperatura del local suele hacerse por medio de un termostato de ambiente o de bulbo, emplazado sobre la entrada del aire de retorno al inductor, casi siempre de tipo neumático.

El órgano controlado suele ser una válvula de dos o tres vías sobre la batería, o si son dos baterías, fría y caliente, dos válvulas de dos o tres vías mantenidas en secuencia o una válvula de seis vías, que es equivalente a dos válvulas de tres vías, con un solo cuerpo y un solo servomotor.

La figura 7.25 muestra un inductor con una sola batería y la figura 7.26, uno con dos baterías.

Otros tipos de inductores de dos baterías llevan regulación sobre el aire por medio de una doble compuerta que modula el caudal de aire sobre las baterías fría y caliente, con una zona neutra que impide el funcionamiento de las dos baterías a la vez (fig. 7.27).

Estas instalaciones, sin lugar a duda de gran categoría debido a sus excelentes prestaciones, han caído en desuso debido a su elevado coste y también al espacio que ocupan las unidades terminales.

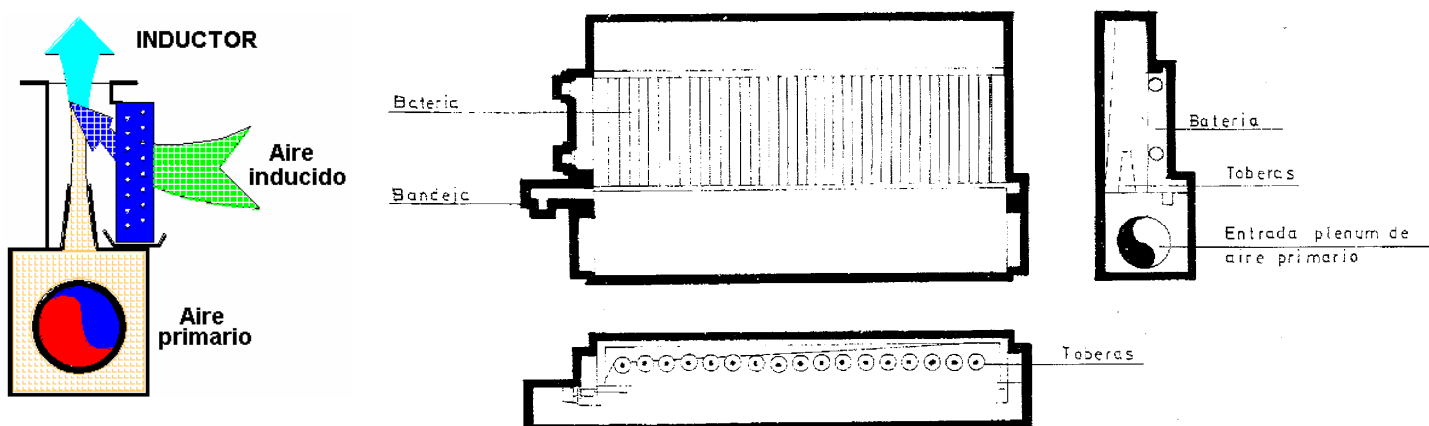


Fig. 7.25.: Inductor de batería simple

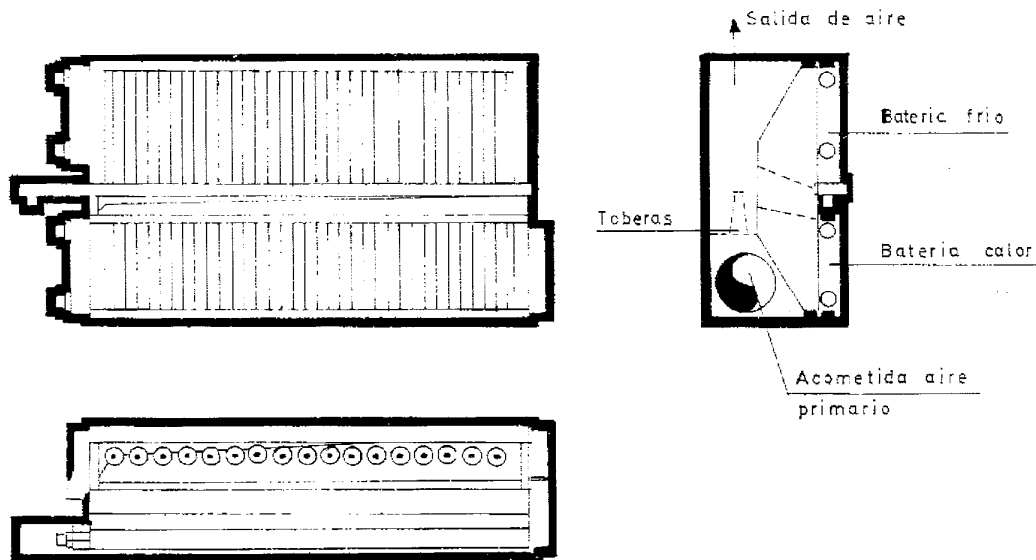


Fig. 7.26.: Inductor de batería doble

Los inductores se instalan debajo de las ventanas, raramente en el techo, debido a la penalización que, sobre sus prestaciones, provoca la pérdida de presión en el pequeño tramo de conducto que es necesario instalar.

El inductor no tiene órganos en movimiento y el mantenimiento se reduce a la limpieza del filtro y de las boquillas, que no es poco, aparte de lo que supone el control automático.

c) Distribución de agua a ventilo-convectores e inductores.

La distribución de agua para un sistema de climatización del tipo agua, es decir, con ventilo-convectores o inductores, puede realizarse con dos, tres o cuatro tubos.

Con una distribución de dos tubos (fig.7.28 a) se puede enviar a la unidad alternativamente agua refrigerada o caliente, en verano e invierno respectivamente. Si los circuitos de alimentación de las unidades terminales se han subdividido por zonas de igual carga, es posible que con este sistema se logre el mantenimiento de las condiciones interiores de proyecto, particularmente en las medias estacionales, enviando agua refrigerada o caliente a cada una de las zonas según necesidades, siempre que los circuitos de la central de producción de frío y calor estén preparados para ello, como se verá más adelante.

Sin embargo, la obtención de una perfecta zonificación con un sistema de dos tubos es casi imposible, debido a la gran variación de las cargas de cada local.

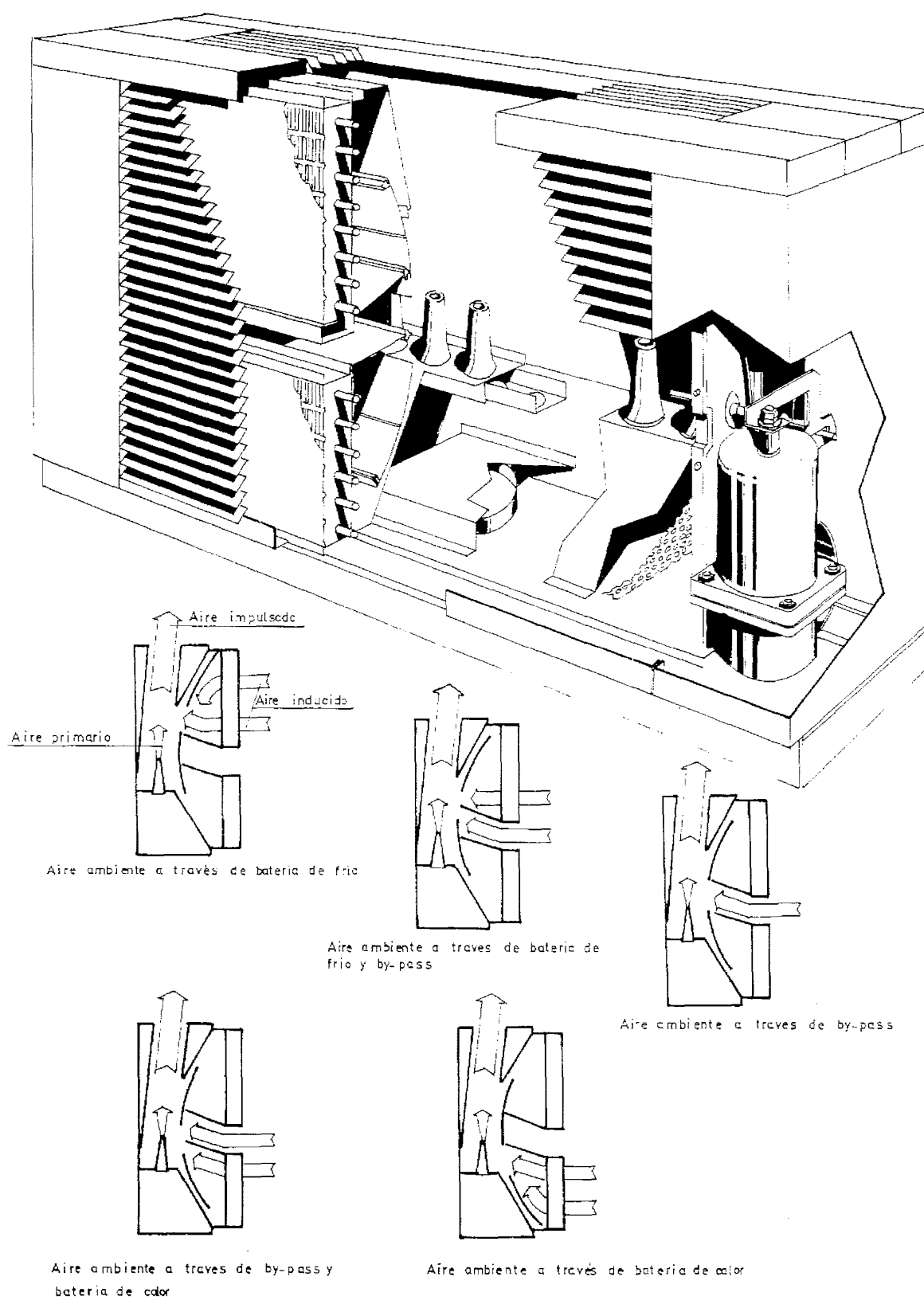
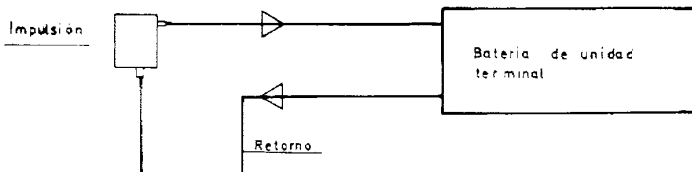


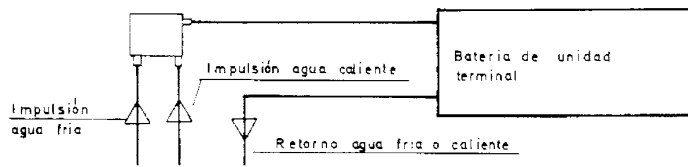
Fig. 7.27.: Inductor con regulador sobre el aire

De todas formas, con el sistema de dos tubos, si está bien estudiado, se obtienen buenos resultados si las pretensiones no son demasiado elevadas.

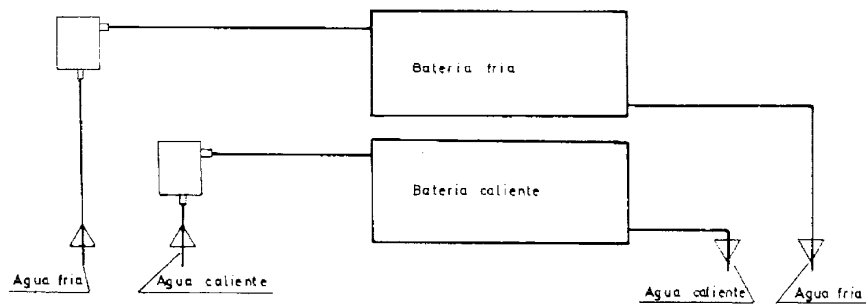
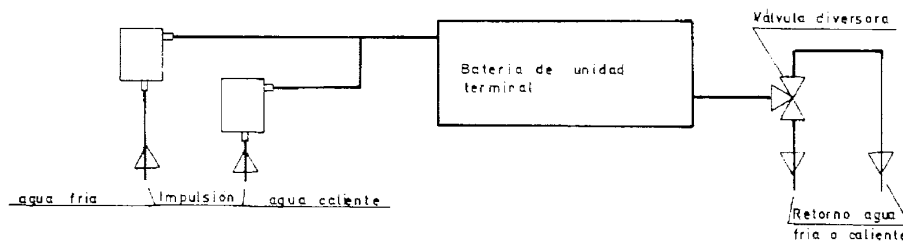
Con el sistema de cuatro tubos (fig.7.28 c), con unidades terminales de una o dos baterías, se envía agua refrigerada y caliente a cada unidad terminal a lo largo de todo el año. El termostato del sistema de control de cada unidad actúa en secuencia sobre las válvulas de regulación del caudal de agua refrigerada y caliente.



a) Instalación de dos tubos



b) Instalación de tres tubos



c) Instalaciones de cuatro tubos.

Si, por ejemplo, la situación es de máxima demanda de calor estará abierta completamente la válvula sobre el circuito de agua caliente. Al disminuir la demanda de calor, esta válvula va cerrando gradualmente hasta su cierre total, mientras que la otra válvula permanece cerrada.

En condiciones de equilibrio, o carga nula, las dos válvulas están cerradas. Si la demanda en este momento cambia de signo, es decir, se transforma en demanda de frío, empieza a abrir la válvula que gobierna el caudal de agua refrigerada hasta tanto esté completamente abierta cuando la demanda de frío es máxima.

Naturalmente, el concepto de funcionamiento es idéntico cuando la demanda de frío disminuye y luego aumenta la de calor.

Igualmente, nada cambia en el razonamiento anterior si las válvulas son de dos o tres vías, o si las dos válvulas de tres vías se sustituyen por una de seis vías.

El sistema descrito es perfecto; desde el punto de vista de la zonificación; cada unidad terminal podrá suministrar frío o calor al local servido según necesidades, independientes del signo de la demanda de los otros locales. Únicamente se deberá cuidar que nunca tenga lugar una superposición de actuación de la válvula sobre el circuito frío y caliente, porque, evidentemente, daría lugar a despilfarro de energía; incluso para ello se da una zona muerta entre la actuación de una válvula y otra.

Se ha dejado, por último, la descripción del sistema de tres tubos (fig. 7.28 b) por ser un sistema absolutamente desaconsejable. El sistema consta de tres tubos, dos de ellos para la impulsión de agua a la batería de la unidad, el tercero para el retorno, común para los circuitos.

Se pretende que cuando en una misma zona se den unidades terminales que piden calor y otras que piden frío, el agua de retorno sea una mezcla entre las dos aguas, y su temperatura alcance un valor intermedio entre la temperatura de retorno del agua refrigerada, por ejemplo, 12°C, y la temperatura de retorno del agua caliente, por ejemplo 36°C.

El despilfarro de energía que se provoca es evidente, porque, por ejemplo, si el retorno está a 24°C, la máquina frigorífica tendrá que enfriar el agua desde 24° a 7°, en vez de 12° a 7°, y la caldera, calentar el agua de 24° a 44° en vez de 36° a 44° (ver ITE 02.4.9).

Resumiendo, podrá utilizarse una instalación de dos tubos para edificios con zonas bien definidas o para las cuales no se precise un control riguroso de la temperatura (hoteles, por ejemplo), o un sistema de cuatro tubos de dos baterías (en lugar de una sola batería para evitar mezclas de agua de circuitos distintos) para edificios destinados a oficinas, por ejemplo.

d) Unidades de tratamiento de aire

Se denominan así a los aparatos que mueven el aire y lo tratan para conseguir adecuar sus características a las necesidades específicas de una instalación. Si bien Isover no fabrica Unidades de Tratamiento de Aire, es interesante conocer el mecanismo de funcionamiento de estos sistemas de climatización, que cada vez cobran mayor importancia en las instalaciones de aire acondicionado. Este artículo pretender ser una pequeña síntesis de las distintas secciones que componen UTA.

Las unidades de tratamiento de aire (UTA) o climatizadores son equipos en los que el aire está sometido a todos o algunos de los siguientes tratamientos:

- Mezcla de cantidades de aire de distinta procedencia (recirculación y aire exterior).
- Filtración.
- Calentamiento.
- Humectación.
- Enfriamiento y deshumectación (estos dos tratamientos tienen siempre lugar al mismo tiempo en una batería).

Cuando se diseña una Unidad de Tratamiento de Aire, el proyectista ha de tener en cuenta que es un aparato que se debe construir a medida, esencialmente, para que realice al aire el tratamiento que se considere necesario. Por tal razón ha de tener muy claras las posibilidades de cada una de las secciones que han de componer el aparato; y disponerlas según el orden adecuado.

1. Ventiladores

En las UTA, el ventilador más empleado es, sin duda, el centrífugo de doble oído. Aunque se pueden emplear otros tipos de ventiladores (axiales) sobre todo si se puede hacer una conexión con cambios de sección y de forma suficientemente suave y si, por imposición del espacio disponible o del recorrido, es conveniente separar el ventilador y la UTA.

Dentro de los ventiladores centrífugos, se pueden clasificar en orden de rendimiento decreciente, como:

- a) De álabes aerodinámicos: velocidad de giro alta, cuidadosa construcción.
- b) De álabes curvos: velocidad de giro alta.
- c) Radiales: dan mayor presión que los anteriores, más adecuados para manejar aire sucio.
- d) De álabes múltiples curvos: rendimiento inferior a los anteriores; no son aptos para presiones elevadas.

Conexiones al ventilador

Es muy importante contemplar debidamente el diseño del acoplamiento entre el ventilador y el conducto. Un mal diseño puede producir unas caídas de presión estática considerables.

Ruidos y vibraciones

Cobran también mucha importancia las características constructivas de la UTA: un buen recubrimiento interior de la sección de ventilación, con materiales absorbentes acústicos ayudará a reducir la reverberación y, por tanto el nivel sonoro en el interior de la sección.

2. Filtros

Para instalaciones donde el requerimiento de eficiencia es alto, es aconsejable, subdividir la filtración en dos o más secciones en función del tamaño de las partículas a filtrar. Para partículas de pequeño tamaño es conveniente ubicar los filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air-filters). La capacidad del filtro se debe tener en cuenta dado que su saturación puede provocar dificultades graves como paradas en el proceso de filtración. Es prácticamente indispensable hacer que el ventilador sea regulable, para ajustar sus características y mantener el caudal necesario con cualquier caída de presión.

Tipos de filtros:

- a) Lechos absorbentes de sustancias determinadas (ejemplo, neutralizadores de acidez)
- b) Lechos absorbentes de gases contaminantes (ejemplo de carbón activado)
- c) Secciones biocidas (rayos UV, cortinas oxidantes)
- d) Generadores de ozono
- e) Scrubbers (tratamiento del aire por borboteo o a través de un rociador)
- f) Ionizadores
- g) Filtros electrostáticos

3. Sección de mezcla y separación

Se trata siempre de secciones prácticamente vacías, dotadas de compuertas motorizadas normalmente; algunas veces de accionamiento manual que permiten cumplir diversas funciones como:

- Ahorro energético, tomando del exterior mayor proporción de aire (o la totalidad del caudal movido) cuando su entalpía sea más conveniente que la del aire de retorno
- Enfriamiento gratuito
- Asegurar un caudal mínimo de aire exterior para renovación
- Impedir la entrada de aire exterior
- Controlar la presurización de la zona acondicionada

4. Secciones de humectación

Para humectar el ambiente se emplean diversos aparatos que, desde el punto de vista térmico, pueden separarse en dos categorías:

- 4.a. Los humectares ISOENTÁLPICOS. Por diversos procedimientos facilitan que el agua se evapore en la corriente de aire.
- 4.b. Los sistemas de humectación en los que se aporta calor al agua; los más representativos son los humectadores de vapor que, en sus versiones mejores, tienen dispositivos que permiten la adición de vapor seco a la corriente de agua.

5. Batería de frío y de calor

Las baterías de frío consisten normalmente cambiadores de calor de tubos aleteado, por cuyo interior circula el fluido refrigerante mientras que sobre las aletas, circula la corriente de aire que se pretende enfriar.

Las baterías de calefacción son análogas a las empleadas en refrigeración. El fluido calefactor, normalmente, es agua caliente cuya temperatura de impulsión y retorno conviene considerar. Como la diferencia de temperatura aire-agua es, fácilmente, mucho mayor que la que se suele tener en refrigeración, las baterías pueden tener un número menor de filas y menor superficie frontal.

6. Otras secciones

Existen otros elementos como silenciadores de ruido que se transmite al exterior de la UTA y del ruido transmitido a través de la corriente de aire por las secciones del sistema de climatización. Estos silenciadores se construyen a partir de materiales absorbentes, como la lana de vidrio.

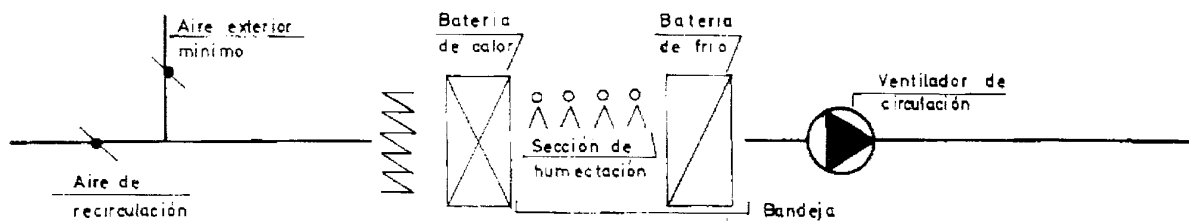
Cada una de las secciones donde tiene lugar un tratamiento toma el nombre del mismo. Así se hablará de sección de mezcla que lleva incorporadas las compuestas de regulación de los caudales de aire; sección de filtros con sus paneles; sección de batería de calentamiento; sección de humectación, que puede ser con boquillas pulverizadoras de agua o con orificios de salida de vapor, sección de enfriamiento y deshumectación, con batería y bandeja de recogida del condensado; secciones de ventilación, con ventiladores de impulsión o retorno.

La figura 7.29 presenta el esquema de una UTA de tipo unizona de baja velocidad. Se puede observar la sección de mezcla de aire de recirculación y aire exterior mínimo, con sus respectivas compuertas, la sección de filtros, la batería de calor seguida por la eventual sección de humectación, la batería de frío y el ventilador de impulsión. Si la UTA carece de la batería de frío se denomina termo ventilador.

La figura 7.30 representa una UTA multizona, en la que, después del ventilador de impulsión, aparecen una serie de baterías de post-calentamiento para cada una de las zonas que se pretende servir.

El funcionamiento es tal que el aire está siempre enfriado, a punto fijo según la demanda de la zona más exigente y que las baterías de post-calentamiento actúan en función de la demanda real de la zona servida. Este criterio está prohibido en el Reglamento, ITE 02.4.9 salvo en los casos específicos que esta misma ITE establece.

A título de ejemplo, supongamos que la demanda de una zona sea, en un momento dado, igual a -80 unidades energéticas (el signo - significa frío y + calor; es decir, se requieren 80 frig/h); la demanda del local puede estar satisfecha de muchas maneras, por ejemplo dando -100 y +20, lo que significa que, en términos de energía convencional, se gastan 120. Esto está evidentemente prohibido, porque representa un despilfarro de energía. No se puede gastar más de la demanda, es decir, 80, según el Reglamento.



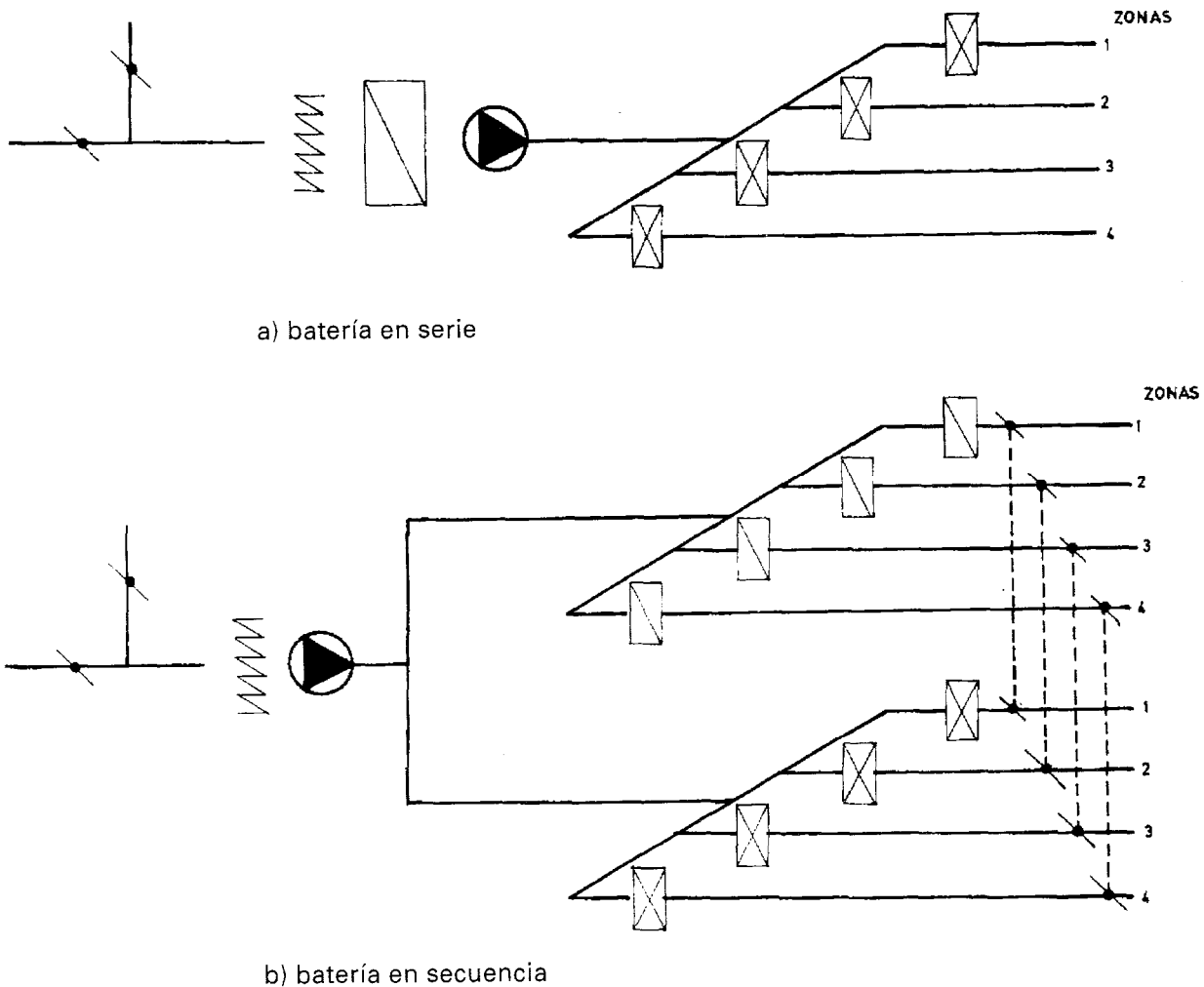


Fig. 7.30.: UTA multizona

Resulta así que el esquema de la (figura 7.30 a) no puede adoptarse, a menos que la fuente (calor o frío) que más energía demande en un momento dado se obtenga gratuitamente por aire exterior.

Igualmente en el esquema de la figura 7.30 b las dos baterías deben funcionar en secuencia, enfriando o calentando, nunca simultáneamente.

e) Refrigeración gratuita (Free-Cooling)

La figura 7.31 representa el esquema de la primera parte de una UTA con un sistema de enfriamiento gratuito con aire exterior. Se representa el ventilador de retorno, una terna de compuertas para el enfriamiento gratuito, una compuerta de toma de aire exterior mínimo y la sección de filtración.

El sistema de compuertas funciona de esta manera: cuando la entalpía del aire exterior es superior a la del aire de retorno y los locales demandan frío, la compuerta de recirculación está abierta y las de expulsión y de aire exterior máximo cerradas.

Cuando la entalpía del aire exterior es inferior de la del aire de retorno y continua la demanda de refrigeración se cierra totalmente la compuerta de recirculación y se abren las otras dos.

A veces la comparación de entalpías se sustituye por la comparación de temperaturas que aunque no tan rigurosa como la primera, puede ser satisfactoria en climas secos.

Es evidente que, por lo menos en situaciones normales, se hace necesaria la instalación de un ventilador de retorno, lo que representa un problema, a veces importante, por dos razones:

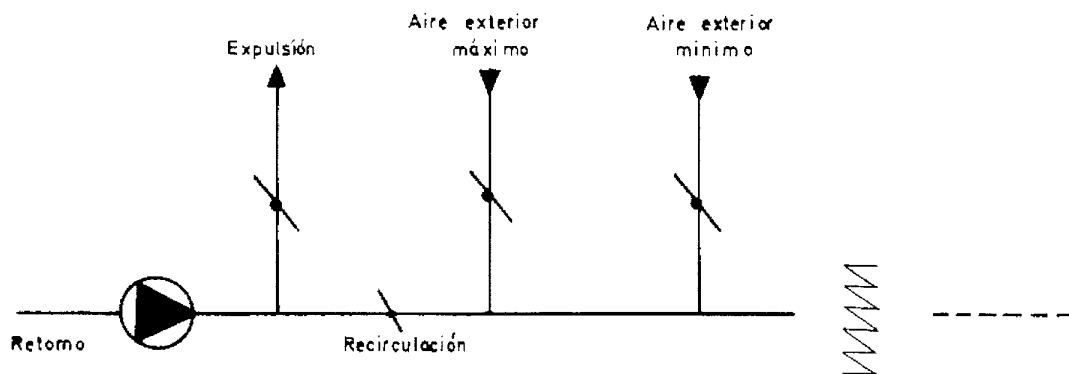


Fig. 7.31.: Sección de enfriamiento gratuito

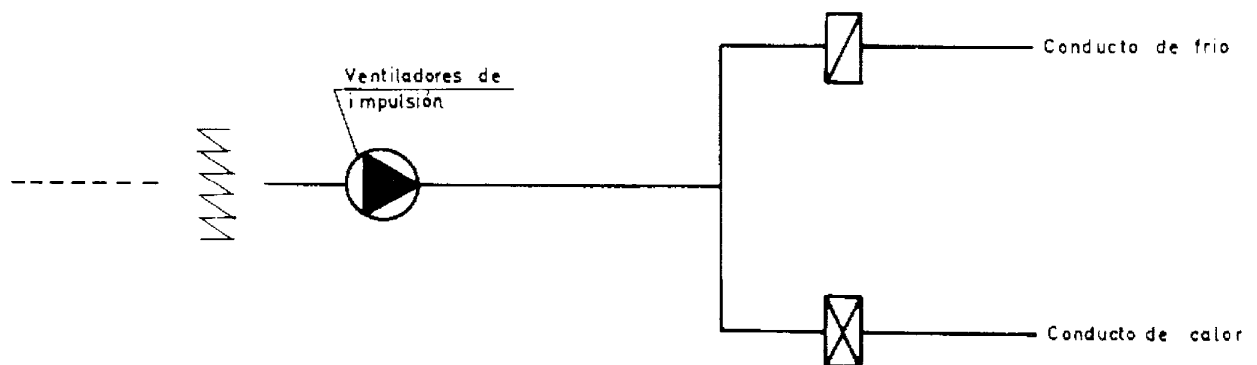


Fig. 7.32.: UTA para el doble conducto

En primer lugar, cuando la compuerta de recirculación está cerrada, el ventilador de retorno se hará cargo de la pérdida de presión de la compuerta de expulsión y el de impulsión de la compuerta de aire exterior mínimo. Cuando se da la otra situación extrema, es decir, compuerta de recirculación abierta y cerradas las otras dos, los dos ventiladores trabajan en serie, sus presiones se suman y la pérdida de presión de la compuerta de recirculación se reparte entre los dos. Se debe proyectar el sistema de tal manera que la pérdida de presión de esta compuerta sea igual a la suma de las pérdidas de presión en las otras dos para que el caudal total se mantenga constante en situaciones extremas como en las situaciones intermedias de aperturas parciales. Las compuertas para que funcionen correctamente deben ser de lamas paralelas.

El segundo problema se da en sistemas de volumen variable. Dos ventiladores que son de curvas características muy distintas no responden de la misma manera a la variación del caudal demandado por el sistema y pueden crearse descompensaciones en el caudal total y, en consecuencia, de aire de recirculación y aire exterior mínimo.

Los esquemas para las UTA's de los sistemas de media y alta velocidad son prácticamente iguales al de la figura 7.29 (volumen variable, volumen constante), con la variante de la figura 7.30. Solamente difiere el sistema de doble conducto, que se presenta como se indica en la figura 7.32, en sus versiones de volumen constante o variable.

Todas las UTA's deben instalarse de tal manera que se tenga facilidad de acceso por lo menos por un lado, con un pasillo de anchura igual a la anchura de la UTA, para las reparaciones de mantenimiento normales y excepcionales.

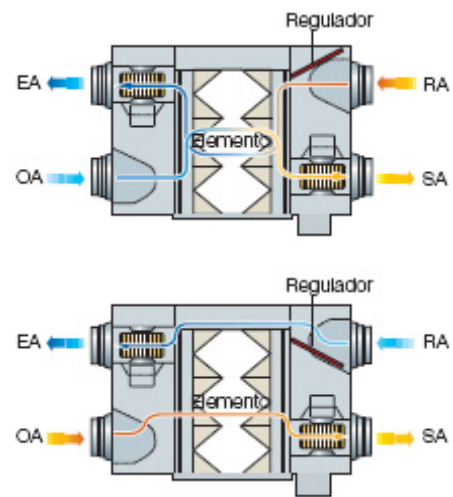
e1) Recuperación entálpica (principio de funcionamiento)

El recuperador entálpico está equipado con dos ventiladores centrífugos con motor de rotor exterior, extremadamente silenciosos, donde 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 recuperador de placas donde el calor del aire interior saliente, se transfiere al aire fresco y limpio procedente del exterior, que se calienta.

El intercambiador de placas de aluminio, de alta eficacia, consigue recuperar más del 50 % del calor, que de otra forma se perdería en el ambiente. (Datos considerados con aire exterior a -5°C , interior a 20°C , con 50% de H.R.)

El recuperador entálpico está equipado con salidas de impulsión en diferentes lados, que pueden intercambiarse entre sí, para mayor facilidad de instalación.



Aplicaciones:

Los recuperadores entálpicos, están contruidos en varios tamaños, adecuados para la recuperación de calor en ambientes públicos como en bares, pubs, salas de reunión, oficinas, restaurantes, así como en locales de pequeña y mediana dimensión.

Al mismo tiempo son un medio excelente de ventilación mecánica controlada en viviendas, donde permiten extraer el aire, recuperando el calor (o frío) del aire saliente.

f) Sistema unizona

Se trata de sistemas de climatización al servicio de un único local o de una serie de locales cuya demanda térmica varía en el tiempo con la misma ley. Están constituidos por una UTA, una red de conductos para la distribución de aire de impulsión y retorno, rejillas y un sistema de control, compuesto generalmente de un termostato de ambiente; o de retorno que actúa en secuencia sobre las válvulas de las baterías de calor y frío y, si existe, sobre el sistema de compuertas de enfriamiento gratuito.

La distribución de aire se efectúa siempre en baja velocidad, es decir, con velocidades medias de 6 a 7 m/s. Si la red de conductos no está diseñada de forma equilibrada puede haber problemas de distribución de caudales a las distintas rejillas de impulsión.

g) Sistemas multizona

En este caso, el sistema está al servicio de locales cuya carga varía de forma distinta en el tiempo, pero cuyo horario de funcionamiento es el mismo.

La distribución de aire tiene lugar a baja velocidad y el recorrido de la red de conductos debe ser lo más corto posible, en este caso como en el anterior. Es necesario, en consecuencia, que la UTA esté emplazada en un lugar próximo a los locales a climatizar, aparte de tener facilidad de acceso al exterior para la necesaria toma de aire.

El número de zonas depende, naturalmente, de la demanda de los locales; los sistemas se diseñan normalmente con dos, tres o cuatro zonas, aunque a veces se ha proyectado hasta con diez zonas. En estos casos, la complicación de los conductos aconseja multiplicar el número de climatizadoras.

h) Sistemas de media y alta velocidad o presión.

Estos sistemas suelen estar al servicio de grandes superficies acondicionadas que, bajo una misma UTA, tienen el mismo horario de funcionamiento.

La característica peculiar de estos sistemas es la posibilidad de subdividir los locales servidos en tantas zonas como sea necesario. Se trata, en definitiva, de sistemas multizona en los que pasa al contrario de los sistemas multizona de baja velocidad, la zonificación se obtiene en el mismo lugar de emplazamiento de los locales por medio de unidades terminales.

La red de distribución de aire se diseña en media o alta velocidad, notándose una tendencia hacia las medias velocidades (entre 15 y 18 m/s) por razones de ahorro de energía.

Los sistemas de media o alta velocidad se subdividen en dos categorías, monoconducto y doble conducto, pudiendo ser de caudal constante y temperatura variable o viceversa. En definitiva, se pueden establecer los siguientes tipos:

- **Monoconducto de volumen constante y temperatura variable.**
- **Monoconducto de volumen variable y temperatura constante.**
- **Doble conducto de volumen constante.**
- **Doble conducto de volumen variable.**

Todos estos sistemas están caracterizados por tener una distribución de aire en media o alta velocidad, ejecutada normalmente con conductos circulares, desde la UTA hasta las unidades terminales, aunque existan algunos tipos de sistemas de volumen variable que distribuyen en baja velocidad.

La conexión desde la unidad terminal al difusor puede ser directa o por medio de conductos de baja velocidad, generalmente flexibles.

La figura 7.33 muestra dos ejemplos de distribución de conductos y unidades terminales en falso techo de paneles desmontables.

Las unidades terminales tienen la función de regular el caudal, en los sistemas de caudal variable, o la temperatura, en los sistemas de doble conducto, en función de la demanda del local y, al mismo tiempo, impedir que las variaciones de caudal en una unidad terminal afecten a las restantes de la instalación.

Algunas unidades terminales de los sistemas mono conducto, pueden estar equipadas con baterías de post-calentamiento, bien para resolver problemas de arranque de la instalación, o bien para ayudar a conseguir las condiciones de ambiente interior en cada lona.

Examinemos las características de cada uno de estos sistemas:

h.1). Monoconducto a caudal constante:

Con este sistema las unidades terminales UT, tienen solamente la función de reducir la velocidad del aire, manteniendo constante el caudal del aire y atenuando acústicamente. Se trata, en esencia, de sistemas unizona en los que, por razones de tamaño de instalación y de conductos, se distribuye en alta velocidad.

Son muy usados para vencer la carga periférica en edificios comerciales, principalmente oficinas; como carga periférica o externa se entiende la transmitida a través de la envolvente del edificio, por conducción y radiación. Es evidente que este sistema debe ser complementado por un sistema interior, usualmente del tipo mono conducto a caudal variable.

Otra aplicación, muy usada en el pasado, ha sido con UT equipadas de baterías de post-calentamiento. El aire, que podríamos definir primario, como para un sistema de inducción, se envía a una temperatura, constante a lo largo de todo el año, de 12° a 14° y el caudal de cada UT es suficiente para vencer la carga de la zona servida. Al disminuir la carga, el termostato de ambiente actúa sobre una válvula que está en el circuito de alimentación de agua de la batería de post-calentamiento, situada en el lado de baja presión de la UT.

Se comprende que desde el punto de vista del control de temperatura del ambiente de cada zona, el sistema es perfecto. El inconveniente está en el consumo extra de energía que supone, porque primero se enfría el aire, por medios mecánicos o gratuitamente, y luego se post-calienta. Ya sabemos que esta práctica está condicionada en el RITE (ITE 02.4.9) que prescribe que el consumo de energía térmica no pueda en ningún momento ser superior a la demanda, sólo estaría permitido este sistema si no se consumiera energía para la preparación del aire primario a 12°-14°C, por ejemplo, si a este efecto se utilizara únicamente aire exterior.

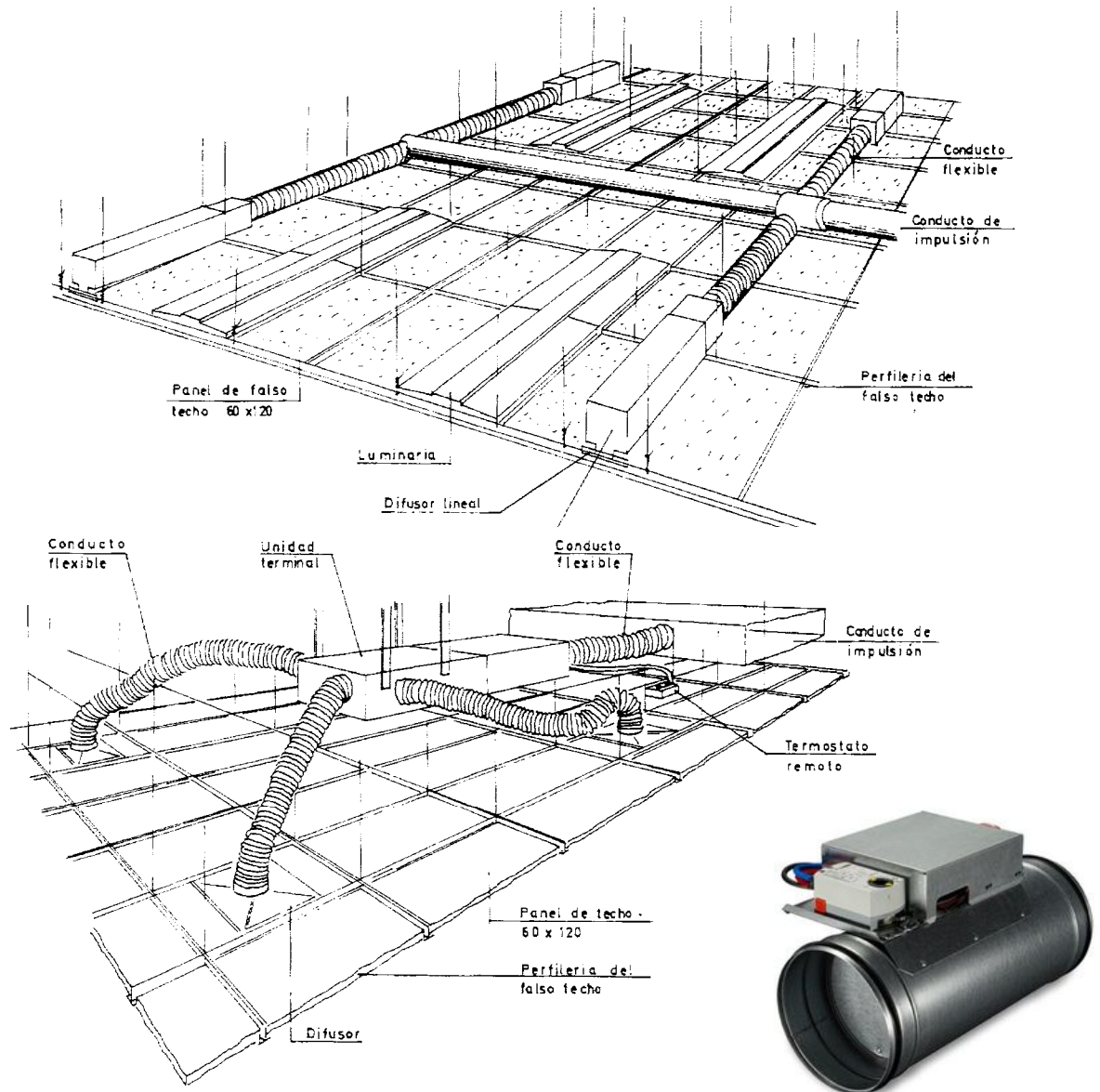


Fig. 7.33.: Distribución de conductos y unidades terminales en falso techo

h.2).- Monoconducto a caudal variable:

Este sistema se está aplicando de forma extensiva en grandes y pequeñas instalaciones, debido a los importantes ahorros de energía que con él se consiguen.

Se trata de enviar aire a la temperatura que satisfaga las exigencias de máximas cargas de verano de cada zona servida por una UT, entre 12° y 14°C usualmente, variando de temperatura en función de la del ambiente interior o en algunos casos exterior.

Al disminuir esta carga positiva, la UT modula el caudal en disminución, adaptándose a cada situación de demanda parcial.

La modulación del caudal suele llegar hasta un límite inferior, entre el 8 y el 10 por 100 del caudal máximo.

Es evidente que este sistema es apto para zonas de un edificio que tengan una carga siempre positiva. Para zonas periféricas este sistema puede acoplarse a un sistema monoconducto a caudal constante, como se ha dicho antes, o bien utilizarse en solitario si se está seguro que, en cualquier circunstancia, la carga total de cada zona es siempre positiva o nula (cargas interiores - carga máxima de transmisión en invierno = 0).

El ahorro de energía que se consigue con estas Instalaciones se debe a que en cada instante se envía el caudal de aire estrictamente necesario para contrarrestar la carga, y a la disminución de la potencia absorbida por los ventiladores, la cual es constante en los sistemas de caudal constante.

La aplicación de volumen variable está estrictamente ligada a unos difusores de diseño especial, que aseguran una difusión correcta incluso a caudal reducido. Estos difusores son de alto poder inductivo, es decir, inducen una gran proporción de aire ambiente, que se mezcla con el aire "primario"; en ciertos tipos de difusores la relación de inducción es tan elevada que, aun a caudal reducido, la temperatura del aire a pocos centímetros del difusor iguala ya la temperatura del ambiente.

h.3).- Doble conducto a caudal constante:

El sistema de doble conducto de volumen constante y temperatura variable ha sido utilizado mucho en el pasado. Se trata de un sistema con una doble red de distribución, una que conduce aire frío y otra caliente, simultáneamente. Las temperaturas suelen estar entre 12° y 14°C para el aire frío y variable para el aire caliente, desde un máximo de 40°C hasta un mínimo de 25°C, en función de las condiciones exteriores. La temperatura que en realidad es variable es la de mezcla del aire a la salida de la unidad terminal, cuyas funciones son: reducción de la velocidad, mantenimiento del caudal total, variación de los caudales parciales frío y caliente en función de la señal procedente del termostato de ambiente y atenuación acústica.

Con este sistema el equilibrio térmico del local se alcanza mezclando dos flujos de aire uno frío y otro caliente, con el consiguiente despilfarro de energía que se ha comentado en múltiples ocasiones.

Para que este sistema pueda adoptarse sin incurrir en falta contra el Reglamento, es preciso emplear soluciones tales como sistemas de bomba de calor que transfieran la energía térmica de un fluido a otro, o utilizar para la mezcla aire exterior no tratado.

El diseño de la red de conductos presenta grandes dificultades para tener en cuenta los períodos de arranque y por la necesidad de equilibrar las pérdidas de presión en las redes fría y caliente, aparte los inevitables cruces de conductos en el falso techo.

h.4).- Doble conducto a caudal variable:

Se trata de un sistema de doble conducto, frío y caliente, pero de caudal variable. Ahora el dispositivo de control de la temperatura no actúa, como antes, sobre las dos compuertas de la unidad terminal de forma simultánea, abriendo una o cerrando otra, sino en secuencia.

Supongamos que una UT está en una situación de máxima demanda de frío, la compuerta de aire frío estará abierta completamente, hasta el tope de reglaje del caudal máximo y la de aire caliente completamente cerrada. Al disminuir la demanda de frío el termostato mandará cerrar la compuerta de frío de forma proporcional, mientras que la otra compuerta permanecerá cerrada.

Al seguir disminuyendo la demanda de frío se llega a la situación de equilibrio, en la que las dos compuertas están cerradas. Si ahora el local empieza a necesitar calor, se abrirá proporcionalmente la compuerta de aire caliente hasta tanto se alcance al máximo, mientras que la compuerta sobre el aire frío permanecerá cerrada.

En realidad, existe en la práctica un solape de apertura mínima de las dos compuertas para garantizar, en cualquier circunstancia, el caudal de aire mínimo de ventilación.

Este sistema proporciona una evidente mejora energética con respecto al de volumen constante, aunque el cálculo de la red de conductos es aún más complejo que el anterior.

1.3. Elementos constituyentes y características técnicas.

Para satisfacer la amplia demanda de acondicionadores de aire que resuelvan los múltiples problemas planteados en viviendas y pequeños locales comerciales, el mercado ofrece una extensa gama de posibilidades de aparatos denominados autónomos, entendiendo por tal expresión una unidad de tratamiento de aire con producción propia de frío o eventualmente de frío y calor, mediante su simple conexión a la red de energía eléctrica, sin requerir otras instalaciones adicionales o complementarias para su correcto funcionamiento.

Los equipos unitarios estarán compuestos, al menos, de los siguientes elementos: condensador, evaporador, circuito frigorífico, compresor o circuito de absorción, controles automáticos, filtros y ventiladores.

Podrán incorporar, igualmente, elementos de caldeo, equipos de humidificación, odorización, etc.

Se conoce por sistema autónomo el constituido por una o varias unidades del modelo preestablecido.

Los equipos no unitarios además estarán compuestos además por diferentes elementos que compondrán el sistema de climatización elegido y estarán compuestos por elementos como:

Ventilo convectores o «fan-coils»

Las unidades denominadas fan-coil son acondicionadores que tienen aplicación en edificios con un elevado número de dependencias, y donde se necesite un control individual de la temperatura. La característica común de todos estos espacios es que se trata de locales o de habitaciones integrados dentro de un conjunto unificado, pero independiente entre sí.



El fan-coil es, pues, un tipo de acondicionador para todo el año, no autónomo, que forma parte de una instalación centralizada. Básicamente está compuesto por una batería de aletas (intercambiador de calor), una sección de moto ventiladores (turbinas centrífugas) y una sección de filtros, todo ello agrupado en una estructura de chapa de acero (fig. 6.9).

Fig. 6.9. ventilo convector o «fan-coil» vertical.

Los ventiladores recirculan el aire del interior del local, filtrándolo primero y pasando posteriormente por el intercambiador de calor por cuyos tubos circula agua fría (verano) o caliente (invierno). El agua (fría o caliente) transita por tuberías, desde la central frigorífica o calorífica, a cada uno de los aparatos, enfriando o calentando el aire de la habitación. Van provistos de cuadro eléctrico de regulación.

Las condiciones normales de utilización son:

- Funcionamiento en el verano: entrada/salida de agua 7/12 °C, temperatura de aire 27 °C, humedad relativa 48%.
- Funcionamiento en el invierno: entrada/salida de agua 90/70 °C, temperatura de aire 20 °C.

Existe una gran variedad de fan-coils, tanto en potencia frigorífica/potencia calorífica como en tamaño y disposiciones, resumiéndose en dos modelos: vertical (montaje en suelo o empotrado) y horizontal (montaje en techo o empotrado).

Dado que el salto de temperatura que es posible conseguir de los acondicionadores fan-coils que funcionan con agua caliente para calefacción es superior al posible cuando se suministra agua fría para enfriamiento, una unidad seleccionada para enfriamiento es capaz casi siempre de dar suficiente capacidad de calefacción. Normalmente, los ventiladores actuarán durante la estación invernal en su punto más bajo de velocidad.

Si el suministro del agua caliente viniera de un sistema de bomba de calor, al no tener el agua caliente un nivel de temperatura tan alto, el funcionamiento del fan-coil debería situarse en sus puntos medios o superior de velocidad.

La entrada del aire desde el exterior se puede realizar de cuatro maneras:

- Directo del exterior al fan-coil.
- Directo del exterior al interior del local.
- Centralizada e introducida al local mediante una red de conductos y sin ningún tratamiento.
- Centralizada con tratamiento del aire exterior.

Inductores

Una instalación de acondicionamiento por inducción, distribución de aire de alta velocidad, se basa, esencialmente, en un acondicionador de aire totalmente estático, al que se le da el nombre de inductor. Se asemeja a un fan-coil, pero sin ventilador.

Los elementos que componen un inductor son:

- plenum o caja de entrada de aire,
- registro para equilibrado,
- toberas para salida del aire (también conocidas como boquillas)
- baterías de intercambio de calor.

El inductor, ubicado en el espacio a acondicionar, recibe en la caja o plenum una cantidad de aire que lleva una cierta presión estática, y sale por las toberas a elevada velocidad, es decir, transformando la presión estática que tenía a la llegada, en presión dinámica.

El aire enviado al inductor, calificado como aire primario, al salir a elevada velocidad por las toberas de impulsión, induce unas corrientes de aire ambiente (aire secundario) que le obliga a atravesar las baterías, las cuales están recibiendo agua a la temperatura conveniente para las necesidades térmicas del habitáculo. La mezcla de aire primario y aire secundario es impulsada por la parte superior del aparato para que se desplace por el local a acondicionar.

La manera de llevarse a cabo la contribución de frío y de calor de este sistema incluye una notable ventaja de tipo mecánico. Dado que en el espacio acondicionado no existe ningún órgano en movimiento, el inductor es completamente estático.

En estos acondicionadores, el mantenimiento es sencillo: se limita a una limpieza periódica de los filtros, los cuales están alojados delante de las baterías.

Instalaciones a dos y cuatro tubos

Este modelo de instalación puede aplicarse utilizando como unidades terminales a los climatizadores, fan-coils, inductores o una combinación entre los anteriores.

Suele denominarse instalación a dos tubos al montaje de dos tuberías, una de impulsión y otra de retorno, por las que circula agua fría o agua caliente según convenga, necesitando los equipos de climatización una sola batería de intercambio.

La instalación de cuatro tubos emplea como medio transmisor el agua conducida desde una central de producción de agua enfriada y otra de agua caliente por dos circuitos autónomos, llevando dos tubos de agua fría, ida y retorno, y otros dos de agua caliente, ida y retorno. No existe mezcla alguna del agua fría con la caliente ya que se trata de dos circuitos totalmente individuales.

En circulación constante por los intercambiadores de las unidades terminales permite, mediante un sistema de regulación fundamentado normalmente en la regulación del caudal de paso, disponer de calefacción y refrigeración en todas las dependencias usando en cada momento lo necesario. Con ello podríamos estar proporcionando calor en invierno a las dependencias expuestas a los rigores del invierno y refrigerando las zonas interiores que precisen de un ambiente fresco.

Centrales exteriores de tratamiento de aire

Son equipos autónomos de condensación por aire del tipo horizontal monobloque, preparados para instalar en terrazas o cubiertas de superficie plana de edificios, montaje a la intemperie propios para acondicionar grandes espacios como hipermercados, industrias, etc. (fig. 6.10) pudiendo llevar bomba de calor.

Contiene reunidos en su interior los elementos precisos para que el aire que entra del exterior salga filtrado, atemperado y corregido en cuanto a humedad por el lado opuesto, pudiéndose acoplar una completa gama de componentes tanto de tratamiento como de control de aire.

De acuerdo con las necesidades de la instalación, la impulsión del ventilador puede llevarse a efecto por la parte inferior, frontal o superior de la unidad, abarcando una potencia nominal de 18.000 a 95.000 Kcal/h.

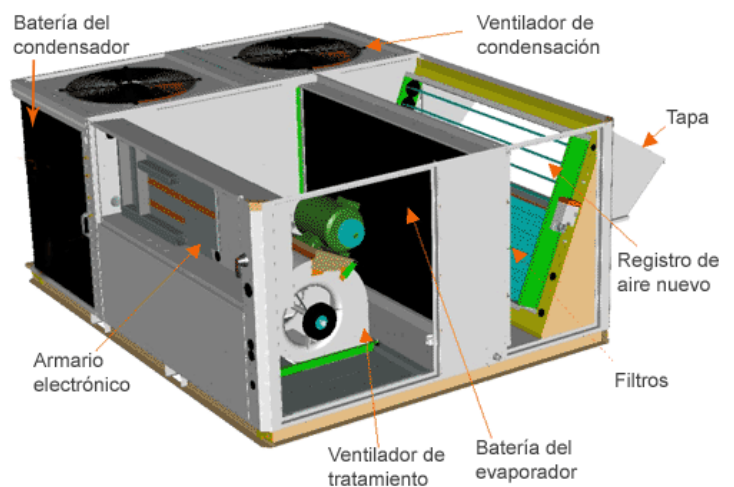


Fig. 6.10. Central de tratamiento de aire.

La estación central, situada corrientemente en los sótanos del edificio, incluye algunos o todos los siguientes elementos:

- Planta enfriadora de agua.
- Bombas de agua primaria.
- Planta calefactora de agua.
- Bombas de agua de cada una de las zonas.
- Deshumidificadores del aire de ventilación.
- Válvulas de servicio (compuerta, regulación y de vías).
- Tuberías de agua y de drenaje del agua de condensación del evaporador.

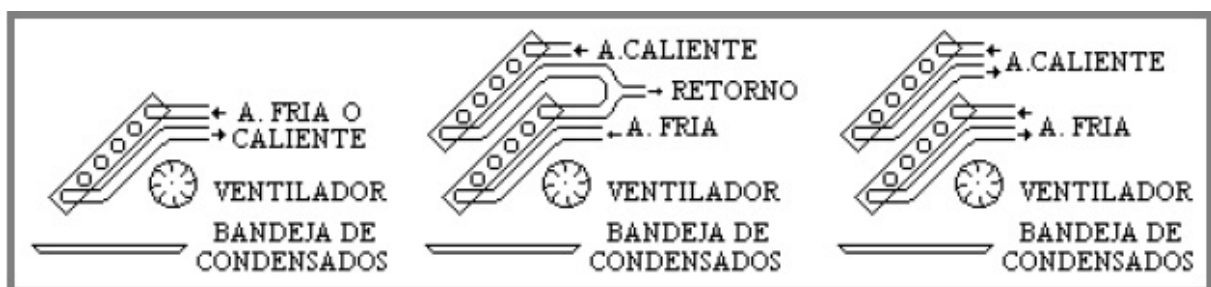
La IT.IC 05.9 recomienda que en los sistemas de Climatización de tipo mixto agua-aire, con unidades terminales, tanto ventilo convectores, como inductores y similares, la temperatura de impulsión del agua refrigerada en los circuitos secundarios, sea igual o inferior en 1 °C a la temperatura de rocío del local y en ningún caso inferior a 9 °C.

El número de fan-coils precisos para climatizar un local, vendrá impuesto por los siguientes criterios:

- Si el local o habitación es de reducidas dimensiones, bastará con disponer un solo ventilo convector en la pared debajo de la ventana, o, en ciertos casos, en el falso techo de pasillos de acceso, como ocurre en las habitaciones de un hotel.
- Cuando el local es de tamaño grande, hay que tener presente que el radio de acción de un ventilo convector está comprendido entre 3 y 5 metros. Por lo tanto, el reparto vendrá comprometido por la distancia del radio de acción, teniendo en cuenta que, cuanto menor sea la separación entre fan-coils, más homogéneamente se extenderá la energía térmica aportada, aunque, como es de suponer, aumentará su número y con ello el costo de la instalación y mantenimiento.

Una vez conocida la potencia térmica que tendrá que suministrar el ventilo convector y las condiciones climáticas a mantener, y precisada la temperatura del agua a la entrada/salida del intercambiador, puede comenzarse a seleccionar el tamaño del fan-coil de acuerdo con las características técnicas que proporcionan los fabricantes para los distintos modelos, en relación con alta velocidad, velocidad media y baja velocidad, tanto para caudales de agua, caudal de aire y velocidad de rotación del ventilador junto con los niveles de presión sonora, ya que, en general, el motor del fan-coil está preparado para funcionar según tres velocidades que se seleccionan mediante un selector manual.

- a dos tubos: es necesario parcializar las zonas con distinto tipo de carga; ofrece un bajo coste de instalación
- a tres tubos: gran gasto energético si hay consumo simultáneo, equilibrado complejo.
- a cuatro tubos: tiene un elevado coste de instalación



Bombas de circulación

Es siempre recomendable la instalación de una bomba de reserva cuando su potencia supere los 5 Kw. En la figura 7.34 se representa el esquema de instalación de una bomba en reserva, que implica también el montaje de válvulas de retención y corte, que no serían necesarias en caso de una sola bomba y que encarecen notablemente el coste de la instalación.

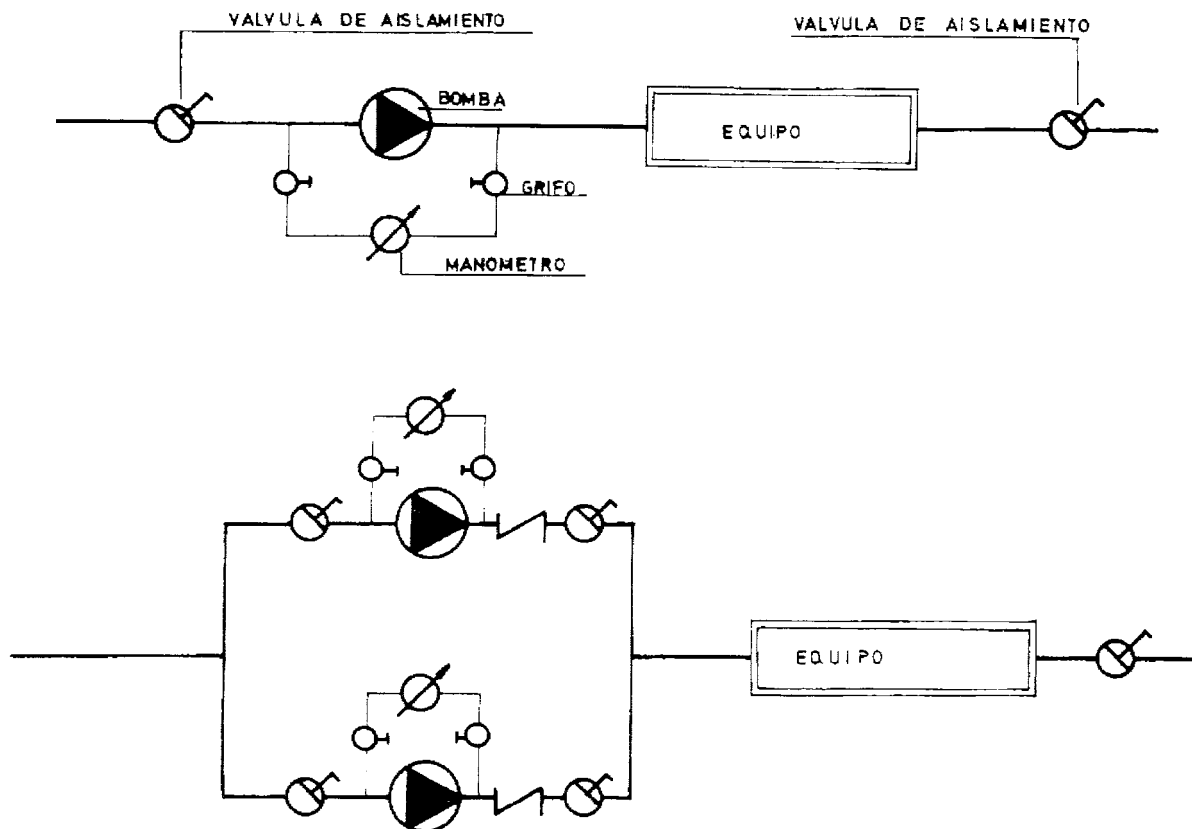


Fig. 7.34.: Bomba de reserva

Elementos de medida

Se destaca la importancia de que los elementos de medida estén situados en lugares bien visibles, que el cuadrante de los instrumentos de medida sea de tamaño tal que pueda ser leído desde una distancia razonable y que estos elementos puedan ser sustituidos, en caso de avería, sin tener que parar el sistema de producción de frío, o calor.

Los elementos sensibles de los aparatos de medida deben situarse de tal manera que no estén afectados por la acción de aportaciones caloríficas externas. Este problema se presenta con una cierta frecuencia en termostatos y termómetros de ambiente, pero también con elementos de bulbo en conductos o tuberías.

Manómetros

Muchos de los aparatos empleados para la medida de presiones utilizan la presión atmosférica como nivel de referencia y miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor presión manométrica; dichos aparatos reciben el nombre de manómetros y funcionan según los mismos principios en que se fundamentan los barómetros de mercurio y los aneroides. La presión manométrica se expresa ya sea por encima, o bien por debajo de la presión atmosférica. Los manómetros que sirven para medir presiones inferiores a la atmosférica se llaman manomanómetros, manómetros de vacío o vacuómetros.



Caudalímetros

Es un instrumento de medida para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico. Estos aparatos suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido. También suelen llamarse **medidores de caudal**, **medidores de flujo** o **flujómetros**.



Psicrómetro

Constan de un termómetro de bulbo húmedo y un termómetro de bulbo seco. La humedad relativa del aire se calcula a partir de la diferencia de temperatura entre ambos aparatos. El húmedo es sensible a la evaporación de agua, y debido al enfriamiento que produce la evaporación, medirá una temperatura inferior. Si hay poca diferencia entre una y otra temperatura, hay poca evaporación, lo cual indica que la humedad relativa es alta. Si hay mucha diferencia, hay mucha evaporación, lo cual indica que la humedad relativa es baja. Una tabla nos puede proporcionar el dato exacto de humedad relativa, expresada como un porcentaje con respecto a la saturación.

Conociendo la temperatura y la humedad relativa, podemos calcular también el punto de rocío o temperatura a la que se producirá la condensación del vapor de agua.

Es importante, para el correcto funcionamiento del psicrómetro, que este se instale aislado de vientos fuertes y de la luz solar directa.

Puede también utilizarse para valorar el influjo de la humedad ambiente sobre la comodidad de los usuarios de locales (más exactamente: a través de la sensación térmica).



Presostato diferencial de aire

Este presostato (diferencial) detecta un cambio en la presión (diferencial) al producirse una variación en el flujo de aire. La presión (diferencial) se aplica a los dos lados del diafragma del controlador.

El diafragma con muelle se mueve y activa el interruptor interior. También se puede utilizar para detectar pequeñas cantidades de presión manométrica positiva o para detectar un vacío.

Las aplicaciones típicas incluyen:

Detección de filtro sucio

Detección de escarcha o acumulación de hielo en las baterías del aire acondicionado

Comprobación del aire en conductos de calefacción o ventilación

Control del flujo de aire máximo en sistemas de volumen de aire variable

Detección de conducto o ventilación bloqueados

Supervisión del funcionamiento del ventilador



Alimentación y vaciado

El Reglamento (ITE 02.8.2) prohíbe la alimentación de un sistema de tuberías directamente de la red pública sin la existencia de una válvula de retención.

En la figura 7.35 se representa un esquema de alimentación de una instalación. Esta podrá hacerse a través de un grupo de presión, que podrá ser el mismo de alimentación de agua sanitaria del edificio o, directamente, de la red municipal, si ésta dispone de suficiente presión. Es necesario insistir en que el llenado de una instalación desde la parte más baja es muy importante, a fin de poder evacuar el aire de la red, siguiendo la tendencia natural de éste de desplazarse hacia los puntos más elevados del sistema.

El llenado desde un vaso de expansión abierto, sin embargo, es bastante problemático, porque se pueden crear bolsas de aire de posterior difícil evacuación.

La reposición automática del agua de un circuito a través de un vaso de expansión abierto sólo podrá hacerse si se está en condiciones de garantizar una estanquidad elevada del sistema.

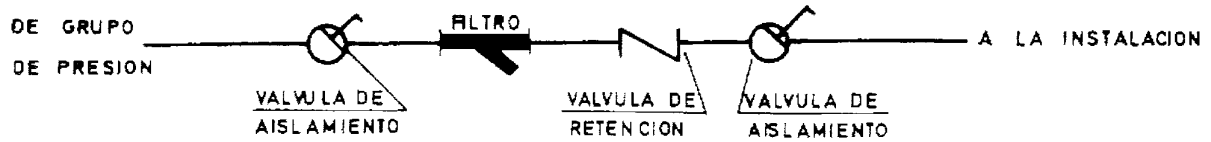


Fig. 7.35.: Alimentación de un circuito. a) directa de la red

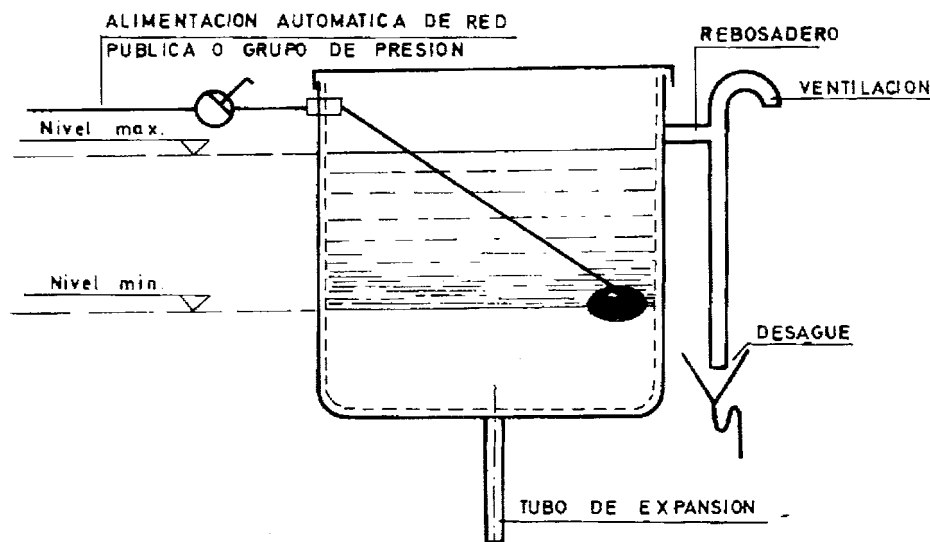
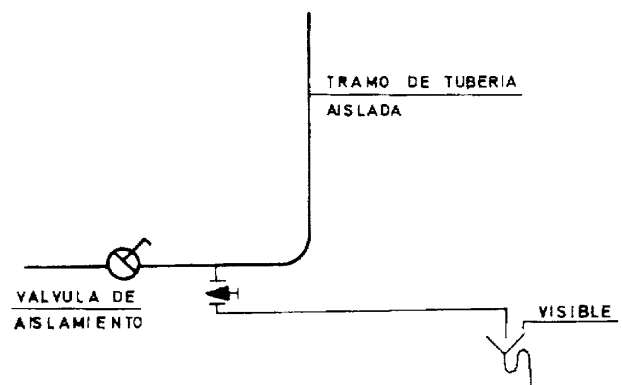


Fig. 7.35.: Alimentación de un circuito. b) a través de vaso de expansión abierto

Fig. 7.36.: Vaciado de un tramo de tubería

El reglamento (ITE 02.8.3) prescribe que, en cada tramo de una red de tubería que pueda aislarse del resto de la instalación, exista un dispositivo de vaciado (figura 7.36).

La conexión de vaciado al desagüe deberá hacerse de forma tal que quede visible el paso de agua.



En la tabla 6 del reglamento se indica el diámetro mínimo de la tubería de vaciado en función de la potencia de la instalación. Recuérdese que para que el vaciado de una red de tuberías, o de un tramo de ellas, tenga lugar con una cierta rapidez con los diámetros indicados en la tabla, es necesario abrir el circuito en otro punto, opuesto al de vaciado, para que entre el aire.

Circuito de expansión

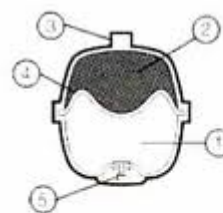
La expansión del agua de la instalación central de climatización se efectuará con un vaso de expansión.

Se recuerda que, en un circuito cerrado, el contacto aire-agua puede tener lugar solamente en el vaso de expansión, si éste es de tipo abierto o de tipo cerrado sin membrana de separación.

El reglamento (ITE 02.8.4) prohíbe el uso de vasos de expansión cerrados con aire comprimido sin membrana para evitar la disolución del aire, particularmente el oxígeno, en el agua del circuito y los consiguientes peligros de corrosión.

No se debe instalar nunca el vaso de expansión en la impulsión de la bomba.

El vaso de expansión con conexión a la salida del generador permite utilizar el tubo de expansión como tubo de seguridad.



1. Cámara de nitrógeno
2. Cámara de expansión de agua
3. Orificio conexión a la instalación
4. Membrana especial
5. Válvula llenado gas precintada

Se debe de conocer el tipo de dilatación que sufre o experimenta un cuerpo al dilatarse por incremento de su temperatura que en este caso la denominaremos dilatación volumétrica y que habremos de considerar para el cálculo correspondiente del vaso de expansión y que se corresponde con la siguiente ecuación.

$$V_F = V_o * (1 + \beta \Delta T)$$

En la que:

- V_F es el Volumen final
- V_o es el Volumen inicial
- β es el coeficiente de dilatación volumétrica
- ΔT es la Diferencia de temperaturas

Esta acepción nos hace ver que cualquier instalación de calefacción, al ser calentada el agua, esta aumenta de volumen, con lo que la presión también lo hace y podría poner en peligro la instalación si no existiese un vaso de expansión que recogiese este exceso de presión.

Por tanto consideraremos la Tabla que nos indica el incremento de volumen del agua en % por cada incremento de dilatación sufrido, en la misma consideraremos el incremento de temperatura máxima a la que vaya a trabajar la instalación.

Existen dos tipos de vasos de expansión que son:

- Abiertos
- Cerrados

10 ° C	0.027 %
20 ° C	0.177 %
30 ° C	0.435 %
40 ° C	0.782 %
50 ° C	1.21 %
60 ° C	1.71 %
70 ° C	2.27 %
80 ° C	2.90 %
90 ° C	3.59 %
100 ° C	4.34 %

Vaso de expansión Abierto

Es un recipiente situado en lo más alto de la instalación y de capacidad suficiente para contener un volumen útil del 6% del contenido de la instalación y quedar siempre (a temperatura ambiente) un volumen mínimo del 2% del citado contenido, es decir un total de $6 + 2 = 8\%$ del volumen total de la instalación

Luego: $V_{exp} = 0.08 \times V_{inst.}$ y su resultado en m^3 .

Siendo V_{exp} el volumen expansionado y que debe absorber el vaso de expansión
 V_{inst} el volumen total de la instalación

En el caso de que no se conociese el volumen de la instalación estimaremos empíricamente por:

$V_{exp} = P \times 1'032$ y su resultado viene dado en litros

Siendo **P** la potencia máxima nominal de la caldera en Kw

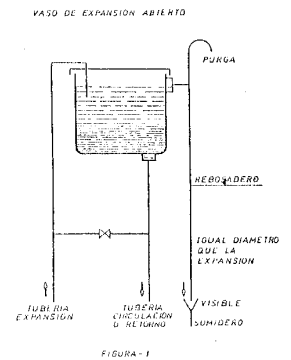
La tubería de expansión o de seguridad que conecta la caldera con el vaso de expansión se calcula según la siguiente expresión:

$$d = 15 + 1.5\sqrt{P}$$

Siendo: **P** la potencia máxima nominal de la caldera en Kw y **d** el diámetro interior de la tubería que nunca será inferior a 26 mm.

La tubería de circulación o de retorno, es imprescindible con riesgo de heladas y recomendable siempre, tendrá un diámetro mínimo de:

$$d = 15 + \sqrt{P}$$



Vaso de expansión cerrado

El vaso de expansión cerrado está formado por dos zonas: una en contacto con el circuito primario de calefacción y por tanto llena de agua y una segunda zona llena de aire o gas nitrógeno en su caso. Estas zonas están separadas por una membrana impermeable. Cuando el agua se expande, aumentando de volumen, la membrana cede comprimiendo el aire y logrando una presión de funcionamiento estable. Este tipo de vaso produce una sobrepresión en el circuito, cuestión que debe de estar prevista para que no dañe sus componentes. Su ventaja es que puede estar en el mismo local que las calderas y por lo tanto al abrigo de las heladas. Generalmente se identifica en las instalaciones de calefacción por estar pintado de color naranja y tener forma de bombona, éste está colocado en la parte posterior o delantera de las calderas murales y formando parte de la instalación en las calderas de pie

La situación relativa de la bomba, conexión a expansión y generador será tal que durante el funcionamiento no quede ningún punto de la instalación en depresión y se facilite la evacuación de una eventual burbuja de aire o vapor.



Este tipo de expansión se produce en un recipiente metálico cerrado hermético, que entra en contacto con el agua de la instalación, que al dilatarse comprime una membrana flexible, que contiene un gas a presión.

Cuando se instala este tipo de vaso de expansión consideraremos no solo el volumen de agua expansionado de la instalación si no la presión de la misma que habrá de ser igual que la del gas contenido en el interior de la membrana flexible antes mencionada.

Comenzando por el cálculo del Volumen a compensar por dilatación será:

$$V_{\text{comp}} = V_{\text{inst}} \times \% \text{ dilatación (tabla)}$$

Una vez conocido este volumen a compensar, necesitamos conocer el coeficiente de uso μ función de la altura manométrica de la instalación y la presión máxima de trabajo, que viene determinado por:

$$\mu = \frac{P_f - P_i}{P_f}$$

Donde : P_f = Presión absoluta máxima de trabajo en kg/cm² o en bar
 P_i = Presión absoluta manométrica en kg/cm² o en bar

Una vez conocido el Coeficiente de utilización μ y el volumen de agua que se dilata, obtendremos la capacidad del vaso de expansión de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad del vaso} = \frac{\text{Volumen a compensar}}{\text{Coeficiente de utilización}}$$

Con el fin de obtener una cierta presurización la presión de carga del gas en el vaso de expansión cerrado será de 5 mda = 0.5 Kg/cm² o bar superior a la presión manométrica de la instalación.

Utilizando la siguiente tabla relacionando la altura de la instalación con la presión de la misma

Altura en metros	5	10	15	20	25	30	35
Presión de carga del gas en Kg/cm ² o bar	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4

Fraccionamiento de potencia

El propósito de la ITE 02.6.1 del RITE como se dice claramente en su primer párrafo, es el de adaptar el número de escalones de parcialización de las unidades de una central de producción de calor o frío al perfil de la demanda, a fin de mantener los equipos en funcionamiento, en cada instante, al régimen de potencias más cercano al de máximo rendimiento.

Se destaca también la recomendación de instalar, para potencias del evaporador iguales o superiores a 1.720.000 Frig/h, un sistema de acumulación de agua refrigerada con el fin de reducir el consumo de punta de energía eléctrica.

Existen aparatos de acumulación que están basados en la expansión de un refrigerante en un serpentín, a una temperatura de -6°C a -8°C , para producir hielo. El aparato se conecta directamente a una unidad moto-condensadora.

Las ventajas de este sistema sobre el de acumulación de agua refrigerada están en los siguientes puntos:

- Limitada capacidad térmica del agua refrigerada, igual a 1 Kcal/Kg contra las 80 Kcal/Kg del calor latente de fusión del hielo. Aún considerando un salto de temperatura del agua de 8°C , la capacidad es de 7,66 Kcal/h, o sea, un décimo aproximadamente de la del hielo.

La presencia en el evaporador de agua y de espacios muertos hace que la relación efectiva en volumen de un sistema de almacenamiento de hielo con respecto a uno de agua sea de 1:4 aproximadamente.

- Posibilidad de mezcla entre agua de retorno del sistema, usualmente entre los 12° y 14°C , y agua fría refrigerada almacena o procedente del grupo frigorífico, usualmente entre 5° y 6°C . Existen métodos para reducir esta posibilidad o limitarla (compartición del depósito de almacenamiento; subdivisión del depósito en numerosos tanques separados), pero resulta costoso y son de control complicado.

Es de observar también que, en algunas instalaciones, ciertos locales necesitan estar acondicionados después del horario de funcionamiento de los otros espacios (por ejemplo, un salón de actos). En este caso, si la potencia que se necesita es inferior al 15 por 100 de la potencia de la máquina más pequeña, se recomienda la instalación de una unidad frigorífica independiente que cubra, sin exceso, esta demanda térmica.

Funcionamiento de instalaciones a cargas parciales

A partir del criterio de la utilización de una central basada en un doble anillo hidráulico para examinar el funcionamiento de este tipo de instalación a carga parcial hay que distinguir dos casos:

1º.- Los subsistemas secundarios son de caudal constante (por ejemplo, válvulas de tres vías para el control de los usuarios).

Cuando la carga se reduce, la temperatura del agua del colector de retorno sube, si se trata de generadores de calor, o baja, si se trata de generadores de frío, y un termostato allí emplazado podrá controlar la parcialización de los generadores actuando en secuencia sobre cada uno, por medio de un programador, parando el primero, el segundo y, sucesivos en función del nivel de demanda.

Con tres generadores por ejemplo cuando la carga fuera igual o menor de las dos terceras partes de la carga total, el sistema de control, mandado por este termostato, parará un generador y una bomba primaria. Ahora la suma de los caudales de agua de los circuitos secundarios será superior a la del circuito primario y parte de este agua pasará por el "by-pass" en el sentido colector de retorno colector de impulsión. La temperatura del agua en el colector de impulsión baja y, si esta nueva condición no satisface a los usuarios, éstos pedirán más caudal de agua a través de ellos hasta tanto la situación se estabilice.

Nótese que el sistema de control general podría perjudicar el eventual usuario que estuviese a pleno régimen, porque se le mandaría agua a temperatura más baja. Es un defecto congénito de este sistema, y no es posible compensarlo de ninguna manera.

Si la carga tuviese que seguir disminuyendo, se parcializaría el segundo generador hasta pararle, para luego, eventualmente, parcializar la tercera máquina.

Si la disminución de la carga tuviese lugar por la puesta fuera de servicio de uno o más usuarios, con parada de sus bombas (otro ahorro de energía), entonces sobraría caudal primario. El exceso de caudal se desahogaría a través del "by-pass" en el sentido colector de impulsión-colector de retorno, aumentando (o disminuyendo) la temperatura de agua a la entrada de los generadores, y así obligando a parcializar.

El funcionamiento en caso de aumento de carga es al contrario. Cuando la temperatura en el colector de retorno sube, el termostato arranca el primer generador y lo pone a régimen mínimo. Al subir la carga, subirá también la potencia cedida por la máquina, hasta que ésta alcanza su máximo. A continuación arrancará la segunda máquina, y así sucesivamente.

Nótese que jamás debe circular agua en los generadores en sentido contrario al normal; las válvulas de retención impiden esta circulación al revés.

Se ha visto que el control sobre la temperatura del agua de retorno actúa sobre la secuencia de los generadores, con continuidad o escalonadamente, según el tipo de parcialización del que estén dotados los mismos.

De otra parte, los generadores, sean calderas o grupos frigoríficos, están equipados de un control de capacidad propio, que detecta las variaciones de temperatura de agua en impulsión o retorno según los casos.

Este control debe mantenerse en funcionamiento porque, en caso que la temperatura suba (o baje) por encima (o por debajo) del valor de ajuste, este control actúa sobre el sistema de parcialización, manteniendo constante la temperatura, dentro de los límites de la banda proporcional o diferencial del termostato.

2°.- Los subsistemas secundarios son de caudal variable (por ejemplo, con válvulas de dos vías, con o sin bombas de caudal variable). Al final se hará una consideración importante sobre este tema; fijémonos ahora sobre el funcionamiento del sistema en su totalidad.

Cuando la carga de uno, o de algunos, de los usuarios disminuye, también disminuye el caudal de agua en circulación a través de los circuitos secundarios en su conjunto. El caudal de agua de los circuitos primarios excede al secundario y es derivado al colector de retorno.

La mezcla de agua entre circuitos secundarios, que ahora retornan a temperatura constante, y circuitos primarios hace que disminuya la temperatura del agua en el colector de retorno, es decir, a la entrada de los generadores, lo que provoca, por medio del equipo de control antes descrito, la parcialización de los mismos. Es decir, a fin de cuentas, el control de parcialización, siempre se realiza en función de un salto de temperatura.

Viceversa: cuando aumenta la carga absorbida, aumenta el caudal secundario y, en consecuencia, pueden darse dos casos:

- El aumento de caudal es igual o inferior al caudal en ese momento by-pasado: aumenta la temperatura del agua en el colector de retorno, lo que provoca una demanda de energía a los generadores por medio del equipo de control.
- El aumento del caudal es superior al caudal que en este momento circula por el "by-pass": se aumenta la capacidad del generador parcializado hasta su máximo y, debido a que la demanda es superior a la potencia que en ese momento se está suministrando, el equipo de control pide la entrada en funcionamiento de otro generador, porque aumenta la temperatura del agua en el retorno.

Nótese que con este sistema la temperatura del agua de impulsión se mantiene siempre constante; el "by-pass" nunca funcionará en el sentido colector de retorno-colector de impulsión, porque la suma de los caudales de agua secundarios será siempre inferior o igual a la suma de los caudales primarios de agua. No se corre el riesgo de enviar agua a los usuarios a una temperatura que no sea la de proyecto.

Veamos ahora el problema de la bomba. Cuando una bomba funciona sobre un circuito de volumen constante, su punto de funcionamiento se determina mediante el cruce entre la curva característica de la bomba (a una determinada velocidad y con un determinado diámetro del rodete) y la curva característica del circuito sobre el que la bomba está trabajando (punto A de la figura 7.37).

Si el control del usuario, una batería, por ejemplo, está constituido por una válvula de tres vías, el caudal de agua queda constante, si se ha tenido la precaución de equilibrar el circuito de la batería y el "by-pass". Si así no fuera y, por ejemplo, el "by-pass" tuviera una resistencia inferior al circuito de la batería, el punto de funcionamiento, cuando la carga se redujera o se disminuyera el caudal a través de la batería, se desplazaría hacia un caudal mayor y una presión disponible menor (punto B de la figura 7.37), porque variaría la curva característica del circuito de (2) a (2') en la figura 7.37.

La potencia absorbida por la bomba se indica en el punto A' en la gráfica relativa y aumentaría hasta B' en el caso de que pudiera aumentar el caudal por falta de equilibrio de los dos circuitos en paralelo.

El punto de funcionamiento es A cuando el agua pasa toda por la batería y B cuando pasa toda por el "by-pass"; en condiciones intermedias el punto de funcionamiento caería entre A y B.

Es evidentemente la conveniencia de instalar en el "by-pass" una válvula manual de regulación.

Sin embargo, si la batería fuera controlada a través de una válvula de dos vías (véase fig. 7.38), al cerrar ésta, el punto de funcionamiento pasaría de A, máxima apertura de la válvula, a B, C, etc., lográndose una disminución de la potencia absorbida por la bomba y, por tanto, un ahorro de energía.

Es de considerar que las instalaciones funcionan a plena carga sólo pocas horas al año; en consecuencia, el ahorro de energía en la bomba de circulación es muy significativo a lo largo de la temporada, en términos absolutos.

Por ejemplo: consideramos una bomba de 4 Kw de potencia absorbida, que funciona 1.500 horas al año. A caudal constante consumiría:

$$4 \times 1.500 = 6.000 \text{ Kwh/año}$$

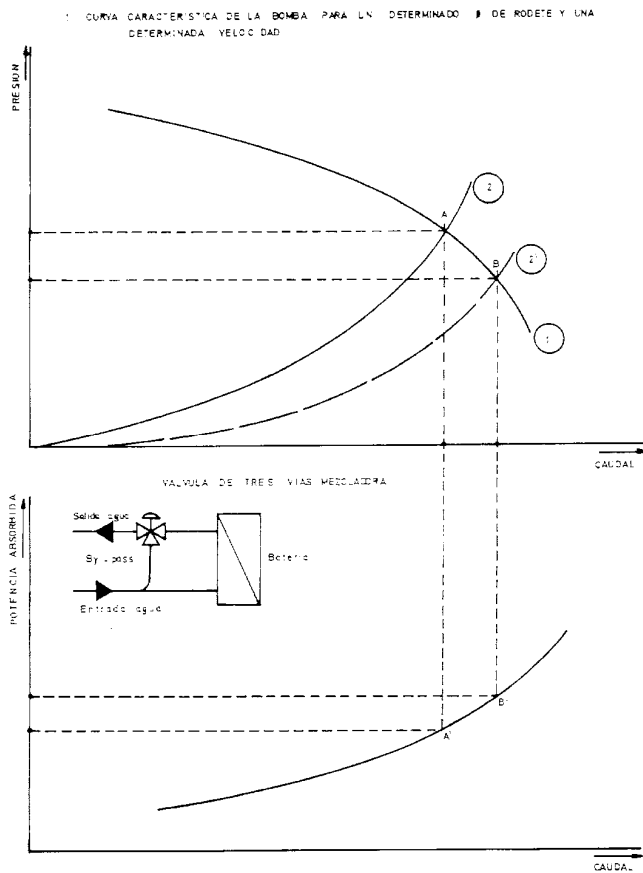


Fig.7.37.: Curvas características de una bomba y de un circuito (control a caudal casi constante)

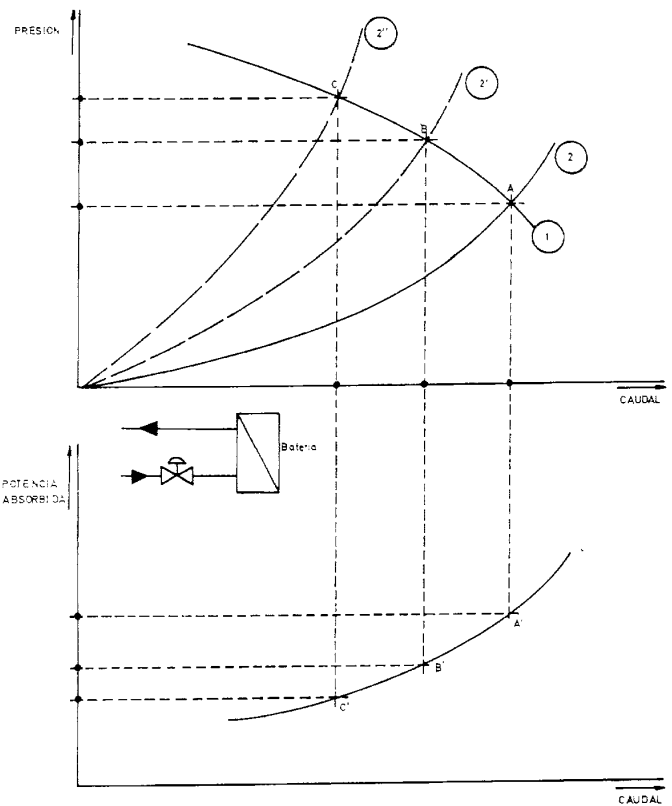


Fig.7.38.: Curvas características de una bomba y de un circuito (control a caudal variable)

A caudal variable, podría ahorrarse por lo menos un 15 % de esa energía, o sea, 1.000 Kwh/año.

Pero hay que prestar atención al hecho de que no es conveniente que una bomba centrífuga trabaje muy cerca del caudal nulo. Es conveniente que la bomba sirva a más de un usuario en paralelo, de tal manera que se le pueda garantizar un caudal mínimo.

Compuertas de regulación

Las compuertas de regulación se utilizan preferentemente para el control del caudal y de la presión en instalaciones de climatización y ventilación.

El accionamiento de las lamas se realiza mediante un juego de palancas situadas en el exterior de la compuerta, pudiendo estar éstas colocadas en el mismo sentido o en sentido opuesto.

En algunos casos, dicho acoplamiento se efectúa por medio de engranajes.



Torres de refrigeración.

Las torres de refrigeración, también llamadas torres de enfriamiento, se instalan, entre otras aplicaciones, para disipar a la atmósfera el calor de condensación de los equipos frigoríficos condensados por agua.

Las torres de enfriamiento son **exclusivamente dispositivos de conservación y recuperación de aguas de refrigeración de procesos**.

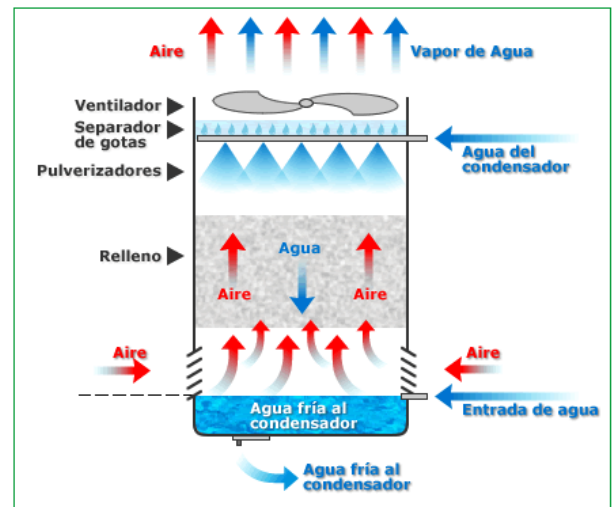
Se basan en el **enfriamiento que experimenta el agua** cuando se evapora una pequeña cantidad de ella, al ser pulverizada en el aire.

La capacidad de enfriamiento de la torre es **directamente proporcional** a la superficie de contacto aire-agua y al tiempo de contacto.

El proceso consiste en circular el agua caliente, procedente de los condensadores, por un entramado o relleno, por el que fluye, en sentido contrario una corriente de aire. Podemos decir que estamos ante un intercambiador de calor con un **circuito de agua (primario)**, que cede calor a otro, **circuito de aire (secundario)**. La transferencia de energía se produce, como hemos dicho anteriormente, mediante la evaporación de una parte del agua circulada.

El enfriamiento sufrido por el agua en una torre de refrigeración se basa en la transmisión combinada de masa y calor al aire que circula por el interior de la torre.

El agua entra siempre por la parte superior y es distribuida de tal forma que establezca el mejor contacto posible con el aire atmosférico que asciende procedente de la parte inferior de la torre. Para lograr este efecto el agua se reparte uniformemente, con ayuda generalmente de unos pulverizadores; sobre un relleno que aumenta el tiempo y la superficie de contacto entre ambos fluidos.



Principios de funcionamiento

Cuando una gota de agua se pone en contacto con el aire, se produce la **evaporación de la película exterior de la gota**, requiriéndose para este proceso la absorción de calor. La evaporación consume aproximadamente un **1% del caudal total de agua por cada 7°C en que reduce su temperatura**.

El calor requerido para la evaporación se toma de la propia gota, enfriándola consecuentemente. Por tanto, el enfriamiento se realiza tanto por transferencia de calor sensible (cambio de temperatura) como de calor latente (cambio de estado físico).

De todo el calor transferido del agua al aire, **el calor latente de vaporización supone frecuentemente más del 90%**, correspondiendo tan **sólo un 10% a calor sensible de disminución de la temperatura del agua**.

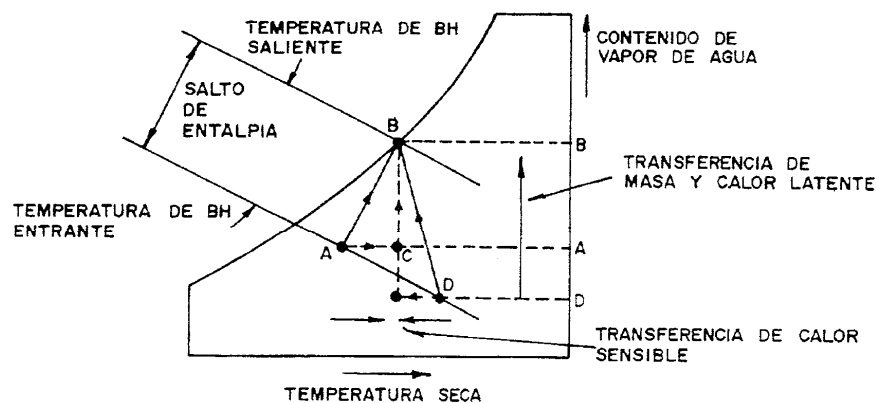
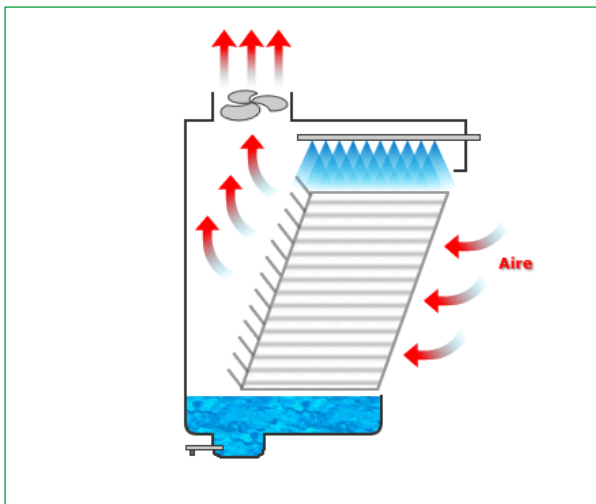


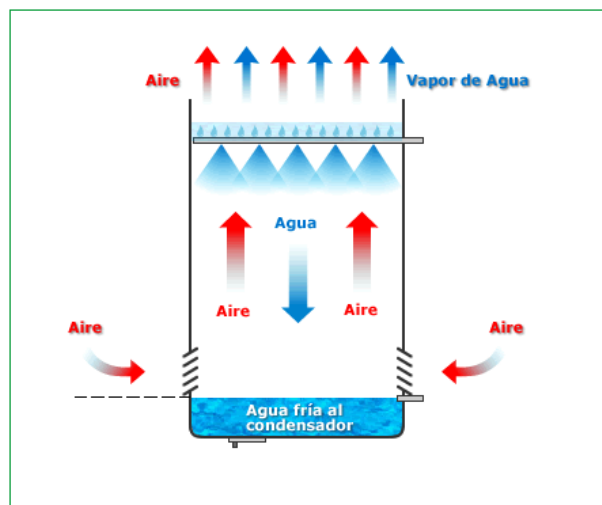
Fig. 8.2.: Transformaciones del aire en una torre

Pueden ser de circuito cerrado o abierto y atendiendo al modo de contacto entre las dos fases, aire y agua, las torres de refrigeración se clasifican en:



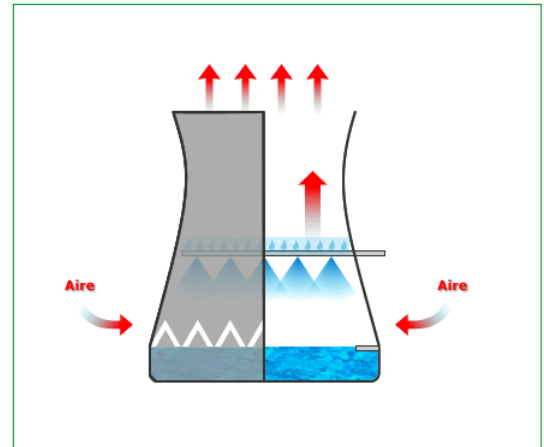
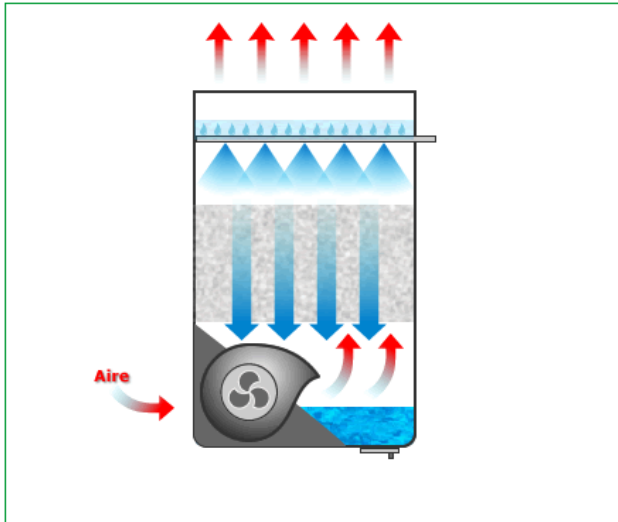
Torres de flujo cruzado: cuando las corrientes son transversales, descendente del agua y lateral de aire.

Torres a contracorriente: cuando los flujos de aire y agua son paralelos, ascendente de aire y descendente de agua.



Atendiendo al modo en que circula el aire en el interior de la torre, se clasifican en:

Torres de tiro natural: cuando el aire es inducido a través de la torre debido a la diferencia de densidad existente entre el aire húmedo y caliente del interior de la torre, y el aire atmosférico exterior más frío y por consiguiente más denso.

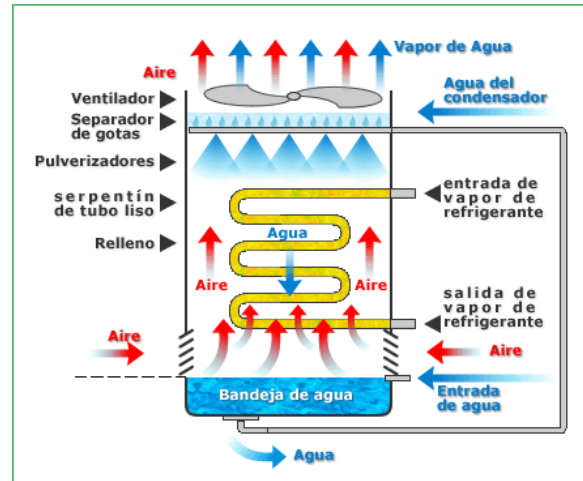


Torres de tiro mecánico: cuando el aire es inducido o forzado a circular por la torre por medio de ventiladores.



Condensadores evaporativos.

Si el relleno de la torre de refrigeración lo sustituimos por la batería de condensación de una unidad frigorífica, por la que circula el refrigerante, unido por tuberías frigoríficas a los componentes de la unidad, hemos constituido en condensador evaporativo.



Misión de la torre de refrigeración

Con una máquina frigorífica o aparato de aire acondicionado logramos enfriar o extraer calor de un producto o recinto, pero según establece el ppo. de conservación de la energía, ese calor o energía extraída no puede desaparecer, sino que habrá que transferirla a otro medio o sustancia. En definitiva en el condensador, deberemos liberar el calor (entre otros), absorbido en el evaporador de una máquina frigorífica.

Entre los posibles métodos de enfriar el condensador, tenemos básicamente tres; la condensación por aire, condensación por agua o bien el condensador evaporativo.

Dados los problemas operativos de corrosión e incrustaciones que presenta el condensador evaporativo, y a pesar de que teóricamente es un buen sistema, su implantación ha sido muy escasa, por lo que obviaremos hablar de él.

Concentrándonos en las condensaciones por aire o agua, energéticamente hablando y según se desprende de la eficiencia de la máquina frigorífica formulada por Carnot,

$$CEE = \frac{T_{evap}}{T_{cond} - T_{evap}}$$

Éste será tanto mayor cuanto más baja sea la T_{cond} . (Supuesta fija la T de evaporación). Así pues, sin tener en cuenta otras consideraciones, dado que la temperatura de condensación con aire esta limitada teóricamente por la temperatura de condensación por agua tiene como límite la temperatura húmeda, al ser $T_h \leq T_s$ siempre será más favorable la condensación por agua, bajo el punto de vista de la eficiencia energética.

Dado que el agua de condensación experimenta un calentamiento al atravesar el condensador, las alternativas que se nos presentan a la hora de condensar por agua, son o bien utilizar agua renovada constantemente (circuito abierto) o bien enfriar el agua y volver a pasarla por el condensador una y otra vez (circuito cerrado).

En la actualidad por precio, escasez y como última razón la legislación que no permite utilizar el agua potable de la red urbana para condensar, excepto en instalaciones de potencia global inferior a 6.000 Kcal/h, y aún en ese caso es preciso instalar una válvula presostática para economizar agua.

En consecuencia si queremos condensar por agua (para tener una mayor eficiencia) deberemos acudir al sistema de circuito cerrado en el que el agua procedente del condensador hay que enfriarla para volver a pasarla por el mismo.

La **torre de refrigeración** es la máquina ideada para realizar esta misión y retirar calor de una masa de agua. Su aplicación no se limita al campo de las instalaciones de A.A., sino que la implantación en la industria es extensa para innumerables procesos.

Principales componentes de una torre de refrigeración

Tomaremos como ejemplo la torre de la figura 4, y sí bien los tipos de torre son varios, los comentarios aquí hechos sirven para cualquier modelo.

Circuito de agua

El agua proveniente del condensador, accede a la torre por la parte superior en el manguito preparado a éste efecto, éste único flujo entrante se subdivide en varios tubos mediante un colector de reparto, en cada tubo hay unos pulverizadores para a su vez dividir el flujo en multitud de gotas finas susceptibles de evaporarse fácilmente.

Estas pequeñas gotas caen resbalando a través del relleno (corazón de la torre), puntos donde se realiza la transferencia de agua y calor desde el agua al aire. Así pues la misión del relleno es doble, por un lado prolongar el tiempo y por otro aumentar la superficie para que el contacto agua-aire sea lo mejor posible. Actualmente el relleno empleado en su mayoría corresponde a bloques de material plástico tejido en forma de malla o red, con forma de paneles celulares.

Una vez atravesado el relleno, el agua que cae es recogida en una balsa de donde es aspirada por las bombas de condensación.

Para evitar que posibles suciedades y elementos extraños lleguen al rodete de bomba, existe un filtro situado sobre la abertura de aspiración, asimismo con objeto de que el arranque no quede descubierta esta aspiración y pueda entrar aire en la red de tuberías de condensación, existe un techo anticavitación que obliga a que la aspiración se realice lateralmente y no en sentido vertical.

Dado que en el proceso se evapora agua, y también se pierde por arrastre, es preciso reponer el agua gastada, ello se realiza con una tubería de llenado, provista de válvula de corte y de flotador. En previsión de posibles fallos del flotador hay un rebosadero conectado al desagüe de vaciado que impide que el nivel pueda subir por encima de un máximo.

Por último mencionaremos la existencia de una conducción desde la entrada de agua al rebosadero, provista de válvula de reglaje, cuya misión es realizar un purgado continuo para desconcentrar el agua en circulación.

En efecto, la evaporación es solamente del agua pura, las sales en disolución no se evaporan, por tanto la dureza del agua va en aumento, para rebajarla realizamos una dilución con el agua de aportación a base de purgar en un pequeño porcentaje 10,5% del caudal).

Existe una boca de inspección y limpieza para facilitar las tareas de mantenimiento.

Circuito de aire

El aire aspirado por medios mecánicos o naturales accede a la torre a través de unos filtros o rejas, a continuación se mezcla con el agua en el relleno, cargando agua y calor, atraviesa el separador de gotas, saliendo al exterior más húmedo y caliente.

Dada la velocidad del aire, se produce un arrastre, indeseado, de pequeñas gotas de agua en forma líquida que no aportan ningún beneficio al sistema, por el contrario supone una pérdida que hay que tratar de reducir al mínimo, de ahí la necesidad del separador de gotas.

Cálculo y selección de una torre

Aunque en la industria en general, las torres tienen una múltiple y variada aplicación, ejemplo, refrigeración de hornos, industria del plástico etc, centrándonos en la aplicación para aire acondicionado explicaremos el proceso de selección.

Datos para la selección

En 1er lugar la carga frigorífica a disipar en el condensador, este es un dato a obtener en el catálogo de la máquina enfriadora. Para las condiciones nominales de uso, el fabricante nos da la potencia a disipar en el condensador.

A falta de otro dato tomaremos $1,25 \times P_{\text{util}}$ Kcal/h. El salto térmico del agua en la torre o condensador, supuesta nulas las ganancias o pérdidas en el circuito será generalmente de 5 a 6°C.

Con los datos anteriores se deduce el caudal en circulación sin más que: $Q = \frac{PKcal/h}{\Delta T} (l/h)$

Un dato de la mayor importancia es el lugar de emplazamiento de la torre o mejor dicho la temperatura de bulbo húmedo del emplazamiento. Para la obtención de este dato véase la tabla número 1.

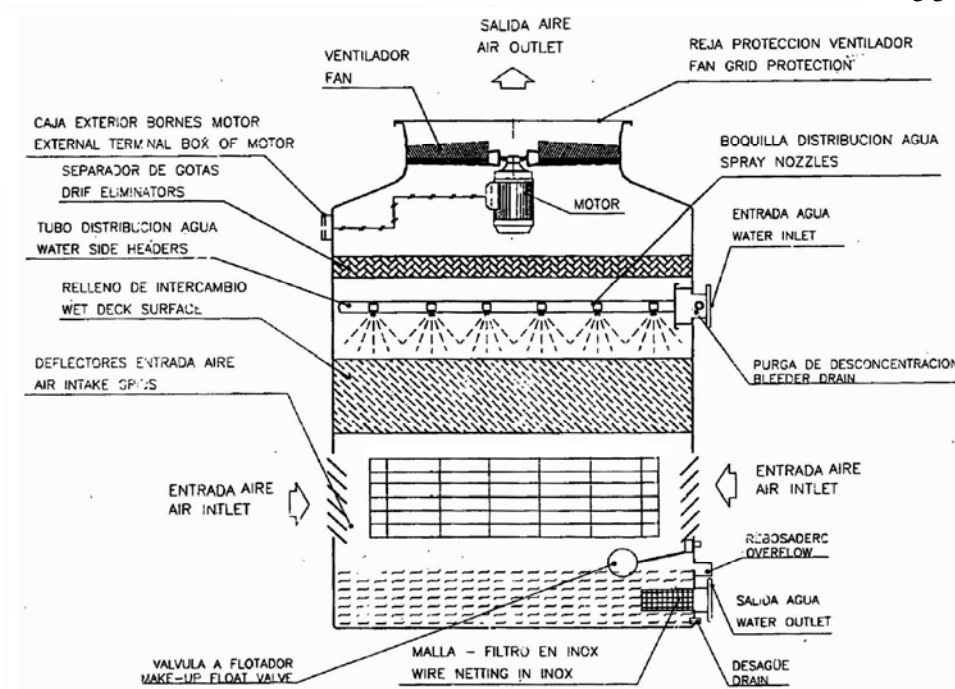
Parámetros deducidos

Se llama margen o variación de la torre a la diferencia entre la temperatura del agua a la entrada y salida de torre.

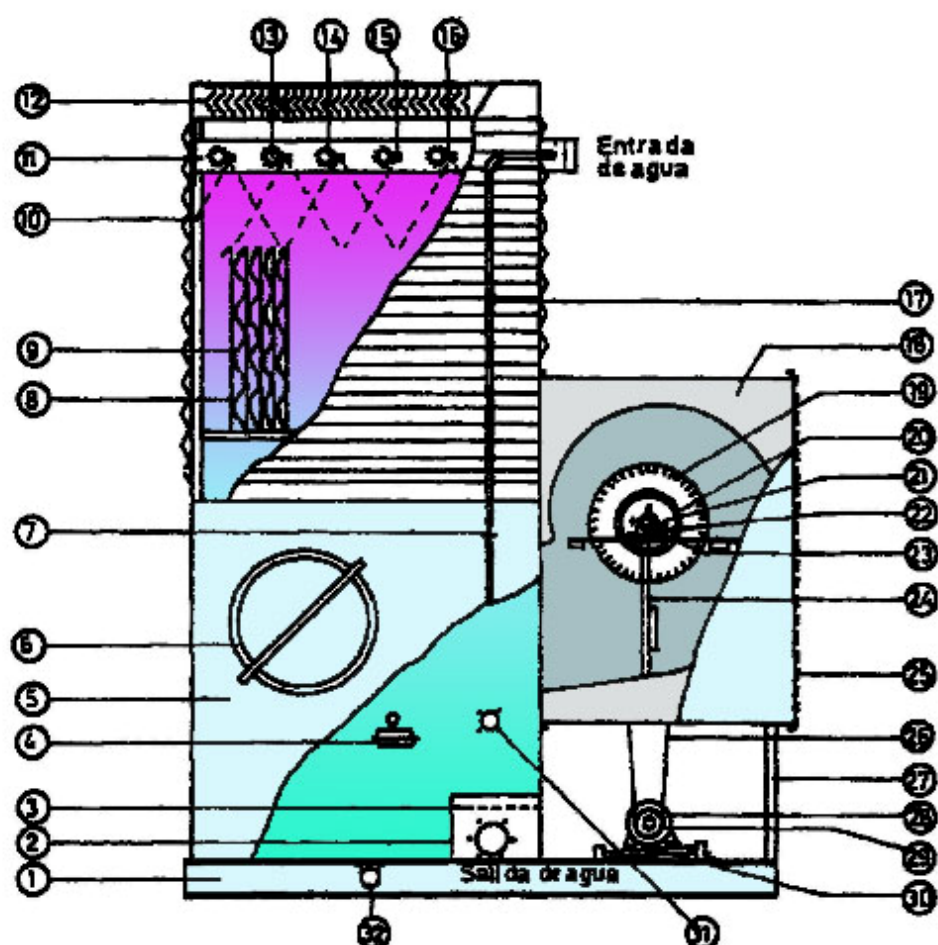
Se llama acercamiento o aproximación a la diferencia entre la temperatura del agua de salida de torre y la temperatura de bulbo húmedo.

El acercamiento nos da idea del tamaño o exigencia para la torre, a igualdad de otros factores la torre tendrá que ser tanto mayor como menor sea el acercamiento.

Para calcular el agua perdida se tendrá en cuenta que por evaporación se pierde aproximadamente el 1% del caudal en $M_{\text{evaporada}} = Q \frac{540}{5'5} \cong 0'01Q$ circulación:



TORRES DE ENFRIAMIENTO DESPIECE

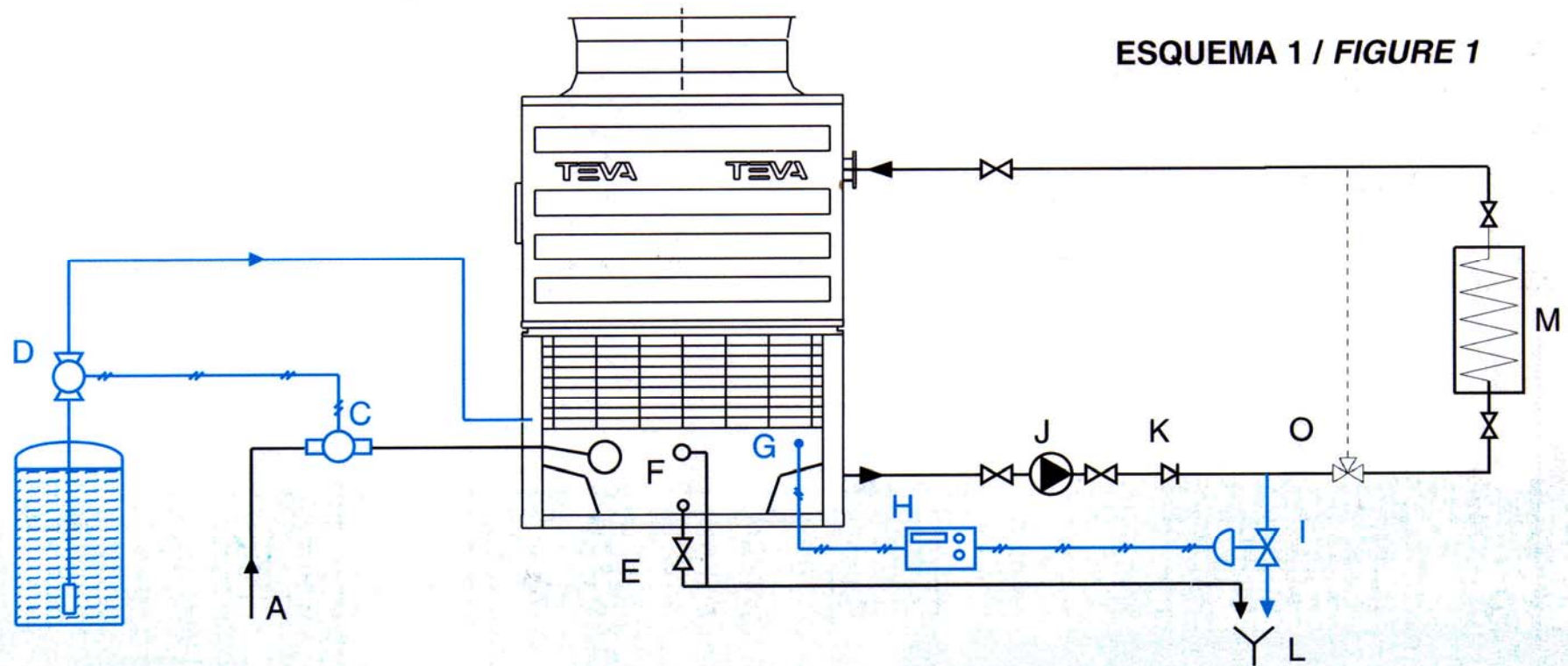


PIEZA	DESIGNACION	PIEZA	DESIGNACION
1	Bancada	17	Tubo de purga
2	Techo anticavitación	18	Ventilador
3	Filtro	19	Rodete
4	Flotador	20	Polea ventilador
5	Cuerpo de torre	21	Buje
6	Tapa registro	22	Rodamiento
7	Válvula de purga	23	Eje
8	Banda separadora	24	Soporte rodamiento
9	Relleno	25	Malla protectora
10	Bastidor	26	Correa
11	Colector	27	Soporte ventilador
12	Separador de gotas	28	Motor
13	Tubo de riego	29	Polea motor
14	Manguito tubo de riego	30	Bancada motor
15	Pulverizador	31	Reboscadero
16	Manguito pulverizador	32	Drenaje

TABLA DE TERMOMETROS HUMEDOS (en grados centígrados)

Albacete	25°	Lugo	24°
Alicante	27°	Madrid	24°
Almadén	25°	Mahón	26°
Almería	28°	Málaga	26°
Aranda de Duero	24°	Manresa	25°
Aranjuez	24°	Manzanares	25°
Arevalo	24°	Medinaceli	24°
Avila	21°	Melilla	27°
Badajoz	27°	Mérida	27°
Barcelona	26°	Motril	26°
Baza	26°	Murcia	28°
Bejar	25°	Orense	26°
Bilbao	26°	Oviedo	23°
Burgos	22°	Palencia	25°
Cáceres	24°	Palma de Mallorca	28°
Cádiz	27°	Pamplona	24°
Cartagena	27°	Piaseencia	25°
Castellón	26°	Ponferrada	24°
Ceuta	25°	Pontevedra	25°
Ciudad Real	28°	Salamanca	24°
Ciudad Rodrigo	25°	San Sebastián	26°
Córdoba	26°	Sta. Cruz de Tenerife	26°
Coruña	22°	Santander	23°
Cuenca	24°	Santiago.Compostela	25°
Figuerras	25°	Segovia	23°
Gandia	27°	Sevilla	29°
Gerona	26°	Soria	22°
Gijón	23°	Talavera de la Reina	24°
Granada	26°	Tarragona	24°
Guadalajara	24°	Teruel	27°
Hellín	26°	Toledo	24°
Huelva	26°	Torrelavega	23°
Huesca	25°	Tortosa	26°
Ibiza	26°	Trujillo	24°
Jaén	26°	Tudela	26°
Játiva	26°	Valencia	27°
Jerez de la Frontera	28°	Valladolid	23°
Las Palmas	27°	Vigo	25°
León	22°	Vitoria	24°
Lérida	25°	Zafra	25°
Linares	25°	Zamora	26°
Logroño	26°	Zaragoza	26°
Lorca	26°		

ESQUEMA 1 / FIGURE 1



- A = Reposición de agua / Replacement water
- B = Depósito de reactivo / Reactive container
- C = Contador-emisor de impulsos / Counter electric-transmitter
- D = Bomba dosificadora / Dosage pump
- E = Válvula de vaciado/ Draining valve
- F = Rebosadero / Overflow
- G = Sonda / Sounding

- H = Conductivímetro / Conductivity control
- I = Electroválvula de purga / Drain electro-valve
- J = Bomba de recirculación / Recirculation pump
- K = Válvula de retención / Check valve
- L = Desagüe / Drainpipe
- M = Elemento a refrigerar / Element to be cooled
- O = Válvula a tres vías y by-pass opcionales / Three-way valve and optional by-pass.

EJEMPLO DE ELECCION.

ENFRIAR 50 m³/h DESDE 39° A 31° CON 27° TERMOMETRO HUMEDO

APROXIMACION: $31 - 27 = 4$

VALORACION: $39 - 31 = 8$

Con la aproximación de 4° C proyéctese una línea horizontal para cortar la curva de variación 8° C. Trácese una línea vertical hasta cortar a la línea de 27° C. Termómetro húmedo. Desde este punto se traza una línea horizontal hasta la escala del Factor de Capacidad y se lee su valor: 1,19.

Multiplicar el Factor de Capacidad por el caudal de agua que se debe enfriar para determinar el Factor de Elección: $1,19 \times 50 = 59,5$.

Elegir en la Tabla de Elección el tipo de torre cuyo factor de Elección sea igual o mayor que el obtenido anteriormente. Torre tipo VG-14 PFV

OBSEVACION: No sobrepasar los valores de caudal de agua mínimo o máximo, indicados en la Tabla para cada Torre.

Para variaciones comprendidas entre 20 y 40° c, o temperaturas que no se indican en el presente grafico, se debe consultar al fabricante

GRAFICO DE CAPACIDADES PARA LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO TIPOS "VG-PFV"

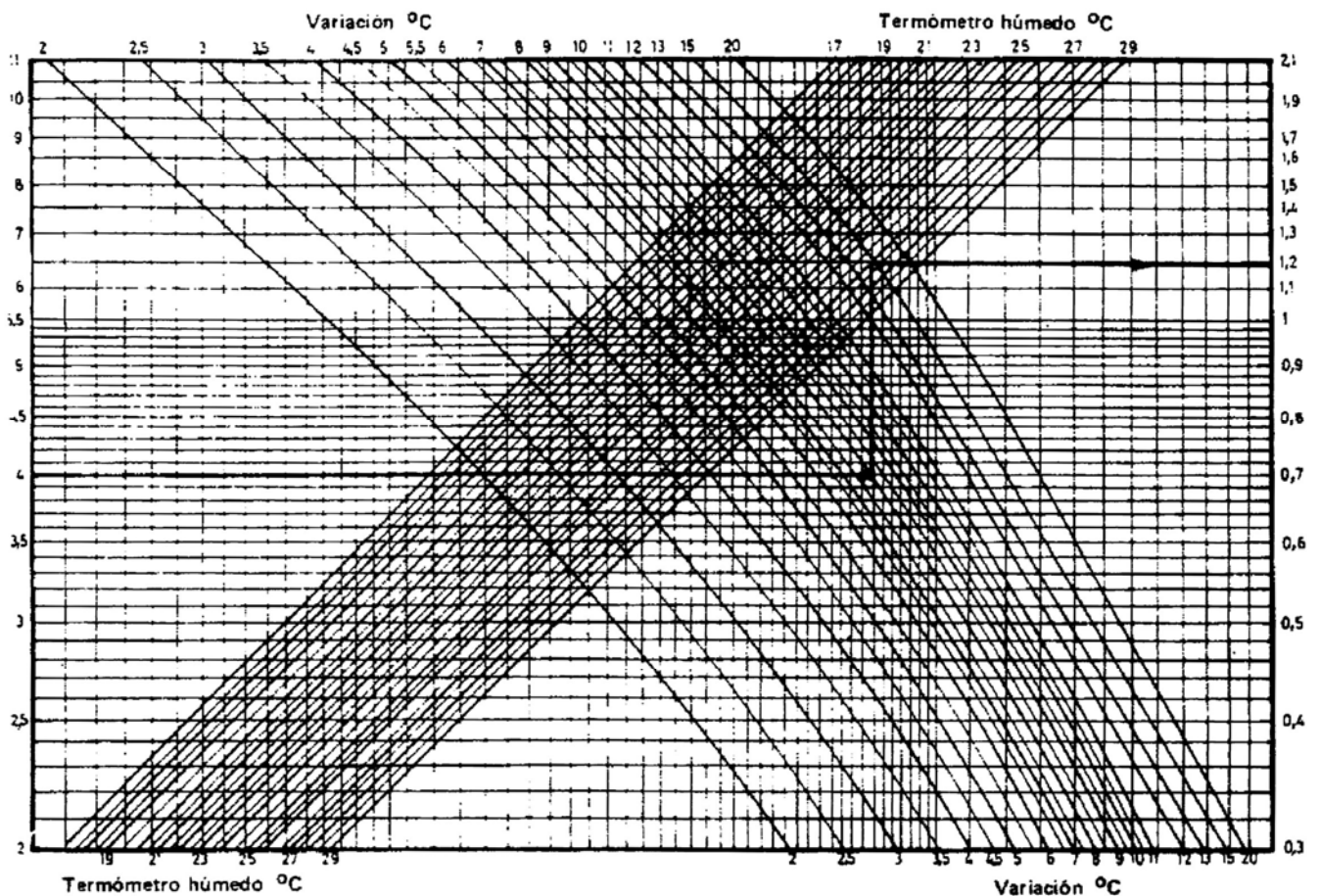


TABLA PARA LA ELECCION DE LAS TORRES TIPO "VG-PFV"

TORRE TIPO	FACTOR DE ELECCION	CAUDALES DE AGUA	
		m ³ /h.mín.	m ³ /h.máx.
VG-1 PFV	14	6	27
VG-2 PFV	16	6	28
VG-3 PFV	19	6	29
VG-4 PFV	22	6	30
VG-5 PFV	25	6	31
VG-6 PFV	27	6	32
VG-7 PFV	33	12	65
VG-8 PFV	37	12	66
VG-9 PFV	42	11	67
VG-10 PFV	45	11	68
VG-11 PFV	48	11	69
VG-12 PFV	50	10	70
VG-13 PFV	54	10	70
VG-14 PFV	65	18	90
VG-15 PFV	68	17	95
VG-16 PFV	72	17	100
VG-17 PFV	78	16	105
VG-18 PFV	85	23	130
VG-19 PFV	90	22	135
VG-20 PFV	100	21	138
VG-21 PFV	110	20	140

Regulación de la temperatura de condensación.

Dado que cuando baja de un determinado valor la temperatura de condensación (fijado en cada caso por el fabricante de la máquina frigorífica, (valor medio 32°C) sobrevienen problemas de funcionamiento en la válvula de expansión que hay que evitar, se deberá establecer un sistema que evite que la temperatura del agua de condensación baje de aproximadamente 22°C.

Para la realización practica del control de presión condensación por agua, se puede optar por varios sistemas. El más simple será actuando sobre el ventilador ó ventiladores de modo que al bajar la temperatura del agua se pare el ventilador o si existen varios ventiladores escalonando su funcionamiento a base de un termostato multietapa.

También con motores de velocidad variable, disminuyendo revoluciones cuando disminuya la temperatura del agua. En ocasiones se recurre a un sistema de control a base de una válvula de 3 vías diversora que modulan el caudal de agua que atraviesa la torre según la temperatura del agua.

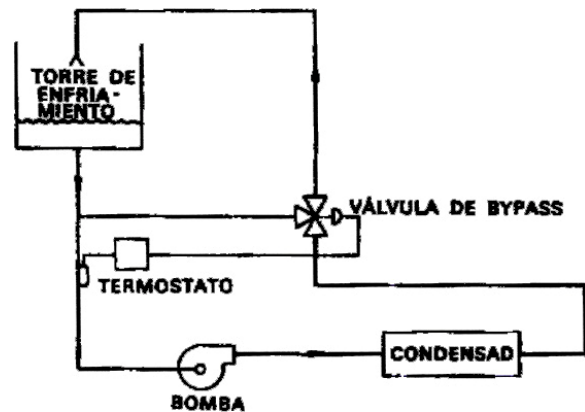


Fig. 8.8 :Control de temperatura del agua del condensador

Instrucciones de montaje y recomendaciones.

Situación. Emplazamiento.

A ser posible se elegirán espacios abiertos y libres de obstáculos, de modo que se evite el cortocircuito del aire, dicho de otro modo que el aire de salida no vuelva a entrar en la torre, ya que no es apto para una correcta refrigeración al estar muy húmedo.

La situación se procurará sea lo más alejada posible de bocas de salida de aire, ventilaciones de garajes y chimeneas y a sotavento de las mismas, en caso contrario los óxidos de azufre y nitrógeno de los humos y gases acelerarán la corrosión de la torre y su deterioro. Deberá tenerse en cuenta que la presión en la tubería de alimentación de agua sea suficiente para garantizar la reposición en caso contrario deberá instalarse un grupo de presión. Si por causa del emplazamiento se debe conducir el aire de descarga, deberá tenerse presente en la selección de la torre la merma de caudal de aire que se originará por aumento de pérdidas de carga.

Montaje.

En cubiertas, verificar que la azotea puede soportar el peso en servicio de la torre, en caso negativo recurrir a soportes de estructura metálica apoyada en puntos fuertes de la construcción.

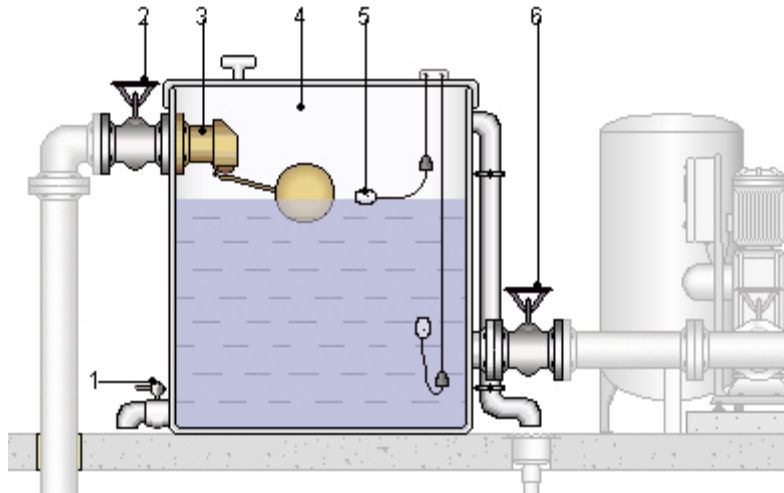
No olvidar JAMAS, tomar todo tipo de precauciones de actuación antivibratoria a saber, soportes de torre y bombas, flexibles en conexión de tuberías, las actuaciones a posteriori son muy costosas, cuando en fase 1ª de la instalación son sencillas y baratas.

Si es posible, colocar las bombas lo más bajas posible respecto a la torre de este modo, trabajarán sin riesgo de cavitación.

Prevean interruptores de corte de corriente eléctrico a pie de torre para facilitar operaciones de mantenimiento, así como grifo auxiliar para limpieza de balsa y relleno.

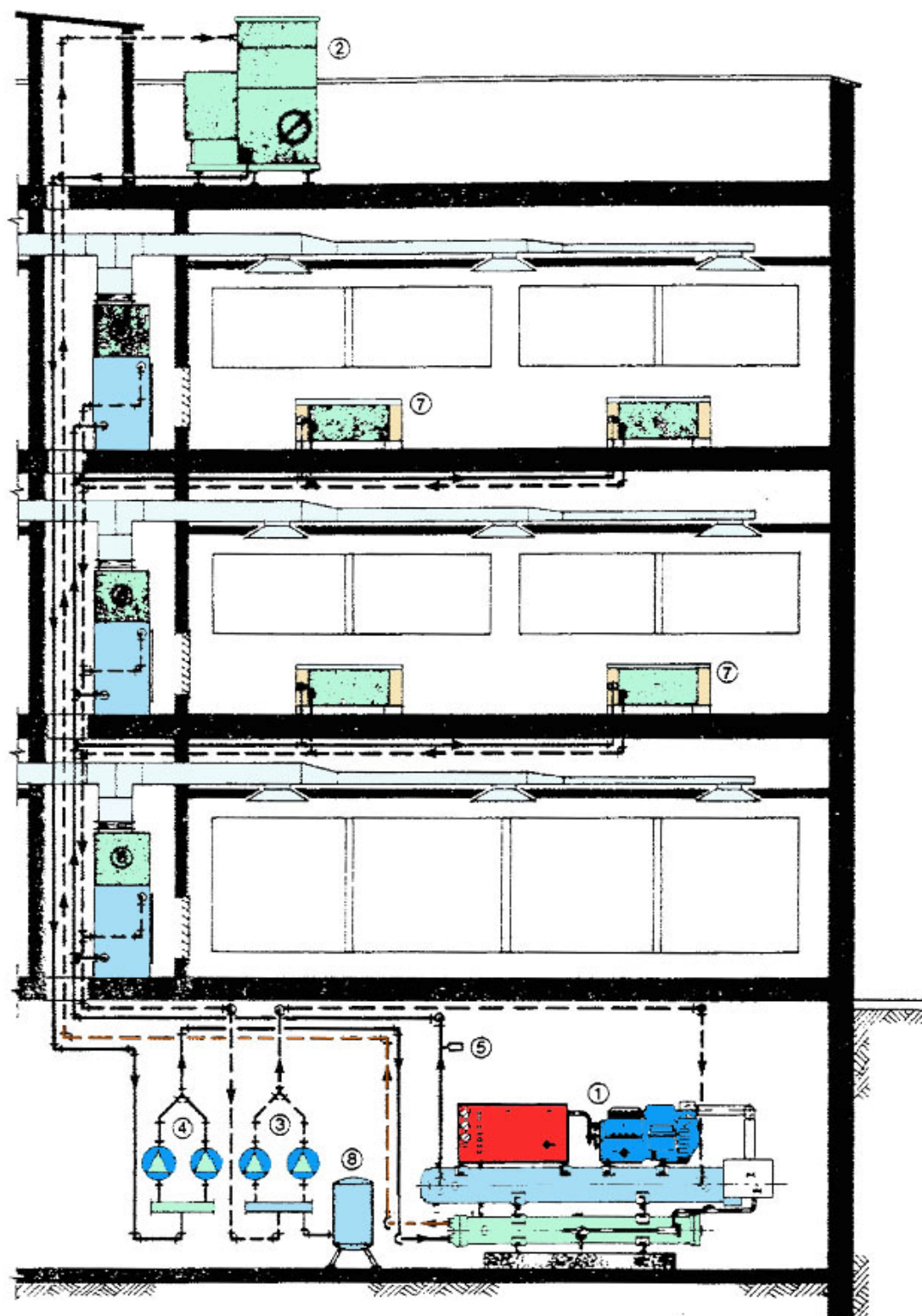
Es recomendable un interruptor de nivel que enclave todo el sistema ante una falta de agua de alimentación.

La torre deberá poderse aislar del resto del circuito de condensación con las preceptivas válvulas de aislamiento. Las tuberías de agua de condensación deberán aislarse térmicamente y no es recomendable la terminación del aislamiento en pintura asfáltica negra, ya que en exterior, al sol, provocarán calentamiento indeseado de las tuberías.



- 1: Grifo para vaciado.
- 2: Llave de corte para la entrada.
- 3: Válvula de flotador.
- 4: Depósito.
- 5: Interruptor de nivel.
- 6: Llave de corte para la salida.





- ① Enfriadora de agua.
- ② Torre de enfriamiento.
- ③ Bombas de agua entría.
- ④ Bombas para agua de condensación.
- ⑤ Interruptor de flujo.
- ⑥ Acondicionadores.
- ⑦ Aparatos fan-coil.
- ⑧ Depósito de expansión.

ADVERTENCIA IMPORTANTE

El volumen de agua contenido en la instalación, expresado en litros, no será inferior a la cifra que resulte al hacer la siguiente operación.

Para el SISTEMA INTERNACIONAL:
— Multiplicar por 360 el caudal de agua circulada.

Para el SISTEMA METRICO:
— Dividir por 10 el caudal de agua circulada.

Condiciones de funcionamiento

Si la torre debe operar en invierno con posibilidad de congelación del agua en la balsa y formación de hielo en las aspas de los ventiladores se deberán tomar medidas de protección.

Se recuerda que no es recomendable el uso de resistencias eléctricas de desescarche, siendo más aconsejable la protección a base de mantener la circulación de agua evitando de este modo la congelación.

Dado que se trata de un circuito semiabierto con posibilidad de contaminación y formación de algas y lodos se deberá analizar y tratar el agua.

No pudiendo darse una recomendación genérica de tratamiento se deberá y proceder a analizar el agua y establecer el tipo y dosificación adecuada para combatir el problema específico de cada caso.

Bombas de condensación

Para determinar las bombas necesarias a instalar en el circuito de condensación, proceder como sigue. El caudal ya es conocido como dato de selección, para conocer la presión a vencer deberemos sumar la pérdida de carga en tramos rectos de tubería y accesorios singulares (codos, valvulería, etc.), la presión necesaria en pulverizadores (al menos 5 mca) y la altura de la propia torre.

Se recuerda la conveniencia de enclavar el funcionamiento del sistema con un interruptor de flujo para evitar que ante una eventual falta de circulación lleguen a saltar las seguridades por alta presión de condensación.

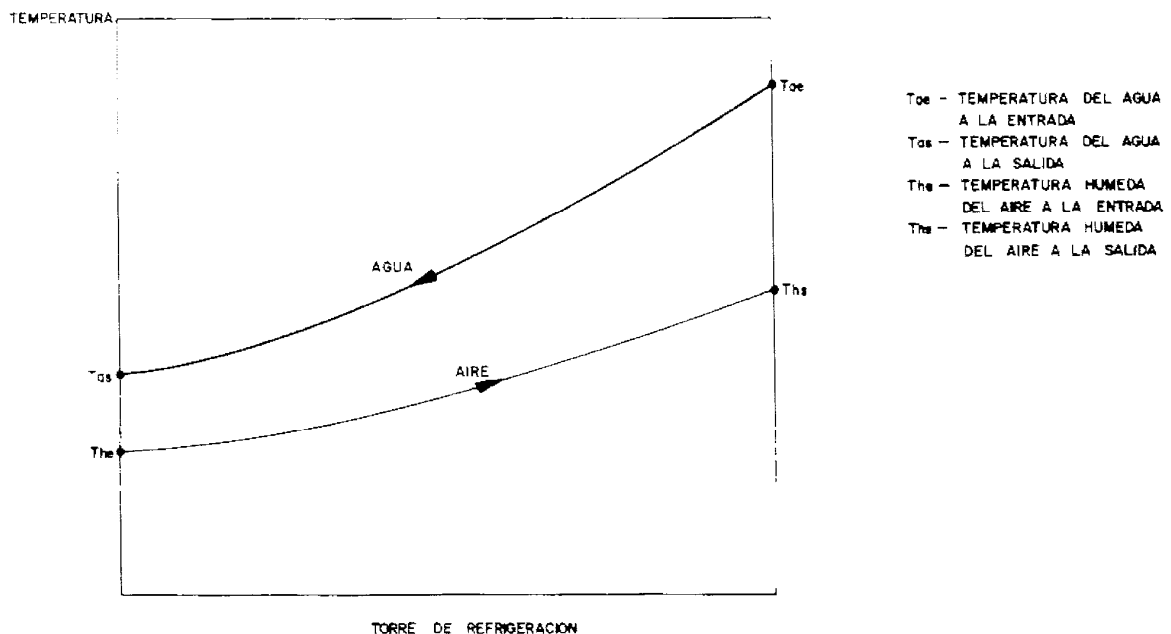


Fig. 8. 5.: Diagrama de temperaturas

Por arrastre se pierde un 2% del caudal y como ya comentamos por purga 0,5% de Q. Lo que arroja un total del 3 al 4% del caudal en circulación.

Proceso de selección.

Si existen tablas de lectura directa, facilitadas por el fabricante de la torre, se procede como sigue; en la columna de la temperatura húmeda de nuestro caso y con nuestro salto térmico buscamos el primer modelo que disipa más potencia de la deseada, siendo ese el modelo adecuado.

Si no existen tablas particulares determinaremos el margen y el acercamiento con ellos más la temperatura húmeda y la tabla Nº 2 obtenemos el factor de selección K. Multiplicando el factor de selección por la potencia ó el caudal obtendremos los datos corregidos. Con estos datos seleccionamos el primer modelo cuya potencia ó caudal supere al de nuestro problema.

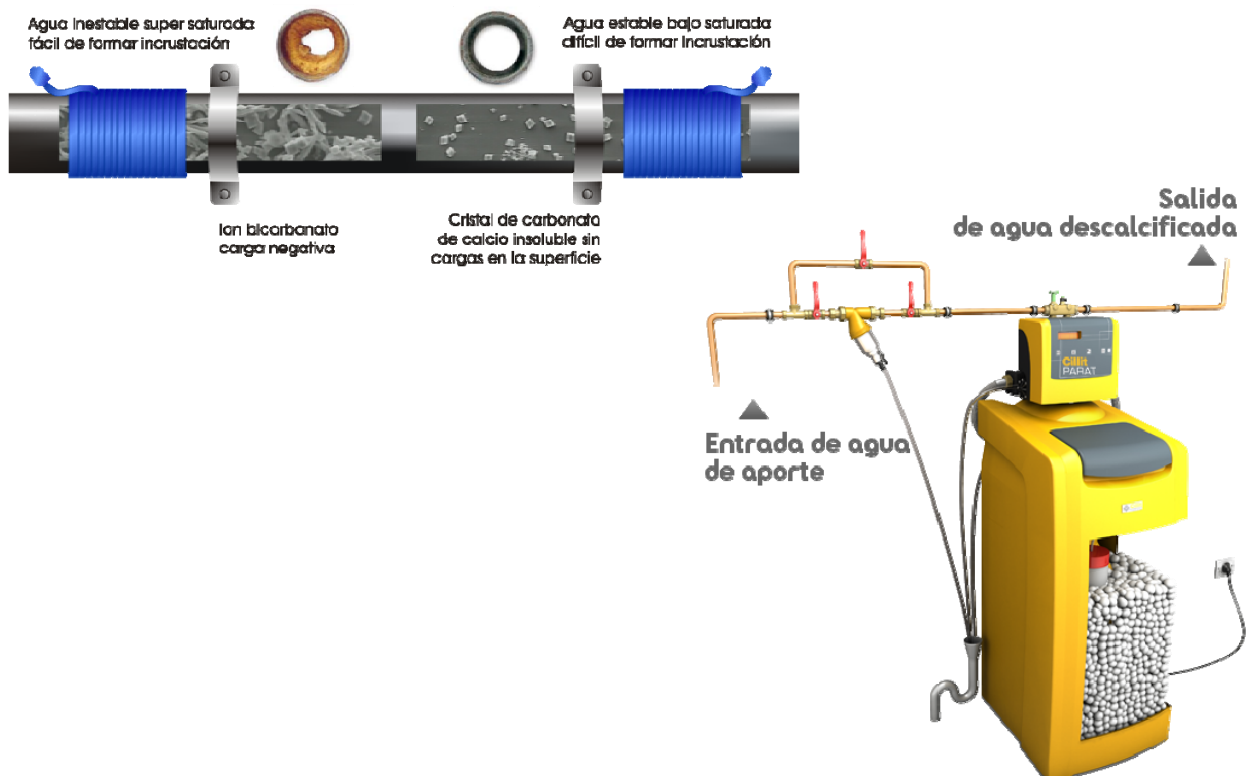
En previsión de posibles aumentos futuros de potencia, es aconsejable ser generosos en la selección, en caso de duda entre los tamaños, elegir el superior. Esto no tiene importancia relevante sobre el coste de adquisición.

Descalcificador

La cal disuelta en el agua produce numerosos daños, provocando incrustaciones que obturan tuberías, juntas, circuitos así como desgaste y disminución del rendimiento de equipos como calderas e intercambiadores.

Con la descalcificación obtenemos agua libre de cal. Así, el agua descalcificada, conserva las instalaciones y ayuda a alargar la vida de sus equipos y tuberías.

Fijese en estas dos imágenes que le mostramos a continuación.
Una de ellas muestra a microscopio el agua sin tratamiento, tal y como proviene de la red de agua municipal.
La imagen de la derecha muestra el agua tratada con un equipo anticalcáreo ProfiKalk plus-x.



Bombas dosificadoras

Son sistemas de dosificación que sirven para la correcta inyección de productos químicos a una corriente de agua, donde se requiera que la concentración de una sustancia química (cloro, polímeros, metabisulfito de sodio, etc.) se mantenga constante. La exactitud de la dosificación depende mucho de la marca y del modelo de la bomba que se utiliza. Ventajas del uso de bombas dosificadoras:

Regulación exacta dependiente del valor pH de la dosificación de hipoclorito sódico.

Dosificación efectiva y segura de floculantes.

Dosificación proporcional al caudal exacta de cloruro férrico para la decantación.

Dosificación de biocidas para el control de la Legionelosis



Filtración

Los sólidos suspendidos, incluyendo partículas de todos los tamaños y tipos (granos de arena, arcilla, algas, coloides, virus, fibras, etc.), provocan que el agua no sea apta para muchas de sus aplicaciones industriales. Los filtros han demostrado ser efectivos en la eliminación de todas estas partículas, produciéndose una mejora de la calidad físico-química y biológica del agua dado el amplio espectro de partículas eliminadas.

La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso.

En general, la filtración es la operación final de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua y, por consiguiente, es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los estándares de potabilidad.

Los mas utilizados son los filtros de arena, estos filtros pueden retener partículas de hasta 40 micras, aunque usando floculante pueden llegar a retener partículas de 20 micras. Estos filtros se caracterizan por su facilidad de uso. Se debe realizar el cambio de arena cada 5 años. En los filtros de arena también se puede utilizar el afm y la zeolita como medio de filtración



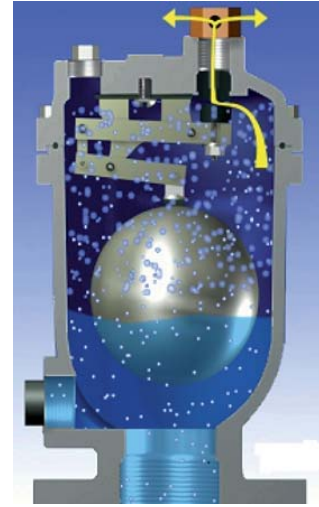
Purgadores Automáticos

Funcionamiento

El agua en las conducciones contiene normalmente aire que tiende a acumularse en los puntos altos formando bolsas que deben ser evacuadas mediante purgadores automáticos para asegurar un correcto funcionamiento de la instalación.

Para eliminar el aire, el purgador dispone de una boya y juego de palancas diseñadas en cada modelo para ejercer una fuerza suficiente para vencer la creada por la presión interna en el orificio de purga.

Mientras la conducción se encuentre presurizada el purgador trabajará con la frecuencia que sea necesaria para eliminar las bolsas de aire que se vayan formando en su interior.



Consideraciones de cálculo

Se considera generalmente que un 2% del caudal de agua que circula por una conducción es aire.

Para seleccionar el purgador adecuado en cada caso se recomienda escoger el que cumpla este requisito en la Tabla de capacidades de venteo teniendo en cuenta la presión de trabajo.

CAPACIDADES DE VENDEO EN (m³/min)

PARA CADA MODELO DE PURGADOR EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE TRABAJO.

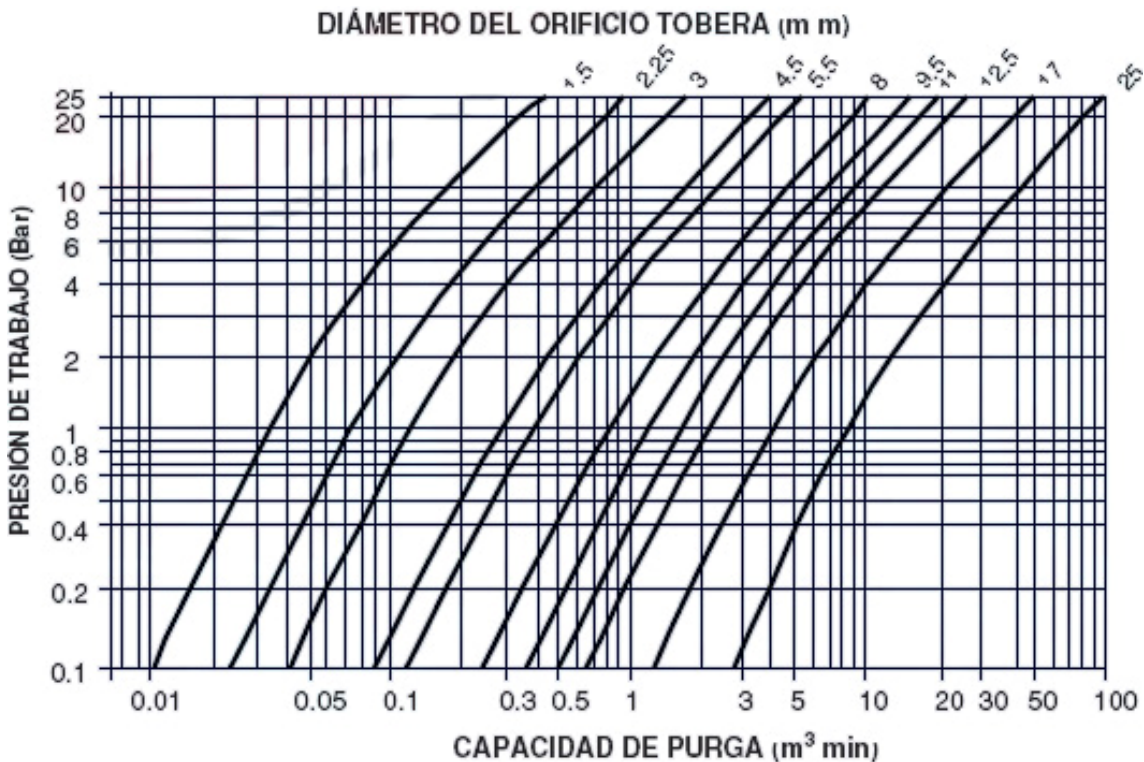


GRÁFICO ORIFICIO TOBERA SEGÚN PRESIÓN DE TRABAJO Y CAPACIDAD DE PURGA

PRESIÓN DE TRABAJO Bar.		AGUAS LIMPIAS											
		910			912			920			922		
											923		
											DN100		DN150
0,35	0,04	0,3	0,3	0,3	0,07	0,3	0,3	0,18	0,4,75	0,9,5	1,24	0,12,5	5,0
0,7	0,06				0,11			0,24			1,75		7,0
1,0	0,07				0,13			0,30			2,12		8,5
1,7	0,10				0,18			0,40			2,85		11,3
3,5	0,16				0,29			0,65			4,60		18,5
5,0	0,22				0,40			0,90			6,43		25,7
7,0	0,28	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,3	1,15	0,5,5	0,8	8,22	0,9,5	32,9
8,5	0,35				0,62			1,40			10,0		40,0
10	0,41				0,73			1,65			11,8		47,2
14	0,24	0,15	0,15	0,15	0,54	0,15	0,3	0,96	0,5	0,8	8,7	0,9,5	29,1
16	0,30				0,66			1,18			10,6		35,9
20	0,22	0,15	0,15	0,15	0,30	0,15	0,3	1,40	0,5	0,8	8,8	0,8	26,9
25	0,27				0,40			1,65			10,9		33,3

OTROS ORIFICIOS Y CAPACIDADES SEGUN NECESIDADES

Válvula de seguridad

Para evitar las sobrepresiones de origen térmico por el calentamiento del agua, se dispondrá de una válvula de seguridad para la instalación tarada como máximo a la presión de trabajo de la instalación.

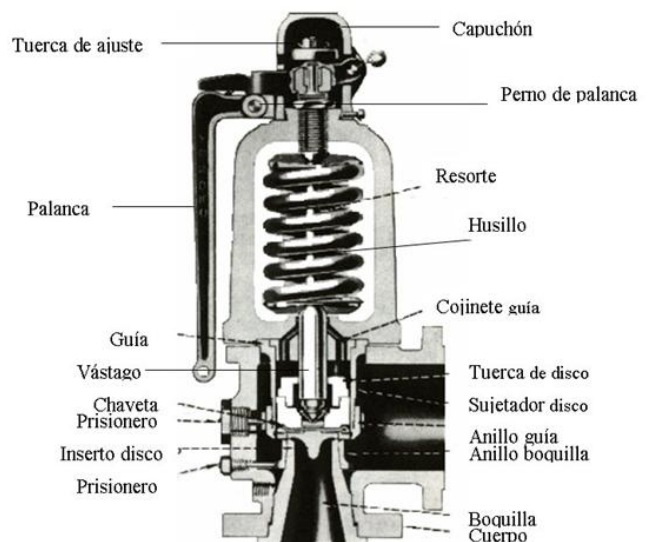
La cantidad de agua que debe evacuar la válvula de seguridad viene dada por la fórmula:

$$G = \frac{Q}{500}$$

Siendo:

G = Capacidad de descarga en Kg/h.

Q = Potencia de la instalación



CÁLCULO DE LA VALVULA DE SEGURIDAD

CAPACIDAD DE DESCARGA (G):

Cantidad de agua que debe poder evacuar 1.1 válvula de seguridad se mide en kg/h

$$G = \frac{Pn(W)}{645} = kg / h$$

Ejemplo de cálculo: Potencia nominal = 860Kw = 860.000 W

Tarado = 5 kg/cm²

$$G = \frac{860.000W}{645} = 1.333kg / h$$

Ø = 32 mm.

Capacidad de descarga G en kg/h

Ø de la válvula en mm.

Presión de tarado de la válvula en kg/cm ²	20	25	32	40	50	65	80	100
1	188	286	463	738	1.111	1.851	2.815	4.351
1,5	233	355	574	916	1.379	2.296	3.493	5.399
2	278	425	686	1.112	1.648	2.744	4.173	6.450
2,5	322	491	794	1.267	1.907	3.176	4.830	7.466
3	366	559	903	1.441	2.168	3.610	5.492	8.488
3,5	466	711	1.149	1.833	2.759	4.594	6.988	10.016
4	515	786	1.269	2.026	3.050	5.078	7.724	11.070
4,5	563	860	1.389	2.217	3.338	5.557	8.453	12.115
5	614	938	1.516	2.419	3.641	6.062	9.221	13.216
5,5	662	1.011	1.633	2.607	3.924	6.533	9.938	14.243
6	713	1.089	1.759	2.807	4.226	7.036	10.702	15.340
6,5	762	1.163	1.880	3.000	4.516	7.519	11.437	16.392
7	811	1.238	2.000	3.192	4.805	8.000	12.168	17.441
7,5	861	1.315	2.125	3.391	5.105	8.500	12.929	18.532
8	910	1.389	2.244	3.582	5.392	8.977	13.65,1	19.571
8,5	958	1.462	2.363	3.771	5.677	9.451	14.376	20.606
9	1.008	1.539	2.487	3.970	5.975	9.949	15.133	21.689
9,5	1.056	1.612	2.605	4.157	6.258	10.420	15.849	22.716
10	1.103	1.685	2.722	4.344	6.540	10.988	16.562	23.739

2. Descripción y análisis de instalaciones de climatización.

En los párrafos que siguen comentaremos las particularidades y peculiaridades más importantes de los distintos tipos de sistemas y equipos de climatización de uso más generalizado. Algunos constituidos por simples equipos autónomos otros configurando importantes instalaciones centralizadas.

Es imposible, en el espacio disponible en este texto, ser exhaustivos y alcanzar todos los detalles que caracterizan a cada instalación, pero intentaremos, al menos, señalar lo más característicos y representativos.

Clasificación de los acondicionadores

- Para su estudio podríamos establecer un orden o clasificación de los equipos autónomos **conforme el medio que enfríe el condensador, aire o agua; y a su configuración, compactos y partidos** (Split).

Condensación por aire. Los aparatos emplean el aire exterior para enfriar el condensador siendo impulsado por un ventilador en circulación forzada. Su instalación es sencilla, pues únicamente precisan de una abertura en la parte exterior del local para tomar el aire de la calle, bien directamente o por medio de conductos, y después evacuarlo de nuevo afuera cuando está caliente.

Condensación por agua. Los equipos utilizan el agua para enfriar el condensador. Si el agua se toma de un cauce natural, río, pozo, mar, etc., normalmente el agua se pierde una vez que ha cumplido su función.

- Sin embargo, si esta agua viene de la red urbana y no se quiere desperdiciar, es conveniente disponer en el circuito de agua de una torre de refrigeración para recuperarla y ser enviada de nuevo al condensador repitiendo el ciclo. Las torres de refrigeración tienen un salto térmico, como mínimo, de 3-4 °C, y el ahorro de agua puede alcanzar hasta un 97% según la cantidad de calor a disipar y el caudal en circulación (véase apartado 10).

Compactos. Es la unidad de tratamiento del aire con producción propia de frío y calor que viene ensamblada y probada de fábrica formando un conjunto único.

La unidad está interiormente aislada térmica y acústicamente, y el revestimiento exterior permitirá que sus componentes internos sean fácilmente accesibles.

Partidos. Se denominan así porque comprenden dos secciones: la sección del tratamiento del aire, unidad climatizadora que se instala en o cerca del local a refrigerar y que incluye el evaporador con su ventilador; y la unidad condensadora que debe ser instalada en la parte externa del local y porta el compresor y el condensador. Todo ello unido por las correspondientes conexiones frigoríficas. Su ventaja reside en que es una instalación silenciosa a causa de la colocación del compresor en el exterior.

El aire puede suministrarse directamente mediante rejillas situadas en el propio equipo, o ser distribuido por conductos y rejillas para su descarga al ambiente.

2.1. Instalaciones todo aire.

De ventana

Uno de los acondicionadores de aire más difundidos y, a la vez, el más elemental, es el conocido como acondicionador de ventana, unidad de climatización de producción propia de frío en la mayoría de los equipos y, en algunos modelos, con la posibilidad de gestar calor para calefacción con bomba de calor o calefactor eléctrico (fig. 6.1).

Suelen estar calculados, en términos generales, para prestaciones/ciclo frío, para una temperatura exterior de 35 °C con $T_s = 27$ °C y $T_h = 19$ °C, dando entre 1.250 a 6.000 Kcal/h. Con bomba de calor los datos son: temperatura interior 20 °C, con $T_s = 8$ °C y $T_h = 6$ °C y la potencia calorífica a suministrar con bomba de calor oscila entre 3.150 y 6.500 Kcal/h.

Reciben este nombre porque han sido diseñados expresamente para acoplarlos en el hueco de una ventana o balcón, o en un muro de la habitación, colocando la parte correspondiente a la toma de aire y su expulsión en la parte exterior, a la intemperie.

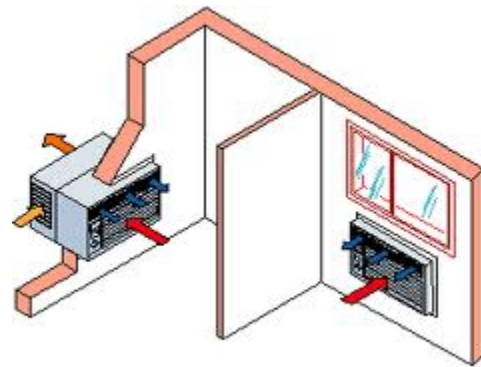
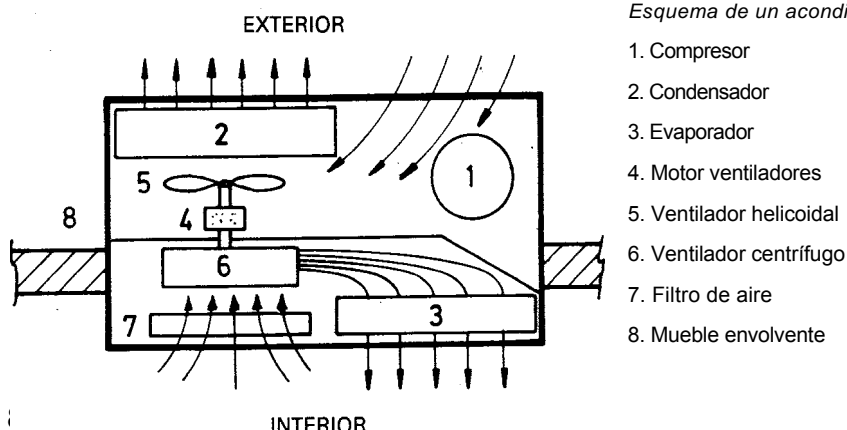


Fig. 6.1. Acondicionador de ventana.

Son de condensación por aire, es decir, el condensador es refrigerado por el aire venido de un ventilador helicoidal que empuja la circulación del aire procedente del exterior. Esta parte queda fuera del edificio, a cielo abierto. El evaporador, con su correspondiente ventilador y el compresor, se dispone dando a la parte interior de la habitación que se quiere acondicionar.

Están dotados de dispositivos de mando que controlan las velocidades del aire de impulsión, del aire de extracción y el compresor. Disponen también de rejillas direccionables que reparten uniformemente el aire por todo el local a acondicionar facilitando su correcta distribución. Pueden operar como ventilación renovando el aire.

Su ventaja principal reside en que los mencionados acondicionadores pueden adaptarse a edificios ya construidos, y en los que, en general, únicamente se acondicionan parte de los mismos. El tipo de edificios de este modo acondicionados corresponde a oficinas, despachos, salas de juntas, pequeños comercios, habitaciones exteriores, restaurantes, bares y locales similares, añadiendo un conglomerado de posibilidades que el ingenio del instalador resuelve.



Esquema de un acondicionador de ventana.

1. Compresor
2. Condensador
3. Evaporador
4. Motor ventiladores
5. Ventilador helicoidal
6. Ventilador centrífugo
7. Filtro de aire
8. Mueble envolvente

Instalación

Al instalar este tipo de acondicionadores hay que tener en cuenta que deben llevar una ligera inclinación (5° aproximadamente) hacia el exterior, para facilitar la evacuación del agua condensada en el evaporador.

El lugar idóneo de colocación será allí donde el flujo del aire tratado alcance la mayor parte del local. Nunca se colocará en el sector que exista algún obstáculo en la dirección del soplado del aire.

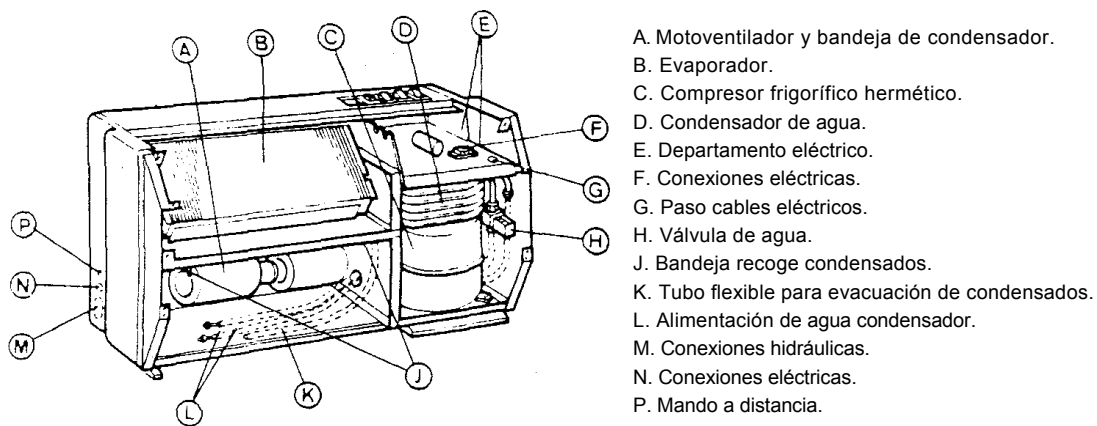
Tampoco deberá existir obstáculo alguno a menos de dos metros de la parte trasera del aparato, en la dirección del flujo de aire de refrigeración del condensador, que provoque recirculación del aire caliente.

Unidades compactas

Estas unidades (consolas) pertenecen al grupo de acondicionadores autónomos, y deben su nombre a que la caja o armario del acondicionador recuerda al de los muebles antiguos que se arrimaban a la pared, poniendo los diseñadores buen cuidado en que sean capaces de armonizar con la decoración interior de una casa, como puede verse en la siguiente figura.

Están capacitados para proporcionar calefacción por bomba de calor o eléctrica por resistencia.

La instalación es sencilla y se realiza en muro, adosados a la pared o colgados, necesitando toma de aire exterior (en los de condensación por aire) practicando un hueco en la pared. En los de condensación por agua basta conectar las tuberías a la red general de agua. No obstante, es recomendable recuperar el agua que sale del condensador mediante el montaje de una torre de refrigeración, si son varios los equipos instalados.



Interior acondicionador de aire tipo consola, condensación por agua.



En los primeros, condensados por aire, la potencia frigorífica abarca de 2.800 a 8.000 Kcal/h con una temperatura exterior de 35 °C y con $T_s = 27$ °C y $T_h = 19$ °C; y para prestaciones con bomba de calor la temperatura interior es de 20 °C, con $T_s = 8$ °C y $T_h = 6$ °C.

En los refrigerados por agua, para las mismas temperaturas seca y húmeda, pero con temperatura del agua a 15 °C, la potencia frigorífica varía de 3.000 a 5.000 Kcal/h. La temperatura del agua a la salida del condensador se halla comprendida en las cifras de 26/32 °C. Hay que pensar en la pérdida de agua, tanto si la instalación es directa como si se emplea torre de refrigeración, estando alrededor de los 6.000/1.000 l/h según fabricante, modelo, etc. La presión del agua necesaria es de 1 bar.

Estas unidades tienen una acogida favorable en edificios ya construidos, en viviendas, chalets, pequeños locales comerciales, etc., dada su versatilidad; su control es individual.

Otra modalidad son las unidades compactas horizontales de condensación por aire (fig. 6.4), con descarga directa o indirecta. Estas unidades efectúan la distribución del aire por medio de conductos que desembocan en rejillas en la pared o difusores en el techo. Necesita una toma de aire exterior y se instala un control por vivienda.



Fig. 6.4. Unidad compacta horizontal Condensación por aire.

Equipo Compacto Individual

Es un equipo de descarga indirecta, mediante red de conductos y emisión de aire a través de rejillas en pared o difusores en techo.

Generalmente se instala un equipo para todo el conjunto de una vivienda o local. El control es individual por equipo, y se realiza de acuerdo con las condiciones de confort de la habitación más representativa (por ejemplo, en una vivienda, la Sala de Estar).

El equipo necesita una toma de aire exterior. Se puede colocar en un falso techo o en un armario, existiendo modelos horizontales y verticales.

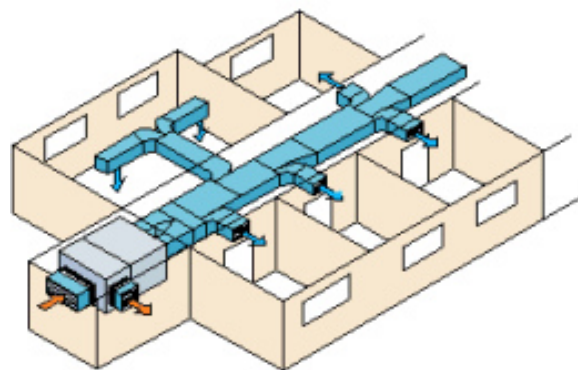
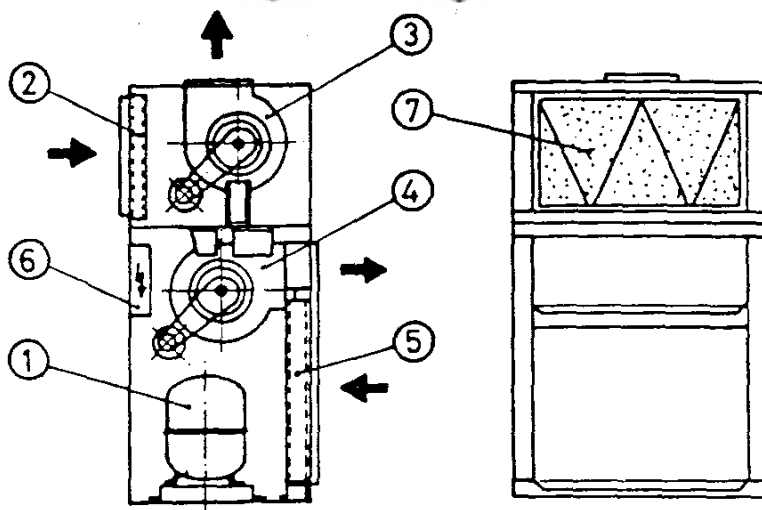


Fig. 6.5. Unidad compacta vertical de condensación por aire.

1. Compresor
2. Condensador
3. Ventilador
4. Ventilador
5. Evaporador
6. Cuadra eléctrica
7. Filtro

→ Circulación del aire





Igualmente existen las unidades compactas verticales condensadas por aire, como se señala en el esquema de montaje de la figura 6.5, y unidades compactas verticales condensadas por agua como muestra la figura 6.6.

En las unidades autónomas de condensación por aire es requisito indispensable para su colocación que dispongan de:

- A. Salida de aire al local.
- B. Retorno de aire del local.
- B. Salida del aire del condensador al exterior.
- C. Entrada de aire al condensador desde el exterior.

Fig. Unidad compacta vertical de condensación por agua.

Sistema partido

Esta modalidad de acondicionadores difiere de los anteriores en que los elementos del circuito de refrigeración no forman un grupo compacto sino que actúan por separado.

Como hemos dejado apuntado en el apartado 6.1, sus dos componentes se encuentran situados en diferentes lugares del sistema. La unidad condensadora, compresor y condensador, normalmente van al exterior, al aire libre; mientras que la unidad climatizadora, evaporador y ventilador, se instala en el interior. Ambas unidades se unen o se conectan mediante las líneas de refrigerante que normalmente van precargadas.

La figura 6.7 representa una típica instalación de sistema partido de condensación por aire con descarga directa al local a climatizar, con la unidad climatizadora en posición vertical, aunque ésta puede también ir en horizontal.

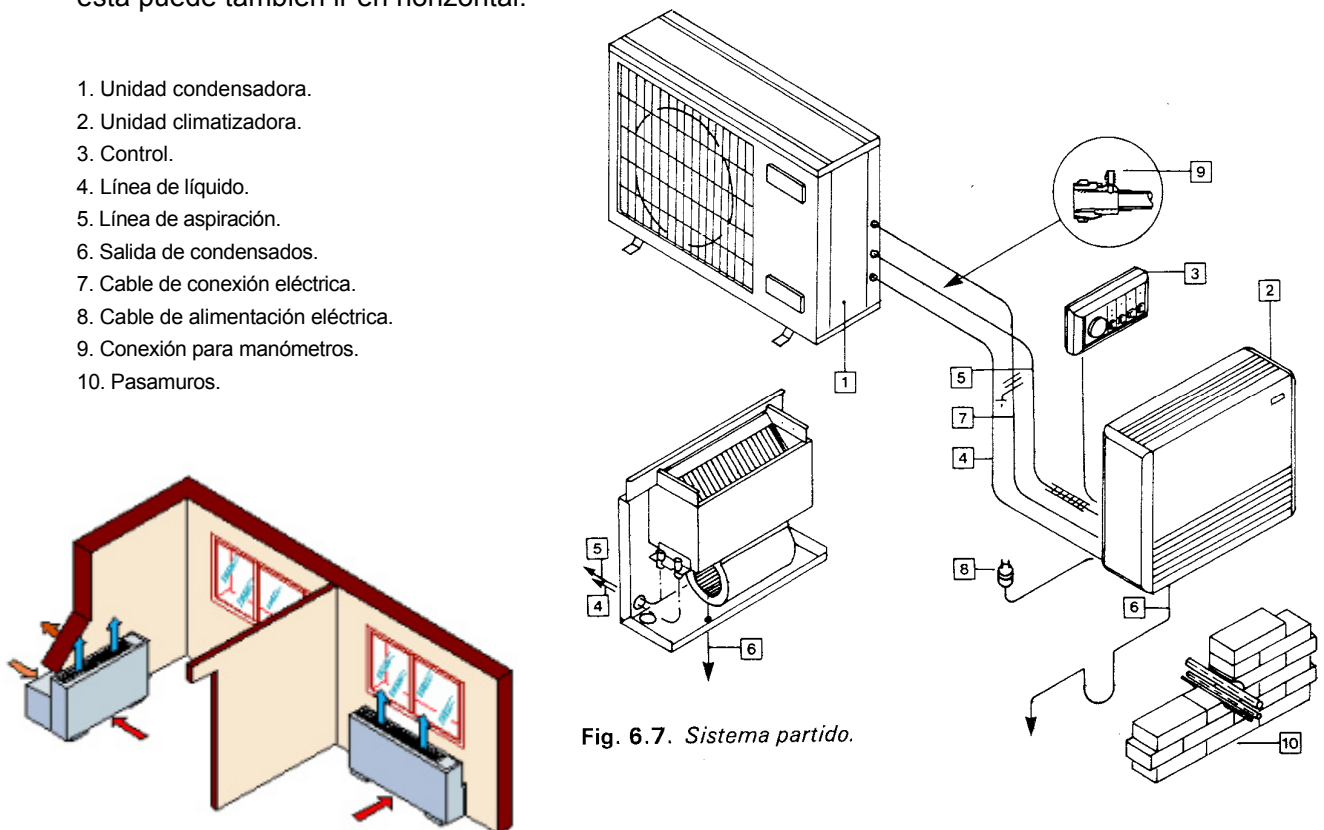
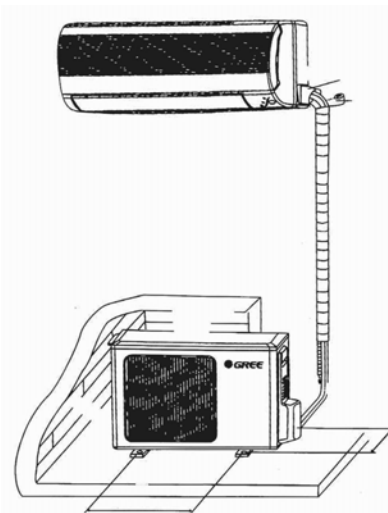
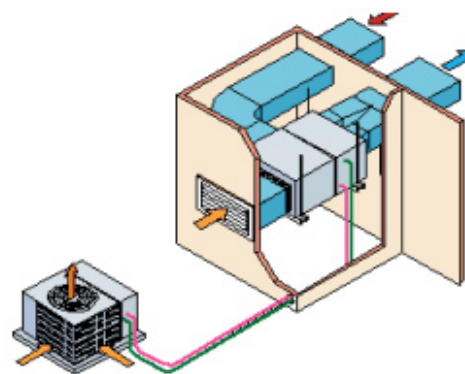
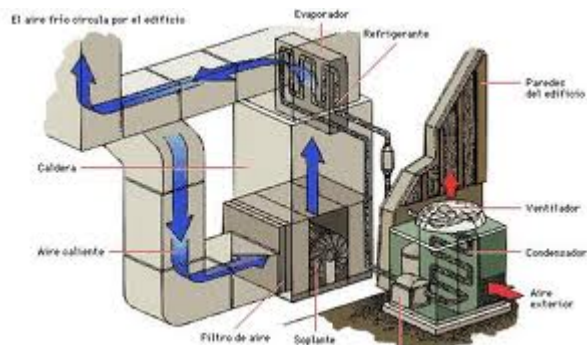


Fig. 6.7. Sistema partido.

Se puede instalar uno por vivienda con distribución del aire por red de conductos y descarga por rejillas (figura 6.8), o por unidades interiores múltiples, una por habitación, de tipo mural o consolas. Puede incorporar bomba de calor.

Fig. 6.8. Sistema partido con bomba de calor. Distribución del aire por conductos.

Resuelve muchos problemas de acondicionamiento de aire ya que su gama de potencias va desde 58.000 a 68.000 Kcal/h con refrigerante R 410, y acepta múltiples combinaciones para satisfacer cualquier demanda.



Unidad interior

1. La entrada y salida de aire no puede estar cubierta a efectos de repartir el aire por toda la habitación.
2. Instalar en algún sitio donde sea fácil la conexión con la unidad exterior.
3. En un lugar donde el agua de condensación pueda ser evacuada convenientemente.
4. Evitar lugares próximos a fuentes de calor, alta humedad o gases inflamables.
5. Instalar en un lugar lo suficientemente fuerte para aguantar el peso y las vibraciones de la unidad.
6. Asegúrese que la instalación cumple las distancias mínimas de instalación.
7. Asegúrese de dejar el suficiente espacio para facilitar el mantenimiento rutinario. La altura de instalación debe de ser de unos 2,3 metros desde el suelo.
8. Instalar a más de un metro de altura desde otros componentes eléctricos como pueden ser televisión, dispositivos de audio, etc.
9. Seleccione un lugar desde donde sea fácil el cambio de filtros.
10. No use la unidad en alrededores inmediatos de lavanderías, baños, duchas o piscinas.

Unidad exterior

1. Seleccione un lugar donde el aire y el ruido emitidos por la unidad no moleste a los vecinos.
2. Seleccione un lugar de elevada ventilación.
3. La entrada y salida de aire no pueden estar obstruidas.
4. Instalar en un lugar lo suficientemente fuerte para aguantar el peso y las vibraciones de la unidad.
5. No puede haber peligro de gases inflamables o corrosivos.
6. Asegúrese que la instalación sigue las distancias recomendadas en el diagrama de dimensiones de instalación

ATENCIÓN

La instalación en los siguientes sitios puede causar mal funcionamiento. Si es irremediable contacte con el servicio técnico

- Lugares donde se usan aceites.
- Lugares con alto nivel de salinidad en el ambiente.
- Sitios expuestos a gases sulfúricos.
- Lugares donde se generen ondas de alta frecuencia, producidas por equipos de radio, equipamientos médicos, etc.
- Cualquier otro sitio bajo circunstancias especiales.

Multi-sistema (Multi-Split)

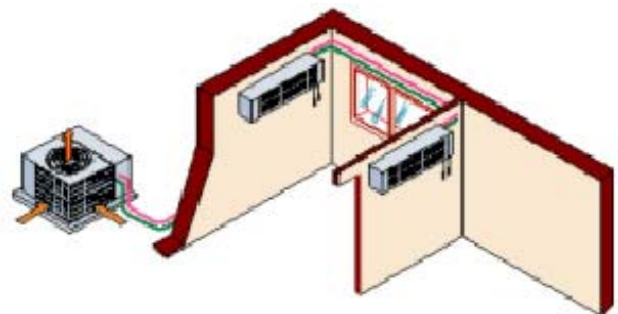
Dentro de los sistemas partidos haremos mención de los llamados multi-sistemas o multi-Split, que consisten en una única (o varias) unidad exterior con un solo compresor, del tipo rotativo hermético, y que, mediante válvulas de expansión electrónicas, permiten que la potencia disponible en el compresor de la unidad condensadora se reparta proporcionalmente a las potencias nominales de las unidades interiores, pudiendo conectar hasta cinco unidades interiores, llegándose hasta ocho según que marcas. Su gama está compuesta por modelos de pared, suelo o techo, que están enlazados con la unidad exterior por tuberías independientes, cuya capacidad frigorífica/calorífica está en función de la longitud de las líneas de refrigerante.

Se deben seleccionar los aparatos interiores para la carga máxima del espacio a climatizar por cada uno de ellos, y, la unidad condensadora colocada en el exterior, para el máximo simultáneo. La capacidad de refrigeración de la unidad climatizadora interior varía con arreglo al uso requerido, teniendo que elegirse en relación con el tiempo de funcionamiento.

Se pueden arrancar o parar individualmente todas las unidades interiores a partir del cuadro de mandos central con sólo colocar una tarjeta de circuito impreso adicional en cada unidad interior.

El módulo básico es la unidad exterior, tipo bomba de calor, que puede montarse por encima o por debajo de las unidades interiores, teniendo unos límites de altura y distancia, cuyas conexiones y servicios son accesibles por el panel frontal. Los módulos pueden ensamblarse entre sí formando un grupo compacto para ir aumentando su capacidad. El sistema usa refrigerante R-22 (no ha sido denunciado por la Convención de Montreal) y operan calculándose la capacidad de refrigeración en base a una temperatura interior de 27°C T_s y $19,5^{\circ}\text{C}$ T_h , con una exterior de 35°C T_s ; en calefacción, se calcula para una temperatura interior de 21°C T_i y exterior de 7°C T_s y 6°C T_h , considerándose estas temperaturas como de entrada a la unidad exterior.

Como un compendio de todo lo expuesto anteriormente sobre el material que se comercializa para aire acondicionado, se encaja la tabla 6.1 que reúne los principales modelos de equipos autónomos.



Equipo partido con unidades múltiples de tipo mural

PRINCIPALES MODELOS DE EQUIPOS AUTONOMOS

Denominación	Condensación	Tipo de descarga	Zonificación Inversión térmica	Uso	Potencia	Condiciones de instalación
Acondicionador de ventana	Por aire	Directa	Un equipo por cada zona. Capacidad de inversión térmica sucesiva.	Individual	1.300 Kcal/h a 6.000 Kcal/h	<ul style="list-style-type: none"> En ventana o muro. La sección exterior requiere toma de aire y expulsión sin que se produzca recirculación.
Consola de aire	Por aire	Directa	Un equipo por cada zona. Capacidad de inversión térmica sucesiva.	Individual		<ul style="list-style-type: none"> En muro, quedando la unidad a ras del mismo. Ocupación de espacio en planta debido a la disposición de consola.
Consola de agua	Por agua	Directa	Un equipo por cada zona. Capacidad de inversión térmica sucesiva.	Individual		<ul style="list-style-type: none"> Todo el equipo va en el interior del local. Ocupación de espacio en planta debido a la disposición de consola. Necesaria conexión a la red de agua de condensación.
Compacto de aire	Por aire	Directa Indirecta mediante red de conductos.	Un equipo por cada zona. Capacidad de inversión térmica sucesiva.	Individual o Múltiple		<ul style="list-style-type: none"> El equipo puede colocarse al exterior, siendo entonces preciso que una parte del tendido de conductos discorra por el exterior. Si los ventiladores del condensador son centrífugos, se puede instalar el equipo en el interior. Ahora es necesario proveer la entrada y salida del aire exterior de condensación. Admite disposición en forma de armario (ocupación en planta) u horizontal (ocupación del falso techo).
Compacto de agua	Por agua	Directa Indirecta, mediante red de conductos,	Un equipo por cada zona. Capacidad de inversión térmica sucesiva.	Individual o Múltiple		<ul style="list-style-type: none"> El equipo va instalado en el interior del local. Requiere conexión a la red de agua de condensación. Admite disposición vertical (armario) u horizontal.
Partido de aire.	Por aire	Directa Indirecta, mediante red de conductos.	Un equipo por cada zona. Capacidad de inversión térmica sucesiva.	Individual o Múltiple		<ul style="list-style-type: none"> La unidad climatizadora (evaporadora) se instala en el interior. La unidad condensadora va en el exterior normalmente (1). " Ambas unidades conectadas mediante líneas de refrigerante, normalmente precargadas. (1) Si sus ventiladores lo permiten la condensadora también puede situarse en el interior, canalizándose adecuadamente el aire de condensación.
Partido de agua	Por agua	Directa Indirecta, mediante conductos.	Un equipo por cada zona. Capacidad de inversión térmica sucesiva.	Individual o Múltiple		<ul style="list-style-type: none"> La unidad evaporadora se instala en el interior (en situación vertical u horizontal). La unidad condensadora por lo general en el interior, unida a la red de condensación. Ambas unidades, conectadas mediante líneas de refrigerante, usualmente precargadas.
Equipos de cubierta	Son unidades compactas de condensación por aire, para situarse en el exterior, sobre terraza o cubierta.					

Instalaciones centralizadas

Hasta ahora hemos dado un repaso genérico a aquellos equipos que podemos encontrar en el mercado y que se fabrican en serie o en gamas que se comercializan fácilmente. Estos equipos no tienen grandes problemas de fabricación y montaje y, consecuentemente, son los acondicionadores autónomos que encuentran mayor aplicación en gran parte de los edificios que se acondicionan.

Sin embargo, en edificios amplios, o en espacios que conforman un sólo ambiente o un sólo volumen (por ejemplo, en cines, teatros, polideportivos, salas de conciertos, etc., y cualquier otro edificio de características parecidas), están indicadas las instalaciones centralizadas que disponen de un sistema frigorífico productor de agua fría, y otro calorífico, con producción de agua caliente. Esta instalación distribuirá, mediante el agua que lo transporta, el frío y el calor a las zonas a acondicionar, enfriando o calentando el aire correspondiente, en el mismo sitio y con la obligada zonificación para que no existan importantes diferencias entre los sectores.

Las instalaciones centralizadas o sistema convencional consisten básicamente en una instalación central donde se agrupan todos los componentes del sistema. El aporte de frío, calor, humidificación y deshumidificación, es realizado por el aire, existiendo en la central un ventilador de extracción del aire viciado y otro de impulsión para circulación del aire.

En el mismo tramo se intercala la central frigorífica y la central calorífica. Si el conjunto es para calefacción/refrigeración podría estar compuesto en el siguiente orden: entrada de aire (aspiración, mezcla y expulsión), filtros, batería de calor, batería frío, humectación y ventilador, todo ello conjuntado en un chasis metálico monobloque conociéndose como *centrales de tratamiento de aire*.

Estas centrales pueden ser de tipo unizona o multizona con montaje en el suelo o en el techo, cubriendo una amplia gama de caudales.

Climatizadoras, UTA's

Una climatizadora es un aparato de acondicionamiento de aire que se ocupa de mantener caudales de aire sometidos a un régimen temperatura preestablecida. También se encarga de mantener la humedad dentro de valores apropiados, así como de filtrar el aire.

Por sí mismos no producen calor ni frío; este aporte les llega de fuentes externas (caldera o máquinas frigoríficas) por tuberías de agua o gas refrigerante. Puede, no obstante, haber un aporte propio de calor mediante resistencias eléctricas de apoyo incorporadas en algunos equipos.

Consta de una entrada de aire exterior, un filtro, un ventilador, uno o dos intercambiadores de frío/calor, un separador de gotas (para verano) y un humidificador (para invierno).

Son espacios destinados al acondicionamiento central del aire son capaces de velar por los tres parámetros elementales de la calidad del aire acondicionado que se resumen en: bajo particulado en suspensión, humedad relativa bajo control y temperatura de confort. El objetivo de la UTA es suministrar un gran caudal de aire acondicionado para ser distribuido por una red de conductos a través de la instalación en la cual se encontrará emplazada. Para dicho efecto estará constituida, y varía según fabricante y necesidades.

Sus principales componentes son:

Batería de filtros

La batería de filtros de aire generan la desconcentración de particulado en suspensión mejorando la calidad de aire a inyectar. Ese tipo de filtros varía su materialización y densidad conforme la exigencia de pureza requerida. A modo de ejemplo, no es lo mismo el aire a circular por un edificio de oficinas que el de un hospital, y distinto también al de un pabellón quirúrgico. De esta manera, y a mayor exigencia en la labor de filtrado del aire, no solo se debe generar la desconcentración de partículas de distintos tamaños sino también la eliminación de microorganismos con la adición de filtros especiales como los filtros electrostáticos y los de carbón activo para la eliminación de olores.

Baterías de frío y calor

Las baterías de frío y calor son serpentines por los cuales circula agua, fluido tratado por elementos o máquinas térmicas auxiliares a la unidad manejadora de aire. El agua fría es obtenida de una **enfriadora de agua** o "**chiller**" el cual, evaporando un refrigerante a contraflujo en un evaporador de placa o doble tubo, enfría el agua hasta una temperatura apta para el proceso. Este serpentín suele estar primero –en sentido del flujo de aire a través de la UTA que el de calor, con la finalidad de condensar la humedad ambiente excedente sobre el serpentín. El agua caliente que circula por el serpentín de calor es abastecida por una **caldera**. En la actualidad se están utilizando arreglos de caldera, bombas de calor y colectores solares en pos de la eficiencia energética.

Las tuberías de agua que conectan a los serpentines, tanto fría como caliente, deben ir acopladas a válvulas motorizadas de manera tal que la alimentación de agua sea proporcional a lo requerido por los termostatos o entalpímetros, según sean los elementos de control.

También se utilizan en instalaciones menores, y donde la implementación de unidades auxiliares como *chillers* y calderas resulta muy costoso e injustificado, el uso de un sistema de refrigeración de expansión directa para la batería de frío y de resistencias eléctricas para generar la calefacción por medio del efecto Joule. No obstante lo anterior, los costos operativos asociados a este tipo de equipos son elevados.

Ventilador

Es el elemento mecánico que debe generar el caudal y alcanzar la presión estática necesarios para hacer circular el aire acondicionado por la red de ductos a través de la instalación.

Si bien es cierto que los ventiladores axiales son los que generan mayor caudal de aire, su configuración física y bajo torque los deja por debajo de los ventiladores centrífugos (a veces llamados sirocos) cuya mayor presión estática los convierte en los ideales para este tipo de equipos, ya que el aire debe circular fluidamente a través de los filtros, baterías de frío y calor y redes de ductos hasta los distintos difusores del sistema.

Conductos de Ventilación

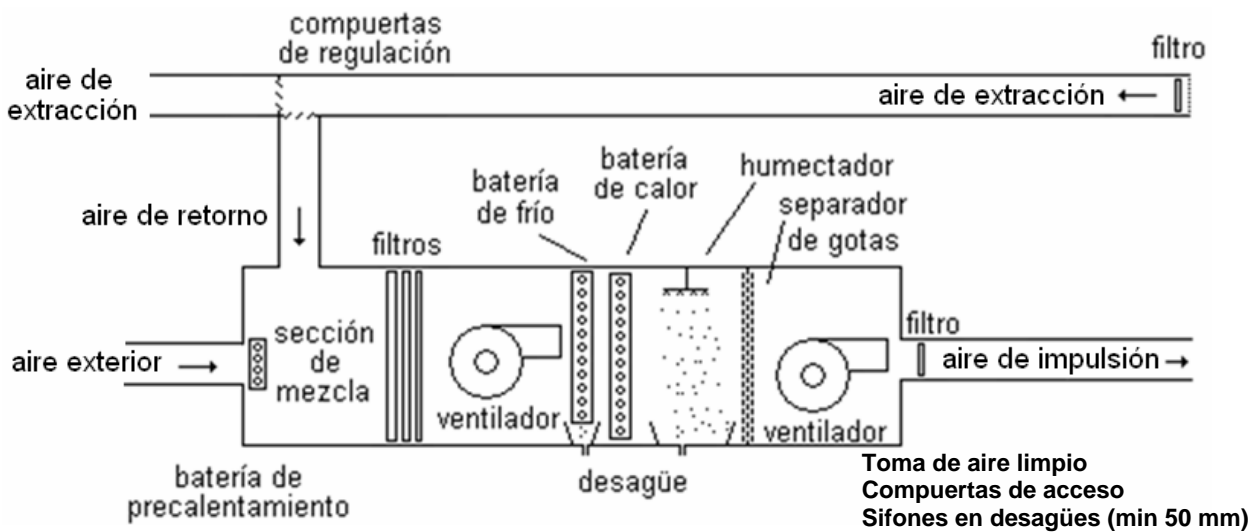
El resto del sistema de ventilación -**conductos, accesorios y difusores**- así como su correspondiente estudio y cálculo se enfocan bajo el lente de los denominados sistemas de ventilación industrial. Estos requieren un detallado análisis para que el aire se distribuya uniformemente a través de la red de ductos a una velocidad adecuada a fin de no producir una elevada pérdida de carga por fricción ni vibraciones que eleven a umbrales audibles, pero la suficiente como para generar una adecuada ventilación con aire acondicionado a una velocidad normada a la salida del difusor y conforme la altura de la habitación, en el caso de una descarga vertical. Todo esto se realiza mediante el estudio de las secciones de los ductos a fin de mantener el estado de continuidad de la velocidad del aire en su interior. A su vez es importante minimizar los codos y bifurcaciones de la instalación de ductos los cuales no hacen más que aumentar la pérdida de carga por presión estática la cual deberá ser compensada por el ventilador del equipo climatizador, con su consecuente capacidad y costo operativo del motor para suministrar el torque solicitado.



Eficiencia energética

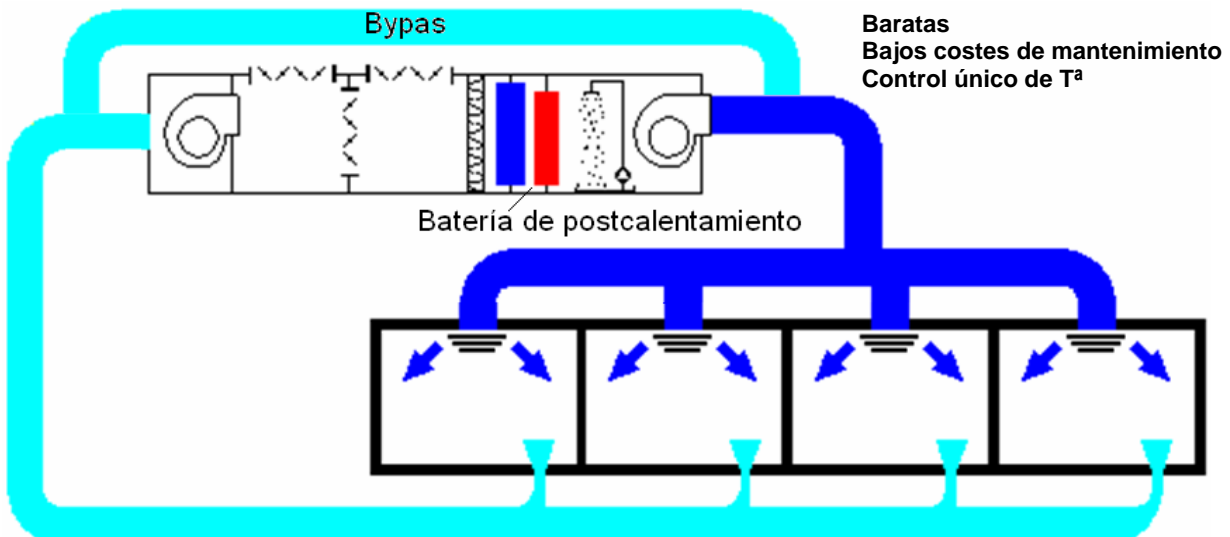
Una de las grandes aplicaciones de los variadores de frecuencia en instalaciones HVAC está ligada a motores en equipos climatizadores cuando la instalación requiere menor caudal de aire en circulación, esto debido a una menor carga térmica o menor ocupación de la instalación. Para esto, el variador de frecuencia hace que el motor gire a menor velocidad angular con el consecuente ahorro energético por baja carga, disminuyendo el caudal total de aire en régimen. Por su parte, es posible restringir parcial o totalmente determinados ductos de ventilación por medio de compuertas servoasistidas o *dumpers* con la finalidad de mantener la misma velocidad y caudal de descarga requerida en los espacios que se siguen climatizando a plena carga.

Tipos de Climatizadores UTA's



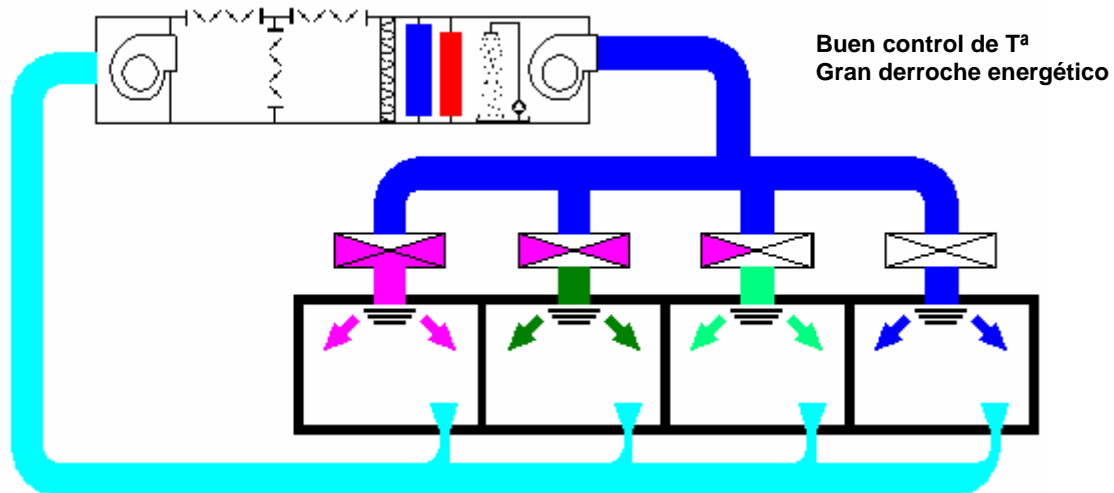
Una Zona; control de T^a de impulsión con termostato actuando sobre:

- La enfriadora y/o la caldera, parando y deteniendo el fluido.
- Un bypass hace que el aire de recirculación no pase por la batería
- Sobre la batería de postcalentamiento; control independiente T y humedad pero los costes de instalación y mantenimiento son elevados de este modo.

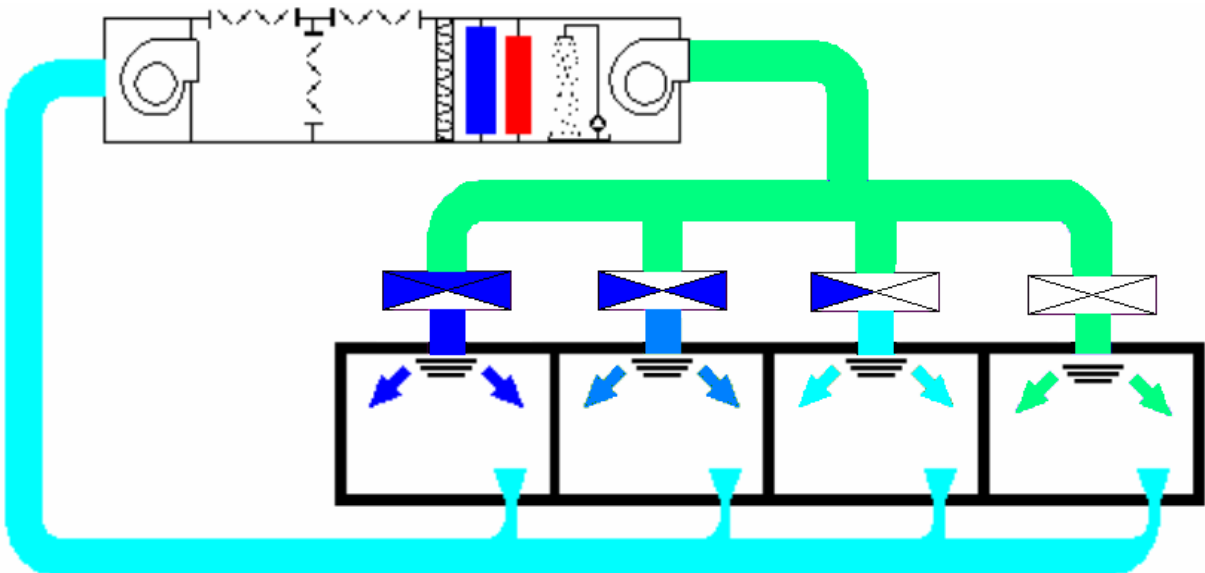


Zonas Múltiples; control de T^a actuando sobre (I):

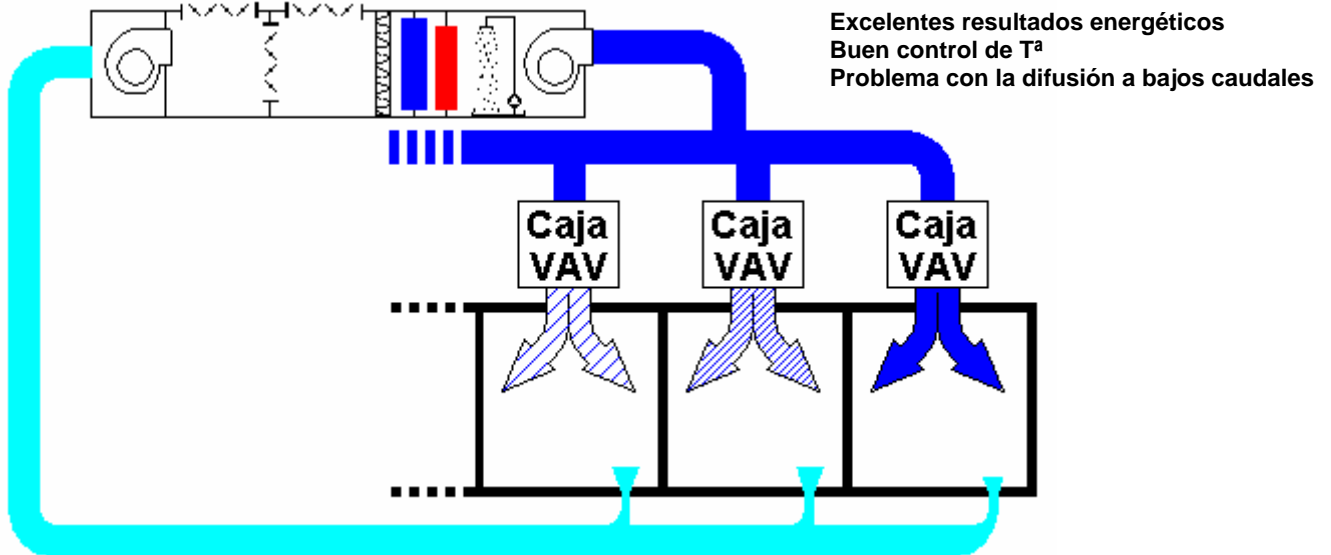
- a) Con **caudal constante y temperatura variable**. El aire es tratado centralmente en función del local con mayor demanda térmica, y posteriormente es terminado de acondicionar en una batería instalada en cada zona; tiene altos costes de instalación y de operación



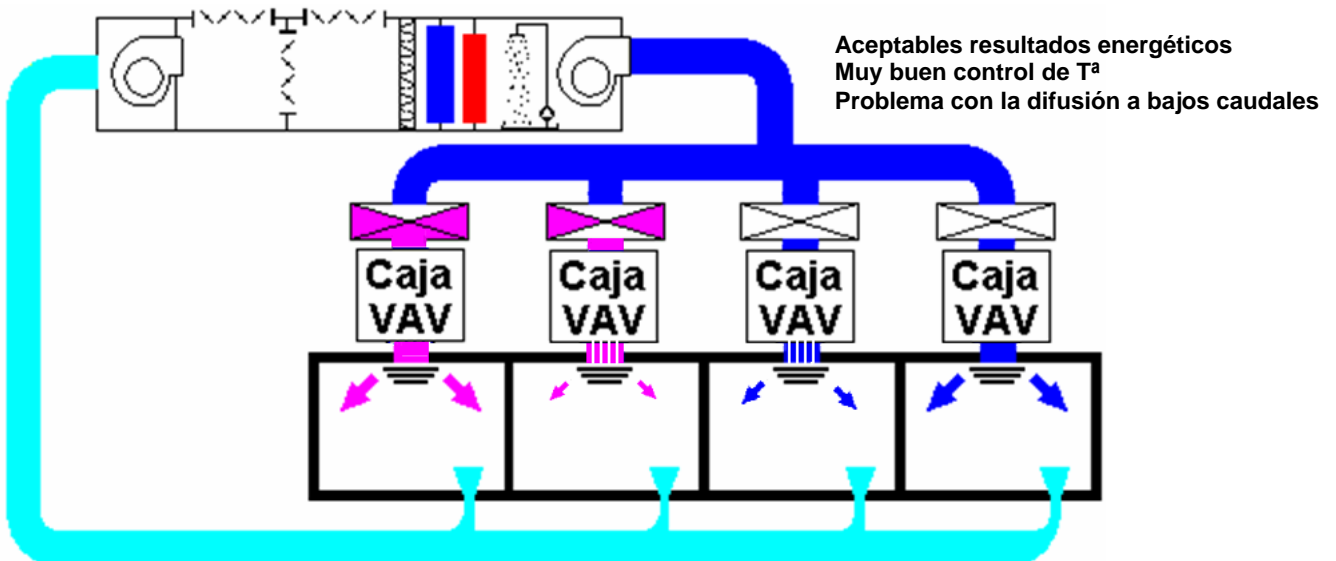
- b) Con **caudal constante y temperatura variable**; si el control de la T^a del aire de impulsión se hace en función del local con menor carga térmica se mejora energéticamente



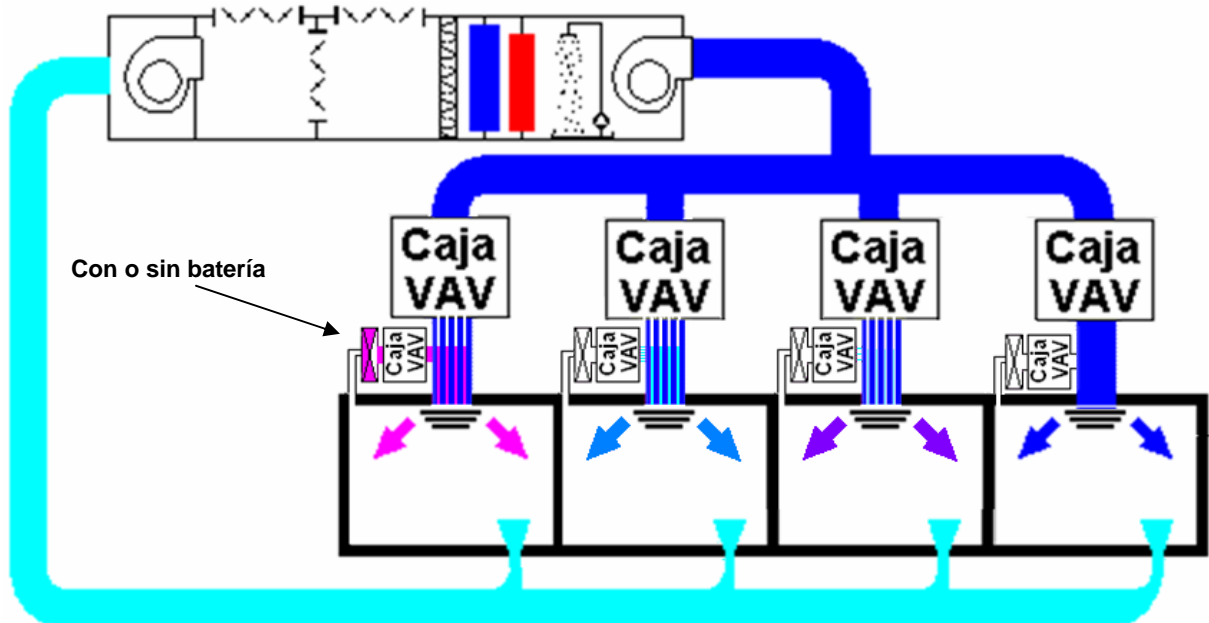
- c) Con **temperatura constante y caudal variable**. El aire es tratado centralmente, y en cada zona se regula el caudal introducido en función de las necesidades; problema la interacción de caudales



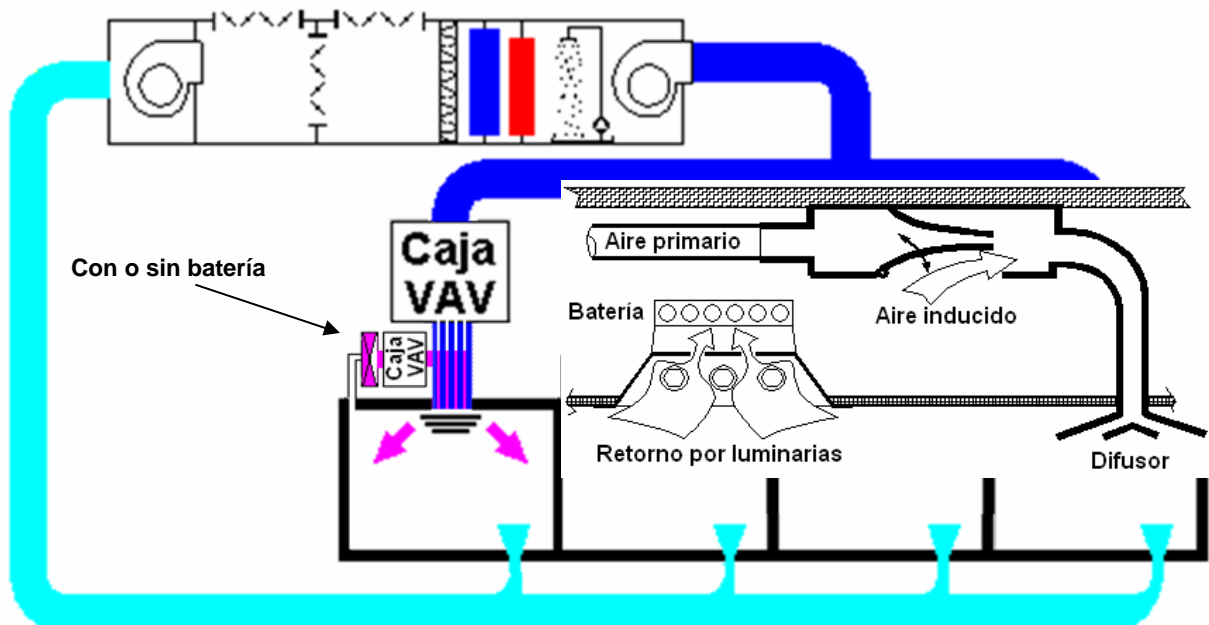
- d) Con **temperatura y caudal variables**. Es la unión de los dos sistemas anteriores, primero se regula el caudal y después la temperatura



- e) Con **caudal variable y recirculación local**; un climatizador central sirve a varias zonas, en las que se toma aire de recirculación local

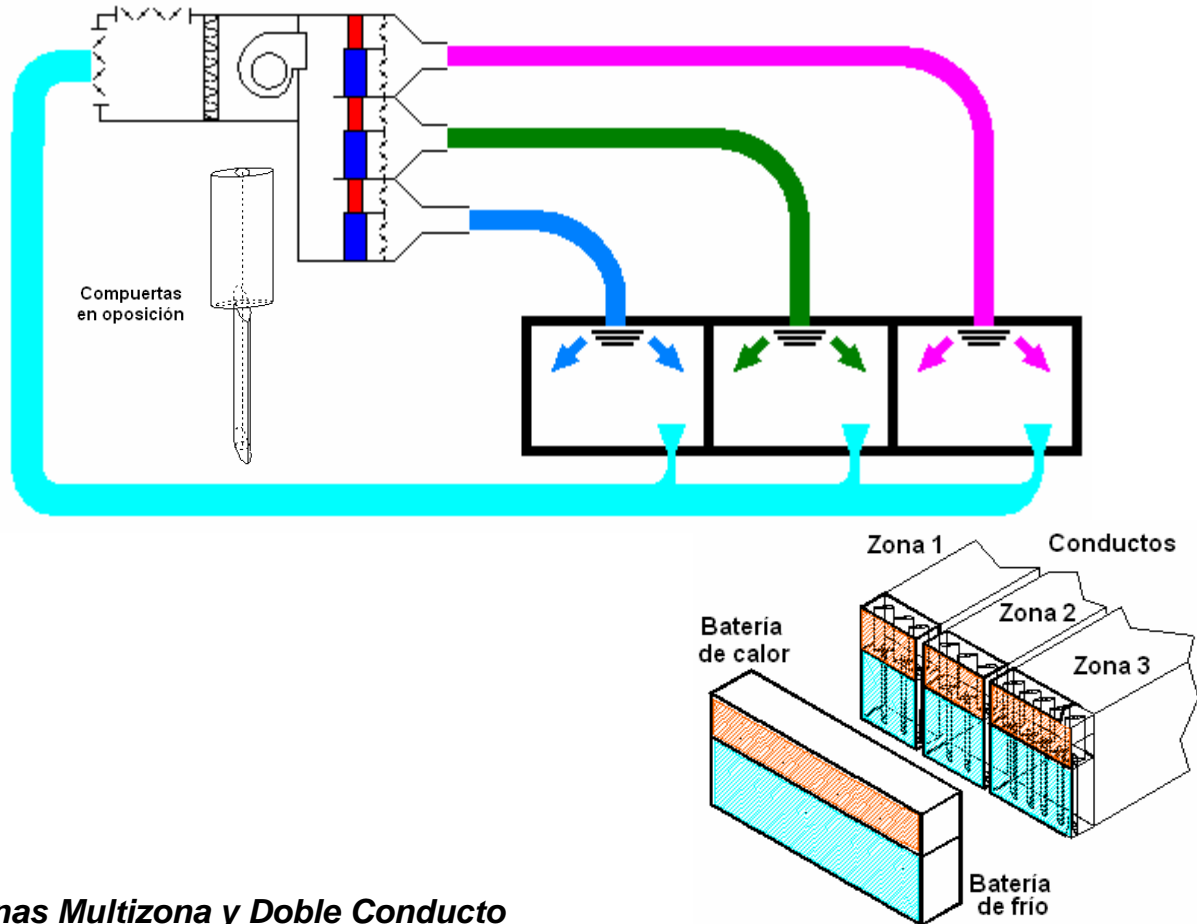


- f) Con **caudal variable, recirculación local y T variable**; igual al anterior, pero en cada zona además incorpora baterías propias



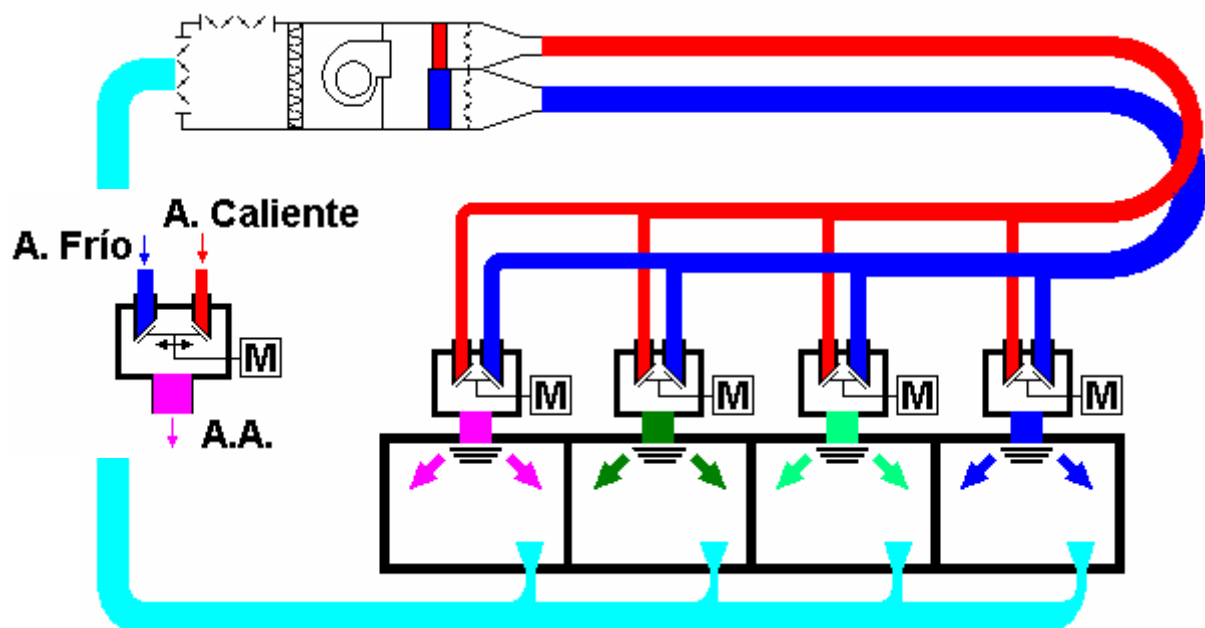
Zonas Multizona

En la práctica suele ser muy raro, sólo permite dos o tres zonas por volumen de conductos.

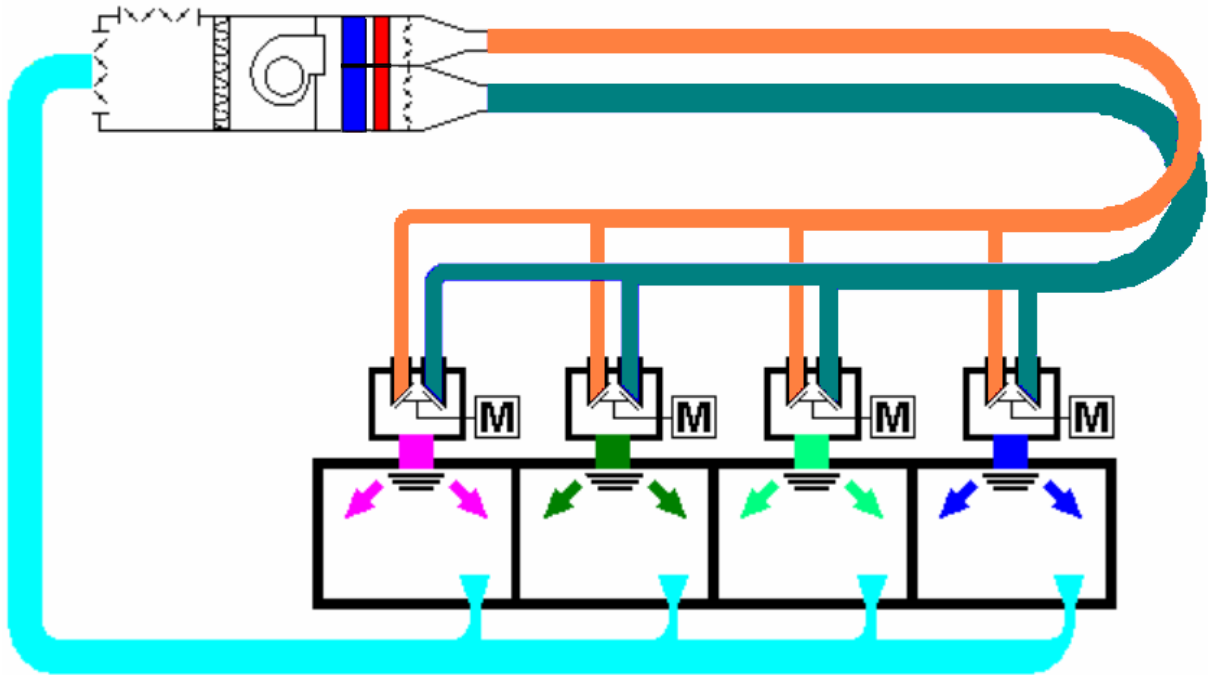


Zonas Multizona y Doble Conducto

- a) Conductos de frío y calor; muy caro en el montaje de la instalación y posterior funcionamiento



- a) Conducto dual: los dos conductos pueden llevar frío o calor.



2.2. Instalaciones con planta enfriadora y fan-coils.

Enfriadora de agua (CHILLER)

Las unidades enfriadoras de agua son diseñadas especialmente para los sectores comerciales (hoteles, oficinas, centros) e industriales (plástico, recubrimientos electroquímicos) etc.

El equipo se compone de 2 elementos básicos:

1. Una condensadora, que proporcionan ahorro de energía, bajo nivel de ruido, gran calidad y versatilidad
2. Un módulo de enfriamiento de agua

Los enfriadores de agua se caracterizan principalmente por:

Ahorro de Energía

Están diseñados para trabajar con presiones de condensación reducidas mejorando de esta manera la eficiencia del compresor hasta en un 30% frente a los convencionales. Esto significa mayor capacidad de enfriamiento con un menor consumo de energía.

Bajo Nivel de Ruido

Compresor instalado en compartimiento cerrado para evitar la propagación del ruido en la parte exterior del equipo, flujo de aire a través del serpentín a muy baja velocidad para incrementar la transferencia del calor y minimizar ruidos.

Calidad

Un Chiller es una unidad enfriadora de líquidos, capaz de enfriar el ambiente usando la misma operativa de refrigeración que los aires acondicionados o deshumidificadores, enfría el agua, aceite o cualquier otro fluido. Esta solución enfriada puede ser usada en un amplio rango de necesidades.

Los Chillers pueden ser enfriadores de aire o de agua. Los chillers para enfriar el agua, incorporan el uso de torres de enfriamiento las cuales mejoran la termodinámica de los chillers en comparación con los chillers para enfriar aire.

Aplicaciones de los chillers

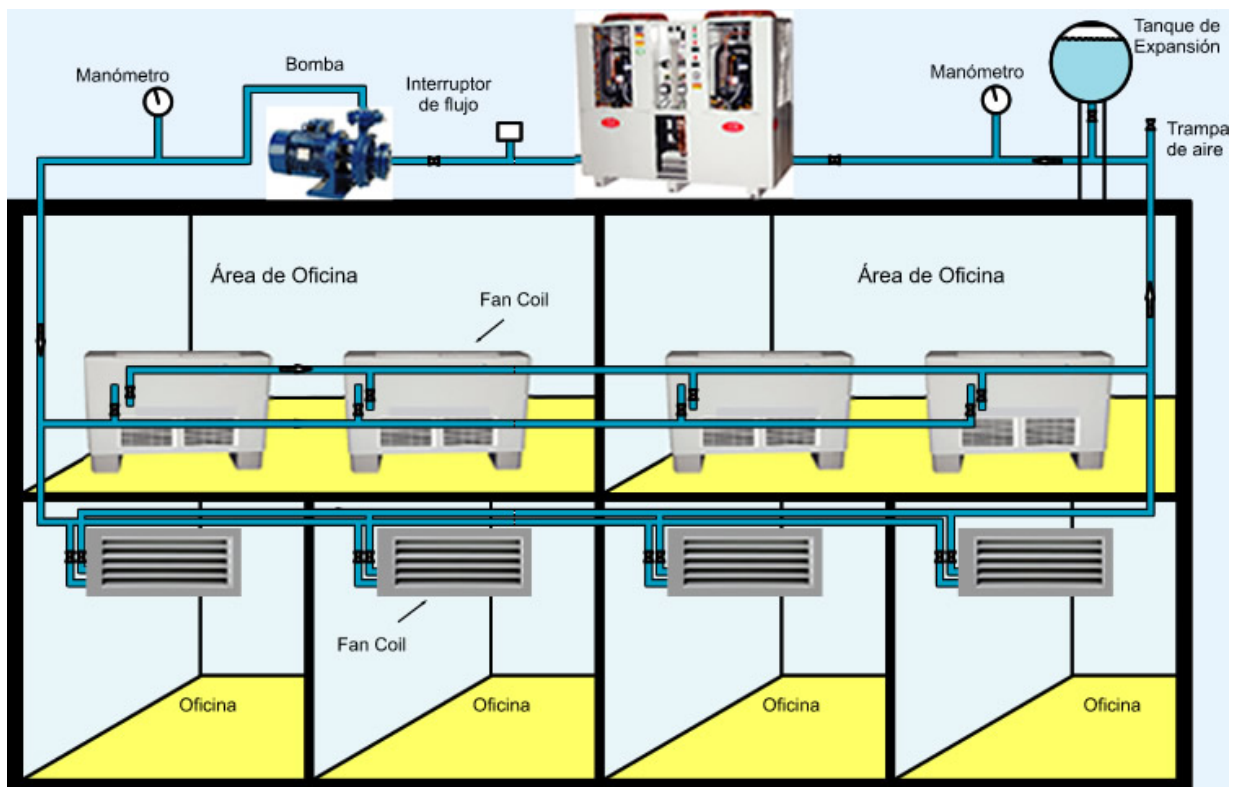
Algunas de las aplicaciones más comunes de los chillers en procesos son:

- En la industria plástica: Enfriadores del plástico caliente que es inyectado, soplado, extruido o sellado.
- En la industria de la impresión: Rodillos templados enfriados debido a la fricción y hornos que curan la tinta, junto con las lámparas ultravioletas también para los propósitos de curado.
- En la industria HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado): A gran escala los sistemas de aire acondicionado bombean el agua enfriada a las serpentinas en áreas específicas. Los sistemas de manejo de agua para cada área, abren y cierran el flujo de agua a través de áreas específicas manteniendo el aire en los cuartos a la temperatura deseada.
- En la industria del cortado con láser: la tecnología ha creado máquinas que pueden cortar productos de acero muy específicos con el uso preciso de máquinas de corte con láser. Este láser opera a temperaturas muy altas y debe ser enfriado para funcionar correctamente.

Esta tecnología fue desarrollada para satisfacer requerimientos de agua enfriada con capacidades que van desde una tonelada de refrigeración (T.R.) a 150 T.R.

Aplicaciones. De una [PLANTA DE AGUA HELADA O CHILLER](#)

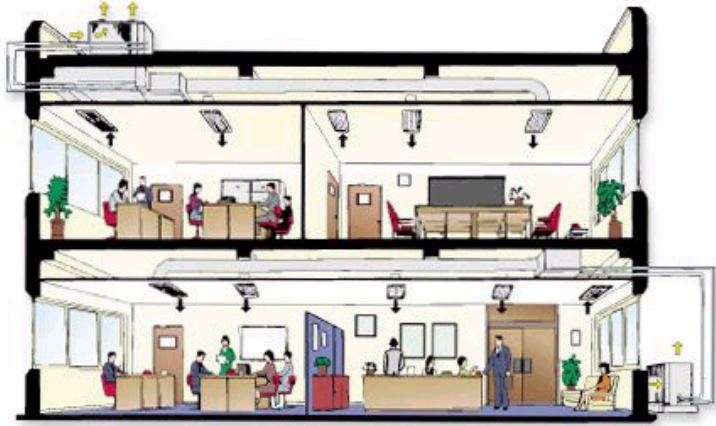
- Industria Alimenticia
- Aire Acondicionado
- Industria del plástico
- Equipos de Laboratorio



2.3. Instalaciones de volumen variable (VAV y VRV).

Sistemas de caudal de aire variable (VAV)

Este sistema, conocido también como de volumen de aire variable (V.A.V.), permite múltiples soluciones tecnológicas, lo cual, unido a su bajo coste, tanto de instalación como de explotación, y debido al considerable ahorro de energía que supone en tiempos de crisis energética, ha motivado que este modelo de instalaciones vaya ganando adeptos y sea considerado como un tratamiento todo aire a tener en cuenta en el momento del proyecto.



Van dotados de una estación central de climatización para el tratamiento del aire a impulsar, que se complementa con las plantas enfriadora y calefactora con arreglo a las necesidades. Puesto que la característica que le distingue es la variabilidad del caudal, los ventiladores de los climatizadores tienen que organizarse de tal manera que puedan seguir las variaciones de caudal exigidas por el edificio, consumiendo una energía que será la mínima necesaria para el accionamiento de los mismos.

Se parte de la idea de una fluctuación de cargas, es decir, que en una parte del edificio se precise acondicionamiento y en otra no. O que durante un determinado tiempo o en condiciones dadas se requiera un volumen de aire puntual. Puede adoptarse como sistema único o como subsistema, combinándolo con otros sistemas de caudal constante y temperatura de impulsión variable, como alguno de los tipos indicados en temas anteriores, aceptando diversas disposiciones de acuerdo al planteamiento sugerido en virtud de que el concepto de variación de volumen puede aplicarse a la variación del volumen de aire del ramal o ramales principales de distribución de aire, o bien a la variación de volumen de aire en las diferentes zonas, perimetral exterior o interna, en función de las cargas térmicas parciales.

Mediante la secuencia de los componentes de control, sondas de temperatura y sensores de diferencias de presión, la compuerta de regulación, tanto para la impulsión como para el retorno, se posiciona mediante el actuador, manteniendo constante el caudal de aire requerido, dentro de estrechas tolerancias, dando flexibilidad al sistema.

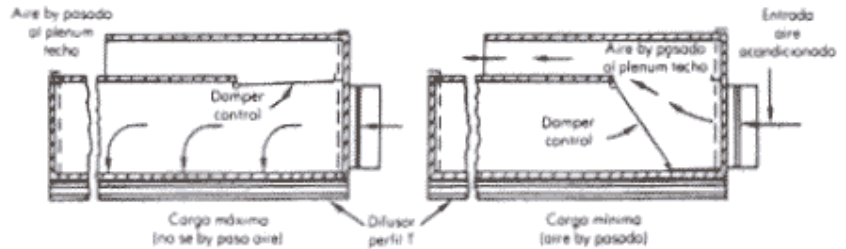
El control de la temperatura del bulbo seco dentro de un local acondicionado precisa que se establezca un equilibrio entre la carga del local y el medio que se utiliza para vencerla. Cuando se utiliza el aire para vencer la carga interna, se puede escoger entre variar la temperatura del aire de aportación (volumen constante) o variar el volumen del mismo (volumen variable), a medida que fluctúa la carga del local.

Los sistemas de volumen de aire variable (VAV) pueden aplicarse a zonas internas o del perímetro, con ventiladores comunes o separados, controles de la temperatura de los aires comunes o separados y con o sin elementos auxiliares de calefacción.

El concepto de la variación del volumen puede aplicarse bien a la variación del volumen de aire del sistema principal de acondicionamiento, bien a la variación del volumen de aire en las diferentes zonas o a ambos. Existen muchas combinaciones a efectuar siguiendo los criterios básicos de diseño, limitadas solamente por la imaginación del proyectista.

La variación del caudal de aire, efectuada por medio de un termostato ambiente, puede efectuarse mediante la variación de un simple damper o compuerta que regula el volumen de aire introducido en el local. Este accesorio de regulación puede estar situado en:

- Un conducto.
- Una caja terminal.
- En el difusor o rejilla terminal.



En función de la complejidad del sistema de distribución de aire, del costo inicial, del mínimo caudal necesario para funcionar a carga parcial y la complejidad de los problemas de regulación a carga total y parcial, los sistemas V.A.V. pueden combinarse o no con controles sobre el ventilador o la presión estática.

Sistemas de caudal de refrigerante variable (VRV)

Las iniciales VRV significan “Volumen de Refrigerante Variable”, aunque el término preciso sería “caudal de refrigerante variable”. Son sistemas cuyo funcionamiento es análogo al de la bomba de calor, explicada anteriormente. A diferencia de la bomba de calor, los sistemas VRV tienen la capacidad de poder variar el caudal de refrigerante aportado a las baterías de evaporación-condensación, controlando así más eficazmente las condiciones de temperatura de los locales a climatizar.

Los sistemas VRV de acondicionamiento de aire han resultado de la evolución de los sistemas “Multi-Split”. Son sistemas de bomba térmica reversible que permiten conectar varias unidades interiores con una sola unidad exterior a través de dos tuberías de cobre por donde circula el fluido refrigerante

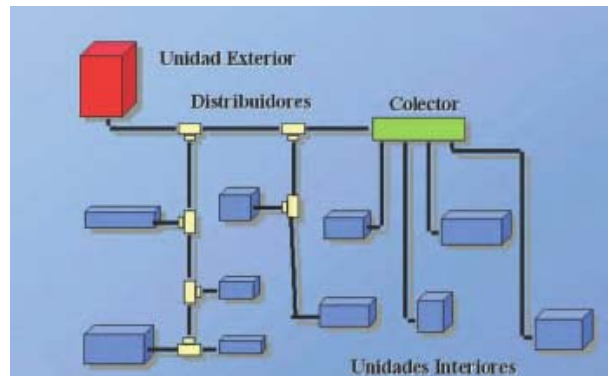


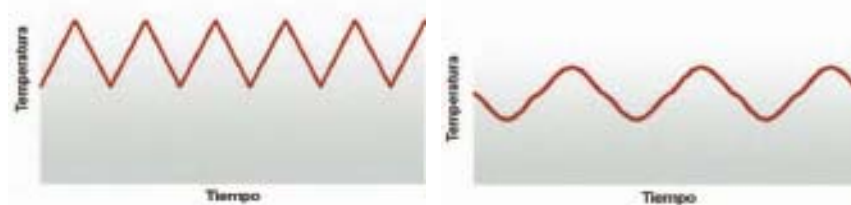
Figura 2. Sistema multi-split.

El sistema VRV basa su funcionamiento en el motor del compresor. Este motor que hace funcionar al compresor albergará un sistema de variación de frecuencia (entre 20 y 100 Hz). Así, el compresor trabajará a menor o mayor rendimiento dependiendo de la información recibida del sistema de control del local (termostatos y sondas). Cuando el compresor trabaja a menor potencia se suministra un caudal de refrigerante menor hacia el evaporador/condensador, disminuyendo la cantidad de calor absorbido/cedido a la sala. Así el control de temperatura del local es mucho más preciso. Este control frecuencial del compresor disminuye los paros y puestas en funcionamiento que son motivo de desgaste del mismo.

Con este sistema se consigue gozar de una independencia climática en cada sala climatizada. Cada unidad interior trabajará de forma independiente de las demás, solicitando la cantidad de refrigerante que necesite. Una válvula de expansión electrónica dejará pasar la cantidad justa de fluido refrigerante que deberá entrar en la batería.

Con el sistema VRV se dispone de un control climático más preciso. Los compresores de los sistemas de acondicionamiento de aire convencionales son regulados por una acción todo-nada, es decir, el compresor se pone en funcionamiento cuando el termostato percibe una temperatura inferior a la de su punto de consigna y se para cuando detecta una temperatura superior. En cambio, en los sistemas VRV la regulación de la temperatura es proporcional. La cantidad de fluido refrigerante bombeado a las baterías aumenta o disminuye proporcionalmente a la proximidad de la temperatura del local respecto del punto de consigna. Este comportamiento se representa en la figura 3.

Figura 3. Oscilaciones de la temperatura respecto a la de consigna.



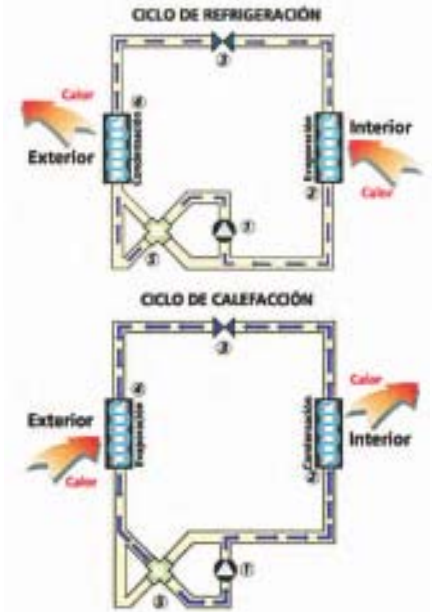
Bomba de calor y sistema VRV

La bomba de calor en acondicionamiento de aire

Existen diferentes alternativas posibles en el mercado cuando se requiere climatizar el aire de un local. Una de ellas es la bomba de calor. Permite adecuar el ambiente de un recinto tanto en verano como en invierno, al ser un elemento capaz de proporcionar aire frío o aire caliente. Por este motivo es un dispositivo altamente utilizado en España, ya que con un solo aparato se cubren ambas necesidades.

El funcionamiento de la bomba de calor aire-aire (se extrae calor del aire para cederlo al aire) es similar al de un aparato convencional de aire acondicionado. Un compresor aumenta la presión del gas refrigerante. Este gas a alta presión se dirige hacia una batería (condensador), donde se licua y cede su calor latente de condensación a una corriente de aire forzada mediante un ventilador. Seguidamente, el líquido refrigerante pasa por una válvula de expansión donde disminuye su presión, llegando a evaporarse de nuevo una pequeña parte del mismo. El líquido a baja presión se dirige a otra batería (evaporador) donde pasa a estado gaseoso y absorbe su calor latente de vaporización de otra corriente de aire generada por un ventilador. Así, en una zona de la bomba de calor hay una corriente de aire que se enfría y en la otra parte hay una corriente que se calienta. La incorporación de una válvula de 4 vías entre el compresor y uno de los dos intercambiadores permite invertir el sentido de flujo del fluido refrigerante.

Esto significa que cualquiera de las dos baterías puede actuar como condensador o evaporador, permitiendo introducir aire caliente o frío de manera independiente al interior del recinto. Se puede apreciar el funcionamiento de la bomba de calor en la figura



El sistema VRV con recuperación de calor

El concepto de la recuperación de calor consiste en intentar aprovechar las pérdidas energéticas que se producen en un sistema común de acondicionamiento de aire. La evaporación de fluido refrigerante para enfriar un local conlleva la condensación del mismo y la consiguiente cesión de calor a otro medio. Este calor de condensación se suele desperdiciar hacia el exterior en sistemas "aire-aire". La recuperación de calor permite poder aprovechar ese calor y llevarlo hacia otro local donde se precise calefacción. Esto se consigue distribuyendo el fluido refrigerante de manera conveniente. El refrigerante en estado gaseoso que proviene de las unidades evaporadoras se llevará hacia las unidades solicitadas de calefacción, produciéndose allí la condensación del gas. Seguidamente el líquido condensado volverá a las unidades evaporadoras.

Esta distribución inteligente del fluido refrigerante se consigue gracias a un sofisticado sistema de control electrónico. Las patentes de los sistemas VRV pertenecen a empresas multinacionales que han incorporado sus avances en materia electrónica y de control a estos sistemas de acondicionamiento de aire. En comparación a la relativa simplicidad del componente frigorífico de estos sistemas, el componente electrónico y de control aplicado es realmente complejo.

Proceso de cálculo de una instalación de acondicionamiento de aire mediante el sistema VRV

A la hora de proyectar cualquier instalación de aire acondicionado se debe comenzar por conocer qué cantidad de calor habrá que introducir o extraer del recinto a climatizar. Esto se consigue mediante una estimación de las denominadas cargas térmicas.

Necesidades térmicas del edificio Teniendo bien definidas las zonas o sectores del edificio que se van a climatizar, y estableciendo unas hipótesis de cálculo (emplazamiento del local en cuestión, condiciones exteriores más desfavorables, condiciones interiores, etc.), podemos comenzar a evaluar el calor que se va a generar o se va a perder en los locales, es decir, el cálculo de las cargas térmicas.

Los factores principales a tener en cuenta para cuantificar estas cargas térmicas son los que se citan a continuación:

- Radiación solar a través de ventanas, claraboyas o lucernarios. Para ello es necesario conocer la orientación del cristal (norte, sur, este u oeste).
- Radiación y transmisión a través de paredes y techos. En esta carga influyen la orientación de la pared, la densidad y espesor de la misma.
- Transmisión a través de paredes no exteriores. El caso más desfavorable es cuando el local contiguo no se encuentra climatizado.
- Personas. El calor que desprenden las personas dependerá de la actividad que estén desarrollando y que se diferenciará en dos tipos: calor sensible (debido a la diferencia de temperaturas) y calor latente (calor generado por la humedad desprendida por esas personas).
- Iluminación y maquinaria. El consumo eléctrico de la iluminación y maquinaria en general se transforma al final en calor.
- Ventilación. El aire de renovación que hay que introducir en un local conlleva una determinada carga calorífica, ya que suele ser aire introducido directamente del exterior.

Con estos parámetros y una serie de valores normalmente tabulados en manuales (coeficientes de transmisión de calor de los materiales, factores de corrección, etc.) se podrá hacer un cálculo, siempre aproximado, de las cargas térmicas del edificio a climatizar.

Elección del sistema adecuado

De entre los distintos sistemas de climatización existentes en el mercado, primará elegir aquél que sea compatible con las características del local a climatizar. En líneas generales, los distintos sistemas pueden ser: aire-aire, aire-agua y sistemas todo agua, según las fuentes de las que se absorba calor y las fuentes a las que se ceda calor. Básicamente se elegirá el sistema cuya rentabilidad y funcionamiento sea óptimo.

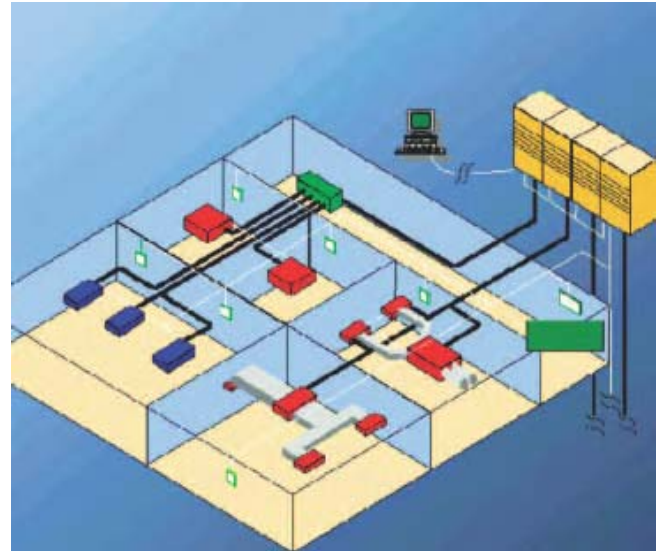
En el caso de elegir un sistema VRV con recuperación de calor habrá que estudiar detenidamente la rentabilidad del mismo, ya que son sistemas que suponen un elevado coste inicial. Para ello es preciso fijarse esencialmente en dos parámetros: la orientación de las salas a climatizar y el uso que se va a hacer de las mismas. Es conveniente que haya salas con orientaciones opuestas, es decir, unas encaradas hacia el exterior (con la consiguiente presencia de ventanas) y otras con una orientación más bien interior. También es conveniente evaluar el uso que van a tener estas salas; algunas tendrán un uso más bien esporádico mientras que otras podrán ser de notable concurrencia durante gran parte del día. Considerando estas características se podrá prever si será viable la recuperación de calor y se podrá precisar calefacción en unas salas y refrigeración en otras de manera simultánea.

Decidir la potencia de las unidades climatizadoras

Una vez se decide aplicar el sistema VRV con recuperación de calor, habrá que fijarse en algunas características de diseño. Para que el ahorro energético sea notable, las unidades que ofrezcan calefacción y refrigeración de manera simultánea deberán ir conectadas a una misma unidad exterior, pudiendo así trabajar entre ellas. Así pues, habrá que elegir cuidadosamente la ubicación de las máquinas interiores que trabajan con la misma unidad exterior, de manera que éstas estén colocadas en salas con orientación y usos opuestos. Al proyectar la instalación se deberá estudiar muy bien este aspecto, ya que de ello dependerá la obtención de un óptimo ahorro energético.

Paralelamente a esta conexión entre unidades, hay que decidir la potencia de las unidades colocadas. Habrá que cerciorarse de que la potencia frigorífica calorífica que puedan dar las unidades interiores sea siempre algo superior al valor de las cargas térmicas calculadas para la zona en cuestión. De esta manera se asegurará que aún en el caso más desfavorable, la máquina podrá ofrecer las condiciones de confort deseadas. Para dimensionar la potencia de cada unidad exterior se podrá aplicar un coeficiente de simultaneidad según el número de unidades interiores conectadas a ella.

Figura 4.



Parámetros de la instalación

Una vez decididas las unidades interiores y exteriores a colocar se deberá comprobar que es posible instalarlas en el local o edificio en cuestión, teniendo en cuenta que son máquinas que precisan de unas distancias mínimas de mantenimiento y, si se encuentran ocultas, accesos de registro.

También se deberán calcular los diámetros de las tuberías frigoríficas, así como las dimensiones de los conductos de aire en las unidades interiores que sean de este tipo.

En la figura 4 se muestra un esquema de instalación tipo de un sistema multisplit VRV con recuperación de calor.

Ventajas e inconvenientes

Hay que distinguir claramente los dos últimos sistemas comentados: el sistema VRV “a secas” y el sistema VRV con recuperación de calor, ya que el segundo ofrece algunas posibilidades que el primero no tiene.

La principal ventaja de los VRV es la posibilidad de obtener un notable ahorro de energía. Tanto en un tipo como en otro, los aparatos se amoldan a las necesidades momentáneas de los locales. Además, en el sistema con recuperación de calor, la posibilidad de que el calor se transporte de una sala a otra, y no se desperdicie a la atmósfera como en los tradicionales sistemas aire-aire, es un hecho que se puede llevar a cabo desde hace pocos años en el mercado mundial.

Una característica importante de ambos sistemas VRV es su capacidad de controlar de manera precisa la temperatura de un local. Las variaciones respecto a la temperatura de consigna con sistemas de este tipo son mucho menores y suaves que en otros sistemas de acondicionamiento de aire. Además, pueden seleccionarse estas condiciones ambientales de manera individualizada en cada sala.

La posibilidad de poder variar la potencia del compresor en todo momento evita paradas innecesarias del mismo. Hay que recordar que los sucesivos paros y puestas en marcha son los principales motivos de desgaste de cualquier motor. Destaca la facilidad en la instalación de estos sistemas. Los sistemas VRV se pueden comparar a los tradicionales sistemas de fan coils de 4 tubos, siendo este último sistema mucho más complejo en lo que a instalación se refiere (4 tuberías para cada unidad terminal, necesidad de depósitos, válvulas, etc.). Además, los sistemas VRV permiten grandes distancias entre unidades exteriores e interiores y también entre las mismas unidades interiores. Por ello son sistemas idóneos para climatizar edificios en su totalidad y gozar de una centralización del aire acondicionado en los mismos.

El inconveniente de estos sistemas es su elevado coste inicial de los aparatos y de la instalación auxiliar. Hay que asegurarse de que la rentabilidad energética obtenida llegue a compensar la inversión necesaria para instalarlos.

Conclusiones

En unos tiempos en que la climatización empieza a jugar un papel decisivo en el conjunto de las instalaciones de locales domésticos, comerciales e industriales, los avances en este sector adquieren una importancia cada vez mayor. Los sistemas VRV han aprovechado los enormes avances de la electrónica para controlar mejor las condiciones climáticas de los locales.

La posibilidad que ofrecen los sistemas VRV de refrigerar unas zonas y calefactar otras aprovechando la energía, permite la climatización de grandes superficies con un coste energético imposible de alcanzar con otros sistemas.

Bibliografía

Handbook of air conditionig system desing (Manual de aire acondicionado) Carrier Air Conditionig Company. Marcombo-Boixareu Editores. Barcelona, 1999.

Angel Luis Miranda. Aire Acondicionado. Enciclopedia de la climatización. Grupo Editorial Ceac, S.A. Barcelona, 1994.

Internet

<http://www.mitsubishielectric.es/>

<http://www.enebc.org/>

3. Descripción de instalaciones de ventilación localizada.

Funciones de la ventilación

Puede definirse la Ventilación como aquella técnica que permite sustituir el aire ambiente interior de un local, considerado inconveniente por su falta de pureza, temperatura inadecuada o humedad excesiva, por otro exterior de mejores características.

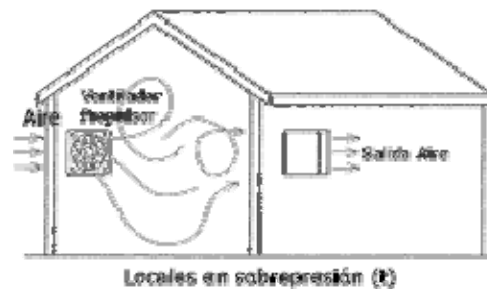
A los seres vivos, personas principalmente, la ventilación les resuelve funciones vitales como la provisión de oxígeno para su respiración y el control del calor que producen, a la vez que les proporciona condiciones de confort afectando a la temperatura del aire, su humedad, la velocidad del mismo y la dilución de olores indeseables.

A las máquinas e instalaciones y procesos industriales la ventilación permite controlar el calor, la toxicidad o la potencial explosividad de su ambiente.

3.1. Tipos de ventilación

3.1.a Ventilación por Sobrepresión

Se obtiene insuflando aire a un local, poniéndole en sobrepresión interior respecto a la presión atmosférica. El aire fluye entonces hacia el exterior por las aberturas dispuestas para ello. Fig. 1. A su paso el aire barre los contaminantes interiores y deja el local lleno del aire puro exterior.

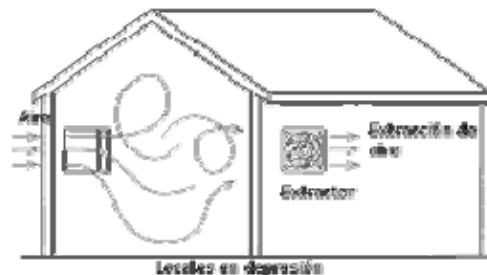


Locales en sobrepresión (+)

Fig. 1. Ventilación por sobrepresión

3.1.b Ventilación por Depresión

Se logra colocando el ventilador extrayendo el aire del local, lo que provoca que éste quede en depresión respecto de la presión atmosférica. El aire penetra desde fuera por la abertura adecuada, efectuando una ventilación de iguales efectos que la anterior.



Locales en depresión

Fig. 2. Ventilación por depresión

3.1.c Ventilación Ambiental o General

El aire que entra en el local se difunde por todo el espacio interior antes de alcanzar la salida. Es el caso de las Figs. 1 a 3. Este tipo de ventilación tiene el inconveniente de que, de existir un foco contaminante concreto, como es el caso de cubas industriales con desprendimientos de gases y vapores molestos o tóxicos, el aire de una ventilación general esparce el contaminante por todo el local antes de ser captado hacia la salida.



Locales en depresión

Fig. 3. Ventilación ambiental

3.1.d Ventilación Localizada

En esta forma de ventilación el aire contaminado es captado en el mismo lugar que se produce evitando su difusión por todo el local. Se logra a base de una campana que abraza lo más estrechamente posible el foco de polución y que conduzca directamente al exterior el aire captado.



Fig. 4. Ventilación localizada

3.1.e Ventilación Mecánica Controlada

Conocida por sus siglas V.M.C. es un sistema peculiar que se utiliza para controlar el ambiente de toda una vivienda, local comercial e incluso un edificio de pisos, permitiendo introducir recursos para el ahorro de energía. Trataremos este caso de forma monográfica en una Hoja Técnica específica.

Situación del extractor

Los diversos edificios reales, con la gran variedad de construcciones que existen, dificulta que se den normas fijas respecto a la disposición de los sistemas de ventilación.

Damos no obstante unas directrices generales que deberían seguirse en lo posible:

Los ventiladores deben situarse diametralmente opuestos a las entradas de aire, de modo que el caudal de ventilación atravesase toda la zona contaminada.

Colocar los extractores cerca de los focos de contaminación para captar el aire nocivo antes de que se difunda por el local.

Alejar el extractor de una ventana abierta o entrada de aire exterior, para evitar que entre de nuevo al aire expulsado.

Compuerta cortafuegos

Las compuertas cortafuego sirven para el cierre automático de secciones de incendio en instalaciones de climatización y ventilación.



Las Figs. 5 a 12 ilustran diversos casos con soluciones para lograr las recomendaciones apuntadas:

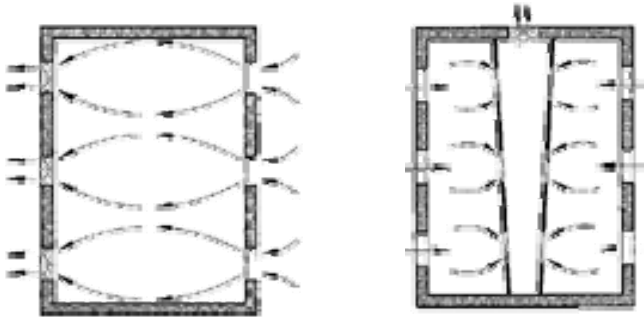


Fig. 3. Ventilación ambiental

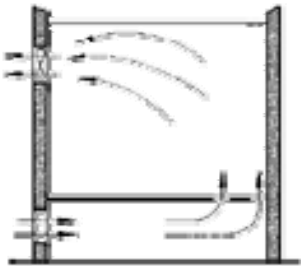


Fig. 9. Extracción por plenum

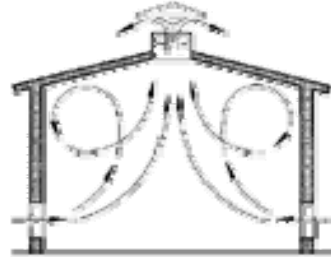
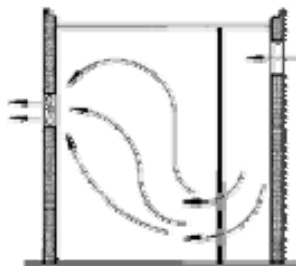


Fig. 10. Extracción por el techo

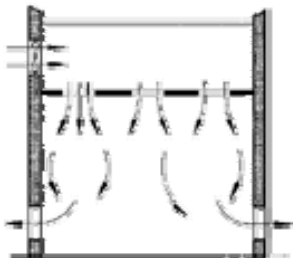


Fig. 11. Insulación por techo.

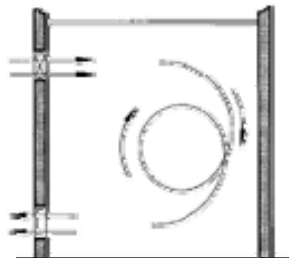


Fig. 12. Insulación lateral. Una sola cara accesible

Todas estas disposiciones suponen que el aire extraído se desecha y lanza al exterior, práctica poco recomendable en caso de aire calefaccionado en época invernal. Para poder recuperar parte de la energía del mismo hay que proceder a recirculaciones que se describirán en la Ventilación V.M.C. mencionada antes.

3.2. Ventilación general

Para ventilar un local por el sistema de Ventilación General o Ambiental lo primero que debe considerarse es el tipo de actividad de los ocupantes del mismo. No es lo mismo una oficina moderna, espaciosa, con bajo índice de ocupación, que una cafetería, una sala de fiestas, un taller de confección o de pintura.

La razón de ventilar los habitáculos humanos es el de proporcionar un ambiente higiénico y confortable a los ocupantes ya que se estima que pasan encerrados en locales un noventa por ciento de su tiempo. Hay que diluir el olor corporal, controlar la humedad, el calor, el humo de tabaco y la polución que desprenden los muebles, moquetas, suelos y paredes de los edificios, además de los resultantes de las eventuales actividades industriales.

Una forma de proceder es calcular el caudal de aire necesario en base al número de ocupantes y en razón a **7,5 litros por segundo y persona** para los casos normales en los que no sea significativa la polución provocada por elementos ajenos a las personas.

Pero si se hace difícil prever el número de ocupantes y se cree mejor referirse a la función del local, puede recurrirse al cálculo basado en el **número de renovaciones/hora**, esto es, las veces que debe renovarse por hora todo el volumen de aire del local. Este número se encuentra en tablas como la que se muestra con el N° 1.

Para su cálculo se determina primero el volumen del local, multiplicando el largo por el ancho y por el alto, en caso de que sea un envase paralelepípedo, o descomponiendo en figuras simples el volumen total.

$$\text{Volumen } V \text{ (m}^3\text{)} = L \times A \times H \text{ (m)}$$

Se escoge luego el número N de renovaciones por hora, según sea la actividad desarrollada en el local y se multiplican ambos.

$$\text{Caudal } Q \text{ (m}^3\text{/h)} = V \times N$$

Ejemplo:

Un restaurante medio cuyo comedor mide 15 x 5 metros, con una altura de 3 m presenta un volumen de:

$$V = 15 \times 5 \times 3 = 225 \text{ m}^3$$

Ya que está permitido fumar se escogerá un numero de renovaciones horarias de $N = 10$, resultando un caudal de:

$$Q = 225 \times 10 = 2.250 \text{ m}^3\text{/h}$$

Si el local lo permite, decidiremos la disposición de colocar dos extractores de 1.200 m³/h cada uno en una pared, descargando directamente al exterior con dos o tres entradas de aire, bajas, en la pared opuesta, que cerraremos con persianas de lamas fijas antilluvia. A los extractores les colocaremos persianas de gravedad que se cierran automáticamente cuando se paran los aparatos, evitando la entrada de aire frío del exterior.

3.2.1. Ventilación localizada

Cuando se pueda identificar claramente el foco de contaminación el sistema más efectivo, y económico, es captar localmente la emisión nociva.



Fig. 13. Ejemplo de foco de contaminación

Ejemplo de la Fig. 13.

Debe procederse así:

Identificar los puntos de producción del contaminante.

Encerrarlo bajo una campana.

Establecer una succión capaz de captar, arrastrar y trasladar el aire, que posiblemente estará cargado de partículas.

Los elementos básicos de una instalación así, son:

- **La Captación.**
- **El Conducto o canalización.**
- **El Separador o filtro.**
- **El Extractor de Aire.**

a) La Captación

Su misión es la de poder atraer el aire con los contaminantes que contenga para trasladarlo al lugar de descarga.

Los principios de diseño son:

El caudal de captación varía aproximadamente con el cuadrado de la distancia, o sea que si la campana está a una distancia L del foco, necesitando un caudal Q para captarlo, si se aleja a una distancia $2L$ el caudal necesario será $4Q$.

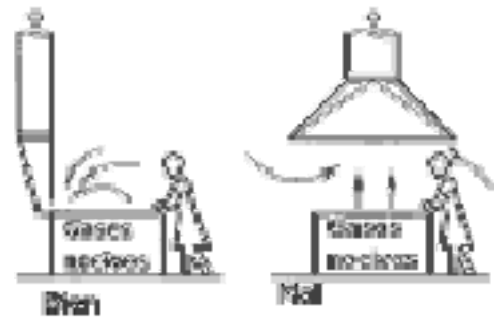
La Fig. 14 muestra diversos modelos de bocas de captación.



Fig. 14. Bocas de captación

Cuando se trate de gases nocivos la campana debe colocarse de modo que se evacue fuera del espacio de respiración de los operarios. Fig. 15.

Fig. 15. Ejemplo evacuación de gases nocivos



La campana, o caperuza, que envuelva una máquina debe diseñarse para que las partículas a captar incidan dentro de su boca. Fig. 16.

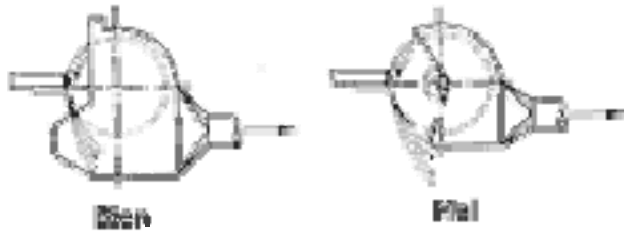


Fig. 15. Ejemplo evacuación de gases nocivos

Siempre que sea posible, las boquillas de extracción deben ser con brida, reduciendo así el caudal en un 25% aproximadamente. Es el caso Canto con Brida de la Fig. 14.

La Canalización ya se trató en "Circulación de aire por Conductos", la tecnología de **Separación de polvos y grasas del aire** se estudiará más adelante y los **Extractores de Aire, su clasificación y selección**, está contenida en sus Hojas correspondientes.

Introducción

El término "ventilación", en su sentido más amplio, hace referencia al suministro y/o extracción del aire de una zona, local o edificio, ya sea de forma natural o mecánica. También en sentido amplio, los objetivos de la ventilación consisten en mantener los niveles de oxígeno en valores que hicieran la atmósfera de cualquier lugar respirable y que ésta fuera percibida fresca y limpia.

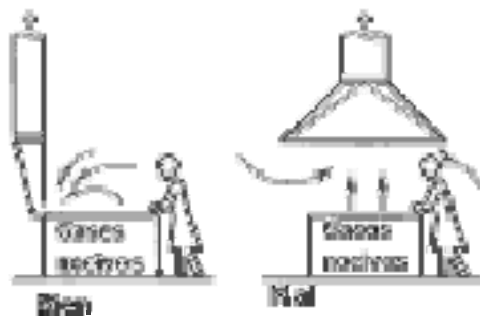
Desde el punto de vista de la Prevención, la ventilación es uno de los métodos de protección colectiva de los trabajadores. Normalmente se distinguen dos tipos: la ventilación por extracción localizada y la ventilación general. En el primer caso, se trata de eliminar un agente contaminante en el mismo foco de generación, impidiendo así, su dispersión por el local; en el segundo caso, la ventilación general pretende reducir los niveles de contaminación en un espacio hasta niveles aceptables. Sin entrar en mayores detalles, es evidente que la extracción localizada es una medida preventiva más eficaz que la ventilación general, no obstante, la ventilación general es compañera inseparable de los sistemas de extracción localizada. En cualquier sistema debe estar asegurada la reposición del aire extraído; este aire lo suministra la ventilación general y en cantidad suficiente para que la extracción localizada cumpla con las prestaciones para las que fue diseñada.

Dependiendo de la función que vaya a cumplir la ventilación se puede distinguir: ventilación para el control de calor y ventilación por dilución. Esta última se puede dividir en tres tipos dependiendo del objetivo que se pretenda alcanzar. Estos tipos son los siguientes:

- Ventilación general por dilución para el control de riesgos para la salud.
- Ventilación general por dilución para el control del riesgo de incendio y explosión.
- Ventilación general por dilución para el control de olores y otras sustancias molestas.

Ventilación general por dilución

La ventilación por dilución consiste en reducir los niveles de contaminación existentes en un local mediante el aporte de aire limpio, libre del contaminante que se pretende controlar, y en cantidad suficiente para que la concentración se mantenga en niveles constantes y aceptables según el objetivo de la ventilación.



El cálculo del caudal de ventilación necesario se basa en el conocimiento de la generación de contaminante y en el establecimiento de la concentración que se pretende mantener. Para cada uno de los casos planteados esa concentración será, respectivamente, el valor límite de exposición profesional, el límite inferior de inflamabilidad de la sustancia y los valores recomendados para el bienestar.

En la ventilación de locales de uso no industrial en los que se considera que las personas son los principales focos de generación de contaminantes, el uso de la ventilación general por dilución constituye una medida adecuada para el control de olores y otras sustancias molestas. El cálculo del caudal de ventilación requerido en estos casos estará basado en los datos de generación de contaminación originada por las personas y la concentración de contaminantes recomendadas para el bienestar de las personas.

El ser humano emite un elevado número de sustancias: dióxido de carbono (CO_2), compuestos orgánicos volátiles, aerosoles que pueden contener microorganismos viables o no, vapor de agua, etc. De todos ellos el más importante desde el punto de vista cuantitativo es el dióxido de carbono; de él se conoce su tasa de generación y la concentración a la que empiezan a aparecer las molestias, esto lo convierte en el compuesto idóneo para el cálculo del caudal de ventilación necesario para conseguir ambientes de calidad aceptable.

Normativa vigente

En el anexo III del Real Decreto 486/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se establecen las condiciones ambientales que deben cumplir los lugares de trabajo y los locales de descanso, personal de guardia, servicios higiénicos, comedores y/o primeros auxilios. En ese anexo se incluyen los valores de los parámetros que definen el ambiente térmico y los valores mínimos de ventilación de los locales. En concreto y sobre este último aspecto el Real Decreto establece:

"Sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el Real Decreto 1618/1980, por el que se aprueba el Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, la renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y las salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo."

Hay que tener en cuenta que la mención del RD 1618/ 1980 significa que deben cumplirse ambas legislaciones. La razón radica en que este Real Decreto toma en consideración todos los ocupantes de un espacio y no exclusivamente los trabajadores como es el caso del RD 486/1997.

RESUMEN

ANEXO 1

Módulo: 0037		Técnicas de montaje de instalaciones					
Nº	Título de la práctica					Curso:	
1	Alumno:						
Apellidos y Nombre:							
Fecha:							
2	Descripción de la práctica						
3	Tiempo empleado Tiempo prevision de ____ horas						
Fechas							
Horas							
Horas totales de realización de la práctica por el alumno							
4	Objetivos de la práctica						
5	Proceso de trabajo empleado						

6	Herramientas utilizadas en el proceso						
7	Maquinaria utilizada en la práctica						
8	Instrumentos de medida utilizados en la práctica						
9	Planos, esquemas y diagramas utilizados						
10	Observaciones del alumno sobre la práctica						
10	Calificación obtenida						
	Comprensión del trabajo realizado	Calidad de acabado	Tiempo de ejecución	Plano de la práctica	Memoria de la práctica	Suma	Nota media obtenida

CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN

1. Que es.
2. Que es.
3. Para que sirven los catálogos profesionales.
4. Que son y que objeto tienen las hojas técnicas del fabricante.
5. Explica la relación entre
6. Definir que son las.
7. Que son las.
8. Por que se han de emplear símbolos en la construcción de planos de
9. Cuales son las especialidades de simbología utilizadas en este ciclo formativo.
10. ¿Es obligatorio el uso de la simbología, hay alguna normativa que las regule?

BIBLIOGRAFÍA

Simbología

Universidad de Cantabria

[http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/frio-industrial-y-aire-acondicionado/material-de-clase-2/RSIF\(2\).pdf](http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/frio-industrial-y-aire-acondicionado/material-de-clase-2/RSIF(2).pdf)

Salvador Escoda

<http://www.salvadorescoda.com/tecnico/index.htm>

Figura 2. Torre refrigeración a escala.

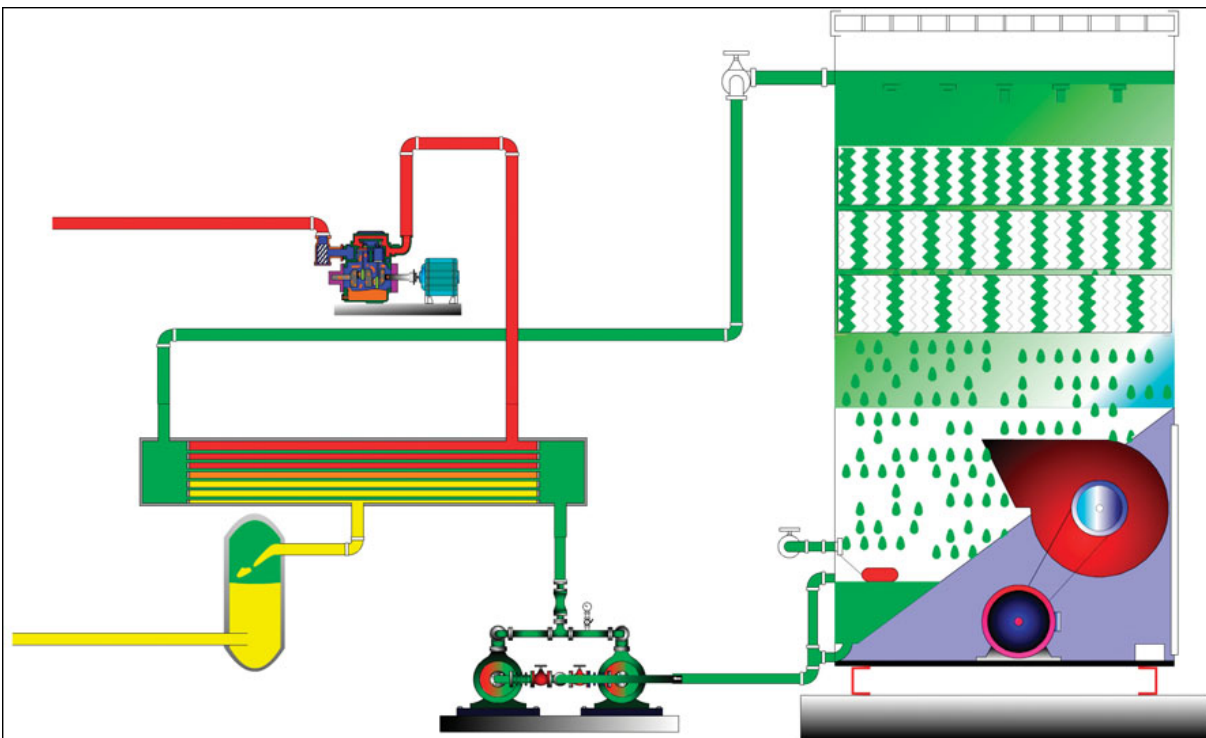
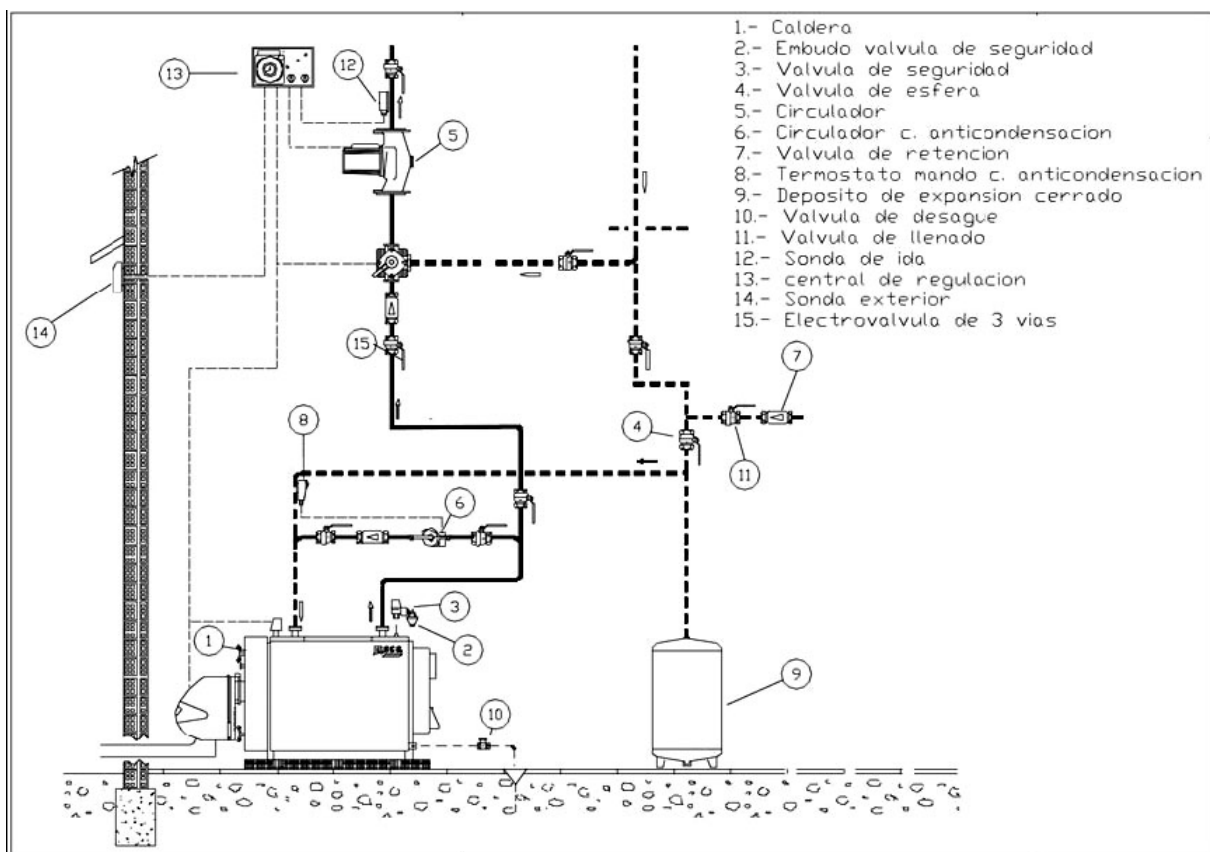


Figura 3 Cuarto de calderas escala-esquema.



Presentación

Módulo profesional: **Configuración de instalaciones de frío y climatización**

Código: 0039

Ciclo formativo: Instalaciones Frigoríficas y de Climatización Grado: Medio

Familia Profesional: Instalación y Mantenimiento

Duración: 168 horas

Curso: 2º

Especialidad del profesorado: Organización y proyectos de sistemas energéticos (Profesora o Profesor de Enseñanza Secundaria)

Tipo de módulo: Módulo asociado al perfil del título

Contenidos

Ud2. IDENTIFICACIÓN DE INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN-VENTILACIÓN Y DE SUS COMPONENTES:

procedimentales

- Interpretación de planos de instalaciones de climatización.
- Descripción de los equipos y componentes de las instalaciones de climatización, obtención de las características técnicas.
- Análisis de los parámetros de funcionamiento de una instalación de climatización.
- Descripción de instalaciones domésticas de climatización.
- Descripción de instalaciones centralizadas de climatización.

conceptuales

- Instalaciones tipo. Clasificación. Elementos constituyentes y características técnicas.
- Descripción y análisis de instalaciones de climatización. Instalaciones todo aire. Instalaciones con planta enfriadora y fan-coils. Instalaciones de volumen de refrigerante variable (VRV).
- Descripción de instalaciones de ventilación localizada.

actitudinales

- Valoración de la importancia de la localización e identificación precisa de los distintos elementos con la documentación técnica.
- Valoración de la importancia de cumplir con todas las normativas y seguridades en cada uno de los campos en que se trabaja.
- Valoración de la importancia de la consulta periódica de diferentes revistas técnicas relacionadas con su entorno tecnológico.
- Cuidado en el uso del material técnico suministrado.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación

2. Determina redes de distribución de agua y conductos de aire para pequeñas instalaciones de climatización, analizando sus características y seleccionando sus elementos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han obtenido los datos necesarios para definir las redes de agua y los conductos de aire.
- b) Se han calculado las dimensiones de los conductos de aire para redes de distribución sencillas.
- c) Se han calculado la pérdida de carga y el caudal de aire de una instalación sencilla de climatización.
- d) Se han seleccionado los ventiladores necesarios para la distribución de aire, independientes o integrados en los equipos de climatización y ventilación en catálogos a partir de los datos anteriores.
- e) Se han calculado los diámetros de las tuberías de agua para una instalación de climatización.
- f) Se han utilizado tablas, diagramas y programas informáticos.
- g) Se han seleccionado las bombas de circulación, depósito de expansión y válvula de seguridad a partir de los datos necesarios.
- h) Se han determinado el espesor y las características del aislante.
- i) Se han respetado las normas de utilización de los medios informáticos.

Orientaciones metodológicas

Para la organización y desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de este módulo, se sugieren las siguientes recomendaciones:

1) Secuenciación

Parece conveniente iniciar este módulo con una explicación de las diferentes instalaciones tipo y de sus componentes (por ejemplo, el sistema de climatización VRV, volumen de refrigerante variable), tanto en las instalaciones frigoríficas como en instalaciones de climatización-ventilación y redes de agua.

A continuación, se les dará unos planos de instalaciones frigoríficas, de instalaciones de climatización-ventilación y redes de agua, en donde el alumnado tendrá que reconocer los componentes y con la documentación obtenida de los manuales técnicos o utilizando TIC's describirá las funciones que desempeñan, las características técnicas de los equipos y elementos, las dimensiones de las tuberías, los depósitos de inercia y expansión, y obtendrá los parámetros de funcionamiento.

En el caso de instalaciones de conductos de aire, una vez calculadas las dimensiones para los conductos de aire, a partir de ejemplos de menor a mayor complejidad, se explicará el cálculo de las pérdidas de carga y caudal de una instalación sencilla de climatización, utilizando tablas diagramas y programas informáticos, y cumpliendo la normativa correspondiente, y, luego, se seleccionará el ventilador necesario en catálogos.

En el caso de instalaciones de redes de distribución de agua, una vez calculado los diámetros de los conductos de agua para una instalación de climatización, a partir de ejemplos de menor a mayor complejidad, se seleccionarán las bombas de circulación, los depósitos de expansión y la válvula de seguridad y, también, el espesor y las características del aislante, a partir de los datos necesarios y cumpliendo la normativa correspondiente.

El siguiente paso a seguir será el de configurar las instalaciones utilizando tablas diagramas y programas informáticos, y aplicando la normativa correspondiente.

En el caso de instalaciones frigoríficas de pequeña potencia, primeramente, se calculan las cargas térmicas y se determina la potencia frigorífica de la instalación, y, una vez especificado el tipo de refrigerante, la cantidad y el tipo de aceite lubricante y los parámetros de control (temperatura exterior, interior, recalentamiento, subenfriamiento, consumos eléctricos, presiones en el circuito frigorífico e hidráulico, ciclos de desescarche, entre otros) para una instalación de climatización, se dimensionan las tuberías del circuito frigorífico, utilizando tablas diagramas y programas informáticos, y se seleccionan los elementos constituyentes de la instalación a partir de los datos calculados y utilizando catálogos comerciales.

Para finalizar, se elabora el presupuesto utilizando catálogos comerciales.

En el caso de instalaciones de climatización de pequeña potencia, primeramente, se calculan las canalizaciones de aire utilizando tablas y programas informáticos, y se determinan las dimensiones de las tuberías de refrigerante y de agua.

Se representa una instalación de climatización todo aire, dibujando un esquema e indicando la ubicación de los elementos y las canalizaciones.

Se especifican los parámetros de control (temperatura exterior, interior, recalentamiento, subenfriamiento, consumos eléctricos, presiones en el circuito frigorífico e hidráulico, entre otros) en una instalación de climatización y se seleccionan los elementos constituyentes de la instalación a partir de los datos calculados y utilizando catálogos comerciales, y, por último, se elabora el presupuesto utilizando estos catálogos comerciales.

El siguiente paso a seguir es dibujar planos, esquemas de principio y circuitos eléctricos utilizando la simbología establecida de instalaciones como son una instalación con planta enfriadora y unidades de tratamiento de aire, una cámara frigorífica, una instalación de climatización con sistema VRV, indicando la ubicación de los elementos y canalizaciones.

El último paso a seguir es la realización de la documentación técnica y administrativa, interpretando la normativa y cumplimentando documentos en formatos preestablecidos para la legalización de instalaciones de pequeña potencia. Para ello, el profesorado explicará el procedimiento para el registro de instalaciones frigoríficas y de climatización, seleccionando los datos a incluir en la documentación y los documentos a cumplimentar que son requeridos para el registro de una instalación de pequeña potencia, adjuntando la documentación técnica requerida.

2) Aspectos metodológicos

Este es un módulo eminentemente práctico donde la labor del profesorado está fundamentada en una adecuada selección de actividades prácticas secuenciadas en orden creciente de dificultad para favorecer la confianza y el estímulo del alumnado.

El profesorado deberá realizar antes de cada actividad un repaso de los contenidos conceptuales que incluye la misma y que se han tenido que ver con más intensidad en otros módulos. También cabe señalar un sondeo de los conocimientos previos de dibujo técnico y la utilización de medios informáticos, como puede ser el CAD, y, en caso de deficiencia, se realizará un repaso como medida de refuerzo.

El profesorado deberá realizar un seguimiento cercano e individualizado del proceso de aprendizaje de cada alumno o alumna, realizando anotaciones sistemáticas de avances y dificultades en una lista de control.

Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar la función de configuración y se aplica en los procesos de las instalaciones frigoríficas, de climatización y ventilación de pequeña potencia, así como de sus instalaciones asociadas.

La configuración de las instalaciones frigoríficas, de climatización y ventilación incluye aspectos como:

- Las especificaciones técnicas y reglamentarias de las instalaciones.
- La selección de los equipos de las instalaciones.
- La representación gráfica de instalaciones.
- La definición de aspectos y características técnicas de las instalaciones.
- La elaboración de presupuestos de instalaciones.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales de este ciclo formativo que se relacionan a continuación:

- a)** Seleccionar la información técnica y reglamentaria, analizando normativa, catálogos, planos, esquemas, entre otros, para elaborar la documentación de la instalación (técnica y administrativa).
- b)** Calcular las características técnicas de las instalaciones y equipos que las componen aplicando la normativa y procedimientos de cálculo para configurar y dimensionar las instalaciones.
- c)** Seleccionar y comparar los equipos y elementos de las instalaciones evaluando las características técnicas con las prestaciones obtenidas de catálogos, entre otros, para configurar las instalaciones.
- d)** Elaborar esquemas de las instalaciones utilizando la simbología, los procedimientos de dibujo y tecnologías adecuadas para configurar las instalaciones.
- e)** Obtener y valorar el coste de los materiales y de la mano de obra, consultando catálogos y unidades de obra, entre otros, para elaborar los presupuestos de montaje o mantenimiento.
- f)** Aplicar y analizar las técnicas necesarias para mejorar los procedimientos de calidad del trabajo en el proceso de aprendizaje y del sector productivo de referencia.

La formación del módulo contribuye a alcanzar las competencias profesionales, personales y sociales que se relacionan a continuación:

- a)** Obtener los datos necesarios a partir de la documentación técnica para realizar las operaciones asociadas al montaje y mantenimiento de las instalaciones.
- b)** Configurar y dimensionar las instalaciones cumpliendo la normativa vigente y los requerimientos del cliente para seleccionar los equipos y elementos que las componen.
- c)** Elaborar el presupuesto de montaje o de mantenimiento de las instalaciones.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- El cálculo de pequeñas redes de distribución de agua y aire en instalaciones de climatización.
- La representación de planos y esquemas de principio de instalaciones con CAD.
- La elaboración de presupuestos de montaje de instalaciones frigoríficas y de climatización.
- La elaboración de la documentación técnica para la legalización de las instalaciones de pequeña potencia.