

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Bibliografía

Teoría:

Manual de Aire Acondicionado. Carrier. Ed. Marcombo, 1996. Capítulo 9-12.
Air conditioning. Principles and Systems. Edward G. Pita. Ed. Prentice-Hall, 1998. Capítulo 12.
Manual Técnico de Calefacción y Aire Acondicionado. Tomo II. Recknagel, Sprenger, Hönnmann.
Ed. Bellisco, 2000. Capítulo III.
R.I.T.E.

Problemas:

Cálculos en climatización. Ejercicios Resueltos. E. Torrella, R. Cabello, J. Navarro. Ed. AMV, 2002.

1. INTRODUCCIÓN (Clasificación de los sistemas)

El objetivo de un sistema de climatización es proporcionar un ambiente confortable. Esto se consigue mediante el control simultáneo de la humedad, la temperatura, la limpieza y la distribución del aire en el ambiente, incluyendo también otro factor, el nivel acústico.

Existen diferentes clasificaciones. Aquí presentaremos una clasificación en función del fluido encargado de compensar la carga térmica en el recinto climatizado. Así, podemos diferenciar los sistemas como:

- Todo aire: El aire es utilizado para compensar las cargas térmicas en el recinto climatizado, en el cual no tiene lugar ningún tratamiento posterior. Tienen capacidad para controlar la renovación del aire y la humedad del ambiente. Un sistema puramente todo aire sería el basado en una UTA, figura 1, aunque también se llama así a los sistemas dotados de climatizadores que acondicionan el aire de una zona y que posteriormente se distribuye en los locales.

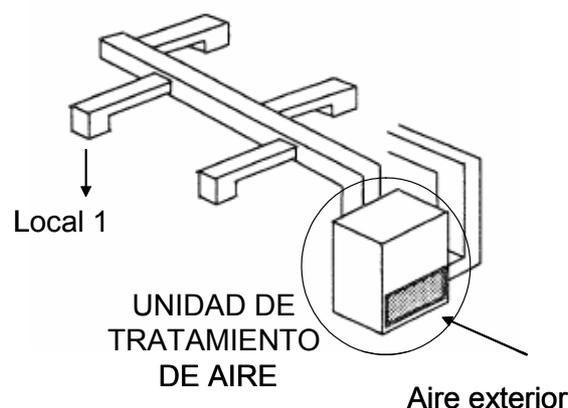


Fig. 1. Sistema todo aire.

- Sistema todo agua: Son aquellos en que el agua es el agente que se ocupa de compensar las cargas térmicas del recinto acondicionado (aunque también puede tener aire exterior para la renovación). Aquí podemos encontrar las instalaciones de calefacción con radiadores

o con suelo radiante, y las instalaciones de aire acondicionado con fan-coils. El esquema básico de una instalación todo agua se presenta en la figura 2.

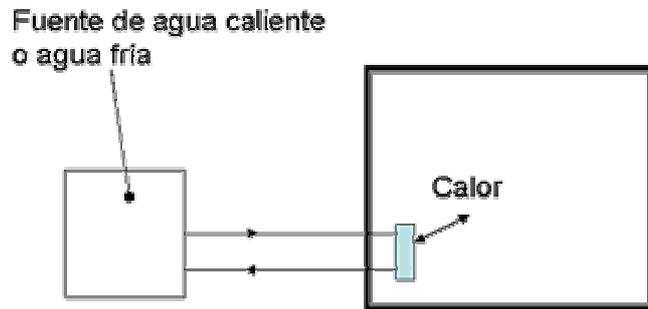


Fig. 2. Sistema todo agua.

- Sistema aire-agua: Se trata de sistemas donde llega tanto agua como aire para compensar las cargas del local. Un ejemplo de este tipo de instalaciones son los sistemas de inducción, figura 3.

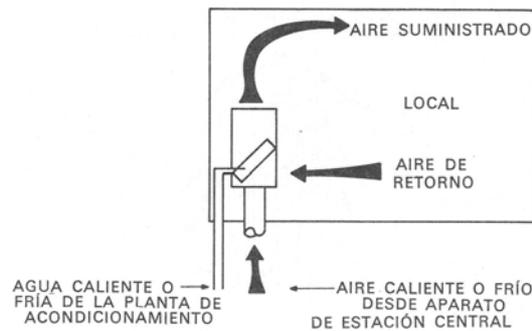


Fig. 3. Sistema inducción (aire-agua).

- Sistemas todo refrigerante: Se trata de instalaciones donde el fluido que se encarga de compensar las cargas térmicas del local es el refrigerante. Dentro de estos sistemas podemos englobar los pequeños equipos autónomos (split y multisplit). Su regulación puede ser todo o nada o los sistemas de refrigerante variable mediante *inverter*, figura 4.

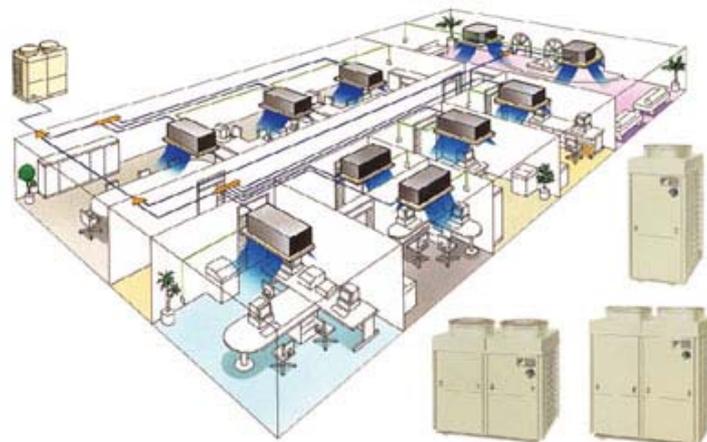


Fig. 4. Sistema VRV de Daikin.

También se pueden clasificar en función de si se trata de un sistema unitario o un sistema centralizado:

- Un sistema unitario utiliza un equipo donde todos los elementos son montados por el fabricante y se venden de una pieza.
- Un sistema centralizado es aquel donde los componentes se encuentran separados y son instalados y montados por el instalador.

Otra clasificación que podemos encontrar es por la zona a que climatiza, distinguiendo así sistemas de una única zona y sistemas multizona:

- Sistemas de una única zona son aquellos que climatizan sólo una zona del local.
- Sistemas multizona son aquellos que pueden acondicionar de forma satisfactoria un número de diferentes zonas.

2. ZONIFICACIÓN

Las diferentes áreas del edificio que tienen similar carga de calentamiento, enfriamiento y humedad se agrupan en una zona de tratamiento de aire. Las diferentes fachadas de un edificio se agrupan en zonas diferentes, ya que el momento del día en que se produce la carga térmica máxima es diferente.

Por ejemplo la fachada sur de un bloque modular de oficinas, está expuesta a idéntica ganancia de calor durante las horas de trabajo y sus ganancias máximas se producen de forma simultánea, suponiendo que cada oficina tiene el mismo tipo de ocupación. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los pisos más bajos de la fachada sur pueden estar protegidos de la radiación solar directa por la sombra de otros edificios. En este caso, la fachada sur se debería dividir en dos o más zonas, cada una de ellas con diferente temperatura de suministro de aire a lo largo del año.

La elección de las diferentes zonas se basan en los siguientes criterios:

- 1) Momento en que se produce la carga máxima: Permite que la instalación de tratamiento de aire suministre a toda la zona la temperatura de aire adecuada.
- 2) Orientación: Cada fachada del edificio tiene una variación de la exposición a la radiación solar. Los locales con grandes áreas acristaladas son muy vulnerables a la climatología exterior. Un edificio con un perímetro irregular puede tener más de una fachada con orientación diferente dentro de una zona y un edificio con pocas ventanas es relativamente insensible al ciclo de ganancias por radiación solar, debido a su capacidad de almacenamiento térmico y al desfase en la transferencia de calor, que puede durar hasta 12 horas.
- 3) Espacios interiores: Los locales o habitaciones que no tienen superficies expuestas al ambiente exterior tienen, normalmente, una carga térmica constante.
- 4) Alturas sobre el suelo: Los edificios altos se dividen en zonas por niveles de pisos debido a su exposición a la radiación solar y para reducir el tamaño de los conductos de distribución del aire. Los locales subterráneos se agrupan conjuntamente en una zona independiente.
- 5) Aislamiento: Las áreas del edificio que deben ser independientes para restringir la posible contaminación producida por el transporte de olores, de microorganismos o de partículas radiactivas se sitúan en zonas independientes. Por ejemplo, cocinas, quirófanos, salas de rayos X, laboratorios de investigación, salas blancas, etc.

Para terminar, una zona puede ser un grupo de superficies, habitaciones, pisos o la totalidad del edificio, o bien una única habitación o local del edificio. Un sistema de tratamiento de aire

de conducto único puede suministrar el aire a la totalidad del edificio en las mismas condiciones. La regulación del volumen o la temperatura final garantiza que en cada local se pueda mantener el estado deseado.

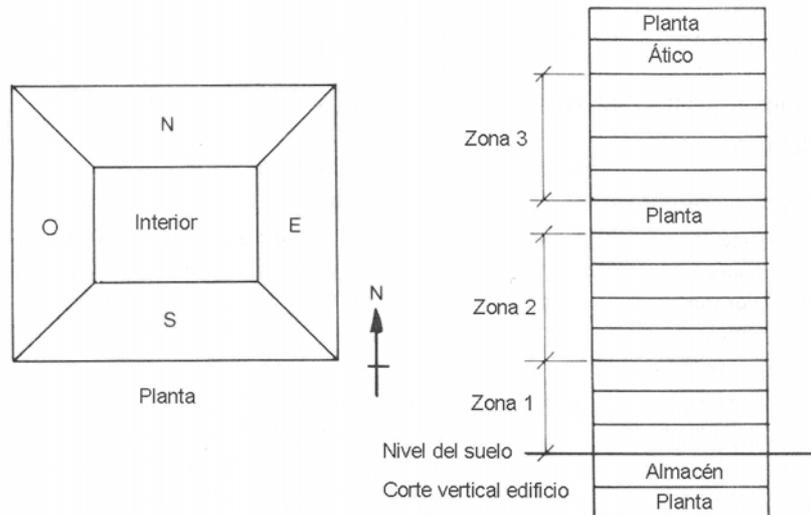
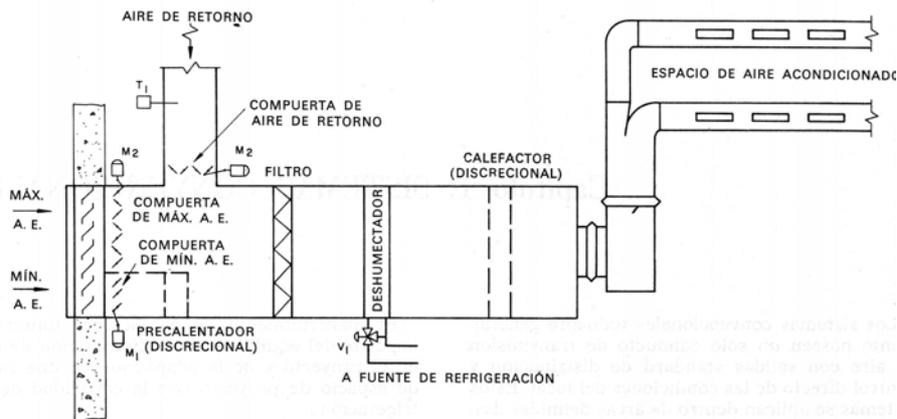


Fig. 5. Ejemplo de zonificación.

3. SISTEMA DE TODO AIRE

Los sistemas convencionales todo aire son aquellos en los que se el aire se acondiciona bien directamente o bien mediante agua fría y/o caliente en un equipo centralizado, que posteriormente se lleva a un climatizador (UTA – unidad de tratamiento de aire), donde el aire es impulsado a los locales a climatizar.



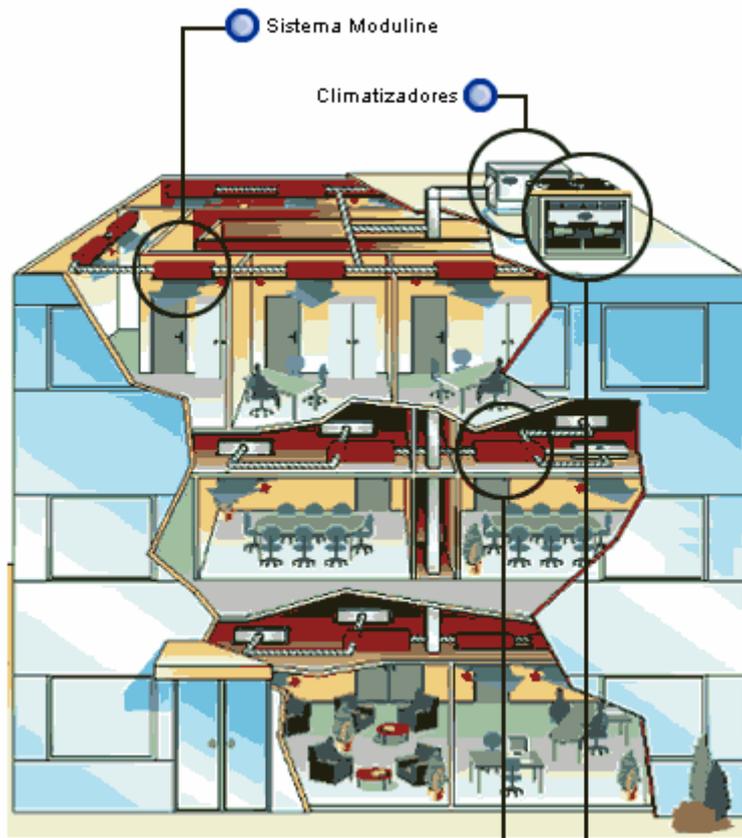


Fig. 6. Ejemplo de sistema todo aire.

Dentro de los sistemas todo aire podemos encontrar diferentes variantes en función del control de la temperatura efectuado. Así, podemos encontrar instalaciones de:

1. Un solo conducto con volumen de aire constante.
 - 1.1. Instalaciones de una zona
 - 1.2. Instalaciones de varias zonas (multizonas)
2. Un solo conducto con volumen de aire variables (VAV).
3. Doble conducto
 - 3.1. Volumen de aire constante
 - 3.2. Volumen de aire variable

4. SISTEMA DE TODO AGUA

También llamados sistema hidrónicos. En los sistemas todo agua, el agua se enfría y calienta en unidades centralizadas y se lleva a los elementos terminales ubicados en los locales a climatizar. Estos elementos terminales pueden ser fan-coils, radiadores etc..

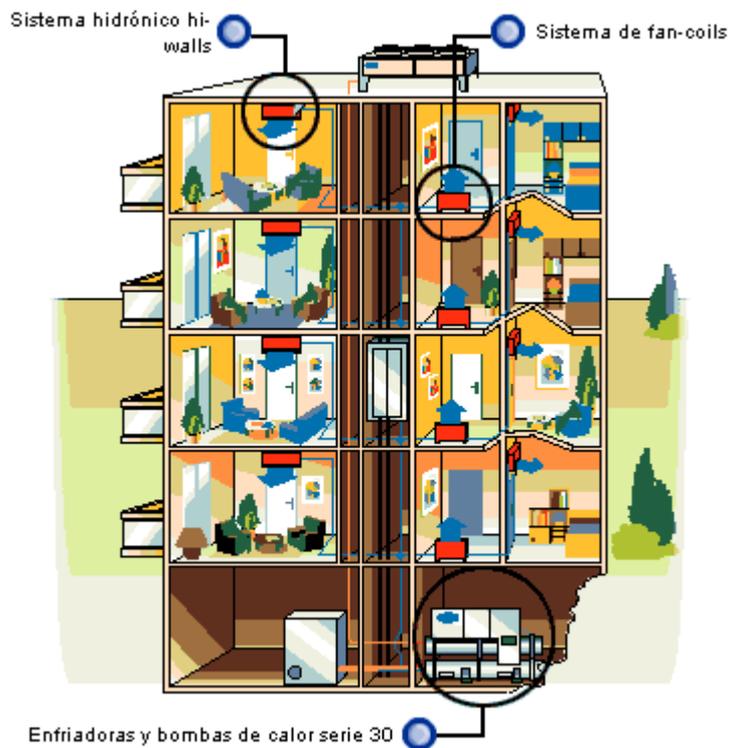


Fig. 7. Ejemplo de sistema todo agua con unidades fan-coil.

Los sistemas todo agua pueden clasificarse en sistemas de tubería simple (dos tuberías) y sistemas de varias tuberías.

- En los sistemas de tubería simple cada unidad terminal recibe la entrada de agua fría o caliente, según la estación del año y termina en una tubería de retorno.
- En los sistemas de varias tuberías cada unidad terminal tiene una doble entrada de agua (caliente y fría) y una tubería (tres tuberías) o dos tuberías de retorno (cuatro tuberías).

5. SISTEMA AIRE-AGUA

En los sistemas aire-agua, el aire exterior es tratado en separadamente para todo el edificio. El agua (fría o caliente) se distribuye hasta los elementos terminales, donde pasa el aire tratado junto con el aire de recirculación en el mismo local.

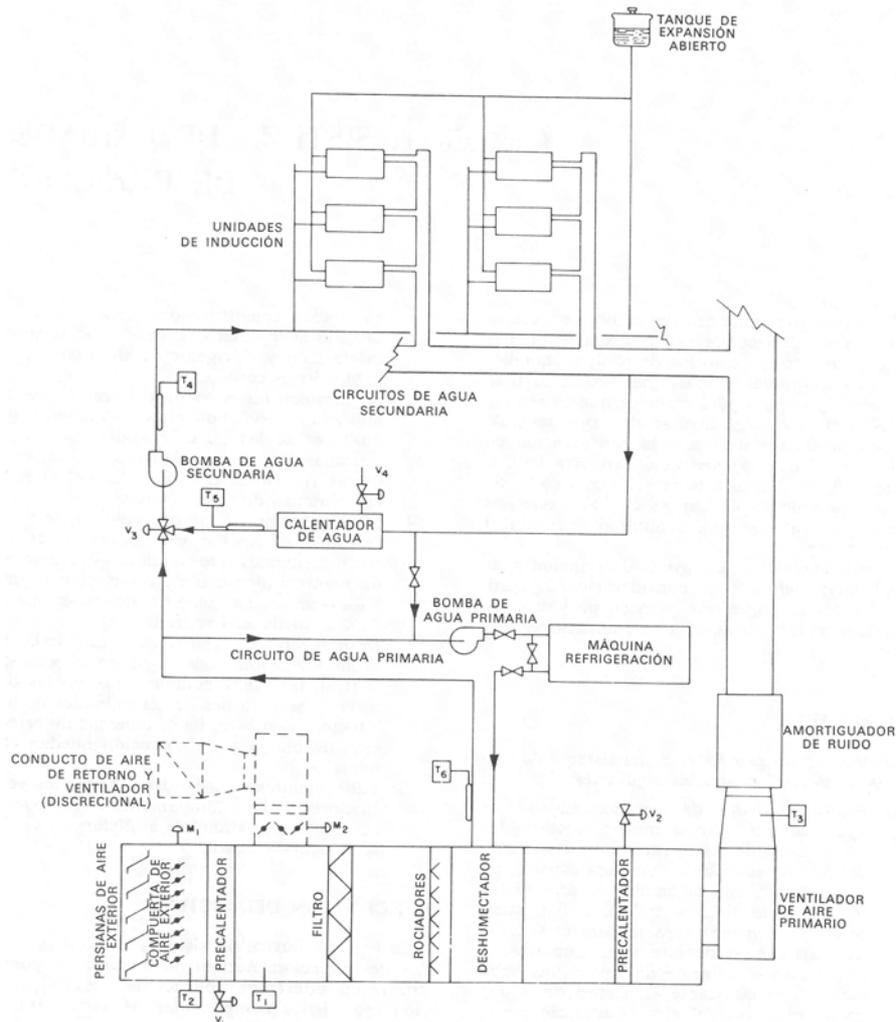
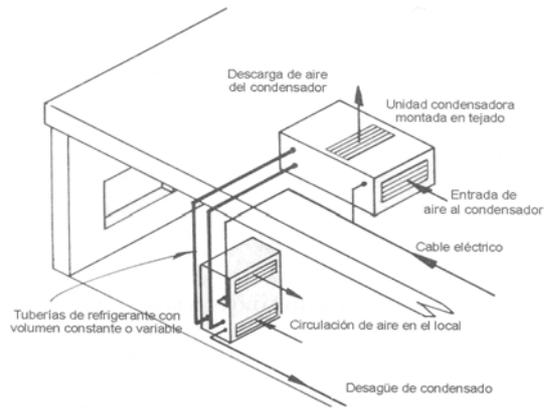


Fig. 6. Esquema de un sistema aire-agua con unidades de inducción.

6. SISTEMA TODO REFRIGERANTE

Los sistemas todo refrigerante sólo se emplean en instalaciones de pequeña o mediana potencia. En estos sistemas se emplean tuberías de refrigerante que transportan el frío y calor hasta los locales a climatizar. Podemos distinguir entre:

- **Sistemas individuales** Es el sistema de climatización más elemental formado por una pequeña unidad de habitación. Si el sistema es de una capacidad adecuada puede servir a un espacio de mayores dimensiones mediante una pequeña red de conductos de aire. Estas unidades autónomas encuentran su aplicación en las habitaciones pequeñas o grandes y zonas segregadas. También se instalan estas unidades en residencias particulares, oficinas, establecimientos comerciales o grupos de oficinas que constituyen zonas individuales.



Sistema split de pared

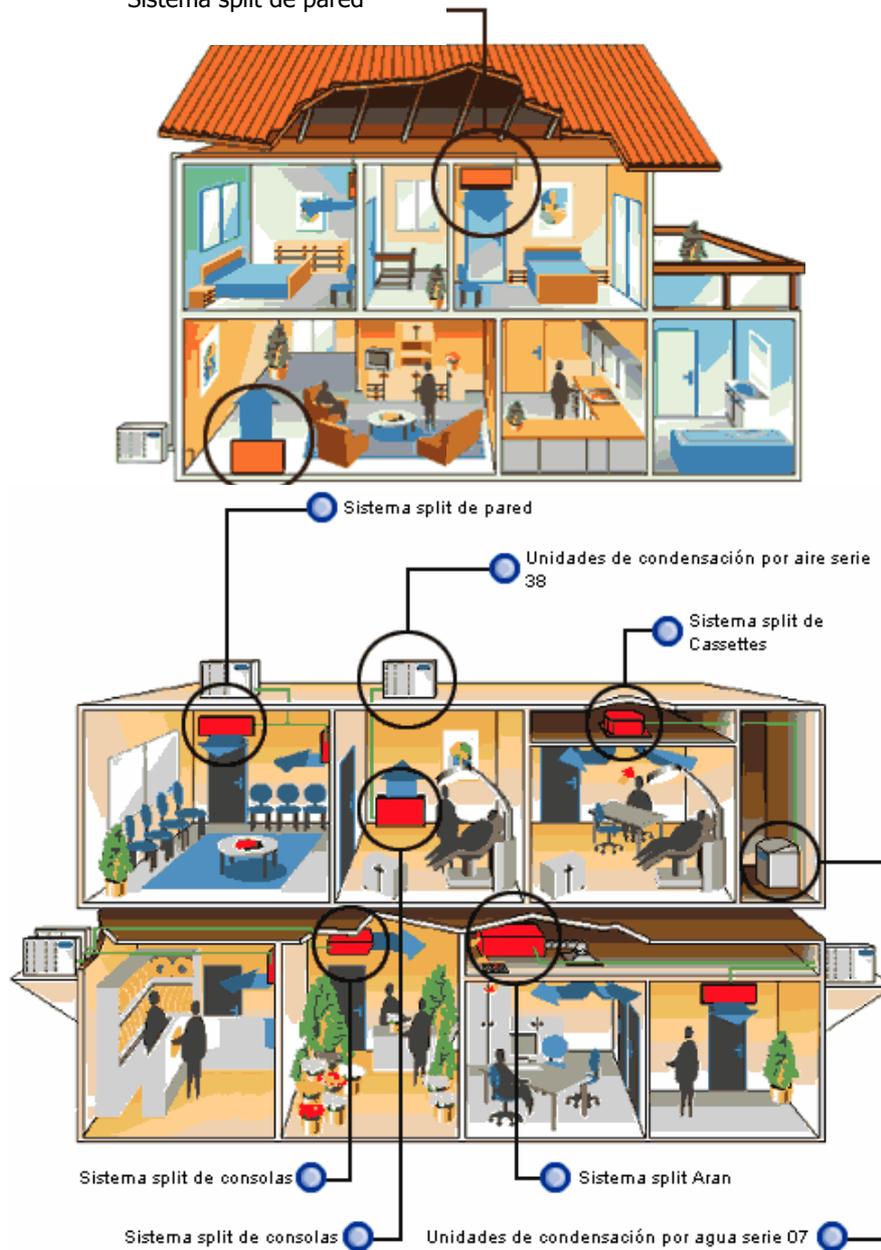


Fig. 7. Sistemas individuales (todo refrigerante).

- Sistemas centralizados.

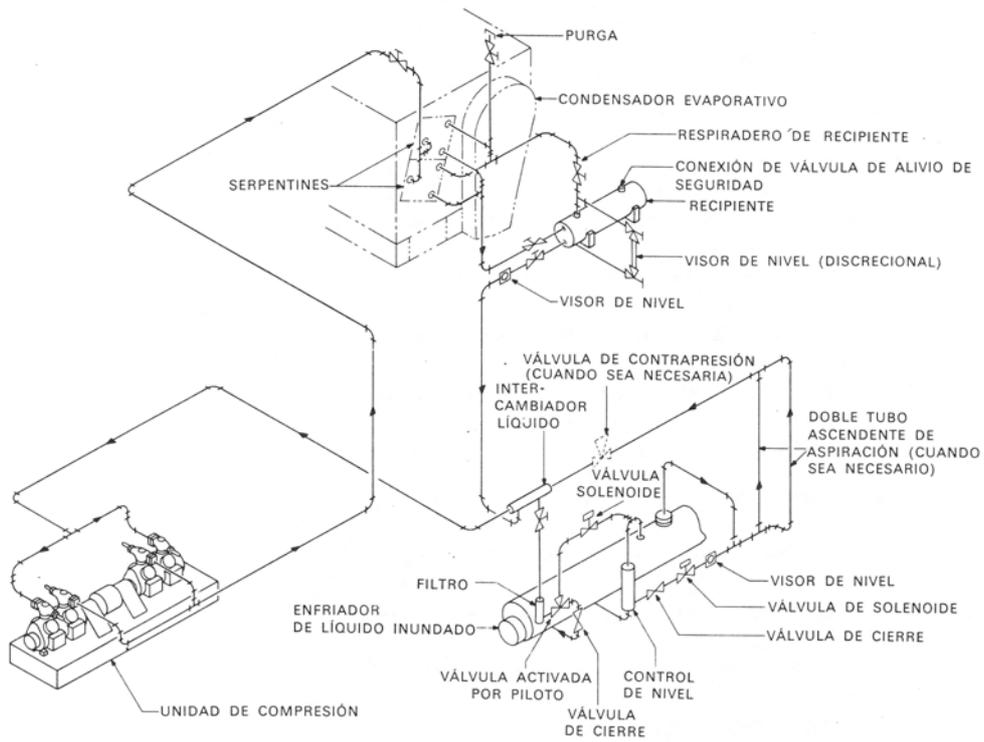


Fig. 8. Esquema de un sistema centralizado (todo refrigerante).

SISTEMAS TODO AIRE

1. Definición y clasificación
2. Un conducto. Una zona y multizona
3. Sistema de doble conducto.
4. Sistema de volumen de aire variable
5. Aplicación y consideraciones de diseño

(A) VAC Y TV

- CONTROL POR BATERÍA DE REFRIGERACIÓN
- CONTROL POR BY-PASS
- CONTROL POR POST-CALENTAMIENTO (*)

(B) VAV Y TC

(C) SISTEMAS DE INDUCCIÓN

(D) SISTEMAS MULTIZONA (*)

(E) SISTEMAS DE DOBLE CONDUCTO (*)

- VAC Y TV

- VAV Y TC

(F) DUAL CONDUIT (*)

(G) OTROS (COMBINACIONES)

1. Un conducto. Sistemas de una zona y multizona

Instalaciones para una sola zona: Bajo costo inicial, mantenimiento centralizado y económico, bajo cose de operación y posibilidad de funcionar con aire exterior en la época marginal.

A. Instalación con regulación de temperatura actuando sobre la batería de enfriamiento

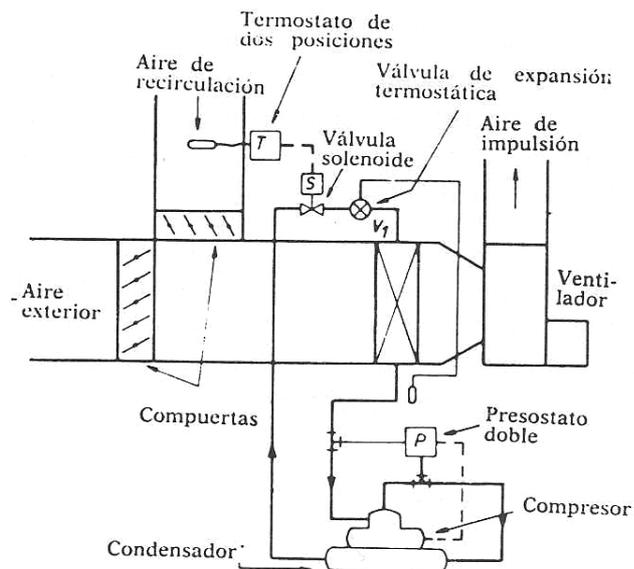


Fig. 1. Esquema básico.

Funcionamiento: Tomando la temperatura del aire de retorno, el termostato T regulará la potencia frigorífica de la batería de enfriamiento. Esta regulación puede ser todo o nada (como en la figura) o regulación proporcional o por etapas.

Características: Actuando sobre la batería se regula también la humedad relativa del aire impulsado. La HR tiende a aumentar ante pocas necesidades de la batería fría (que actúa como deshumectador).

Aplicación: Este tipo de instalación se adapta bien a aquellos casos en que el ambiente posee una carga térmica aprox. cte y en que el caudal de aire exterior de ventilación es bajo.

B. Instalación con regulación de temperatura por by-pass

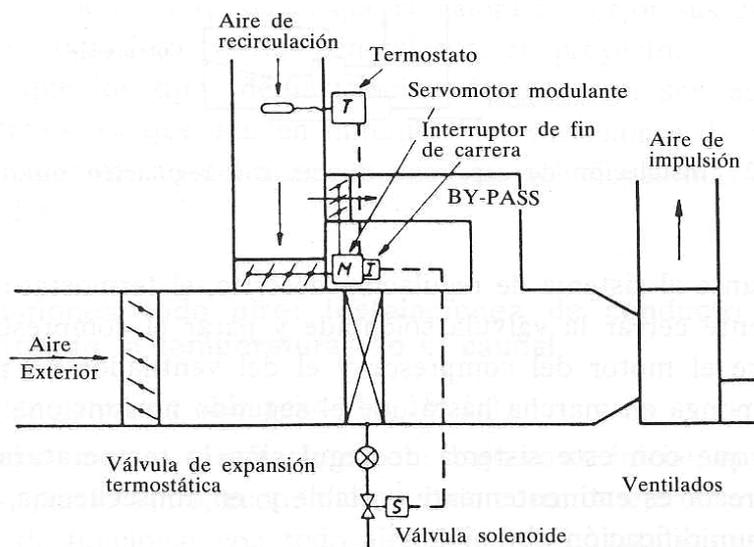


Fig. 2. Esquema básico.

Funcionamiento: Tomando la temperatura del aire de retorno, el termostato T regulará el caudal de aire que atraviesa la batería fría y el caudal de by-pass, actuando sobre un servomotor, M.

Características: Este tipo de regulación presenta ventajas en la capacidad de regulación (ante un todo-nada) y el control de la HR es notablemente mejor, ya que el caudal de by-pass tiene, por lo general, menor HR que el exterior.

C. Instalación con regulación de temperatura por batería de post-calentamiento.

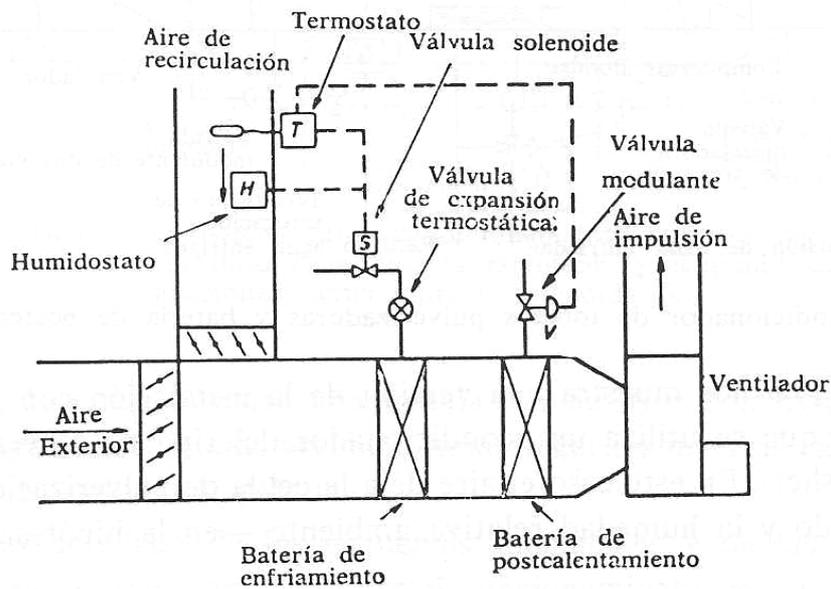


Fig. 3. Esquema básico.

Funcionamiento: Tomando la temperatura del aire de retorno, el termostato T regulará la actuación de la batería de postcalentamiento. También se puede regular la HR actuando simultáneamente sobre la batería de enfriamiento (deshumectación).

Prohibido!!

El RITE no admite que para el mantenimiento de las condiciones termohigrométricas de un local se mezclen dos caudales de aire, uno frío y otro caliente (p.e. sistemas de doble conducto de caudal constante) o se someta el aire a dos procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento (por ejemplo sistemas monoconducto con unidades terminales equipadas con batería de postcalentamiento).

Salvo raras excepciones

Instalaciones múltiples zonas

A. VAC y TV

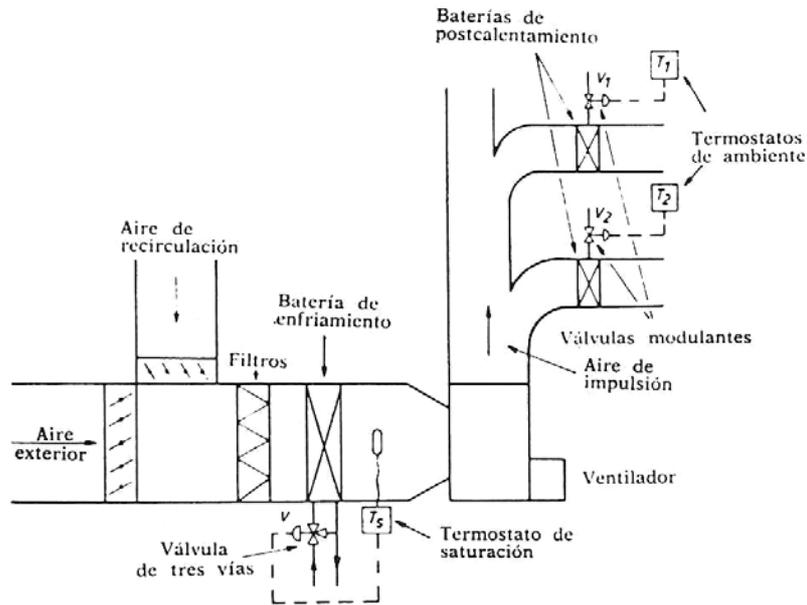


Fig. 4. Esquema básico.

Funcionamiento: Es una ampliación lógica del sistema anterior. Aquí el caudal de aire es enfriado de forma centralizada en función de la zona de carga térmica máxima. Para cada zona, la regulación de la temperatura dependerá de la batería de post-calentamiento. Ello provocará un dimensionado de las máquinas de producción de frío ligeramente por encima de las necesidades.

Prohibido!!

El RITE no admite que para el mantenimiento de las condiciones termohigrométricas de un local se mezclen dos caudales de aire, uno frío y otro caliente (p.e. sistemas de doble conducto de caudal constante) o se someta el aire a dos procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento (por ejemplo sistemas monoconducto con unidades terminales equipadas con batería de postcalentamiento).

Salvo raras excepciones

B. VAV y TC

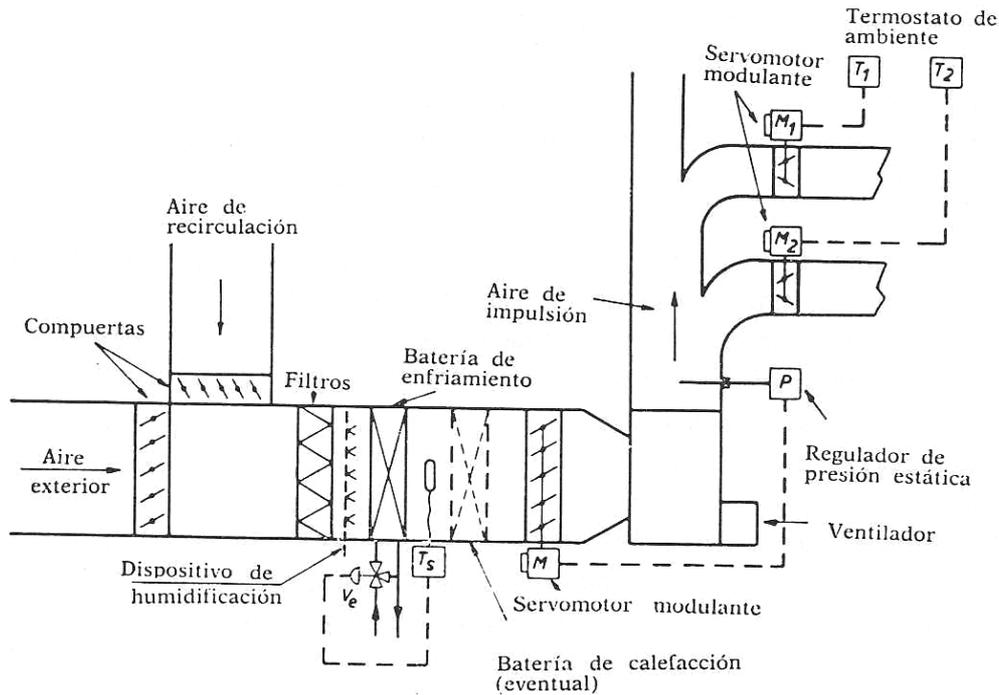


Fig. 5. Esquema básico.

Tomando como referencia la temperatura de la zona, se actúa sobre el servomotor que mueve la compuerta, variando así el caudal de aire impulsado a temperatura cte. Existe un regulador de presión estática entre la boca de impulsión y el ambiente de referencia para ajustarse a las necesidades de caudal de aire para todas las zonas.

Este tipo de instalaciones debe limitarse, por lo general, a zonas interiores de los edificios, caracterizados por cargas térmicas aprox. constantes.

El caudal de aire de cada zona debe ser calculado tomando como base el calor sensible del ambiente y para una temperatura del aire igual a la requerida por la mayor parte de las zonas servidas.

Se recomienda que los conductos de dimensionen mediante recuperación estática y los conductos de retorno por pérdidas de carga constante.

Las cargas térmicas se calcularán para cada zona. El FCS, determinará el punto de impulsión. En los sistemas de varias zonas, se debe realizar una elección juiciosa para producir variaciones aceptables en la humedad relativa de as zonas implicadas.

Nota. – Existen combinaciones de regulación de caudal y temperatura de forma simultáneamente.

Instalaciones multizona

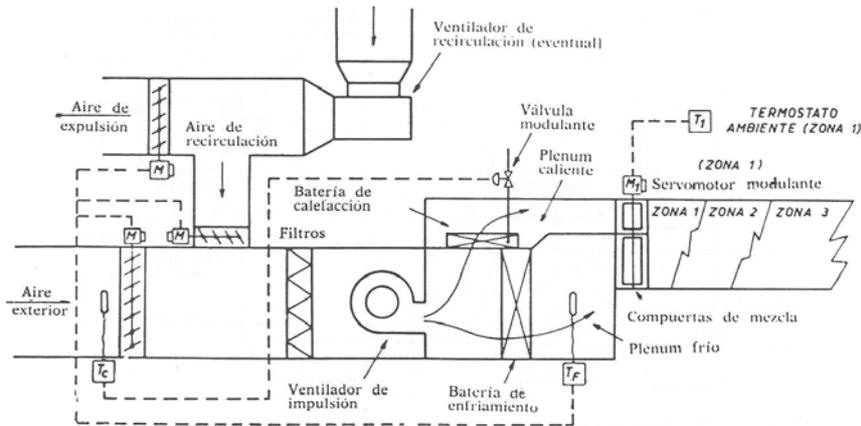


Fig. 6. Esquema básico de instalación multizona.

El sistema se basa en un climatizador multizona que está constituido básicamente por una caja de mezcla, una sección de filtros, un ventilador y baterías de calefacción y de refrigeración. Estas baterías conducen, respectivamente, a un plenum caliente y a uno frío. Finalmente, una serie de compuertas de mezcla permiten realizar la mezcla adecuada para cada zona.

El termostato de la zona 1, T_{1r} , realiza la mezcla en función de la temperatura detectada, regulando un servomotor M_{1r} , acoplado a las compuertas de mezcla que sirven a dicha zona. La mezcla así producida es conducida por medio de un único conducto hasta los locales de dicha zona.

La temperatura del plenum caliente es regulada en función de la temperatura exterior mediante el termostato T_c . Normalmente, en verano no es necesario efectuar calentamiento. Así mismo, la temperatura del plenum frío es regulada, en invierno, por el termostato T_{F} , que modula las compuertas de aire exterior, retorno y expulsado. Como es lógico, la temperatura del plenum frío será la que se necesite para compensar la carga térmica positiva.

El número de zonas a suministrar por un mismo equipo se ve limitado por el número de parejas de compuertas disponibles (no superando un número de 15).

A efectos de cálculo de conductos, el caudal de aire necesario para cada zona se calculará en función del calor sensible máximo de cada zona, aumentando dicho caudal en un 10% para tener en cuenta las infiltraciones que pudieran ocurrir en el plenum. Por lo que respecta al caudal máximo de aire a enfriar será calculado en función de la carga sensible máxima simultánea de las diferentes zonas servidas por el climatizador, siendo igual a la suma de dichos caudales máximos más un 10%.

En funcionamiento de invierno la temperatura requerida del aire caliente puede ser calculada mediante la siguiente expresión:

$$T_C = T_{SL} + \frac{q_T}{1200V_{aire}}$$

Para logra un buen funcionamiento será necesario equilibrar las caídas de presión en las baterías fría y caliente (idénticas).

Prohibido!! El RITE no admite que para el mantenimiento de las condiciones termohigrométricas de un local se mezclen dos caudales de aire, uno frío y otro caliente (p.e. sistemas de doble conducto de caudal constante) o se someta el aire a dos procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento (por ejemplo sistemas monoconducto con unidades terminales equipadas con batería de postcalentamiento).

Instalaciones de doble conducto

Se suministran dos corrientes de aire, una caliente y otra fría, que son mezcladas por un dispositivo terminal gobernado por un termostato ambiente. Estas instalaciones pueden ser tanto de alta velocidad como de baja, aunque la distribución más difundida es la de alta velocidad con terminales de mezcla de alta caída de presión.

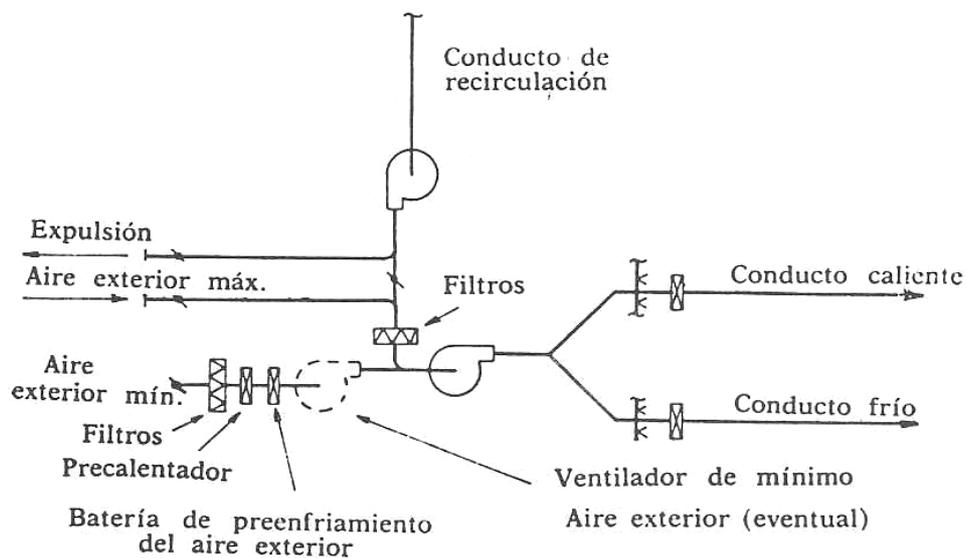


Fig. 7. Esquema básico.

Estas instalaciones se diseñan, en modo verano, generalmente para temperaturas del aire frío entre los 10 y 13°C y temperaturas del aire caliente unos dos o tres grados superiores a la temperatura seca del local (debido al calentamiento del aire de retorno en el ventilador).

En invierno, la temperatura del aire frío está normalmente entre 13 y 16°C y la del caliente entre 35 y 45°C. En ocasiones, uno de los ventiladores puede estar eventualmente parado, y en funcionamiento normal el aire frío se tomará directamente del exterior. En las épocas marginales, puede trabajar con todo aire exterior.

Prohibido!!

El RITE no admite que para el mantenimiento de las condiciones termohigrométricas de un local se mezclen dos caudales de aire, uno frío y otro caliente (p.e. sistemas de doble conducto de caudal constante) o se someta el aire a dos procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento (por ejemplo sistemas monoconducto con unidades terminales equipadas con batería de postcalentamiento).

El dimensionado de los conductos calientes y fríos que alimentan a una misma zona se efectúa normalmente por el método de recuperación estática. Los demás tramos se pueden dimensionar con este mismo método o con el método de pérdida de carga constante, al igual que los conductos de retorno.

Instalaciones de conducto dual (Dual Conduit)

En este tipo de instalaciones, cada uno de los locales recibe dos corrientes de aire independientes, denominados aire primario y aire secundario.

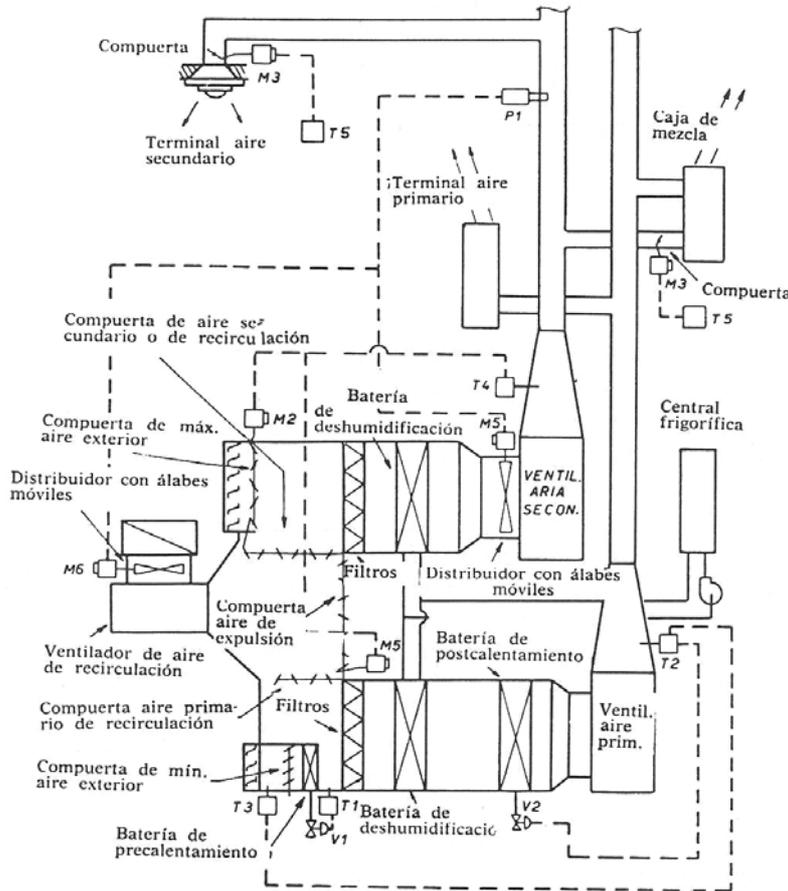


Fig. 9. Esquema básico.

El aire primario funciona normalmente a caudal constante y temperatura variable, teniendo como misión principal el regular la HR del ambiente y proporcionar el aire exterior necesario para satisfacer las necesidades mínimas de renovación y contrarrestar las cargas térmicas por conducción-convección a través de los cerramientos exteriores. Por lo tanto, su temperatura se regulará en función de la temperatura exterior.

El aire secundario, a temperatura constante y caudal variable, tiene la misión de compensar las cargas térmicas sensibles debidas a iluminación, ocupantes y radiación solar.

Funcionamiento en verano: Los termostato ambiente, T_5 , regulan el caudal de aire primario en función de las necesidades del local. El termostato T_2 , junto con el T_3 (de temperatura exterior), regulan el funcionamiento de la batería de post-calentamiento del aire primario, actuando sobre la válvula V_2 . Un presostato, P_1 , regula las compuertas y/o el ventilador del aire secundario.

Funcionamiento en invierno: Similar al funcionamiento en verano, salvo la parada del equipo de producción de frío, regulando ahora el termostato T_4 el caudal de aire exterior, de retorno y expulsado, de manera que la mezcla se mantenga entre 10 y 13°C.

A efectos de cálculo, el aire primario se diseña en verano con una temperatura alrededor de 11°C y no superior a 45°C en invierno. La temperatura del aire primario variará en función de la

temperatura exterior. El aire secundario se suele mantener alrededor de 11°C durante todo el año.

OJO:

Prohibido!!

El RITE no admite que para el mantenimiento de las condiciones termohigrométricas de un local se mezclen dos caudales de aire, uno frío y otro caliente (p.e. sistemas de doble conducto de caudal constante) o se someta el aire a dos procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento (por ejemplo sistemas monoconducto con unidades terminales equipadas con batería de postcalentamiento).

Salvo raras excepciones