

NUEVOS CONCEPTOS DE DISEÑO EN AIRE ACONDICIONADO

Ing. Nestor Quadri

Es necesario que los profesionales tomen conciencia que en el diseño de una instalación de aire acondicionado en los modernos edificios, no solo está en juego el confort o bienestar sino fundamentalmente la calidad del aire interior, que hace a la preservación de la salud y las condiciones de vida de las personas.

Teniendo en cuenta estos aspectos básicos y apoyado en los avances de la tecnología digital se han desarrollado nuevos sistemas de acondicionamiento que están distribuidos en el edificio, orientados hacia el funcionamiento zonificado y el ahorro energético.

Necesidad de climatización

Una instalación de aire acondicionado no solo está destinada a producir enfriamiento del aire en la época de verano como muchas veces se considera, sino también para secarlo en verano y para calentarlo y eventualmente humectarlo en invierno y producir en todo momento la adecuada ventilación de los locales para asegurar la calidad del aire interior.

El avance de la técnica ha hecho indispensable su aplicación en todo edificio moderno, porque el aire acondicionado no es un lujo como muchas veces se considera, sino una necesidad, ya que está destinado no solo para el confort sino básicamente para preservar la salud humana y también constituye un requisito para los procesos industriales

Así, edificios de todo tipo requieren aire acondicionado desde las casas residenciales o de departamentos, oficinas, hoteles, hospitales, locales comerciales, shopping, supermercados, cines y teatros, bancos, restaurant, aulas, centros de cómputos, laboratorios, establecimientos fabriles y la lista es interminable.

Lo viejos conceptos de diseño de las instalaciones de aire acondicionado no dan plena respuestas a las necesidades en los nuevos edificios. En efecto, se están empleando nuevos materiales, aumentado la hermeticidad, como el caso de oficinas y las disipaciones internas se han incrementado considerablemente por los equipamientos informáticos, que han reducido las cargas de calefacción.

Por otro lado, el costo de la energía juega actualmente un papel importante, especialmente en estas instalaciones que representan las de mayor consumo energético en un edificio.

Ello a llevado en los últimos años al desarrollo de nuevos sistemas y conceptos en aire acondicionado basados en los avances de los nuevos controles inteligentes, que no existían unos 10 años atrás.

Calidad del aire interior

En los nuevos edificios se usan materiales como asbestos, alfombras, pegamentos, pinturas, pisos, etc. que provocan la contaminación del aire y además hay contaminantes externos como se observa en la figura 1.

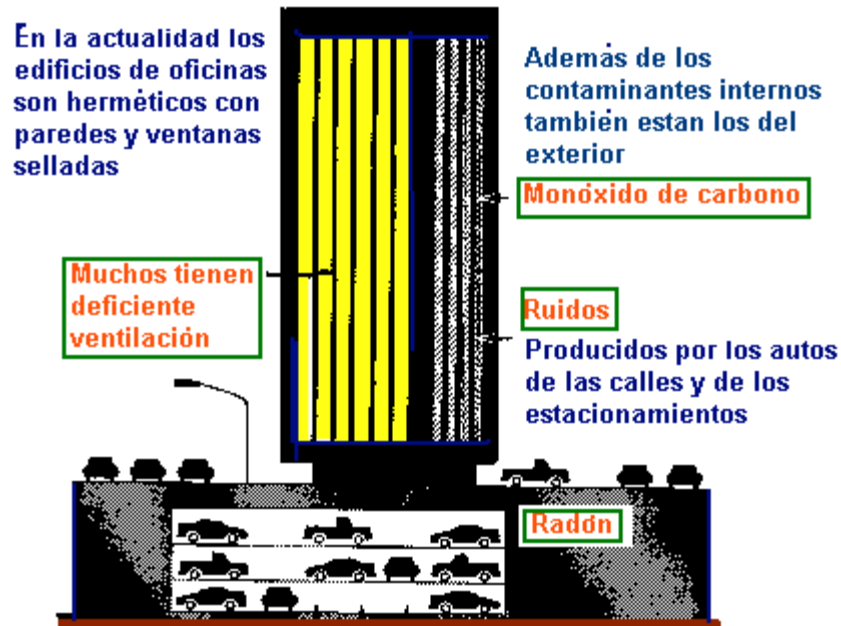


Fig 1. Síndrome de los edificios enfermos

Surge así el *síndrome de los edificios enfermos* que fue reconocido como enfermedad por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1982.

Comprende los edificios en los que un porcentaje de más del 20% de personas experimentan efectos agudos sobre la salud y el bienestar debido a los niveles de contaminación como:

- Irritación de los ojos, la nariz y la garganta, tos, náuseas y problemas respiratorios
- Fatiga mental, alteraciones de memoria, somnolencia, apatía, mareos o estrés

Los efectos de los materiales de los edificios, los olores propios de las personas y el humo de tabaco juegan un papel importante que no era considerado anteriormente y para ello, se ha definido la unidad OLF (olfatus) que es el olor producido por una persona que se baña una vez cada 1,4 días y que permite establecer la carga de contaminación del local en la unidad POL (Polutio) que es la contaminación percibida en el aire por una persona en un local ventilado con aire limpio a razón de 1 l/s.

Sobre la base del cálculo de la contaminación se han determinado últimamente las nuevas necesidades de ventilación estableciéndose 3 niveles de categoría de calidad del aire interior, que son mayores a las establecidas hasta el presente, que estaban basadas solamente en la emanación de CO₂ en los ambientes.

El método básico consiste en diluir el aire contaminado, con el aire nuevo exterior que se va incorporando en forma permanente y constante.

En general se suele utilizar un solo ventilador expulsando el aire contaminado por sobrepresión en los locales, pero el aumento de la hermeticidad en los locales puede llevar a emplear dos ventiladores, para asegurar la eficiencia de ventilación, como se muestra en la figura 2.

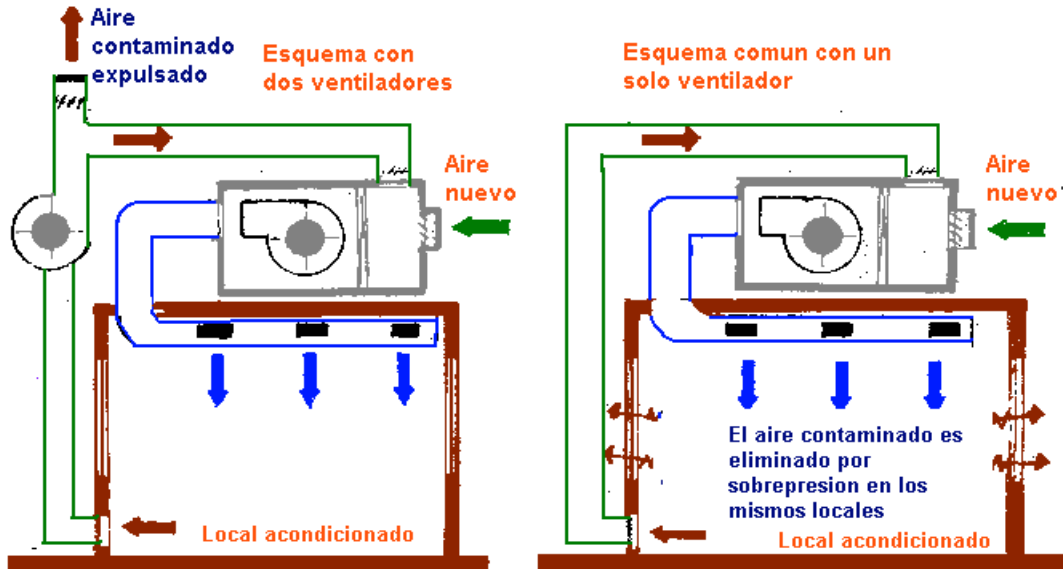


Fig.2. Esquema de acondicionamiento empleando 1 o 2 ventiladores

Además, el aire debe filtrarse para la eliminación de partículas de polvo, previo a su distribución a los ambientes. Se protege adicionalmente de suciedades también a las serpentinas o ventiladores de los equipos.

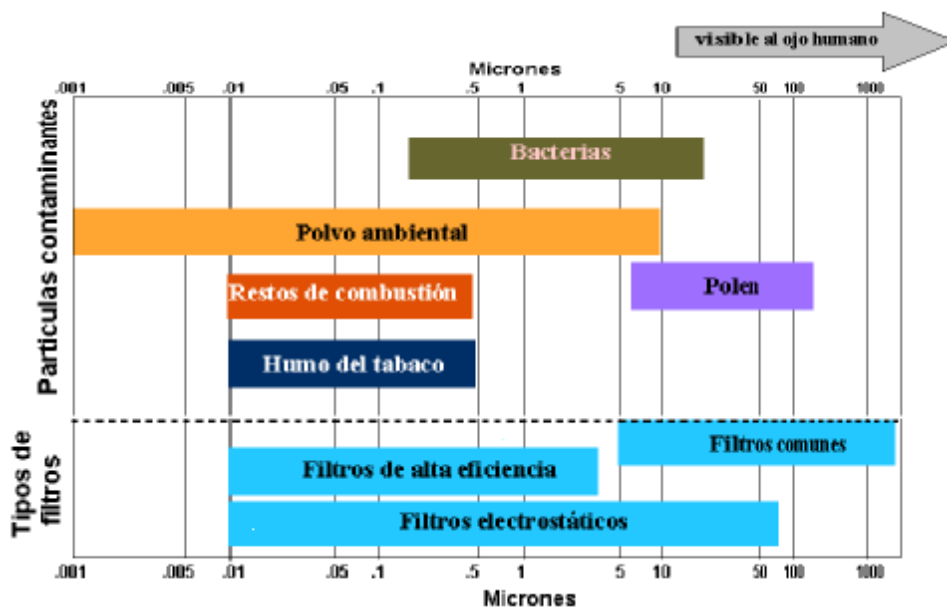


Fig. Nº3 Tamaño de partículas contaminantes y tipo de filtros

En casos específicos hace necesario utilizar filtros especiales si se requiere filtrar partículas muy pequeñas o humo de tabaco, como se muestra en el gráfico de la figura 3.

Confort térmico

En las últimas investigaciones se ha definido la unidad de medida del calor metabólico disipado que es el MET (metabolic energy thermal) que equivale a 50 kcal/hm² siendo variable para cada grado de actividad como se observa en la figura 4



Fig 4. Ejemplo de valores de MET para diversas actividades

Debe tenerse en cuenta que si bien la temperatura del aire es el parámetro más importante para lograr las condiciones de confort, éste debe estar en conjunción con otros tres factores como ser la temperatura promedio de los cerramientos del entorno del local, la humedad relativa y el movimiento del aire y ello, en base al grado de actividad y la vestimenta que se utiliza en el local

Anteriormente no se tenía en cuenta la resistencia térmica del aislamiento de la vestimenta que se expresa actualmente en la unidad CLO, prefijo de clotting que significa vestido 1 clo=0,18 m² h°C/kcal y es variable según el tipo de vestimenta de acuerdo a lo indicado en la figura 5.

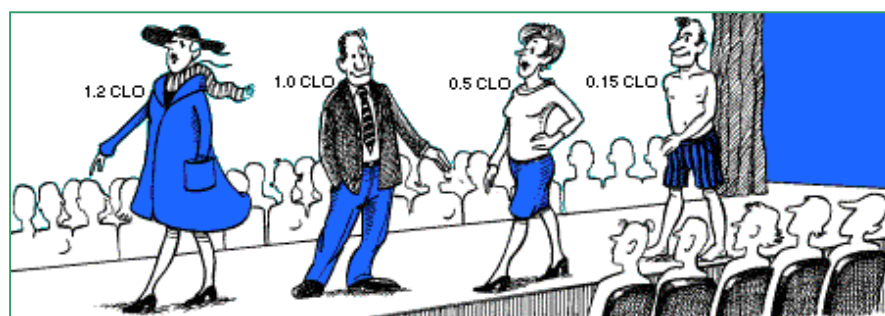


Fig 5. Ejemplo de valores de CLO para diversas vestimentas

Actualmente se suele tomar un aislamiento global de la vestimenta para el diseño de las instalaciones de aire acondicionado de:

- 0,5 clo para verano
- 1 clo para invierno

Ello surge del análisis que se muestra en la figura 6:

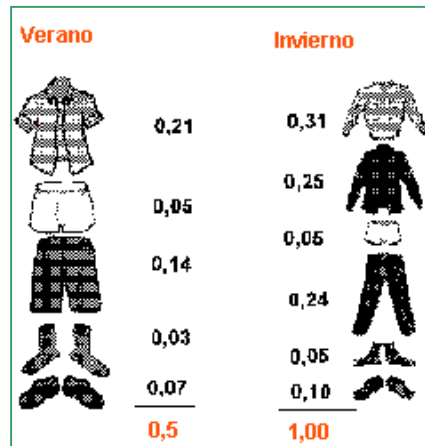


Fig. 6 Análisis de valores de clo de vestimenta típica para el diseño en verano e invierno

Las temperaturas del aire deben estar comprendidas:

- Verano 0,5 clo: 23 - 27°C
- Invierno 1 clo: 18 - 23°C

Sin embargo, debe estar en relación con las temperaturas promedios de los cerramientos que componen las paredes, pisos, techos, etc. de los locales que rodean a las personas y que se denomina TRM temperatura radiante media.

Estas TRM no deben ser demasiado bajas en invierno o altas en verano dado que regula la transferencia de calor por radiación del cuerpo humano y actualmente se considera que debe estar dentro del entorno de la temperatura del aire del local, con una diferencia de alrededor de 5°C y es un factor que ahora analizarse en los nuevos proyectos, en virtud del tipo de aislamiento empleado y el incremento de las superficies vidriadas.

En cuanto a la humedad relativa ideal para todo el año es del 50% y puede variar dentro de márgenes amplios (30 al 70%) como se detalla en la figura 7.



Fig 7. Características de variación de humedad relativa

En cuanto a las velocidades de aire no deben ser excesivas recomendándose entre los 6 a 12 m/min según sea invierno o verano respectivamente.

Condición óptima de diseño

Evaluaciones estadísticas determinan que el ambiente térmico no es juzgado en forma satisfactoria por todos los ocupantes de un ambiente y las últimas investigaciones, consideran como óptimo lograr un 95% de personas confortables en una muestra y estas nuevas condiciones de diseño pueden resumirse en el gráfico de la figura 8.

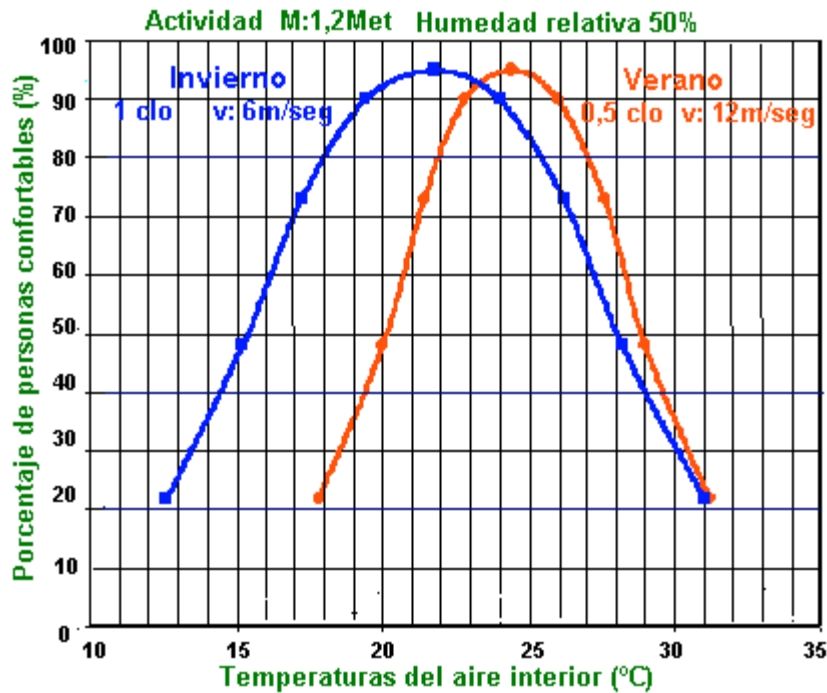


Fig 8. Gráfico de porcentaje de personas confortables

Los nuevos sistemas de aire acondicionado

Las grandes instalaciones eran originalmente del tipo centralizadas de una única zona, donde en grandes salas de máquinas se realizaban la preparación de los fluidos energéticos y control.

Las unidades de tratamiento de aire estaban ubicadas lejos de los espacios acondicionados y el aire se utilizaba como fluido para el transporte térmico, como se muestra en el esquema típico tradicional de aire acondicionado de la figura 9.

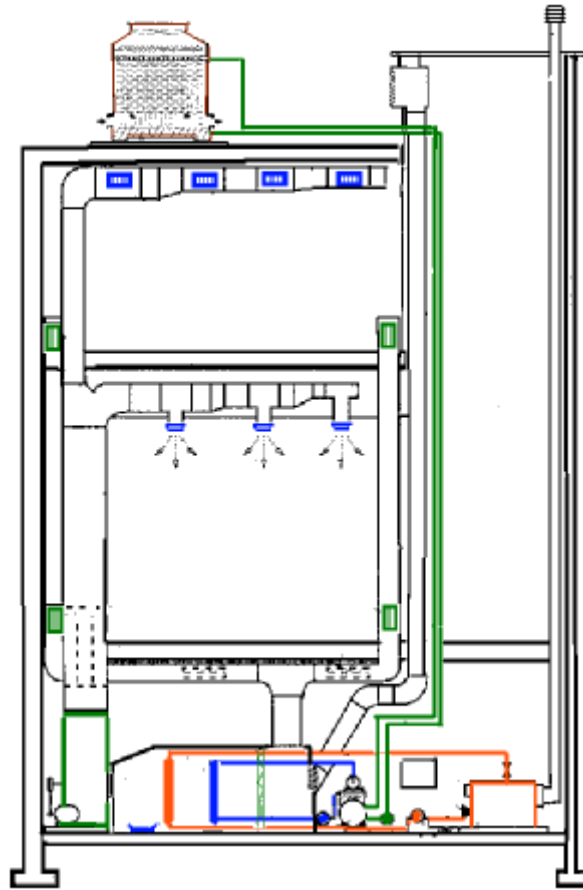


Fig 9. Esquema tradicional de aire acondicionado

Estos antiguos sistemas centralizados de zona única no resultan adecuados para los nuevos edificios, dado que no se contempla la adecuada distribución del aire en los espacios a cargas parciales, no se tiene en cuenta las variaciones solares, horarios de uso y distintas disipaciones de equipamientos instalados, como se detalla en la figura 10.

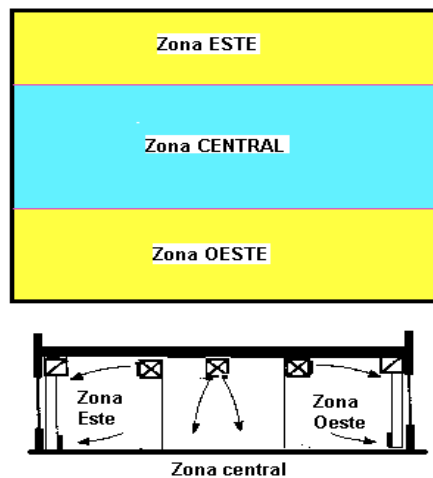


Fig.10 Esquema de zonificación de la distribución del aire de acuerdo a la orientación

Por otra parte, en las estaciones intermedias y actualmente en pleno invierno incrementada por el aumento de las cargas internas, unos ambientes pueden necesitar frío y otros calor, por lo que estos sistemas no disponían de fluidos caliente y frío simultáneos en los locales.

Además no se ponía demasiado énfasis al ahorro energético, dado que el aire si bien es necesario para la adecuada distribución en los locales, se empleaba también en extensas líneas de conductos como transporte del fluido termodinámico, y ello requiere mucho mas energía que el empleo de refrigerante e incluso el agua, amen de los espacios que ocupan los conductos.

Por ello, hoy la tecnología digital ha orientado hacia el desarrollo de proyectos de sistemas del *tipo distribuido* donde las unidades de tratamiento del aire están cercanas o en el mismo local a servir, con objeto de lograr la máxima eficiencia y ahorro energético, supervisados mediante sistemas inteligentes

En efecto, ya no es necesario centralizar el mantenimiento colocando las unidades de tratamiento del aire en una sola sala de máquinas para controlar y visualizar el funcionamiento y operación, porque mediante los sistemas de control inteligente los equipos pueden ser supervisados y controlados a distancia sus parámetros de funcionamiento. De esa manera, lo que se centraliza en la supevisión desde una PC, donde se pueden controlar múltiples equipos emplazados en las distintas zonas, en forma eficiente y sencilla, mediante programas de control, protección y monitoreo.

En cuanto a los parámetros básicos para lograr una mayor eficiencia energética se basan en:

- Aplicación de la bomba de calor
- Sistemas de recuperación del calor
- Distribución de fluidos a volumen variable

Bomba de calor

Si un equipo de aire acondicionado de verano, se gira de posición en invierno, puede bombear el calor del aire exterior más frío y calientan el local como se observa los detalles de la figura 11.

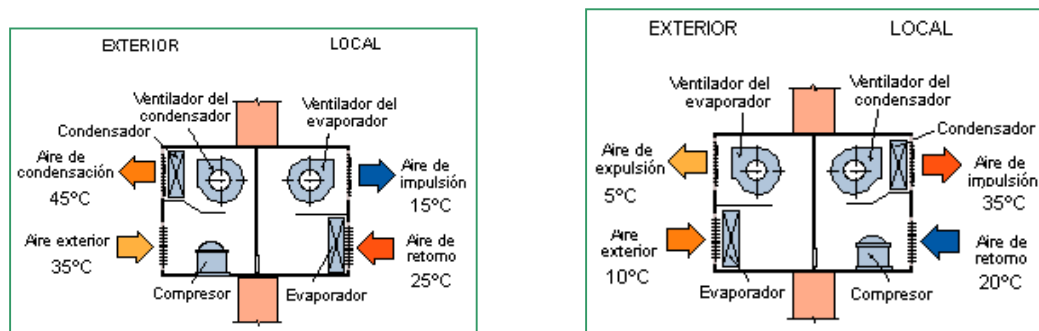


Fig.11 Acondicionador en verano y en invierno(girando la posición)

Como girar el equipo sería obviamente muy complicado se utiliza una válvula inversora de la circulación del refrigerante del tipo corredera de 4 vías, como se observa en la figura 12.

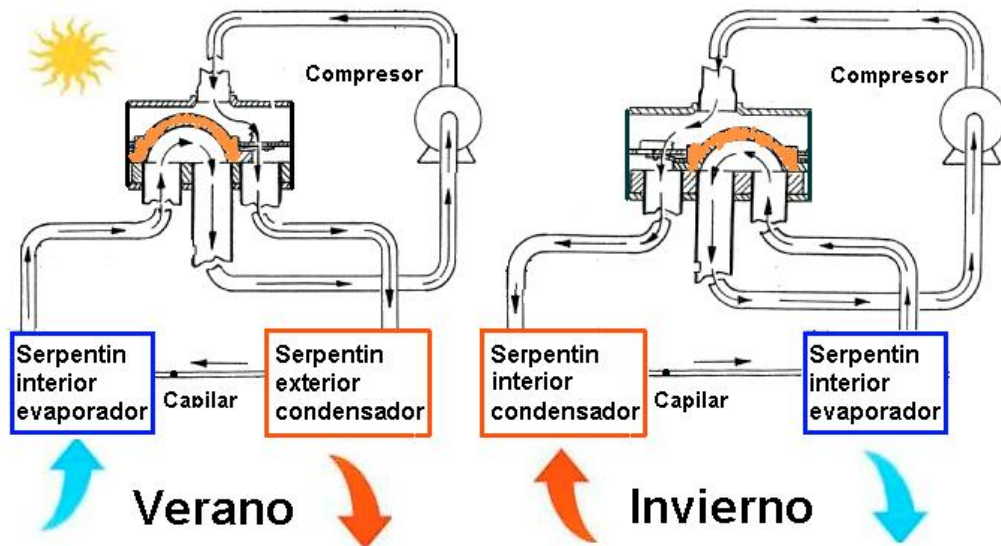


Fig.12. Detalle esquemático del funcionamiento de la válvula inversora del ciclo refrigerante

La bomba de calor permite contemplar dos aspectos fundamentales en los nuevos diseños:

- Disponer simultáneamente de un fluido caliente y otro frío a un costo alrededor de 3 veces menor que empleando resistencias eléctricas, porque el consumo eléctrico es para bombear el calor y no para transformarlo.
- Desplazar y aprovechar el calor de un edificio permitiendo un gran ahorro energético

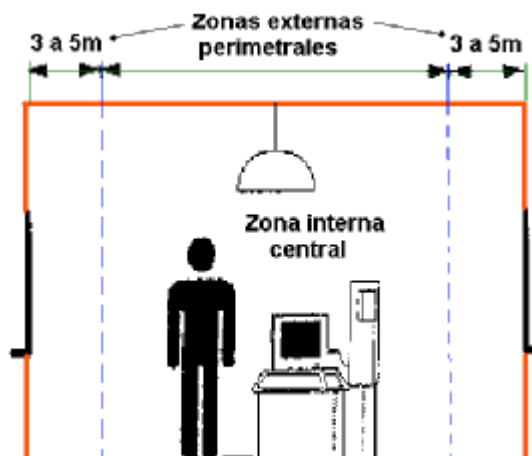


Fig.13 Zonas características de edificios de oficinas en torre

En los nuevos edificios, especialmente en oficinas en torre como se detalla en la figura 13, se determinan dos zonas características, dado que en la época intermedia o eventualmente en pleno invierno requerirse calefacción en la zona

perimetral y refrigeración en la central, debido a las grandes disipaciones internas como computadoras, iluminación, personas, etc.

Si hipotéticamente se colocaran equipos acondicionadores con bomba de calor en el límite de las dos zonas, como se observa en la figura 14, estos equipos refrigerarían la zona central pero a la vez calentarían la perimetral, desplazando de esa manera el calor de la zona caliente a la fría

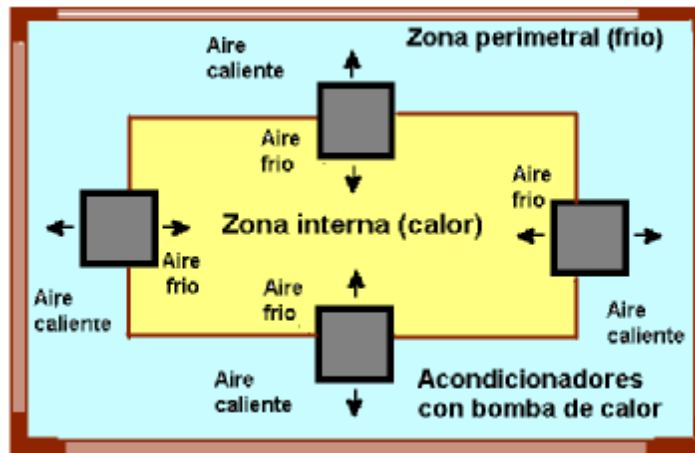


Fig.14. Detalle hipotético de equipos con bomba de calor para transferir calor

Basado en este concepto básico aplicado a diversos tipos de equipamientos que se han desarrollado en la actualidad, se puede aprovechar el calor de la zona central para calefaccionar la perimetral con gran ahorro energético y por otra parte, se dispone de dos fuentes de calor simultáneas.

Por otra parte estos sistemas permiten eliminar o eventualmente disminuir considerablemente la tradicional planta térmica de calefacción en el edificio.

Recuperación de calor

La necesidad de un mayor caudal de ventilación en los edificios modernos ha llevado a concebir sistemas que permitan recuperar el calor del aire interior contaminado que se elimina al exterior y que es reemplazado por el aire nuevo que ingresa en el sistema, mediante la transferencia de calor de un aire a otro.

Por otra parte, en los nuevos proyectos debe analizarse el aprovechamiento de las condiciones favorables del aire exterior o free-cooling.

En los detalles esquemáticos de la figura 15 se detallan las características de estas dos formas de recuperación del calor.



Fig.15 Formas de recuperación del calor en sistemas de aire acondicionado

Volumen variable

El método de control a cargas parciales variando la velocidad permite ahorrar energía en el transporte y distribución de los fluidos térmicos.

En efecto, supóngase por ejemplo que en un ventilador se desea reducir al 60% el caudal. Se observa en el gráfico de la figura 16 que si se emplea una persiana regulable, la potencia absorbida por el motor solo se reduce a un 87% pero si se disminuye la velocidad de rotación, la potencia tomada por el motor baja al 20%.

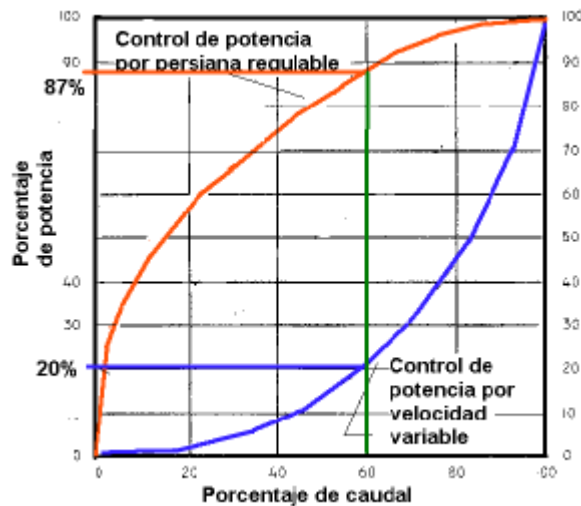


Fig. 17 Regulación de caudal de ventilador centrífugo

Esta característica es igual para cualquier máquina rotativa como bombas, compresores, etc. y esta propiedad puede aplicarse con mucho menor costo que en épocas pasadas, aprovechando los modernos variadores de frecuencia sobre base del desarrollo de nuevos controles electrónicos.

Conclusión

En los actuales edificios construidos con nuevos materiales, más herméticos y con mayor disipación térmica interna es necesario la toma de conciencia de la importancia de los nuevos conceptos de confort y la calidad del aire interior, que requiere mayores valores de aire de ventilación.

Por otra parte, los nuevos diseños basados en los avances de la tecnología digital ha llevado a desarrollar equipamientos y sistemas de acondicionamiento que están distribuidos en el edificio, orientados hacia el funcionamiento zonificado y el ahorro energético basados en la bomba de calor que y el uso de transporte de fluidos termodinámicos a caudal o volumen variable para regulación de las cargas parciales y la aplicación de recuperadores del calor del aire interior contaminado que se expulsa y free coling del aire exterior.

La tendencia actual es hacia la evolución en el diseño y fabricación de líneas de equipamientos que permiten concebir sistemas completos con todos los elementos, controles y accesorios componentes.

Referencias

Sistemas de aire acondicionado
Ing. Nestor Quadri.- Editorial Alsina- Buenos Aires- 2001