CRITERIOS PARA DISEÑAR SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADOS

Consideraciones y Métodos de la Planeación.

*No cabe duda que la climatización de lugares interiores, ya sea porque así lo determina una época específica del año o porque las actividades y aplicaciones que se ejecutarán dentro de un recinto así lo requieren, se constituye en un factor fundamental para una edificación, gracias a que un óptimo sistema de aire acondicionado garantizará confort para los ocupantes, además de resguardar ciertos equipos y áreas específicas que necesitan de este sistema.*

***Consideraciones y Métodos de la Planeación*** *Actualmente en la planificación y diseño de una instalación de acondicionamiento de aire, los desarrolladores, ingenieros y técnicos se preocupan por la comodidad de los habitantes de un edificio, pero como puntos de igual importancia, también se enfocan en la calidad del aire que es suministrado al interior, a los fines de velar por la salud de los ocupantes.*

*Y además, se toma en cuenta los ahorros energéticos que puede generar un sistema de aire acondicionado, ya que hoy por hoy existe una visión mundial de conservar los recursos naturales y mitigar el calentamiento global.*

*En base a lo anterior podemos decir que los primeros criterios para el diseño de instalaciones de aire acondicionado son: Confort, Salud y Ahorro de Energía, por lo que contrario a lo que algunos consideran, el acondicionamiento del aire ciertamente es una necesidad, pues toda clase de edificación requerirá de este método que variará dependiendo del tipo de técnica y tecnología utilizada; sin embargo el fin último es obtener áreas climatizadas.*

*La antigua tecnología en el diseño de sistemas de aire acondicionado no ofrece plena respuesta a los requerimientos de los nuevos edificios, porque en la actualidad se están empleando materiales nuevos aumentando la hermeticidad, como el caso de oficinas, y las disipaciones internas se han incrementado considerablemente por los equipamientos informáticos que han disminuido las cargas de calefacción.*

El diseño apropiado y el tamaño de los sistemas de aire acondicionado central requieren más que el cálculo de la carga de enfriamiento en el espacio a ser acondicionado.

Una instalación acondicionadora de aire está destinada no solamente para producir enfriamiento del aire cuando es la época de verano como muchas veces se considera, pues el aire acondicionado también es usado, para secarlo en verano y para calentarlo, ocasionalmente humectarlo en invierno y generar durante todo el tiempo, la correcta y apropiada ventilación de los locales para asegurar la calidad del aire interior.

El avance de la técnica del acondicionamiento del aire ha hecho indispensable su aplicación en todo edificio moderno, porque el aire acondicionado ciertamente no es un lujo, sino un requerimiento importantísimo, ya que está dispuesto no exclusivamente como generador de comodidad, sino principalmente como un factor que contribuye a la preservación de la salud de los habitantes de una edificación y además, hoy por hoy es una necesidad fundamental en la ejecución de procesos industriales.

Debido a lo imperioso que resultan los sistemas de aire acondicionado en la actualidad, tanto en construcciones modernas como viejas, pues éstas últimas sufren procesos de reconversión o remodernización; los mismos son los productores de un alto porcentaje del consumo total energético de un edificio, por lo que la tecnología actual ha posibilitado el desarrollo de sofisticados sistemas de control que permiten regular todas las funciones de los dispositivos acondicionadores de aire, permitiendo que se adapte a las condiciones climáticas diarias y a las aplicaciones que se efectúan dentro de un local para originar ahorros de energía.

**ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA**
La técnica del aire acondicionado es considerada como una ciencia y un arte, ya que en la misma se ponen en juego elementos de un nivel técnico avanzado que se combina con la capacidad y el ingenio del técnico o ingeniero que diseñará el sistema, para asegurar una óptima instalación que cumpla todos los requisitos exigidos por el propietario del inmueble.

A la hora de diseñar un sistema de aire acondicionado se debe realizar lo siguiente:

1. Replanteo general de los locales a acondicionar, confeccionar un plano de arquitectura en el caso de que no exista, donde se pueda interpretar todas las superficies expuestas con el exterior y/o ambiente no acondicionado.
2. Computar las superficies expuestas al exterior y/o ambiente no acondicionado.
3. Realizar un balance térmico general de todas las áreas (local por local) y otro con la sumatoria del edificio a acondicionar; teniendo en cuenta los horarios de ocupación de los locales.
4. Analizar las cargas y las zonas de cargas parciales similares que evolucionen en idéntica manera durante el día.
5. Establecer el tipo de sistema a utilizar dependiendo del que brinde mejor versatilidad, inversión, mantenimiento, consumo de energía, etc.
6. Seleccionar el equipamiento a utilizar (**a-** unidades individuales splits o de ventana; **b-** Unidades centrales de zona o generales por conductos o descarga a boca libre y tipo de condensación; **c-** sistema por agua tratada, donde se seleccionan unidades fan&coil de zonas y terminales, máquina enfriadora de líquidos y caldera).
7. En el caso de utilizar unidades fan&coil, establecer el punto de ADP de cada unidad en el diagrama psicrométrico para calcular número de hileras, caudal de aire y caudal de agua.
8. Instalar los equipos seleccionados en los lugares más apropiados.
9. Diseñar y proyectar los sistemas complementarios (redes de conductos, de distribución de agua, de energía eléctrica, etc.).
10. Instalar el sistema completo.
11. La puesta en marcha del equipo.
12. Revisar y certificar todo lo que se ha hecho.

**CONSIDERACIONES INICIALES DE DISEÑO**
Para calcular la carga de enfriamiento de un espacio, se requiere información de diseño detallada de la edificación e información climática para las condiciones de diseño seleccionados. Generalmente, los siguientes pasos deben ser seguidos:

**Características de la Edificación**
El Ingeniero o técnico debe obtener las particularidades y todos los rasgos del edificio como: materiales de construcción, tamaño de los componentes, colores externos de fuentes y formas, que son normalmente determinados a partir de los planos de la edificación y especificaciones.

**Configuración**
Se debe determinar la ubicación, orientación y sombra externa de la edificación a partir de los planos y especificaciones. La sombra de edificaciones adyacentes pueden ser determinadas por un plano del sitio o visitando el sitio propuesto. Su permanencia probable debe ser cuidadosamente evaluada de ser incluida en los cálculos.

**Condiciones Exteriores de Diseño**
Hay que precisar la información climática apropiada y seleccionar el contexto de diseño exterior. La condición climática puede ser obtenida de estudios o estadísticas de alguna estación meteorológica.

**Condiciones de Diseño Interior**
Se deben determinar los parámetros de diseño interior tales como temperatura de bulbo seco interior, temperatura interior de bulbo húmedo y tasa de ventilación; incluyendo variaciones permisibles y límites de control.

**Rutina de Operación**
El diseñador también se basará en la rutina de iluminación, ocupantes, equipo interno, aplicaciones y procesos que contribuyan a incrementar la carga térmica interna. Determinando la probabilidad de que el equipo de refrigeración sea operado continuamente o apagado durante períodos de no ocupación (ejemplo: noches y/o fines de semana).

**Fecha y Tiempo**
Se selecciona el tiempo del día y el mes para realizar los cálculos de la carga de enfriamiento. Frecuentemente varias horas del día y varios meses son requeridos.

**Consideraciones Adicionales**
El diseño y el tamaño de los sistemas de aire acondicionado central requieren más que el cálculo de la carga de enfriamiento en el espacio a ser acondicionado.

El tipo de sistema de acondicionamiento de aire, energía de ventilación, ubicación del ventilador, pérdida de calor de los ductos y ganancia, filtración de los ductos, sistemas de iluminación por extracción de calor y tipo de sistema de retorno de aire, todos afectan la carga del sistema y el tamaño de los componentes.

**MÉTODOS DE CÁLCULO**
ASHRAE reconoce la vigencia de cuatro métodos de cálculo de cargas térmicas para seleccionar la capacidad de los equipos de aire acondicionado:

La tecnología actual ha posibilitado el desarrollo de sofisticados sistemas de control que permitirán regular todas las funciones de los dispositivos acondicionadores de aire

**Función de Transferencia (TFM)**

Es una de las técnicas más utilizadas. Una versión simplificada de este método con aplicaciones para diferentes tipos de construcción fue publicado en el manual de fundamentos ASHRAE de 1977.

Este método se fundamenta en la estimación de las cargas de enfriamiento hora por hora, prediciendo las condiciones del espacio para varios sistemas y estableciendo programas de control y programas de operación.

El proceso de función de transferencia es aplicado para el cálculo de flujo unidimensional de transferencia de calor en paredes y techos soleados. Los resultados debido a las variaciones de construcción se consideran insignificantes, si se toma en cuenta la carga de los componentes normalmente dominantes. ASHRAE (1988) generó factores de decremento efectivos de calor y períodos de retraso de tiempo para 41 diferentes tipos de pared y 42 tipos de techo, que son presentados para utilizarse como coeficientes de función de transferencia.

**Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento (CLTD/CLF)**
Debe ser aplicado al considerarse como la primera alternativa de procedimiento de cálculo manual. El mismo es simplificado, ya que usa un factor “U” para calcular la carga de enfriamiento para techos y paredes, presentando resultados equivalentes. Así, la ecuación básica para carga de enfriamiento en superficies exteriores es: q = U\*A.

Este proceso se basa en la suposición de que el flujo de calor a través de un techo o pared puede ser obtenido al multiplicar la temperatura diferencial (exterior – interior) por los valores tabulados “U” de techos y paredes, respectivamente.

**Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio (TETD/TA)**
La primera presentación de este método se hizo en el manual de fundamentos ASHRAE de 1967, este procedimiento es recomendado para usuarios experimentados.

Para calcular la carga de enfriamiento de un espacio usando la convención de Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio, aplican los mismos procedimientos generales empleados para la Función de Transferencia.

El cuarto método publicado es un capítulo especial de Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento, utilizado para cálculo de cargas en residencias.

El aplicar el procedimiento Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio en forma manual, especialmente el cálculo de promedio de tiempo, resulta tedioso en la práctica. Este hecho más el interés creciente en la Función de Transferencia, condujo a ASHRAE a desarrollar el proyecto de investigación RP-158, con el objetivo original de comparar las diferencias y similitudes entre estos dos métodos, para establecer un procedimiento común para ambos. Se obtuvieron técnicas automatizadas, que al usar los Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio provee resultados aproximados a la precisión de la Función de Transferencia con menor esfuerzo en cuanto a cómputos se refiere.

La técnica del Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento evoluciona como una operación manual que involucra menos cálculos matemáticos y reemplaza el procedimiento de Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio, para cálculos manuales; pero requiere el uso de tablas de factores pre calculados. Proyectos de investigación subsiguientes (ASHRAE 1984, 1988) aclaran el alcance de aplicación efectiva de los factores utilizados para el método de Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento.

Un aspecto para tomar en cuenta en el diseño de sistemas de aire acondicionado es la realización de un balance térmico general de todas las áreas (local por local) y otro con la sumatoria del edificio a acondicionar; teniendo en cuenta los horarios de ocupación de los locales

**APLICACIÓN DEL LOCAL**
El óptimo diseño de un sistema de aire acondicionado para una edificación, también toma en cuenta las actividades que ejercerán los ocupantes dentro de un local determinado, así como el ambiente exterior, ya que el desarrollador tendrá que poner atención a estos aspectos, para que su instalación sea la más apropiada.

Es muy clara la diferencia entre un edificio, una oficina y un almacén de una fábrica, por lo que atendiendo a las acciones ejecutadas en un área específica, se determinarán aspectos del aire acondicionado como tamaño del compresor, ductería, filtros, sistemas de control, entre otros.

Cabe destacar que resulta muy importante el profesionalismo que tenga el instalador, ya que poniendo en práctica sus conocimientos y su cúmulo de experiencia, logrará la obtención de sistemas que posibiliten la climatización adecuada conforme a la época del año, permitiendo mantener la rentabilidad del negocio, procesos industriales normales, conservación de los equipos de cómputo y demás instrumentos, así como la garantía de la calidad del interior, que influye directamente en la salud de los individuos.

**CALIDAD DEL AIRE INTERIOR**
La Indoor Air Quality (IAQ) o Calidad del Aire Interior es una función que depende de muchos parámetros incluyendo la calidad del aire exterior, el diseño de los espacios interiores, el diseño de los sistemas de ventilación, la manera en la que maneja el sistema, cómo se mantiene, etc.

Con el objetivo de generar mayores niveles de confort que en tiempos pasados, en las nuevas construcciones se usan materiales como alfombras, pegamentos, asbestos, pinturas, etc., los cuales se convierten en agentes que suscitan la contaminación del aire, agregando a esto la existencia de contaminantes externos que llegan hasta el interior de un local.

Los efectos de los materiales, olores de las personas y el humo del consumo de cigarros, juegan un papel primordial que no era considerado antes y para ello, ha sido definida 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 polución 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 polución 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.

Frecuentemente se suele usar un sólo 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.

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 los serpentines o ventiladores de los equipos.

En casos específicos se hace necesario utilizar filtros especiales sí se requiere filtrar partículas muy pequeñas o humo de tabaco.

**CONFORT TÉRMICO**
En las últimas investigaciones se ha definido la unidad de medida del calor metabólico disipado que el MET (metabolic energy termal) que equivale a 50  kcal/hm2 siendo variable para cada grado de actividad.

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 son 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.

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

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 elemento que a la hora 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%).

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

**CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO**
De acuerdo al 2000 ASHRAE HANDBOOK: HVAC SYSTEMS AND EQUIPMENT, la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, define los siguientes tipos de aire acondicionado:

Acondicionadores de recinto, paquetes terminales de aire acondicionado y deshumidificadores.

Equipos de recinto son aquellos diseñados para ser instalados sobre muros o en ventanas con el fin de enfriar o tibiar un cuarto, sin o con ducto (máximo 1200m.m.).

La función básica es proveer confort enfriando, deshumidificación, filtrando o limpiando y recirculando el aire del recinto. Puede también proveer renovación de aire.

ARI precisa un paquete terminal de aire acondicionado (PTAC) como una perimétrica y no encapsulada con combinación de serpentines de calentamiento y enfriamiento montados a través de la pared. Un PTAC incluye componentes de refrigeración, separable outdoor louvers, ventilación forzada y calefacción por agua caliente, vapor o resistencia eléctrica. Lo más común son los fan&coils, los mini-split o multi-split. para enfriamiento, que podrían incluir serpentín de calefacción.

**Acondicionadores unitarios**
ARI define acondicionadores unitarios a uno o más conjuntos o ensamblajes hechos en fábrica que normalmente incluyen un evaporador o enfriador, un compresor y el condensador. También puede incluir un serpentín de calentamiento. Una bomba de calor unitaria es un conjunto de fábrica de una o más partes que incluye un serpentín acondicionador interno, un compresor y un serpentín externo. El calor puede ser extraído o rechazado de un ciclo de agua o aire.

Cuando las partes a ensamblar son más de una se dice que el sistema es dividido (SPLIT), caso de manejadoras y condensadoras.

La NOM-011-ENERO 1996, sugiere un COP (coeficiente de rendimiento, por sus siglas en inglés) de 2.93 Wt/We, como valor mínimo de eficiencia energética para equipos tipo paquete o sistema dividido, operados eléctricamente con capacidades de enfriamiento de 10540 W hasta 17580 W, que funcionan por compresión mecánica y que incluyen un serpentín evaporador enfriador de aire, un compresor y un serpentín condensador enfriado por aire o agua.

**RELACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (REE)**
Las nuevas normas sobre eficiencia energética de equipos definen la relación de eficiencia energética como la relación entre la capacidad de enfriamiento QO y la potencia demandada WD. Este es un número adimensional o simplemente vatios térmicos producidos sobre vatios eléctricos requeridos (Wt/ We). Este es el mismo COP termodinámico, pero calculado con base en la potencia demandada.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| REE = | QO |  |
|  | WD |  |

**Aplicaciones**
***Primera:*** Los fabricantes lo expresan el COP como el EER. (BTU/W-H). Basta multiplicar el REE por 3.412 para obtener el EER. La norma oficial mexicana sugiere un valor mínimo de REE = 2,93 que será igual a EER = 10 BTU/W-H, para sistemas divididos.

***Segunda:*** Para el caso de equipos de ventana, ASHRAE 2000, página 46.3,  sugiere:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Capacidad (W) | COP (Wt/ We) |  |
| 1200-2900 | 2.9 |  |
| 3500-5900 | 3.1 |  |
| 7000-7900 | 3.2 |  |

***Tercera:*** La nueva Norma Técnica Colombiana NTC-4366 del 2002 sugiere los siguientes rangos para equipos de recinto:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| TIPO A | 3.05-EEC: | EER(BTU/W-H) |
| TIPO B | 2.9-3.05 | 10.4 |
| TIPO C | 2.75-2.9 | 9.89 |
| TIPO D | 2.6-2.75 | 8.87 |
| TIPO F | 2.3-2.45 | 8.36 |
| TIPO G | 0- 2.3 | 7.85 |

***Cuarta:*** La nueva norma técnica para equipos unitarios, NTC-5104, sugiere los siguientes valores de relación de eficiencia energética:

|  |
| --- |
| **Rangos de Eficiencia Energética Wt/ We** |
| Rango | Límite inferior (incluido) | Límite superior |
| A | 4.35 | EEC |
| B | 4.00 | 4.35 |
| C | 3.65 | 4.00 |
| D | 3.30 | 3.65 |
| E | 2.95 | 3.30 |
| F | 2.60 | 2.95 |
| G | 0.00 | 2.60 |

**AIRE ACONDICIONADO DISEÑADO PARA EL COMERCIO E INDUSTRIA**
El comercio y la industria, han utilizado el aire acondicionado de varias maneras: primero para aumentar la productividad personal y segundo para proveer espacios acondicionados para necesidades específicas.

La productividad del trabajador en áreas con aire acondicionado, se mejora en términos de menor ausentismo, menos cambio de labor, menos distracción por ruido, menos viajes a la fuente de agua, producción más eficiente, menos errores y menos tiempo perdido debido a fatiga por calor y accidentes. En general habrá mejor moral y mejores relaciones entre patrón y empleado. El grado de beneficio por supuesto, está sujeto al tipo de alrededores nadie pensaría construir hoy un moderno edificio de oficinas, sin aire acondicionado. Los sindicatos han sido instrumentos en el crecimiento del aire acondicionado para confort de sus miembros.

El uso del enfriamiento para procesos haría un listado largo; por lo que vale mencionar los siguientes: los cuartos para computadoras deben estar muy controlados en temperatura y humedad. Las cintas y tarjetas requieren condiciones uniformes. Los diseños corrientes de computadoras requieren que se retiren grandes cantidades de calor. Las partes de impresión deben tener una atmósfera controlada para mantener tolerancias en los encogimientos del papel, registro preciso en la impresión a color y alimentación eficiente del papel a través de las prensas. Los cuartos limpios para todo tipo de herramientas e instrumentos y manufactura de precisión crítica, deben mantener condiciones con bajas tolerancias para proteger la precisión dimensional, ajustes, medidas.

La temperatura, humedad, limpieza, son muy importantes. Una comunicación telefónica errada es inaceptable. La cantidad de contactos eléctricos que se hacen y rompen cuando se marcan números telefónicos, es fantástica. La presencia ligera de polvo o una amplia variación de la temperatura y la humedad puede causar contactos erráticos. La industria farmacéutica es uno de los mayores usuarios del aire acondicionado industrial; la lista sigue y sigue. Por ello es necesario considerar el diseño del aire acondicionado para cada edificación.

 FUENTE: MUNDO HVAC&R.