



Universidad Nacional Autónoma De México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Instalación De Sistemas De Aire Acondicionado para
CYVSA

TRABAJO PROFESIONAL

Que para obtener el título De:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

OSCAR GABRIEL RÍOS

ASESOR: ING. ÁNGEL ISAÍAS LIMA GÓMEZ

CUAUTITLAN IZCALLI EDO. MEX. 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

A mi madre Cecilia Rios, que a pesar de todo nunca dudo de esto.

A mis compañeros de Universidad gracias a ellos la estancia en la escuela siempre fue mi segundo hogar.

A mi pareja y amiga Carmen por darme la enorme satisfacción de ser papa.

Índice

Introducción

6

Tema 1 Explicación General De los Sistemas de Aire Acondicionado

7

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE REFRIGERACIÓN	9
1.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	10
1.3 EQUIPOS CENTRALIZADOS	14
1.4 EQUIPOS DE CONTROL AVANZADO	15
1.5 TIPOS DE CONTROL	20
1.6 TIPOS DE INSTALACIONES	23
1.7 COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	28
1.8 DISPOSITIVOS REGULADORES DE PRESIÓN	30

Tema 2 Descripción del desempeño profesional

32

Tema 3 Análisis y Discusión

50

Recomendaciones

71

Conclusiones

73

Bibliografía

74

Anexo

75

Glosario

82

Tablas

89

Introducción

Esta memoria profesional surge como apoyo para los criterios básicos y conocimientos generales de los métodos de instalación de aire acondicionado sean fácilmente comprendidos y resulten entendibles para especialistas y otros profesionistas.

No pretende ser un tratado que abarque todos los aspectos y especificaciones que se requiere para una completa elaboración de la ingeniería de la especialidad, pero si para su comprensión en su aspecto general.

1.-EXPLICACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

En esencia todos los sistemas de climatización (aire acondicionado) se caracterizan por ser máquinas que transportan la energía en forma de calor de un lado a otro. En consecuencia son capaces de modificar la temperatura de ciertas zonas, trasladando esa temperatura a un fluido que puede ser agua o aire (por simplificar), y conseguir las condiciones de confort adecuadas a cada aplicación. A través de ductos de lamina que facilitan la transportación de aire frío conduciéndolo de un punto a otro según se necesite o en sistemas de tuberías ya se de cobre o acero al carbón esto dependiendo a su requerimiento físico donde se trasporta agua helada Para conseguir estas características descritas en todas las épocas del año.

En la actualidad existen Diferentes Tipos de equipos de aire acondicionado en el mercado los cuales varían de acuerdo a las necesidades físicas del cliente, condiciones estructurales y físicas de la edificación y capacidades de toneladas de refrigeración (T.R).



A través de los adelantos tecnológicos se ha aprendido a Climatizar y a crear ambientes artificiales en diferentes Zonas en las cuales se pueden tener necesidades distintas o específicas para realizar cierto tipo de actividades y controlarlo de manera permanente no importando en que lugar o en que época del año se encuentre. Esto es

acondicionar el aire y regular las condiciones ambientales ya sea por medio de la Calefacción o refrigeración, de manera tal que la temperatura, humedad y grado de pureza del aire sean las adecuadas. Todo esto con el fin de vivir y trabajar en condiciones confortables.

Existen diferentes tipos de sistema para la climatización los cuales se describirán a continuación brevemente, todos ellos funciona por medio de un sistema mecánico eléctrico usando gas refrigerante R-22 principalmente o el Ecológico R-12 o 307-A, implementado actualmente como su fuente de intercambio de temperatura principal pues este cumple con las condiciones químicas propicias para llevar a cabo un ciclo de enfriamiento.

Es importante señalar que existe la equivalencia entre diferentes valores 1 T.R (tonelada de refrigeración) es igual a 400 CFM (pies cúbicos por minuto) y a su vez esto es igual a 12000 BTU (unidades británicas de temperatura).

Un BTU es la cantidad necesaria de calor para cambiar la temperatura de 1 lb. De agua 1° F.

La TR es la unidad basada en el efecto frigorífico de la fusión del hielo y se define como el calor absorbido por la fusión de una tonelada de hielelo en 24 hrs.

1 tonelada = 2000 lbs.

1 tonelada de refrigeración =

$144 \times 2000 / 24 \text{ hrs.} = 12000 \text{ BTU/ HR.}$

CONCEPTOS BÁSICOS DE REFRIGERACIÓN

La termodinámica es una rama de la ciencia que trata sobre la acción mecánica del calor. Hay ciertos principios fundamentales de la naturaleza, llamadas leyes de la termodinámica, que son básicos para el estudio de la refrigeración.

La más importante de estas leyes dice: la energía no puede ser creada ni destruida solo puede transformarse de un tipo de energía en otra.

CALOR

El calor es una energía creada principalmente por la transformación de otros tipos de energía en energía de calor. Dando un claro ejemplo la energía mecánica que opera una rueda causa fricción y causa calor. El calor también es definido como energía en tránsito porque esta nunca se mantiene estática ya que siempre se pasa de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura.

CALOR ESPECÍFICO

El calor específico de una sustancia, es su capacidad relativa de absorber calor tomando como base la unidad de agua pura y se define como la cantidad de kilo-calorías (BTU) necesarias para aumentar la temperatura de un kilo (libra) de cualquier sustancia a 1 centígrado o 1 grado Fahrenheit.

CALOR SENSIBLE

Se define como el calor que provoca un cambio de temperatura de una sustancia. Este calor puede percibirse por medio de los sentidos.

Cuando la temperatura se eleva de 0 C a 100 C, hay también un aumento de calor sensible.

CALOR LATENTE

Este calor es el que se necesita para cambiar un sólido en líquido, o un líquido en gas sin variar la temperatura de la sustancia.

La palabra latente significa oculto, o sea que el calor requerido para cambiar el estado de una sustancia, no es percibido por los sentidos.

CALOR LATENTE DE FUSIÓN

El cambio de una sustancia de sólida a líquida o de una líquida a una sólida requiere calor latente de fusión, este también puede llamarse calor latente de licuefacción o calor latente del porcentaje de agua que estos contienen; por lo tanto, el calor latente se conocerá, determinando el porcentaje de agua que existe en dichos productos.

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

UNIDADES TIPO VENTANA

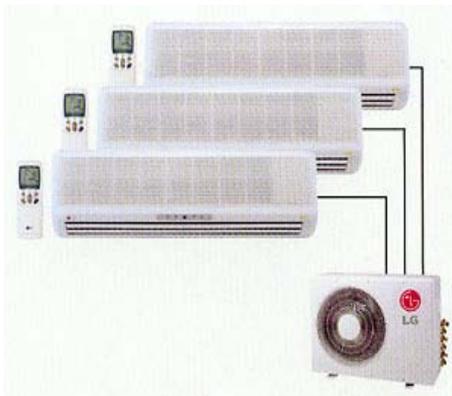
Estos equipos solo pueden dar servicio a áreas perimetrales o que tengan acceso por medio del muro a espacios donde se tengan una circulación constante de aire fresco, tienen una limitante ya que deben ir empotradas a través de la pared por lo que no se puede tener una distancia considerable del lugar que se piensa aclimatar por lo que pueden provocar ruido innecesario dentro del área, los valores que maneja van desde 5000 btu/h a 24000 btu/h estos equipos normalmente son utilizados en oficinas donde se cuente con un ventanal o pared que de hacia la calle o espacio abierto.



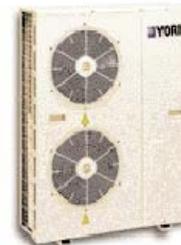
Unidad Ventana

UNIDADES MINI SPLIT:

Este equipo se le conoce también como dividido es muy versátil e ideal para pequeñas áreas su uso principal es de origen domestico los cuales el Condensador puede estar alejada varios metros de la zona a climatizar y de esta forma evitar ruidos innecesarios su sistema de suministro es por medio de tubería de cobre de diámetros de 3/8” a 1/2 “ los cuales alimentan con gas refrigerante a las evaporadoras o F&C (fan and coil), estos cuentan con varias comodidades de la vida moderna que incluyen en algunos casos control remoto, sistema purificador de aire el cual evita los malos olores dentro de las áreas a acondicionar, deshumificador el cual controla la humedad la alta humedad de la zona , estos equipos llegan a bajar hasta 18 °C sus capacidades van desde 12,000 btu hasta 36,000 btu, de 1 a 3 T.R su sistema de enfriamiento es por medio de gas y requiere una unidad condensadora por un lado y una evaporadora por otro en la actualidad existen unidades llamadas multi split que actúan de la misma forma que un mini split pero este tiene mas capacidad de refrigeración así como puede dar servicio a diferentes zonas gracias a varias unidades internas a las cuales pueden estar en diferentes áreas del inmueble estas llegan ha tener hasta tres Fan & Coil y su capacidad llega hasta 48000 btu o 4 T.R.



MMC-MMH 18-36 G



MMC-MMH 50 G



Equipos Mini split

UNIDAD PAQUETE

Estas son unidades muy versátiles ya que contienen dentro de su interior todos los aditamentos necesarios para acondicionar el clima de una zona específica ya que su interior cuenta con un condensador un serpentín un evaporador una turbina de aire y un sistema de control estos paquetes se construyen con rangos de entre 3.5 TR y 25 TR y se utilizan de un modo extendido en oficinas y locales comerciales de medianas dimensiones estos equipos inyectan aire frío por medio de un sistema de ductos de lamina galvanizada a una zona especifica.



Unidad Paquete



Equipo Schiller

UNIDADES SHILLER

Estos equipos cuentan con un sistema de compresores de capacidades que van desde 30 T.R a 1500 T.R son muy versátiles ya que son equipos de alta eficiencia su función es el enfriado de agua a temperaturas cercanas a 4 °C estos es a través de su sistema de compresores estos equipos pueden ser enfriados por medio de aire o agua estos dependiendo de las características de la zona y el cliente.

EQUIPOS CENTRALIZADOS

Es una instalación más compleja y profesional puesto que requiere:

- Un proyecto inicial más estudiado.
- La intervención de personal más calificado.
- Mayor control y dirección.

Normalmente estas instalaciones se aplican a locales, oficinas, naves Industriales, Hospitales donde las cargas térmicas a abatir son mayores y recientemente a pisos y chalet incluso desde su fase de construcción, desbancando cada vez más al sistema split. A grandes rasgos, dentro de las instalaciones centralizadas, se pueden distinguir las siguientes en función del fluido que utilizan para el transporte del calor:

AIRE-AIRE, POR DUCTOS

Son instalaciones en las que partiendo de una o varias máquinas mas o menos ocultas y alejadas, se distribuye el aire climatizado a través de conductos a las zonas a tratar, para retornar después a la misma máquina y repetir el proceso.



Sistemas de ductos

AIRE-AGUA

En este caso las máquinas, también alejadas, enfrían o calientan primeramente una cantidad de agua, que después se distribuye mediante tuberías a las unidades terminales que pueden ser fan-coils o UMA (Unidades Manejadoras de Aire). Que transportan ese frío o calor al aire.



Tubería de agua Helada que abastece a UMA

VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE

Son sistemas similares a los anteriores en cuanto que existe una unidad remota, una red de tuberías y unas unidades terminales. Pero se diferencian en que por las tuberías hacia las unidades terminales no discurre agua sino gas refrigerante. Son instalaciones altamente complejas, de bajo consumo, última tecnología y lo más avanzado en climatización aplicada a chalets, edificios etc. con el mínimo consumo.

EQUIPOS DE CONTROL AVANZADO

Se trata de instalaciones (normalmente centralizadas) a las que se añade algún elemento o control para:

- Mejorar los niveles de confort.
- Controlar con más precisión.
- Ahorrar energía.

Aquí se pueden destacar las VAV (Vacuum Air Variable) o cajas de control variable, estos sistemas son equipos independientes a unidades de manejadoras de aire las cuales por medio de un ducto principal suministra aire frío a presión constante y de ahí se conectan las VAV que hacen de reguladoras de flujo de aire en la zona por medio de la inserción de esta al sistema primario el cual regula y vierte a un sistema secundario en una zona específica, este sistema requiere de una compuerta automatizada la cual es regulada por medio de un control el cual es controlado a través de una Terminal IP o un termostato de zona.



Equipo VAV

Las Bombas de calor son equipos que cumplen con las características de ser independientes al sistema primario de A.A (Aire Acondicionado) y se pueden colocar para zonas específicas para confort estos equipos son ideales para instalaciones de computo en lugares confinados este equipo cuenta con las características de un unidad paquete con la diferencia de que el sistema de enfriamiento del equipo no es por una unidad evaporadora sino por agua de condensados (agua a temperatura ambiente) y un

compresor recíproco el cual puede invertir su ciclo de gas para proveer calefacción a la zona. Este equipo también puede ser controlado por una tarjeta de control a través de una dirección I.P o un termostato de zona.

Otro equipo similar a las bombas de calor es el llamado Mini Met a diferencia del primero este puede controlar el factor de humedad en el medio, humidificando o deshumidificando la zona de acuerdo a la necesidad del cliente.



Bombas De Calor

Ya vistos estos sistemas de manera parcial podríamos concluir que los componentes básicos en un sistema de confort son: el compresor el condensador, el evaporador, la válvula de expansión y el sistema de control.

El compresor es el componente de mayor consumo de energía, así que su rendimiento y confiabilidad tienen mucho peso dentro del sistema HVAC. $1.2\text{Kw (+ -)} = 1\text{T.R}$

Cuatro son los tipos de compresores que se utilizan en sistemas de climatización de zona:

1. Recíproco: de 1/6 a 150 hp, o de 50W a 112KW.
2. Espiral orbital: de 1 a 15 TR, o de 3.5 a 5.3 KW.
3. Helicoidal giratorio: de 100 a 1000 TR, de 350 a 3500KW
4. Centrifugado: de 100 TR, o 350 KW en adelante.

Muchos de los compresores forman parte de las unidades de condensación estas consisten de diferentes componentes como son, compresores, motores, un condensador,

hay unidades que son enfriados por aire que forman parte de la unidad o que es parte de una instalación remota.

El Schiller produce agua helada u otro liquido que se hace circular hacia una locación remota, en donde se utiliza para enfriar el aire por medio de un serpentín de enfriamiento.

Para extraer el calor de los condensadores existen dos métodos enfriarlos por aire que este proceso se lleva acabo en equipos pequeños o medianos y enfriados por agua esto en equipos grandes a partir de 50 T.R o en equipos dentro de lugares cerrados.

En los condensadores enfriados por agua esta es enfriada en torres de enfriamiento por medio del contacto con la atmósfera el sistema de las torres puede ser de tiro natural o forzada, o con tanques de enfriamiento.

Las torres pueden ir desde 5 a 500 TR de 17.5 KW a 1760KW en pequeñas torres empaquetadas hasta equipos medios de 2000 a 4000 TR de 7MW a 14MW. Es necesario resaltar la importancia de darle un tratamiento correcto al agua ya que la acides puede corroer con mayor rapidez las instalaciones de tubería que sirven para su trasporte así como también ponerle anticongelante para protegerlos contra congelamiento.

También parte importante del sistema representa la correcta circulación del caudal del agua y las tuberías, en los sistemas de aire acondicionado generalmente se utilizan bombas centrifugas. Que pueden ir de tamaños medios a grandes dependiendo de las requisiciones de abastecimiento y presión estas en su mayoría son centrifugas y de acoplamiento directo. Y su principal aplicación es la circulación de agua de enfriamiento en el sistema primario y secundario, o en su caso aguas de condensados.



En esta foto se aprecian bombas recirculadoras de 2.5 de Hp para vencer la caída de presión de un serpentín de manejadora, estas están conectadas en paralelo para que una este en stand by simplemente se habré y cierran las válvulas para dejarlas en operación



En esta foto se aprecia una válvula de paso automatizada esta regula el flujo del agua helada al serpentín de una UMA y con esto regular la temperatura del aire de inyección por medio de un sensor de temperatura conectado a la salida principal del ducto de aire de la UMA

La tubería de un sistema de aire acondicionado puede dividirse en dos partes: la tubería de el cuarto principal de maquinas (primario), y la tubería requerida para la distribución y administración del aire a través del edificio (secundario) esta tubería es integrada al sistema de distribución central.

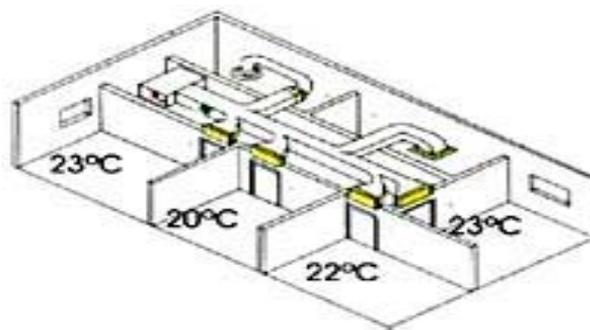


Ramal secundario de tubería cedula 40 que reparte el agua helada a los equipos aire-agua

TIPOS DE CONTROL

CONTROL POR ZONAS:

Con un sistema centralizado, por ejemplo una máquina de conductos para toda una casa, podemos conseguir diferenciar la temperatura por habitaciones añadiéndole una compuerta a cada zona que abra o cierre esta puede ser operada de forma manual o a través de una compuerta de control en función de la temperatura demandada. De esta forma ganamos en confort, ya que tenemos la temperatura deseada en cada zona, ahorramos electricidad al evitar calentar o enfriar innecesariamente, e incluso se podría instalar una máquina más pequeña funcionando igual la instalación.



Control de temperatura por zonas

Control de humedad

En algunas instalaciones especiales es necesario un control muy preciso, no solo de la temperatura sino también de la humedad. Para ello, partiendo normalmente de un sistema centralizado, se añaden uno o varios aparatos capaces de aportar o restar humedad (vapor de agua en el aire) Humificadores o Deshumificadores, para mantener esta en un valor constante y determinado, independientemente de las condiciones exteriores o interiores. Este control avanzado es muy normal por ejemplo en salas de ordenadores, almacenes de cuadros, laboratorios farmacéuticos, quirófanos, donde se requiera un control preciso de la humedad en el mercado se conocen sistemas de aire acondicionado con el nombre de equipos de precisión los cuales controlan la humedad de la zona.



Humidificador

Ya puesto en claro un pequeño panorama del control cabe mencionar que debido a las cargas de un edificio varían con el tiempo, debe haber controles que modulen las salida del sistema para satisfacer estos requerimientos. Los sistemas de HVAC son diseñados para enfrentar cargas extremas de la demanda. Pero la mayor parte del tiempo opera a una fracción de sus valores máximos la importancia de aquí de tener un control apropiado Para mantener en buenas condiciones ambientales interiores bajo todas las condiciones predecibles y con el menor costo posible a lo largo de todo su Ciclo de vida.



Este modelo de la marca liebert es un equipo de precisión de 5 TR el cual controla la humificación de la zona a climatizar de manera automática

Estos controles pueden ser activados de diferentes formas (neumaticamente, electrónicos o eléctricos) o incluso vienen integrados a las propias unidades. Actualmente la tendencia del sistema de control es de manera de mecanismos digitales con una variedad de secuencias casi ilimitada. Y disponen aditamentos en la mayoría de los casos con una capacidad para monitoreo así como también con sistemas de administración de ahorro de energía. La ASHRAE ha desarrollado un protocolo denominado BACnet para compatibilizar diferentes marcas.

Todos los sistemas de control constan al menos de 3 elementos:

Un sensor, un dispositivo de control y el aparato que va a controlar.

Recuperación de energía

En la mayoría de los locales, y para mantener un nivel saludable en la calidad del aire interior, se extrae parte del mismo para aportar la misma cantidad en aire limpio. En este proceso de extracción se pierde energía (calor o frío) al exterior, y para recuperar parte de ella se colocan los llamados "recuperadores de entalpía". Con esto se consigue un ahorro de energía bastante considerable. Esto es normal y obligatorio para un caudal de extracción superior a 3 m³/s si es durante más de 1.000 h de funcionamiento al año (según la norma RITE 02.4.7.).



Este es un bosquejo simple de una unidad fan & coil el cual recircula el aire de la zona de manera que reaprovecha su propia energía térmica recuperándola

TIPOS DE INSTALACIONES

Todas las instalaciones que siguen, tienen en común unas condiciones de confort parecidas, esto es temperaturas entre los 20 y 22 °C en invierno y los 24 y 26 °C en verano. Sin embargo cada una de ellas tiene unas características peculiares en cuanto a la forma de conseguir esa temperatura, o las máquinas utilizadas, etc.

VIVIENDAS

En las instalaciones de viviendas lo importante es:

- Máquinas. Silenciosas
- Sistemas de bajo consumo
- Especial cuidado en la estética de la instalación
- Control exacto de la temperatura.

En las viviendas pequeñas, se recomienda instalar Splits, y sistemas Centralizados si se cuenta con una zona amplia a climatizar y espacio suficiente para un sistema de ducteria se puede incorporar una Unida Paquete.



Sistema split en casa habitación

OFICINAS



Edificio corporativo

En las instalaciones de oficinas lo importante es:

- Buena distribución del aire climatizado
- Rapidez de respuesta en los días "difíciles" (mucho frío o calor, o después de un fin de semana).
- Instalaciones con bajos costes de mantenimiento
- Renovación de aire.

Normalmente en las oficinas, y dependiendo de su tamaño, se podrán montar cualquiera de los sistemas, pero los más usuales son los Centralizados por conductos con difusores para techos desmontables (Plafones), o los de volumen refrigerante variable o equipos splits.

Locales

En las instalaciones de locales lo importante es tener:

- Máquinas discretas y/o que no molesten al exterior.
- Acabado de estética acorde con la decoración
- Buena distribución del aire
- Renovación de aire.

Aquí la instalación dependerá mucho del uso al que este destinado el local (tienda, restaurante, bar, farmacia, peluquería, etc.), pero lo habitual es hacer instalaciones Centralizadas por conductos con rejillas lo más decorativas posible.

EDIFICIOS



La climatización de edificios completos de viviendas o centros comerciales que contengan locales u oficinas, además de las formas anteriormente descritas, se puede hacer mediante instalaciones centralizadas con plantas de producción de agua fría (y caliente) para su distribución a cada una de las zonas del edificio.

En este caso el proyecto de instalación deberá tener en cuenta otras condiciones como:

- Orientaciones de las caras del edificio
- Índices de simultaneidad
- Ubicación de plantas enfriadoras y unidades terminales, etc.

GARAJES

En los garajes lo que se pretende no es la climatización la zona sino, evitar las concentraciones excesivas de CO, ya que este gas es mortal para las personas. Para ello existe una normativa institucional, que establece los niveles máximos de CO que no deben sobrepasarse. Se diseña pues un sistema de ventilación que se pondrá en marcha cuando sea preciso para bajar esos niveles.



Ventilador de extracción

ESPECIALES

Dentro de las instalaciones especiales se encuentran aquellas que se diferencian por:

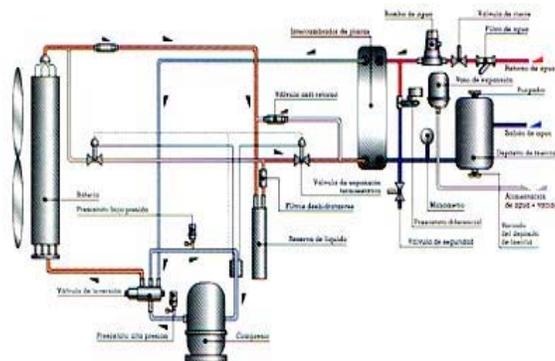
- Requerir un control particularmente preciso sobre temperatura o humedad (museos, bodegas, secaderos,...)
- Ser locales para usos específicos (hospitales, fábricas, cabinas de pintura...)
- Estar en zonas climáticas extremas, esto es, mucho frío (menos de -5°C), mucho calor (mas de 40°C), humedad alta (zonas costeras),
- Necesitar frío en invierno (salas de ordenadores), o calor en verano (ciertos procesos de fabricación)

Estas instalaciones son las más complicadas desde el punto de vista del cálculo, y también de la ejecución.

- Condiciones de diseño.
- Condiciones psicrométricas interiores. Criterios para su adopción. Tratamiento del aire. Condiciones exteriores.
- Cargas térmicas.
- Definiciones. Zonificación. Radiación solar. Protecciones solares. Cálculo de las cargas. Factores de seguridad. Problemas.

- Psicometría.
- Carta psicrométrica.
- Procesos comunes en aire acondicionado
- Descripción de factores. Procesos a carga parcial. Problemas.
- Diseño de ductos.
- Factores en el diseño. Ecuaciones básicas del flujo. Pérdidas de presión. Métodos de igual fricción, recuperación estática y asignación de velocidades. Problemas.
- Distribución de aire.
- Condiciones necesarias en la distribución de aire. Principios de distribución de aire. Elementos terminales. Problemas.
- Sistemas.
- Generalidades. Sistemas de expansión directa. Sistemas centrales. Aplicaciones típicas. Problemas.

COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO:



COMPRESOR

Comúnmente denominado el corazón del sistema, como su nombre lo indica, comprime el gas refrigerante por medio del compresor el cual cambia el estado gaseoso del gas a líquido por medio de altas presiones de compresión. Y de esta manera se lleva acabo la transferencia de energía por medio de la absorción del calor del medio ambiente que pasa a absorber el gas en su estado líquido con lo que pasa a estado gaseoso por el incremento de la temperatura en este intercambio Los sistemas de aire acondicionado están divididos en dos lados, el lado de alta presión y el lado de baja presión; también denominados descarga y succión respectivamente. La entrada del compresor toma el gas refrigerante de la salida del evaporador, y en algunos casos lo hace del acumulador, para comprimirlo y enviarlo al condensador, donde ocurre la transferencia del calor absorbido de dentro del vehículo.

CONDENSADOR

Aquí es donde ocurre la disipación del calor. El condensador tiene gran parecido con el radiador debido a que ambos cumplen la misma función. El condensador está diseñado para disipar calor, El condensador debe tener un buen flujo de aire siempre que el sistema esté en funcionamiento. Dentro del condensador, el gas refrigerante proveniente del compresor, que se encuentra caliente, es enfriado; durante el enfriamiento, el gas se condensa para convertirse en líquido a alta presión.



Condensador

EVAPORADOR

El evaporador sirve para absorber tanto el calor como el exceso de humedad dentro del mismo. En el evaporador el aire caliente pasa a través de las aletas de aluminio unidas a los tubos; y el exceso de humedad se condensa en las mismas, el aire se adhiere a su vez a la superficie mojada de las aletas, luego el agua o gas es drenado hacia el exterior.

El aire caliente que pasa a través de las aletas del evaporador hacen que el refrigerante dentro de los tubos se evapore (el refrigerante tiene un punto de ebullición muy bajo). En el proceso de evaporización el refrigerante absorbe grandes cantidades de calor, el cual es llevado por el refrigerante fuera del interior del la zona a climatizar. Existen otros componentes de los sistemas de aire acondicionado que trabajan en conjunto con el evaporador, puesto que deben existir controles para mantener la presión baja, y la temperatura, puesto que si ésta disminuye por debajo del valor mencionado anteriormente, el agua producto de la condensación del exceso de humedad no solo se condensará, sino que se congelará alrededor de los tubos del evaporador, y esto disminuye la eficiencia de la transferencia de calor en el mismo.



Evaporador

DISPOSITIVOS REGULADORES DE PRESIÓN

La temperatura del evaporador puede ser controlada mediante la regulación del flujo y la presión del refrigerante dentro del mismo. Existen muchos dispositivos creados para tal fin, a continuación se presentarán los que se encuentran más comúnmente:

Tubo orificio

Es probablemente el dispositivo más usado para regular la presión, Para conocer la ubicación exacta de este dispositivo, basta con tocar la línea de líquido y ubicar el punto donde la temperatura pasa de caliente a frío.

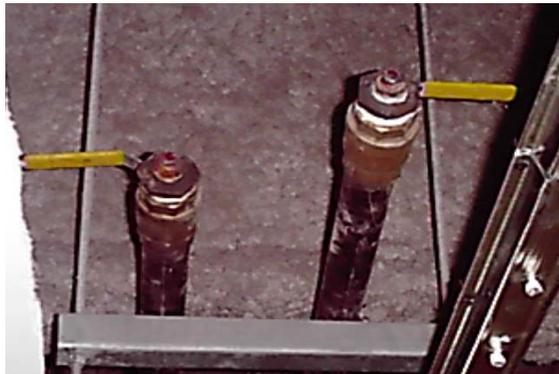
Válvula de expansión térmica:

La posición de las válvulas de control determina la velocidad con la que circula el líquido a través del serpentín.

Otro regulador de presión muy común es la válvula de expansión térmica, o TXV. Éste tipo de válvula mide tanto la temperatura como la presión, y es muy eficiente regulando el flujo de refrigerante que entra al evaporador.

Válvula de 2 Vías

Esta válvula cumple la función de regular la cantidad de flujo de un líquido o un gas a través de la tubería por medio de un dispositivo de compuerta mecánica dentro de la



válvula.

Válvula de 2 Vías

Válvula de 3 Vías

Este mecanismo cumple las mismas funciones que la válvula de 2 vías pero además puede fungir de BY-PASS para desviar todo el flujo del líquido de esta manera evitar que el equipo de aire acondicionado siga enfriando la zona, cuando así lo demande la temperatura de la zona.



Válvula de 3 Vías

2.- DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL

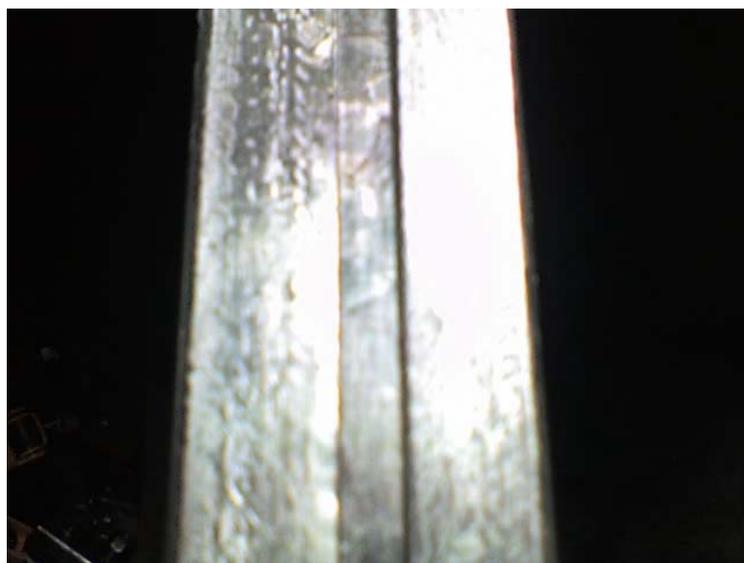
Mi labor dentro de CYVSA consiste en supervisar la obra de instalación de aire acondicionado en la parte correspondiente al area de interiores como se le conoce en obra con el nombre de FIT OUT, esto es conectar el sistema de ducteria y equipos adicionales fuera del cuarto de maquinas, se incluirá un plano de un piso tipo que corresponde a la obra de torre HSBC ubicada en la calle de reforma frente al ángel de la independencia en México DF, en este plano se podrá dar seguimiento ala instalación de la ducteria la cual comienza a partir del paño del muro frontal de el pasillo de elevadores aquí se incluye en primera instancia un ducto de lamina galvanizada de calibre24 este calibre se ocupa en piezas de ducteria no mayores a 35 pulgadas de largo y no menores a 15 pulgadas, si las piezas son menores de 15 pulgadas se puede ocupar calibre 26 y si son mayores a 35 pulgadas se puede ocupar lamina calibre 22, la diferencia de calibres hace que la lamina se mas gruesa entre menor sea el calibre y esta razón esta dada a

partir de que ductos mayores de 35 pulgadas la lamina si es de calibre 24 tiende a holgarse y esto ocasiona la deformación del ducto que a su vez puede ocasionar que al paso del aire provoque flujo irregular al interior lo que nos puede causar una pérdida de presión y ruido, y si la lamina es de un calibre mayor esta puede ocasionar un aumento de peso y aumento en costos dentro de la instalación.



Preparación de los ductos para su instalación se elabora una ceja en sus extremos para poder meter una grapa de lámina para unir los ductos

Por eso es conveniente introducir el calibre adecuado, los ductos en su armado cuentan con una serie de figuras geométricas que son conocidas como formas, las cuales pueden hacer desviaciones, reducciones, pasos estas nos apoyan para poder llevar ajustes dentro del recorrido de nuestro sistema de distribución de aire en la zona y estas son del calibre de los ductos contiguos, los ductos son unidos a traves de unas pestañas que se elaboran en las partes terminales del ducto las cuales son sujetadas por una sección de lamina conocida como grapa que consiste en una hoja de lamina no mayor a 1 ½ pulgadas en su ancho que como su nombre lo indica simula la forma de una grapa que sujeta las dos pestañas en los extremos de los ductos y las une en su parte lateral y en las partes horizontales se incorpora una sección de lamina de nombre "Z" la cual permite unir los ductos de manera horizontal, normalmente los ductos no son mayor de



Grapa de lamina galvanizada usada para unir ductos y colgantearlos

64 plg en su largo por lo que cuando se arman normalmente se coloca su soportería a distancias no menores de 72 plg ni mayores de 160 plg si la ducteria no es mayor a 30 pulg a lo ancho normalmente se usan colgantes de lamina que pueden ser las mismas grapas si es que la colocación del ducto no esta muy despegada del techo o lozacero en su caso no mayor a un metro y medio de sistancia si esta es mayor se puede usar varilla roscada en su lugar y si el ducto es mayor de 30 plg normalmente se usa una cama con unicanal que puede ser a partir de $\frac{3}{4}$ de pulgada hasta $1 \frac{1}{2}$ de pulgada dependiendo de el peso de la pieza, colganteada por varilla roscada a partir de $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ de diámetro.



Maquinaria donde se dobla la lamina para hacer los ductos

A continuación se dará el peso por hoja de los diferentes calibres de lámina:

Cal. 26 ----- 6.84Lbs

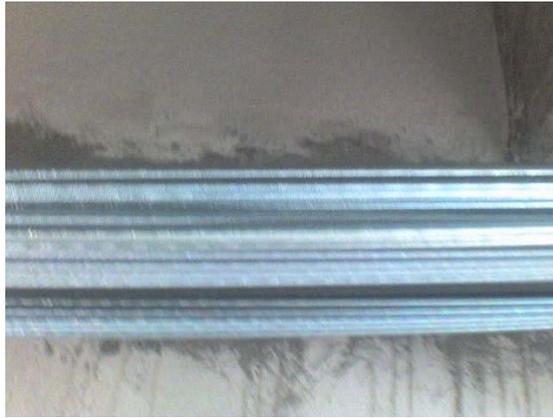
Cal. 24 ----- 8.50Lbs

Cal. 22 ----- 10.81Lbs

Cal. 20 -----12.66Lbs

Cal.18 ----- 16.57Lbs

Como se observa entre menor sea el calibre la lamina es de mayor grosor por lo general en piezas de menos de 13 plg de nacho se ocupa calibre 26, de 14 a 28 se ocupa calibre 24, de 29 a 40 se ocupa calibre 22, de 42 a 60 calibre 20, 80 en adelante calibre 18.



Varilla roscada

El ducto en su recorrido va variando su área entre mas largo sea su recorrido tendrá derivaciones conocida como ramificaciones las cuales le irán tomando flujo del sistema primario (llamado también de alta velocidad ya que esta va desde 2000 a 4000 ft/m) lo que ocasionara un decremento en el área del ducto primario, la cual dependerá su reducción de la cantidad de flujo que se necesite en la derivación secundaria.(llamado sistema de baja velocidad que llega hasta 1500 Ft/m) Como se podrá apreciar en el plano las dimensiones de estos ductos están dadas por el proyectista por lo que a mi me corresponde el montaje de estas y no su calculo.



Unicanal que se emplea para soportería



Cama elaborada con unicanal y varilla roscada usada como soporteria.

en nuestra obra el primer ducto principal es de 34 x 20 pulgadas teniendo en su primera derivación un pantalón o “Y” griega que deriva en dos ramales un ramal de 28 x 13 y 28 x 18. estos dos ramales secundarios ayudan a distribuir el aire en dos distintas zonas del piso teniendo estos a su vez otras derivaciones que serian terciarias al sistema principal las cuales son de dimensiones mas pequeñas que el ducto principal en el que se deriva.y este a su vez se conectan a unas cajas de volumen variable, para esta obra en particular e utilizaron VAV o cajas de volumen variable de 5 tamaños distintos estos son de la marca Tuttle & Bailey modelos FPC-206, FPC-310, FPC-410, FPC-512. FPC-514, la diferencia entre modelos corresponde a la capacidad de aire mezclado que pueden inyectar a la zona partiendo desde el mas pequeño que es el FPC-206 con una capacidad de hasta 500CFM hasta el modelo mas grande FPC-514 con una capacidad de inyección de hasta 2600CFM, esta cantidad de aire es variable de acuerdo a la demanda de climatizado en la zona habría que recordar que el sistema funciona con la mezcla de aires el primero corre por el ducto primario este es el que sale de la UMA (aire frio) y llega hasta la boca de la VAV donde se encuentra una compuerta que es accionada con un actuador el cual esta en línea con un sistema que lo esta monitoreando todo el tiempo (este sistema lo incorpore otra empresa Honeywell) y la otra cantidad de aire mezclado la toma del pleno esto es el aire que se encuentra a las inmediaciones de la caja

(normalmente es a temperatura ambiente o un poco mas alta normalmente no mas de 2 grados centígrados) que entra a través del la boca de filtro de la unidad este aire es succionado por medio de un motor con una jaula de ardilla al interior de la caja (normalmente de capacidades que van de $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ HP) la parte electica la conecta una empresa ajena, aquí se mezcla y se inyecta a los ductos del sistema secundario que los distribuye a la zona por medio de los difusores, de aquí que el aire inyectado es siempre constante en el difusor a la zona y donde se varia la temperatura es al interior de la caja. este sistema tiene una analogía similar a un tubería de agua o un cableado eléctrico en donde se sabe que hay que introducir en su parte inicial el material y área adecuada al caudal máximo o en su caso amperaje máximo, y en cuanto la línea principal tenga derivaciones esta tiende a disminuir su área. cabe señalar que este diseño en particular de instalación es conocido como sistema de aire de baja velocidad , este consisten un sistema de ducteria primario el cual se llamara sistema de baja velocidad que es por donde circula el aire frió a presión constante en el ducto de baja velocidad aquí es donde aparece el gasto total de la unidad manejadora de aire UMA normalmente en este tipo de proyectos es una cantidad de alrededor del 75% del gasto total del aire acondicionado el otro 25% el sistema lo toma del pleno esto es a través de las cajas de volumen variable.

Se puede comentar que los ductos son recubiertos ya sea de manera externa o interna por aislante térmico para evitar la excesiva perdida de temperatura del sistema hacia el medio ambienté esto se recomienda hacerlo únicamente es ductos de inyección de aire y no así en los de retorno ya que no es necesario en estos últimos ya que el aire que regresa es a una temperatura aproximada a la del medio ambiente de la zona y esto nos ahorrara costos adicionales esto es recomendable en zonas de baja humedad y templadas no si para zonas de alta humedad ya que aquí se puede dar la condensación en el ducto de retorno de aire por lo que se recomienda aislarlo térmicamente tambien.

En este caso en particular no existen ductos de retorno este es a pleno es decir que se cuentan con ductos silenciadores de 36 x 24 plg en el cuarto de maquinas (donde se encuentra la UMA) y la succión negativa de la manejadora genera un vacío que permite que el aire del pleno se mueva en dirección de esta, esto no es lo mas recomendable en las instalaciones de aire pero en ocaciones por falta de espacio únicamente se incorporan ductos de inyección como es en este caso en particular.

Las medidas de los ramales varían en media en razón a la cantidad de aire a inyectar por en las diferentes cajas las cajas modelo FPC-206, aproximadamente los ductos de alta son de 10 x 12 plg y la entrada tiene un diámetro de 6 plg de circunferencia. Las cajas FPC-310 los ductos de alta varían de 12 x 12 y 12 x 14 y la entrada del ducto de baja es de 8 plg de diámetro, el modelo FPC-410 va en su lado de alta de 12 x 16 a 14 x 16, y es su diámetro para el ducto de baja es de 10 plg, el FPC- 512 contiene ductos en su lado de alta de 18 x 16 y 20 x 16 y en su lado de baja tiene un diámetro de 12 plg, y por ultimo el modeo FPC – 714 el cual en el lado de alta el ducto es de 16 x 18 a 20 x 18 y su diámetro es de 14 plg. Los ductos de alta suelen tener diferentes areas por la razon de que sus motores cuentan con un dimer que les varia la frecuencia de estos por lo que se puede ajustar a los valores de inyección del proyecto.

La cantidad de cajas de volumen variable x piso son 25 estas están distribuidas en las diferentes zonas de acuerdo a lo calculado por el proyectista y el número de ellas por modelo es la siguiente:

Cajas de volumen variable

FPC – 206	4
FPC – 310	13
FPC – 410	4
FPC – 512	1
FPC – 714	3

Por lo que podríamos comentar respecto a los planos de construcción los ductos principales son de la siguiente medida 34 x 24 y 30 x 20 en los dos ramales y termina su recorrido con las siguientes medidas 10 x 10 en 4 ramales diferentes correspondiendo en 2 por cada ramal principal en los ductos de baja velocidad.

La instalación de estos ductos es en base a las condiciones estructurales de la zona ya que en este caso en particular la estructura del edificio era a base de viguetas IPR aceradas tipo I que sostienen los pisos de loza acero por lo cual que nos indicaba la

altura son los huecos estructurales abiertos en las vigas por parte de la obra civil aproximadamente de 8 plg de distancia del lecho bajo del ducto a la loza acero.

El Tiempo de su instalación puede variar de acuerdo con las características de la zona y el tamaño de los ductos pero aproximadamente una cuadrilla promedio puede colocar aproximadamente de 33 ft a 50 ft lineales en una jornada de 8 horas.

El cuidado de los pasos en trabe y la soportería de los ductos son tipo en cualquier instalación ya que los radios para los desvíos de los requeridos de la ducteria son de 33 grados de desviación y la soportería como lo indique anteriormente sigue ese estándar.

El asilante se coloca ya que el ducto se encuentre instalado y soportado y este aislante se pega mediante una preparación de pegamento similar al resistol 5000 (pegamento IRIS) la cual nos permite pegar de manera permanente el forro al ducto, esto es para los ductos de baja velocidad, en el caso de alta velocidad este ducto ya llega preparado con aislante interno que se coloca directamente en los talleres de la empresa por lo se tan solo se ensambla en la obra en la conexión de las ducteria a las cajas VAV se conoce como cierre de equipos se integra una lona ahulada hacia el ducto de alta para evitar que las vibración de los motores pase al sistema de ductos. Esta se prepara a la medida del ducto para su posterior instalación.

También se instalo una bomba de calor para aclimatar el cuarto del servidor o UPS marca Mac-Quay Modelo WCCH 1048 este es un equipo de capacidad 5TR independiente al sistema de aire acondicionado proveniente de la manejadora de aire y es autónomo ya que cuenta con su propio compresor y evaporador integrado y este a diferencia del sistema central su ciclo de enfriamiento es por medio de gas refrigerante 104-a, gas ecológico (la diferencia entre el ecologico 144-a al R-22gas son las presiones de trabajo en baja los dos sistemas tienen aproximadamente una carga de 65 psia el alta el R-22 tiene aproximadamente 130 y 145 psia mientras que el 144-a tiene en alta 250 psia) y su enfriamiento del equipo es por medio de agua de condensados que se transporta por medio de una tubería de cobre tipo M (para instalaciones de lata presión se utiliza tubería de cobre tipo “M” que soporta altas presiones y no la tipo “L” que se utiliza para transportar agua a baja presión de $\frac{3}{4}$ de pulgada esta medida es dada por el propio equipo en sus tuberías de conexión la cual también es soportada con varilla

roscada de $\frac{1}{4}$ y una abrazadera tipo “Pera” a una distancia de entre 180 plg a 240 plg. Se debe comentar que consta de dos tubos paralelos en los cuales uno lleva el agua de inyección y el otro lleva el agua de retorno Y esta es conectada a la columna primaria que se encuentra dentro del cuarto de maquinas cuando se conecta estos tipos de sistema se recomienda la colocación de 4 válvulas de paso en este caso para baja presión puede ser tipo esfera del mismo diámetro de la tubería una se coloca a la salida del injerto del sistema primario y las otras dos se colocaran a una distancia no mayor de un metro de la conexión al la bomba de calor esto con la finalidad de poder seccionar el equipo en caso de mantenimiento y también aquí se deberán colocar 2 tuercas unión una por cada tubería preferentemente después de las válvulas de paso esto con la finalidad de no cortar el tubo sino únicamente separarlo por medio de las tuercas en muchos casos la poca experiencia en instalación de la gente de proyectos omite este tipo de instalaciones y no coloca los aditamentos y mecanismos convenientes a la instalación para futuros mantenimientos, como en este caso es conveniente meter una filtro tipo “Y” la cual nos permite retener las impurezas que pueda contener el agua dentro del sistema a través de su filtro interno en la tubería de inyección lo mas cerca posible de la conexión a la maquina otro punto fino que se tiene que considerar es la instalación de una manguera anti-vibratoria en las tuberías de cobre para evitar la transmisión de estas al sistema y un cople dieléctrico para evitar la reacción química de la conexión de tubería de cobre con la cedula de acero al carbón ya que es importante no omitir este punto para conservar por muchos años la instalación sin la corrosión presentada por esta reacción química.

Para cuando los equipos arrebasan cierto peso y están suspendidos en la loza es recomendable meter resortes antisísmicos para amortiguar la vibración que estos puedan tener existen en el mercado varios tipos de ellos en este caso se colocaron en obra la marca Manauta que tienen una capacidad que va de 36 Lbs a 227Lbs estos también se colocaron en las cajas VAV para soportarlas en la loza acero una por cada esquina de las cajas y bombas de calor

El agua de condensados es proporcionada por el edificio la cual es bombeada para su recirculación por unas bombas y enfriada por torres de enfriamiento instaladas en la azotea estos equipos no los instale puesto que corresponde a la obra civil su instalación por lo que tan solo menciono brevemente este sistema para dar una idea de la instalación en general.

La supervisión se encarga dentro de otras cosas de que los ductos estén perfectamente alineados y nivelados así como que las medias de estos empaten con el proyecto. Y su recorrido sufra las menores modificaciones respecto al proyecto original para evitar en lo más posible las caídas de presión dentro de nuestro sistema ya que normalmente existen estas caídas por recorridos del aire en el ducto por medio de la fricción de aquí se calcula que pueda existir una caída máxima dentro del 15% en base al diseño para considerarlo dentro de parámetros. Por lo que el recorrido y la instalación de estos pueden sufrir cambios en relación a los planos de instalación del proyecto original y estas modificaciones se plasman al final en un plano AS – Build que corresponde a la instalación final.

Normalmente en obra estos cambios se solicitan por un formato de nombre RFI (request for information) o solicitud de información que se le hace llegar a la coordinadora del proyecto y esta es la encargada de dar solución a la pregunta dada y aprobarla o rechazarla con comentarios para su instalación en obra. Esto en el mejor de los casos desafortunadamente en todas las constructoras y coordinadoras no existen talleres de ingeniería que sean especialistas en instalaciones en donde solucionen estos problemas en la construcción, ya que en muchas ocasiones los proyectos se enciman unos con otros estos casos son comunes en obra, un ejemplo común podría ser que el proyecto eléctrico tenga registros arriba de los ductos de aire o que pase el sistema contra incendio por un paso de ducto de aire acondicionado por lo que estos temas se tratan de solucionar en juntas de obra.

En la mayoría de las obras sucede que la falta de planeación de los diferentes proyectos provoca que en campo surjan innumerables problemas de instalación ya que no existen en el mercado muchos especialistas en este campo concretamente de aire acondicionado por lo que su revisión por terceros antes de ejecutarse en obra no llega a ejecutarse y arrastra problemas al empatar con otros proyectos como los eléctricos o contra incendio que ocupan zonas en común.

Dentro de nuestros alcances hay que realizar diversas actividades la coordinación del personal acargo en obra que desarrolla las instalaciones del aire acondicionado dentro de este grupo cabe señalar que se dividen internamente por 4 grupos diferentes los cuales hacen actividades de diversa índole estos grupos son:

DUCTEROS

Son los encargados de fabricar he instalar los ductos de lamina galvanizada ó lamina negra que se requieren para llevar el aire acondicionado a diferentes áreas.



Personal encargado de la colocación de la ducteria

PLOMEROS Y SOLDADORES

Estos realizan la armado e instalación ya sea de cobre o tubería de cedula 40 o lo que es mas conocida como tubería de acero al carbón dentro de las cuales se conduce agua helada o de condensados para enfriar los equipos de aire acondicionado o climatizar el área.



Personal de plomería cerrando con tubería de cobre un equipo de precisión

FORRADORES

Estos elementos se encargan de forrar los ductos de aire así como también las tuberías para evitar de esta forma el goteo que se pueden generar por diferencia de temperaturas de un medio interior a un medio exterior (condensación).



Personal encargado de forrar la tubería y los ductos con aislantes térmicos



Material usado para evitar la transmisión de vibración en ductos el cual consiste en dos laminas galvanizadas en ambos extremos unidos por una manta ahulada con interior de aislante térmico

ELÉCTRICOS

Su función es verificar las instalaciones eléctricas suministradas por el cliente que cumplan con los requisitos eléctricos y físicos para poder conectar el equipo a su

sistema eléctrico por medio de la conexión física de los equipos a la red de suministro eléctrico.



Personal eléctrico apoyando en labores de balanceo de cajas variables con un balometro electrónico.

A grandes rasgos estas son las actividades que realizan los diferentes grupos de personal que laboran en una obra para llevar a cabo el sistema de instalación de aire acondicionado.



La buena armonía dentro del equipo de trabajo da resultados favorables en obra

Por otro lado esta la parte de trato directo y atención al cliente, así como coordinarse con los diferentes profesionistas que están dentro de este campo profesional (construcción) ya sea de manera directa o de manera indirecta, por un lado se organizan las actividades para con el cliente en la cual se le piden entre otras cosas que deje el área de trabajo en

condiciones necesarias para el desenvolvimiento de las mismas con buena iluminación, espacio así como es importante también la limpieza en la zona para la instalación de los diferentes equipos y materiales así como también con el suministro eléctrico a pie de equipo ya que nosotros no realizamos este servicio pues no viene contemplados dentro de los alcances de obra (dentro del presupuesto original) ya que los encargados de realizar estos trabajos son la contratista eléctrica y esta información es vertida dentro del plano de diagramas unifilares o de fuerza los cuales lo suministra la constructora junto con la gente de proyectos.

Estos calculan el calibre adecuado que se debe de contar con los conductores para la capacidad de corriente que demandan los diferentes equipos, así como un buen balanceo en cargas y el valor de voltaje correcto ya sea a 120 o 220 y 440 que son los valores mas comerciales con los cual se trabaja así como sus protecciones (interruptores termo magnéticos mejor conocidos como TAP's) que estos son de diferentes capacidades de carga así como la conexión de sistemas bifásicos o trifásicos dependiendo el caso de la demanda del los equipos y esto va en relación a la capacidad de carga que estos demanden normalmente se les considera un interruptor de servicio por default que puede ser de un TAP normal pasando por una botonera o un switch de cuchillas.

Todas estas instancias deberán ser proporcionadas por la empresa contratista o el cliente en su caso por lo que nuestra función es checar que lo que se pide en proyecto se de en campo para conectar las puntas eléctricas a los equipos de A.A.

Otra actividad que comúnmente se tienen dentro de la obra es las juntas de contratistas estas normalmente se realizan una a la semana de manera periódica o cuando estas se requieran de manera extraordinaria por el ritmo de la obra aquí se abordan temas de avances de obras así como inecuaciones o modificaciones a proyecto por cambios de instalaciones que en la mayoría de los casos dependen de terceros (otras empresas contratistas) entregar status de las actividades que se contemplan para esa semana como puede ser la llegada de materiales, permisos para la facilitación del paso del

personal a cargo para la ejecución de trabajos a realizarse en zonas restringidas, así como coordinar diferentes actividades con otras empresas que nos suministran diferentes servicios para las instalación de nuestro equipos.



La seguridad dentro de la obra es fundamental aquí se observa la descarga de los equipos de precisión con todas las medidas de seguridad para evitar accidentes tanto físicos como materiales

Comúnmente se realizan actividades extraordinarias dentro de las obras por lo que hay que realizar requisiciones (normalmente se les dice al pedido de materiales) adicionales de materiales a los almacenes de la empresa para que nos surtan de los elementos para llevar estos trabajos por lo que con anterioridad se realiza un levantamiento previo de la zona para sacar las cantidades adecuadas de material. Por lo que uno debe de hacer un cálculo de materiales para efectuar estos trabajos.

Así como también la administración de los recursos económicos para la ejecución de la obra repartiéndolos en diferentes rubros, gastos indirectos, pagos a contratistas y personal.

En caso de Pedidos de equipos fuera de presupuesto hay contactar a los distribuidores y en base a ello realizar en su caso generadores para que de esta manera meter presupuestos para su posterior autorización y cobro.



Edificio corporativo torre HSBC realizado en 2005 y parte del 2006

4.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

Lo primero que hay que revisar cuando se le da a uno un proyecto de obra para su ejecución es analizar primero con los medios que se cuentan económicos y físicos que se cuenta; así como revisar el proyecto para construcción verificando que los parámetros ahí vertidos sean adecuados para el área a acondicionar y corroborarlos para así estar seguros de que los materiales y los diámetros son los adecuados, por la experiencia acumulada a la fecha siempre se tienen modificaciones presentes en campo que hay que cambiar al proyecto original donde esta información debe de ser canalizada con comentarios al proyectista para que el los analice y lo plasme en planos.

Se comento anteriormente que dentro del sistema primario o vertical existen diferentes tipos de instalaciones esto es en base a los diferentes equipos que se instalaran dentro de los pisos al interior del edificio en caso de que se necesite de agua helada esta es provista por unidades Schiller's que su característica es el enfriamiento del agua a temperaturas cercanas la punto de congelamiento de esta manera este liquido es canalizado por medio de un sistema de tuberías a través de las tuberías primarias del edificio con preparaciones en cada piso con válvulas de paso para su posterior distribución los diámetros varían dependiendo del galonaje necesario para la climatización de la zona este sistema cuanta con equipos schillers que pueden ser enfriados a través de aire o de agua en el primero contara con ventiladores centrifugados dentro del equipo y el segundo contara con torres de enfriamiento de agua para enfriar el sistema del equipo cabe mencionar que en donde escasea el agua son muy comunes los enfriados por aire, el agua es enfriada y después bombeada al sistema se cuenta con una línea de distribución de agua y otra de retorno de la misma por lo que se cuenta con dos líneas las cuales se conectaran a equipos de manejadoras de aire o unidades Fan and coil nuestra labor es conectar he injertar las tubería a los diferentes equipos los diámetros de estas son acordes a la capacidad necesaria para que los equipos trabajen adecuadamente

promedio por tonelada de refrigeración son 4 galones aproximadamente. En climas de temperatura templada la mayor parte del año.

En caso de tuberías de aguas de condensados este sistema se ocupa en equipos que necesitan enfriar sus sistemas con agua estos equipos se ubican siempre en interiores ya que por las características físicas es imposible enfriarlos por medio de aire estos tipos de equipos son primordialmente equipos de precisión y bombas de calor. Estos sistemas como el anterior cuentan con dos líneas una de inyección de agua y otra de retorno pero a diferencia del agua helada no necesitan de enfriamiento por lo que únicamente es necesario un equipo de bombeo para recircular el agua a presión constante en toda la zona donde se requiera y un tanque de expansión para recuperar el agua perdida dentro



del sistema como también lo requiere el sistema de agua helada.

Esta tubería corresponde a un sistema primario de agua helada se alcanza a apreciar las válvulas multipropósitos que regulan el caudal principal del sistema

Existen también sistema de ductos que inyectan aire a través de la vertical el cual es aire Pre-enfriado y se utiliza para inyectar aire fresco a áreas cerradas y así de esta manera que el aire se enrancie o se vicie. Estos ductos tienen tomas de aire ubicadas cerca de las UMA para introducir aire fresco a un ritmo aproximadamente de 20% de CFM (pies cúbicos por minuto) totales alrededor de una hora.



Inyección de aire renovado en cuarto de manejadora de aire.

Y existen también ductos de extracción estos principalmente se encuentran en baños y su función es extraer todos los malos olores de las zona a través de un sistema de ducteria con un extractor al final de ella que desfoga este aire a la intemperie por experiencia propia se recomiendo no desfogar cerca de alguna toma de aire por razones naturales.

A continuación se analizara un plano de construcción de una obra en la que trabaje en el cual tenemos todos los sistemas antes descritos dentro de este *piso*. *El cual se anexa en un apartado de este trabajo.*

Este piso corresponde a una área de Oficinas de aproximadamente 1100 mts cuadrados.

En este piso se encuentran 2 distintos tipos de sistemas de distribución de aire acondicionado. Un sistema es conocido como equipos divididos los cuales fueron descritos con anterioridad y un sistema tipo paquete.

El primero cuenta con diferentes equipos por separado que se describirán a continuación:

Sistema primario de distribución de agua helada, mejor conocido como vertical o backbone este consiste en una serie de tuberías en su mayoría de acero al carbón o cedula 40 y cobre el tipo de material y diámetro lo da la capacidad de galonaje que viaja dentro del tubo por la cual se transporta el agua helada a las diferentes UMA's que se encuentran distribuidas en el edificio.



Sistema de abastecimiento primario o backbone en la foto se aprecia 2 tuberías a la izquierda que son retorno e inyección de agua helada y las 2 de mano derecha son inyección retorno de agua de condensados.



En esta foto apreciamos el sistema de tubería de agua de condensados que abastece a unos equipos de precisión para su enfriado.

SCHILLER

Este equipo cumple la función de bajar la temperatura del agua a aproximadamente 5 a 6 grados centígrados para ser usada en el intercambio de temperaturas en el serpentín de las unidades manejadoras de aire.



Equipo schiller este maquina enfría el agua para abastecer a la UMA'S



Cuadro de equipos schillers y sus respectivas instalaciones de tubería de agua helada para abastecer al edificio.

SISTEMA DE BOMBEO

Este sistema consiste en un cuadro de bombas de agua en la mayoría de los casos axiales su capacidad varia de acuerdo con los datos de diseñado esto se calcula previamente en proyecto y va en base al gasto de agua que se requiere y la presión necesaria de aquí se saca el caudal que son los galones por minuto que se necesitan ser bombeados para distribuirlos por el edificio.



Bombas de agua estas abastecen de suficiente presión al recorrido del agua para abastecer las diferentes maquinas en los pisos.

UMA'S

Están consisten en enfriar el aire a través del paso de este por medio de un sistema de presión negativa que es ejercida por un extractor de aire que este pasa por un serpentín que se encuentra cargado de agua a bajas temperatura aquí es donde se hace el intercambio de temperatura pasando a enfriar el aire que se va a inyectar a la zona a climatizar por medio de un sistema de ducteria, la capacidad de las manejadoras depende de la zona que se pretende climatizar ya que de aquí depende de su tamaño para manejar las T.R. necesarias en este caso esos datos fueron calculados por proyecto.

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE

Esta consiste en ductos de lámina galvanizada dentro de los cuales viaja el aire a baja temperatura para su posterior distribución. Cabe destacar que en este diseño en particular por diseño se cuenta con ductos de alta y ductos de baja para tratar de explicarlo y diferenciarlos es que el primero el llamado de alta es el que se encuentra conectado directamente a la UMA de cada piso y aquí la presión de aire es constante este a su vez se encuentra conectado a un sistema de cajas que tienen el nombre de VAV's la cuales tienen la función de regular el volumen de aire en la zona. Y un ducto que se llama de baja en el cual a diferencia del primero aquí la presión de aire al interior varía en relación a lo que permite el flujo de aire la VAV, en pocas palabras los ductos de alta su presión es constante y los ductos de baja la presión del aire es variable es en estos donde se conectan los difusores de aire que esparcen el mismo en la zona.



En esta foto se puede apreciar la distribución típica del sistema de ductos en espacios abiertos los ductos de alta velocidad se encuentran con aislante externo y los ductos de baja con aislante interno.

CAJAS DE VOLUMEN VARIABLE

VAV's variable air volumen estas sistema consiste en regular el flujo de aire en la zona que así lo requiera regulando el flujo del aire se regula la temperatura de la zona estas cajas constan internamente de un ventilador de succión y una compuerta o damper que esta automatizada a través de un sensor que se encuentra en los termostatos que se conectan a la caja los cuales censan la temperatura de la zona. Esta compuerta permite regular el paso del aire frío del ducto de alta del aire acondicionado para mezclarlo dentro de la caja con el aire del medio ambiente el cual es absorbido al interior de esta por el vacío echo por el extractor al interior de esta, no sin antes pasar este aire del medio ambiente a través de un filtro para retener sustancias sólidas que se encuentren en el aire. El grado de ganancia de cada VAV es calculado y dado por proyecto y el extractor inyecta el aire mezclado al interior de la caja a los ductos de baja que a su vez los inyectan a los difusores de aire que los distribuyen a la zona.



Caja de volumen Variable con tapa destapada donde se muestra la compuerta o damper (caja Blanca) el ducto de alta esta a mano izquierda de la caja y el de la derecha es el de baja.



Difusores de inyección estos difusores están conectados a los ductos de baja por medio de una manguera flexible y su función es distribuir r aire en una zona específica.



Ducto flexible o también conocida como manguera flexible esta cuenta con un alma circular de alambre precocido con una sección de forro plástico con una capa de fibra de vidrio y un compuesto metálico como aislante externo para evitar la pérdida de temperatura del aire hacia el medio exterior

Estos son los dispositivos y sus funciones dentro de los equipos divididos aquí mencionados.

El otro sistema que mencionamos es por medio de una bomba de calor la cual cuenta con las mismas características que una unidad paquete descrito con anterioridad, pero a diferencia de esta no cuenta con un evaporador para su enfriamiento del sistema; ya que en las unidades paquete están diseñadas para la intemperie y su desfogue es a pleno, esta es la razón por la cual las bombas de calor no pueden ya que están diseñadas para trabajar en espacios cerrados en los cuales no se puede desfogar el aire a pleno por lo que su sistema de enfriamiento consiste a base de agua, esta agua dentro del medio es conocida como agua de condensados que es agua a temperatura ambiente y sirve para enfriar los equipos como en este caso que cuentan con todo integrado como son el caso de las bombas de calor y también los equipos de precisión esta agua es bombeada por un sistema similar al agua helada con la única excepción que aquí no se cuenta con un equipo schiller. El agua viaja internamente por la tubería que puede ser acero al carbón o cobre. Cuenta con sistema de tubería para la inyección y otro de retorno del agua. El nombre de bomba de calor se le da por que puede cumplir los dos ciclos el de enfriamiento y el de Calefacción ya que cuenta por un compresor reciprocante. Esto es

que en la fase de enfriamiento el compresor pasa el gas refrigerante por el serpentín para bajar la temperatura de este a su paso, y en el ciclo de Calefacción el compresor deja de pasar el gas por el serpentín por medio de una válvula de vías y hace que el aceite del compresor circule por una tubería que se encuentra al paso del aire para que al paso de este la alta temperatura del aceite caliente el aire y este se inyecte.



Equipos de precisión cuentan con ductos de retorno en su parte superior y la inyección es por piso estos equipos son enfriados por agua de condensados.





En la foto se aprecia la alimentación de agua de condensados por piso.

La diferencia entre los dos sistemas aquí descritos es en un principio la necesidad del cliente el de equipo dividido abarca prácticamente casi la totalidad de la zona a climatizar y el segundo el de la bomba de calor es un equipo independiente a todo el sistema principal y es para pequeñas zonas que se quiera controlar de manera independiente al principal.

Después de este análisis de los diferentes componentes que engloban las instalaciones haremos de manera general una explicación de los detalles más comunes dentro de la instalación de equipo de aire acondicionado.

Es importante señalar que existen diferentes tipos de sistemas de aire acondicionado en los cuales depende de las necesidades que se tengan para satisfacer las necesidades del cliente y las condiciones físicas de la zona así como la cantidad dispuesta a invertir en la instalación; es como el proyectista selecciona el sistema de aire adecuado.

En nuestro caso se abordará uno de los sistemas más comunes en el mercado el de equipo dividido que ocupa la mayor parte de el área en piso a climatizar, y el del equipo heat pump o bomba de calor.



La buena distribución de aire acondicionado es crucial para la climatización de la zona

Lo primero que se necesita para empezar la instalación de nuestro sistema es verificar que los equipos instalados previamente (*recuérdese que no depende en nuestro caso la selección del equipo ni tampoco la colocación de los sistemas primarios de inyección de aire en este caso concreto la UMA de esta área ya que corresponde al cliente tener la manejadora instalada ya que el departamento de interiores solo corresponde del fit-out*) cumplan con los requerimientos del proyecto en caso de no hacerlo es conveniente señalarlo a quien este a cargo de la obra en general para señalarle que no se cuentan con las condiciones de proyecto para dar con los valores correctos, a experiencia propia es necesario hacer un segundo levantamiento en la zona para verificar que es apropiado para las instalaciones a instalar.

Saltando este paso se sigue la fabricación o colocación de las instalaciones.

Empezaremos con la parte de la lámina galvanizada con la que se fabricaran los ductos si se logra apreciar en el plano del proyecto nosotros contamos con una salida de la UMA esta se puede ramificar en varias secciones cada ramificación equivale a un gasto de aire que aportara al difusor de la zona a inyectar lo que ocasionara una reducción natural de nuestros paulatinamente de acuerdo a la distribución las dimensiones del ducto están dadas por proyecto pero en ocasiones en obra hay necesidad de cambiar estas medidas iniciales por otras por cuestiones de espacios para otras instalaciones o que ocupan instalaciones existentes es importante señalar que se debe respetar el área para tener la cantidad de caudal de aire necesario esto es se puede jugar con el largo y ancho para reducir el ducto en su peralte o en su ancho es importante contar con un ductulador para sacar analogías en las medidas del ducto a instalar es importante tener

una relación de 3 a 1 (esto es que el largo o el ancho sea un valor 3 veces mayor a su contraparte) y no pasar de esta para evitar fricciones de aire y esta a su vez ocasiona pérdida de temperatura por fricción y ruido.

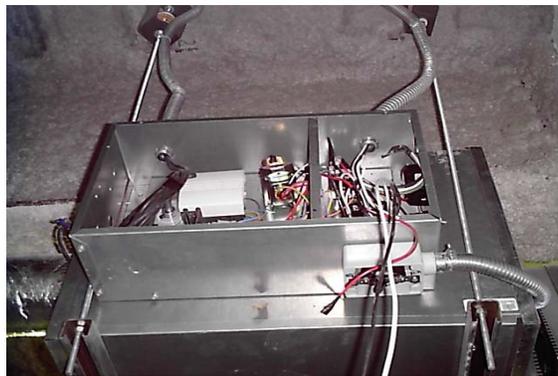
La mayoría de las instalaciones actuales utilizan este sistema para la distribución del aire acondicionado en espacios de gran dimensión ya que es el método más económico y practico en el mercado actualmente ocupa un 80% estos diseños en los proyectos de aire.

Es importante comentar que hay que identificar en este caso por que así lo indica el proyecto para construcción que ductos son de alta velocidad y que ductos son de baja, las dimensiones para estos ductos son calculadas por el proyectista en base a una serie de cálculos previos por lo que a nosotros nos dan los datos para construirlos he instalarlos en plano los ductos de alta velocidad deben de ser forrados con un aislante especial a su exterior esto es para evitar perdidas de temperatura en el mismo por intercambio de calor con el medio ambiente por lo que se debe de evitar su contacto directo de la lamina con el medio ambiente que lo rodea, los datos de este forro se proporcionara al final en un anexo al final de este trabajo. Pero a grandes rasgos es un papel laminado que al interior de este cuenta con fibra de vidrio y este se adhiere al ducto por medio de un pegamento especial los ductos de alta son de mayor dimensión a los ductos de baja y las inyecciones deben de estar forrados en su totalidad, estos van conectados a la toma de aire de la caja VAV en la sección que se cuenta con el damper o compuerta. Esto se le conoce como toma de aire primario y el desfogue de esta caja VAV se conecta al ducto de baja velocidad; en el ducto de baja velocidad se puede identificar por no contar con forro externo sino con forro interno pues esto hace que se disminuya el ruido al interior del ducto para su posterior inyección y por otro lado conservar la temperatura del aire.



Material con el cual pegan el aislante o forro externo en ductos

Al interior de la caja VAV se mezcla el aire primario con el aire del medio ambiente que pasa por un orificio donde se coloca un filtro esta mezcla de el aire es controlada por un monitoreo de CO2 en la tarjeta controladora que a su vez la controla un termostato o un bus de comunicación para monitoreo.



El actuador por el cual se controla el flujo del aire frío es la caja blanca.

La parte de control es llevada a cabo por otra empresa especialista en el ramo por lo que toda la parte de control no se tocará más que para algunos comentarios y precisiones.

Ya conectando nuestro sistema de aire primario por medio de la VAV al sistema secundario o de baja velocidad es de suma importancia verificar que la ducteria esta perfectamente aislada y que los difusores cuenten en el collarín del ducto una compuerta manual para ajustar el paso del aire hacia el difusor y que esta quede abierta a un radio de 90° perpendicular al la cara del ducto. Y que el recorrido de la ducteria cuente con la menor modificación posible de una trayectoria recta entre más piezas como “codos” o “s” mas será la perdida de velocidad y aumento de temperatura por fricción así que es necesario estar al pendiente de la instalación del sistema de ducteria y hacer el menor numero de ajustes.

Es importante señalar que en la colocación del ducto flexible corresponda al diámetro del collarín que marca el proyecto ya que a razón de un mayor diámetro mayor será el caudal de aire es importante que se trate de dar una caída de 90° perpendicular a la tapa del difusor para evitar estrangulamientos en el ducto que ocasionen un aumento de velocidad del aire o bien una caída de presión de este mismo, y que el recorrido de la manguera no exceda la longitud de 3 metros máximo para una correcta distribución del aire y en estos casos es apoyado por la colocación de un fleje alrededor del ducto que permita fijar la manguera y conservar una altura determinada par evitar su deformación.



Manguera sujeta con un fleje para conservar la forma adecuada de inyección de aire al difusor.

En ciertos casos si así lo pide el proyectista se colocan suspensiones antisísmicas en el ducto normalmente estas suspensiones se colocan en ramales de mas de 8 metros de largo a una distancia una de otra de 6 a 9 metros. Y esto consta de un unicanal sujeto por 2 ganchos en sus costados con bisagra lo que permite una libertad de movimiento restringida en el que se sujeta a través de un cable acerado a otros 2 ganchos empotrados en la loza, se debe mencionar que el cable no debe de quedar completamente rígido y de preferencia dar un Angulo de 45° al cable entre ganchos.



Ganchos antisísmicos para ductos de aire acondicionado.



Intercambiadores para cuarto de maquinas.

Los cuartos de maquinas son cruciales para la mejor optimización de la distribución del agua helada o de condensados en edificios de mas de 20 pisos ya que estos cuarto dividen en dos al edificio facilitando la distribución del agua ya que las bombas a instalar son de menor capacidad que las que se necesitarían para una sola línea y de esta manera el sistema queda dividido en dos o mas dependiendo de las necesidades de la obra y estos están interconectados por los intercambiadores de calor los cuales ayudan a disipar el calor en la tubería para su mejor intercambio en los sistemas.

A continuación se introducirán una serie de fotos e puntos mencionados en este trabajo:



Equipo de precisión se observa el sistema de enfriamiento por agua



Compuerta barométrica este tipo de aditamento nos permite una salida de aire de forma que crea una presión positiva hacia fuera de la zona a climatizar evitando de esta manera la presurización de la zona a climatizar



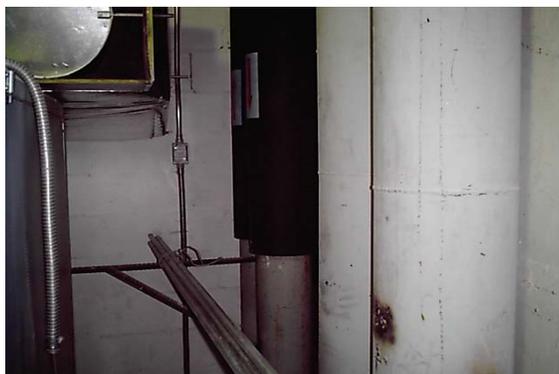
Inyección de aire renovado en equipos de precisión



Esta foto muestra una Vertical o backbone de aire acondicionado la de la izquierda se muestra un ducto principal de extracción de aire de los sanitarios de todo el edificio y a la derecha el ducto de inyección de aire presurizado.



Vista de las tuberías principales de alimentación de agua



En esta foto se muestra las tuberías de agua helada (las que están parcialmente forradas) y las de condensados que no cuentan con forro



Difusores lineales instalados

5.- Recomendaciones

Dentro de la experiencia recabada hasta el momento de este trabajo se pretende señalar los problemas más comunes con los cuales uno se puede encontrar en campo los cuales se tocaran a lo largo del este trabajo.

Cabe señalar que nuestro funciones implica en ocasiones trabajar en otros estados de la republica y los periodos de actividad laboral son prolongados por lo que es importante y se recomienda en esta instancia hacer una visita física a la zona en la que se llevara acabo la obra para ver si hay dentro de esta algún impedimento físico, que tomar en cuenta. Ya que se dan los casos en que esto se da por alto y al momento de la ejecución del proyecto se deben de modificar para colocar las instalaciones previamente presentadas en plano para construcción y al momento de su ejecución en ocasiones sufren cambios drásticos de esta manera se necesita un alzamiento de la obra esta puede ser una remodelación o una obra negra esto implica checar alturas de piso a loza observar que no se cuenten con vigas de carga y si es así ver que altura se cuenta de nivel de plafón a paño inferior de la viga de carga es importante conocer la altura para en base a esto hacer la selección del equipo por parte del proyectista, preguntar también por los niveles de plafón a nivel de piso terminado, verificar la temperatura exterior e interior del el establecimiento la posición de la edificación con respecto al recorrido del sol, identificar si tiene pisos intermedios o se tiene la azotea de manera inmediata ver el

tipo de materiales con los que se contara checar tipo de material en muros que puede ser cristal o concreto, lo cual implica diferente retención de temperatura al interior de la instalación. Checar el factor de humedad de la zona entre otras cosas De aquí se entregan los datos al proyectista para que en base a la información recaudada en plasme en planos el proyecto a ejecutar en obra.

Dentro de la industria de la construcción es importante llevar un control de la misma ya que con la carga de trabajo frecuentemente omitimos detalles importantes, para que esto no pase se recomienda llevar una bitácora de obra.

Dentro de esta se deberán anotar todas las modificaciones del proyecto previamente autorizada por la persona o empresa a cargo de la obra ya que en ocasiones los acuerdos verbales son fáciles de desechar y no hay medio escrito que lo respalde

De ahí la importancia de tener una bitácora actualizada que nos respalde las modificaciones para su posterior orden cambio y poder cobrar los trabajos adicionales.

La gente de proyectos por lo general pasa la mayor parte de su tiempo en oficina y no tienen mucho conocimiento de instalaciones físicas y tienden a tener muchas fallas en el proyecto final por lo que es recomendable hacer un levantamiento de obra y comentarle al proyectista de los problemas de ejecución de obra en el proyecto.

Es fundamental aplicar los principios teóricos aprendidos en la universidad pero su complemento en nuestro análisis de proyecto es de gran valía para la solución de

problemas de obra en lo personal a mi me ha dado muy buen resultado el análisis de campo para la solución de fallas e impresiones en proyecto

Conclusiones

Este trabajo tiene la finalidad de ser un referente a las diversas áreas de instalación en obra de equipos de aire acondicionado buscando siempre ser lo mas concreto posible y que la persona al final de la obra tenga una idea mas clara de los diferentes puntos que abarca la instalación de estos equipos en campo.

La experiencia recaudada en obras es muy enriquecedora tanto en el plano profesional como en el personal ya que nos ofrece la oportunidad de ejecutar diversas actividades como son liderazgo de personal a cargo así como la negociación con diferentes profesionistas día con día.

Bibliografía

- Calefacción, ventilación y aire acondicionado Análisis y diseño
Mc Quinston, Parker, Splitler Limusa Wiley primera edición 2003.
- Introducción a la termodinámica Smit, Van ness Mc Graw Hill Segunda edición
1991.
- www.york.com
- www.liebert.com

ANEXO

El motivo de este anexo tiene como objetivo dar conocer los principales problemas y fallas para su detección dentro del campo de trabajo de la instalación de aire acondicionado, lo que a continuación se describirá pretendiendo dar una explicación al lector en lo que a través de más de tres años de experiencia en campo que podía recopilar a través de conocimientos empíricos y científicos, hago la aclaración que dentro de mis responsabilidades como supervisor no entra dentro de mi plan de trabajo el solucionar o detectar problemas en proyectos ya que solo soy responsable de la instalación del mismo y no de sus fallas.

Dentro de las instalaciones de aire acondicionado existen diferentes tipos de sistemas de los cuales hablamos anteriormente en capítulos de este mismo texto, dentro de los cuales haré mención de la detección de fallas más comunes así como su solución de una manera breve y no tratando de crear tecnicismos.

Es importante señalar que dentro de las instalaciones aire acondicionado los sistemas más recurridos para instalaciones medianas o grandes son los sistemas conocidos como chillers. En este tipo de equipos una falla muy común se da porque el personal de mantenimiento no está capacitado en su mayoría para operar este tipo de equipos, los equipos más recientes cuentan con sistemas de programación por medio de los cuales se le dé instrucciones al equipo para su operación es muy importante señalar que estos equipos tienen sensores de temperatura y de flujo por medio de los cuales detecta las condiciones de demanda del edificio como puede ser en su caso un incremento en la carga térmica o en su inversa un decremento de que por lo cual el equipo regula de manera automática, en muchos de los casos el personal de mantenimiento cambia los valores de programación o alcanza a manipular alguno de los accesorios mecánicos en

instalación como puede ser válvulas de paso en el sistema de suministro de agua (tuberías).

Normalmente la temperatura de salida del agua de los chillers es de 5 grados centígrados. En muchos casos sin la salida del agua es similar a la temperatura del retorno el equipo deja de operar y se protege por baja carga térmica esto quiere decir en muchos de los casos que la temperatura exterior es más baja que la temperatura interior por lo cual no existe mucha carga permitiendo abatir, y si no es así un error muy común por lo cual estos equipos se protege puede ser que la válvula bypass se encuentre cerrada por lo cual el agua helada no llega al sistema de back bone (o tubería horizontal que pasa por todo los pisos del edificio para distribución de el agua helada para los diferentes pisos) y el agua helada este re-circulando en el sistema de tuberías anterior al bypass. Circulando en trayectos cortos por lo que retorna al equipo casi a la misma temperatura de su salida. Por lo que es aconsejable revisar si la válvula bypass está completamente abierta. Otro de los principales problemas dentro de este sistema puede llegar a ser la baja presión del suministro de agua, este en la mayoría de los casos es debido a la incorrecta operación de las bombas que recircular el agua helada dentro del sistema de distribución por experiencia propia no es aconsejable elevar la presión del agua a más de 1.5 kg/cm en tuberías de mas de 18 pulgadas de diámetro ya que un incremento de la presión del agua en el sistema puede ocasionar importantes daños físicos en acoplamientos dentro de la misma como puede ser el caso de las bridas o empaques.

Es importante señalar que se necesita manómetros al entrada y salida del agua de las bombas por lo que muchos casos las constructoras tratan de optimizar costos y no se instala esta instrumentación que es básica para poder operar estos equipos por experiencia personal les recomendaría que exijan la colocación de los mismos, la manera de detectar si la bomba nos puede dar más flujo o está su máxima capacidad es ver el dato de placa de el equipo en donde los describirá su gasto máximo en ft. Por lo que es fácil de sacar si observamos la diferencial de las presiones de entrada y salida del agua si este rango de presión está por abajo el dato de placa nos indica que nuestra bomba tiene la capacidad de darnos un mayor flujo, no necesariamente esto quiere decir que aumentará la presión ya que muchos casos los cuartos de máquinas cuentan con una válvula llamada multipropósito que su principal función es controlar el galonaje de salida de las bombas por lo cual nosotros podemos regular el galonaje y la presión por

medio de este mecanismo para que tener mucho cuidado debe hacerlo personal calificado por el siguiente motivo, estas bombas en la mayoría de los casos cuenta con variador de frecuencia y este nos indica la revolución es de la bomba la frecuencia de trabajo el consumo del voltaje que consumo del Amperaje. Es en este último en donde se debe tener cuidado que no pasar la capacidad de carga nominal del dato de placa del motor ya que si la válvula multipropósito es manejada de manera incorrecta bastará con una ligera vuelta para que el amperaje se dispare de manera exponencial y esto puede causar un sobrecalentamiento en el embobinado del motor y quemar el mismo.

Normalmente estos ajustes se dan de manera paulatina si es que el edificio no cuenta en ese momento con todos sus pisos en operación y esto son entregados de manera aleatoria y paulatina al cliente por lo que aumenta la carga térmica de manera parcial y esto nos demandará un mayor suministro de galonaje de agua helada y un incremento en la presión del sistema ya que si se incrementa el recorrido del agua tiende a tener una caída de presión.

Si el sistema de distribución de agua helada tiene una caída de presión, lo más probable es que se haya perdido agua por medio de alguna fuga o fisura en la tubería o por evaporación y este agua se deberá reponer por medio de un tanque expansión del cual por medio de un contenedor cargado de agua a mayor presión que el sistema es incorporado a este por medio del injerto de una tubería al sistema principal de distribución de agua helada y al momento que su sensor detecta una menor presión en la tubería principal abre para que equipo de expansión introduzca la cantidad de agua necesaria para elevar la presión en el sistema esto lo hace de manera automática por lo que únicamente hay que verificar el equipo de expansión directa este siempre conectado al sistema hidroneumático del edificio y ajustar en su válvula reguladora la presión de operación que sea necesaria.

Como recomendación es importante purgar la línea principal de suministro de agua cada vez que se incorpore grandes cantidades de agua al sistema ya que este incremento genera burbujas de aire dentro de la línea las cuales deberán ser eliminadas de este por medio de una válvula de alivio es importante exigir que estas válvulas de alivio a la empresa constructora ya que es de vital importancia para la operación del sistema que estas estén instaladas, es muy común que estas válvulas estén obstruidas por un exceso de lodo alrededor de un balín que se encuentra en un orificio en la parte superior de la

válvula por el cual el aire es desalojado del sistema principal por lo que recomendable que exigía al personal de mantenimiento que se limpie esta válvula al menos una vez cada quince días.

El exceso de burbujas de aire en el sistema nos puede dar como resultado que los equipos UMA'S no enfrían correctamente o en sus casos más extremos no enfrían nada el área a climatizar.

Esta falla es fácil detectar si se tiene el experiencia por lo que describiré una forma rápida para su detección estos equipos cuentan con un serpentín el cual tiene una entrada y una salida para el agua proveniente de los schillers. Esto nos indica a través de los manómetros ubicados en la tubería a la entrada y salida del agua que la temperatura de inyección del agua debe de estar alrededor de 6 a 7 grados centígrados normalmente en intercambio de temperaturas la diferencial del agua que entra en la que sale no deben exceder los 7 grados centígrados esto es que la salida del agua no debemos tener más allá de 14 grados centígrados si detectamos que la temperatura de salida del agua es mayor esto nos indica que el agua de entrada no alcanza romper la caída de presión en serpentín por lo tanto no alcanza romper el ciclo y el agua queda estancada en el serpentín, por lo que estos casos se recomienda cerrar la válvula principal de retorno de agua que va a la vertical o back bone el edificio y abrir alguna de las válvulas que se encuentra encuentran en instrumentación está injertadas a la tubería puede ser de algún manómetros o termómetro los cuales se desincorporan del acoplamiento esto nos dejan una pequeña abertura en la tubería donde se podrá vertir agua al exterior y la presión de inyección hace que la aire salga el serpentín al haber menos presión en la salida del agua en serpentín. Estos ejemplos mencionados son los que en su mayoría de los casos afectan más frecuentemente la operación de los equipos schillers.

Por lo que a continuación tocaremos la parte concerniente al suministro de aire al área que climatizar.

El equipo más importante en este sistema es la UMA este equipo nos da un caudal de aire y una caída de presión dentro del manejadora. En estas caídas de presión existe la llamada externa que será por las pérdidas de presión dadas por medio de los ductos de lámina galvanizada y por otro lado tenemos la interna es aquella caída de presión que nuestra dos elementos internos de equipo que puede ser dados por el serpentín, la

turbina, los filtros, y una serie de elementos internos de menor dimensión es importante señalar que cuando es el calculista desarrolla el proyecto es importante que éste le haga mención al fabricante de la caída de presión de su sistema de ductos total. Ya que es de vital importancia que el fabricante cuente con este dato para esta manera calcular la pérdida total del sistema y escoger la modificación más adecuada del equipo interno de la UMA para romper con la caída de presión total, normalmente la velocidad con la que se trabaja para un adecuado suministro del aire es alrededor de 500 ft x min y la caída de presión de la UMA debe estar por arriba de 2 in H₂O.

En muchas ocasiones el instalador deberá de verificar que esta velocidad se cumpla dentro de la manejada de aire estos valores se tomarán con un flujómetro en la parte interior del serpentín en caso de no ser así y que la máquina cuente con un variador de frecuencia esta última se podrá modificar de la manera que se podrá aumentar o disminuir los Hz del motor para cumplir con la velocidad.

Si esta velocidad es inferior podemos tener una falta de presión en la ductería lo que nos ocasionaría que el caudal disminuya de manera considerable a la salida de los difusores de aire. Para analizar si el equipo instalado quedó falta de potencia en su motor se podrá verificar si el motor es forzado a su máquina carga nominal y aún así esta manera no nos da la velocidad del aire al interior de la manejadora si esto es así, se podría determinar que el error se encuentra en los cálculos del proyecto, en muchos casos se hará mención de un cambio de poleas y bandas esto en la mayoría de los casos podría funcionar, siempre cuando uno note que al elevar la frecuencia del motor y obligar a este a trabajar a su máxima carga nominal, en caso de que se aumente la velocidad y disminuya la presión o viceversa nos indica que el motor no cuenta con la potencia para darnos la velocidad y un cambio en las bandas con las poleas no nos garantizaría que la velocidad del aire aumente, una posible solución es el cambio físico del motor por uno de mayor HP. Siempre cuando la capacidad de galonaje del serpentín nos dé pauta para hacerlo esto es en pocas palabras que el caudal de aire esté por debajo de la capacidad de enfriamiento del serpentín.

Otro problema común que se presenten este tipo de instalaciones es cuando del injerto secundario es un diámetro mucho menor de la tubería principal de retorno esto puede

ocasionar que la presión de esta a su salida no pueda romper con la caída de presión de la columna primaria por lo cual se formará un tapón natural dado por una mayor presión en la descarga de la tubería primaria esto ocasionara que la velocidad de retorno de líquido disminuya de manera que el agua se estanque o pase muy lento al interior del serpentín y ocasione que la misma se caliente y nos impida un intercambio de temperatura ideal que dara como resultado que le inyección del aire al sistema de distribución no cumpla con la temperatura adecuada para la climatización correcta de la zona esta falla se podría identificar el manera sencilla con un galometro el cual nos indica la la cantidad de flujo de agua que pasa a través de la tubería, si se apreciará un bajo galanaje se necesitara de una bomba recirculadora secundaria que nos ayude a romper la caída de presión dada por la columna primaria de retorno y esta manera aumentar la presión del suministro de agua al entrada la cuales aumentará la presión del agua su salida íntegra el agua de retorno a la columna principal al aumentar la velocidad y la presión de esta, el dato necesario para seleccionar la bomba recirculadota es flujo de agua máximo necesario y la caída de presión a vencer.

Cuando se utilizan equipos de expresión directa o equipos divididos las fallas más comunes se encuentran orientadas a una baja presión refrigerante la cual se puede dar por falta de presión del refrigerante o alguna fuga dentro del sistema la cual podría ser una picadura en la tubería de cobre o que la válvula de pivote se encuentra dañada y los empaques desgastados, estos tipos de falla son fáciles de detectar si se cuenta con un equipo de medición tipo manífull, las presiones de presión refrigerante son de alrededor 65 lbs en el sistema de baja y 250 lbs en el sistema de alta si estos valores no cumplan, nos indicaría una falta de refrigerante dentro del sistema el cual se solucionará inyectando refrigerante al mismo. Otra falla muy común se podrá localizar en la válvula de tres vias o en su caso de dos vias la cual se encuentre obstruida o su mecanismo de diafragma se encuentre pegado internamente. esta falla se detecta si los niveles de presión refrigerante dentro del sistema son adecuados y compresor al momento de arrancar se para si se protege por un aumento de presión en muchos de los casos, esta falla se solucionará dándole unos pequeños golpecitos a la válvula de no ser así se tendrá que cambiar la pieza completas, si el equipo se alarma por un bajo flujo esto nos puede decir que la cantidad de suministro de aire al serpentín está obstruida ya sea que se encuentra bloqueada por un objeto ajeno al equipo, los filtros o el serpentín se encuentren muy sucios, o el sensor del flujo Este descalibrado la solución en los tres

primeros casos es cuestión de un mantenimiento preventivo el cual podría solucionarse con una limpieza a los filtros y serpentín el último caso la solución es remover el sensor en su totalidad.

Los casos anteriormente descritos son los más comunes dentro este tipo de instalaciones pero la finalidad de este anexo es orientar al lector a identificarlas para posteriormente darle una solución la cual en muchos de los casos podría variar en base a la experiencia del instalador, los recursos materiales y económicos con los que se cuente.

Glosario:

- *Aire de extracción: aire normalmente viciado, que se expulsa al exterior.*
- *Aire de impulsión: aire que se he introduce en los espacios acondicionados.*
- *Aire normalizado: aire que tiene una densidad de 1.2 kg/cm³ y es equivalente a una temperatura de 21.1° C y una presión barométrica de 760mm Hg.*

- Aire de recirculación: aire de retorno que se vuelve a introducir en los espacios acondicionados.
- Aire de retorno: aire procedente de los espacios acondicionados. El aire de retorno estará constituido por el aire de de circulación y, eventualmente, por el aire de expulsión.
- AISLANTE: cualquier material que reduce excesos de calor y ruido.
- ALTURA DE OPERACIÓN: es la altura al nivel del mar, que va a operar el ventilador.
- Aparato acondicionador de aire: unidad que permite la refrigeración y eventualmente la calefacción de un espacio mediante su simple corrección a la red de energía eléctrica, sin requerir otras instalaciones adicionales o complementarias para su correcto funcionamiento.
- Bomba de calor: máquina térmica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente.
- Calefacción: proceso que controla, al menos, la temperatura mínima de un local.
- Climatización: proceso de tratamiento del aire que se efectúa a lo largo de todo el año, controlando, en los espacios interiores, su temperatura, humedad, pureza y movimiento.
- Coeficiente de prestación de un sistema (COP): relación entre la energía térmica cedida por el sistema y la energía de tipo convencional absorbida.
- Eficiencia de un recuperador de calor: relación entre la potencia térmica recibida por el fluido secundario y la máxima potencia térmica que el fluido secundario puede recibir.
- Energía convencional: aquella energía tradicional, normalmente comercializada, que entra en el cómputo del PIB de la nación.

- Energía gratuita: aquella obtenida de fuentes de energía primaria de libre disposición para el usuario, normalmente "in situ".
- Equipo autónomo: unidad de tratamiento del aire con producción propia de frío o frío y calor.
- Expansión directa: proceso de tratamiento del aire efectuado por evaporaciones del fluido frigorífico en el circuito primario de una batería.
- Instalaciones colectivas: son aquellas instalaciones centralizada en las que la producción de frío o calor sirve a un conjunto de usuarios dentro de un mismo edificio.
- Instalaciones individuales: son aquellas instalaciones no unitarias, en las que la producción de frío o calor es independiente para cada usuario.
- Mantenimiento: conjunto de operaciones necesarias para asegurar el funcionamiento de una instalación de manera constante con el mejor rendimiento energético posible, conservando permanentemente la seguridad del servicio y la defensa del medio ambiente.
- Planta enfriadora de agua: unidad compacta, construida y montada en fábrica que refrigera agua u otro fluido portador equivalente.
- Pleno: se le dice pleno a la acción ya se de desfogar aire o retornar aire en espacios o arrears abiertas.
- Red de distribución: conjunto de circuitos que canalizan el fluido térmico desde la sala de máquinas hasta las unidades terminales, incluyendo las redes de impulsión y retorno.
- Refrigeración: proceso de tratamiento del aire que controla, al menos, la temperatura máxima de un local.
- Renovaciones: relación entre el caudal de aire exterior impulsado al espacio acondicionado y el volumen de éste.

- Sistemas: Métodos de resolver técnicamente el diseño de una instalación de climatización.
- Sistemas agua-aire: técnica de acondicionamiento en la que la distribución de la energía térmica a diversos locales se realiza mediante circuitos de agua y aire.
- Sistema centralizado: técnica de acondicionamiento en la que la producción de calor o frío se realiza centralmente, distribuyéndose a diversos subsistemas o equipos terminales que actúan sobre las condiciones ambientales de locales o zonas diferentes.
- Sistema agua-agua: Técnica de acondicionamiento en la que la distribución de la energía térmica a diversos locales se realiza exclusivamente mediante agua.
- Sistemas aire-aire: técnica de acondicionamiento en la que la distribución de la energía térmica a diversos locales se realiza exclusivamente mediante aire tratado.
- Técnicas de confort: cualquier proceso por el cual se controla alguna de las siguientes magnitudes en los espacios interiores: temperatura, humedad, pureza y movimiento del aire.
- Temperatura interior de diseño: es la temperatura prevista en el proyecto en condiciones normales de funcionamiento.
- Torre de refrigeración: unidad de enfriamiento evaporativo del agua. Unidad compacta: equipo autónomo totalmente montado en fábrica.
- Unidad compacta: Unidad de enfriamiento evaporativo del agua.
- Unidad terminal: equipo receptor de aire o agua de una instalación centralizada que actúa sobre las condiciones ambientales de una zona acondicionada.
- Ventilación mecánica: proceso de renovación del aire de un local por medios mecánicos.

- Ventilación natural: proceso de renovación del aire de un local obtenido sin accionamiento motor.
- Zona: espacio climatizado cuya carga térmica varía en forma distinta a la de otros espacios.
- Acondicionador de aire para cuarto:
- Unidad diseñada para instalarse: en una ventana, a través de una pared o como consola. Está diseñada para acondicionar un espacio cerrado, cuarto o zona, incluyendo una fuente de refrigeración para enfriamiento y deshumidificación, así como medios para proveer circulación y limpieza de aire, pudiendo además incluir medios para ventilación, extracción y calefacción.
- Calefacción: Capacidad que tiene una unidad para añadir calor a un espacio cerrado, cuarto o zona.
- Ventilador: Máquina empleada para proporcionar el movimiento continuo de gases y transporte neumático de materiales.
- Ventilador Axial: Máquina que maneja un flujo de gases en el sentido de su flecha.
- Ventilador Centrífugo: Máquina que maneja un flujo de gases en forma radial a su flecha.
- Capacidad: Es el volumen de gases manejado por un ventilador en la unidad de tiempo, medido en la descarga del ventilador.

- Presión disponible: Es la diferencia entre la presión absoluta del gas a la entrada y la presión de descarga.
- Velocidad de descarga del gas: Es la capacidad del ventilador, entre el Área de descarga del mismo.
- Temperatura de Operación: Es la temperatura del gas que maneja el ventilador.
- Temperatura de diseño: Es temperatura máxima del gas que puede manejar el ventilador.
- Plenums: Las cámaras Plenum son espacios que mantiene una presión uniforme debido al constante paso del aire que llega por los ductos desde el ventilador. Estas están localizadas generalmente en el plafón, sobre el techo del área a acondicionar y sostiene al difusor lineal, por el cual sale el aire hacia la habitación
- Silleta: Estos accesorios son utilizados en instalaciones donde se requiera que la luminaria se combine con un dispositivo de inyección o retorno de aire. La entrada de aire puede ser ovalada (por los costados) o redonda (por la parte superior).
- Caja de Volumen Variable: La cajas controlan el volumen de aire circulante para mantener constante la temperatura en el área acondicionada. Gracias al censor que posee en forma de cruz, la caja detecta cuando el espacio alcanza la temperatura deseada y automáticamente sierra la compuerta interior para restringir el paso del aire. Estos son diseñados para operar en áreas interiores donde el recalentamiento debe ser evitado.

- Control de Volumen: Los controles de volumen de hojas opuestas o tipo mariposa, permiten el control del aire de forma no-direccional. Generalmente se instalan en la parte posterior de rejillas o difusores y su operación es por medio de una llave Allen.
- Difusor: Orificio o boca de salida que descarga un suministro de aire en varias direcciones o planos.
- Difusión: Distribución de aire dentro de un espacio por un orificio o boca de salida que descarga aire de impulsión en varias direcciones o planos.
- Caída: La distancia vertical de caída del borde inferior de la corriente de aire proyectada horizontalmente, entre el orificio de salida y el final de u desplazamiento.
- Área Efectiva: El área neta de un dispositivo de salida o entrada a través de la cual puede pasar el aire, igual al área libre por coeficiente de descarga.
- Arrastre: El arrastre del aire de la habitación por la corriente de aire descargada desde el orificio de salida, también llamado movimiento de aire secundario.
- Entrada o abertura de evacuación: Cualquier abertura a través de la cual es eliminado el aire de un ambiente.
- Rejilla: Cobertura de cualquier abertura a través de la cual pasa el aire.
- Inducción: La inducción del aire de una habitación aspirando en un orificio de salida por la corriente de aire primario.
- Velocidad de Salida: La velocidad media del aire en salida, medida en el plano de la abertura.
- Aire Primario: El aire descargado a la salida por el conducto de impulsión.
- Dispersión: La divergencia de la corriente de aire en plano horizontal o vertical después que sale del orificio de salida.
- Diferencial de Temperatura: Diferencia de temperatura entre el aire primario y el ambiente.

- Variación de temperatura: Diferencia e temperatura entre puntos de un mismo espacio
- Aleta: Chapa delgada en la abertura de una rejilla.
- Humedad relativa: La cantidad de humedad del aire, medida en términos porcentuales.
- Caballo de Fuerza: Es una unidad de poder, el esfuerzo necesario para elevar 33.000 libras a una distancia de un pie en un minuto.
- Ducto: Parte de sistema de distribución por donde el aire circula entre accesorios. Dirección y velocidad del aire cambian en función del tipo de ducto.

Tablas

Caudal máximo		Diámetro		Caudal máximo	
LPS	GPM	mm.	pulg.	Kg./cm	p/100p
0.19	0 – 3	13	½	0.009	9.5
0.38	4 – 6	19	¾	0.008	8.5
0.82	7 – 13	25	1	0.010	10.0
1.45	14 – 23	32	1 ¼	0.008	8.2
2.33	24 – 37	38	1 ½	0.008	8.5
3.78	38 – 60	51	2	0.006	6.5
7.57	61 – 120	64	2 ½	0.008	8.5
12.62	121 – 200	76	3	0.008	8.5
25.23	201 – 400	102	4	0.008	8.5
56.77	401 – 900	152	6	0.005	4.8
94.66	901 – 1500	203	8	0.003	3.2
157.71	1501 – 2500	254	10	0.002	2.5
220.79	2501 – 3500	305	12	0.002	1.7
264.95	3501 – 4200	356	14	0.002	1.8
346.96	4201 – 5500	406	16	0.001	1.5
	5501 – 7000	431	18		

	7001 – 9000	456	20		
	9001 – 13000	481	24		
	13001 – 16800	506	28		
	16801 – 22000	531	32		
	22001 – 28000	556	36		

Capacidades de flujo en tuberías

