

17
2 es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

DISEÑO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
PARA EL EDIFICIO DE CONTROL CENTRALIZADO
DEL SECTOR SUR DE LA REFINERIA "MIGUEL
HIDALGO", LOCALIZADA EN TULA, HGO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

JOSE FRANCISCO LEON SERRATOS
JENARO SANCHEZ PEREZ



San Juan de Aragón, Edo. de México 1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL

	Página
INDICE	I
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	5
CONCEPTOS TEORICOS DEL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE.	
Introducción	6
1.1 Definición del Acondicionamiento del Aire	7
1.2 Leyes de la Termodinámica	7
1.3 Ciclo de Carnot	10
1.4 Ciclo Inverso de Carnot	11
1.5 Ciclo de Refrigeración por Compresión	12
1.6 Teoría de la Transferencia de Calor	13
1.7 Ley de Dalton	15
1.8 Psicrometría	15
1.9 Sistemas de Refrigeración para Enfriamiento de Aire	18
1.10 Sistema de Agua Helada	22
1.11 Definición de conceptos utilizados en Aire Acondicionado	23

CAPITULO II	27
-------------------	----

ESTIMADO DE CARGA TERMICA.

Introducción	28
2.1 Bases de Diseño	29
2.2 Cálculo de Coeficientes de Transferencia de Calor	33
2.3 Cálculo de Areas	39
2.4 Ganancias Térmicas por Conducción y Convección .	43
2.5 Ganancias Térmicas por Radiación	49
2.6 Ganancias Térmicas por Equipo	55
2.7 Ganancias Térmicas por Alumbrado	56
2.8 Ganancias Térmicas por Ocupantes	58
2.9 Carga Térmica Parcial	60
2.10 Ganancias Térmicas debido al Aire Exterior	62
2.11 Cálculo del Factor de Calor Sensible	64
2.12 Cálculo del Caudal Total de Aire Tratado	66
2.13 Estimado de Carga Térmica Total	66
CAPITULO III.	69

DISTRIBUCION DEL AIRE

Introducción	70
3.1 Métodos para el Dimensionado de Ductos	71
3.2 Cálculo de Aire por Local	72

3.3	Cálculo del Flujo Volumétrico Total	75
3.4	Diseño del Sistema de Ductos	77
3.5	Selección y Especificación de Difusores de Inyección de Aire	79
3.6	Selección y Especificación de Rejillas de Retorno de Aire	81
3.7	Dimensionado de Ductos	85
3.8	Cálculo de Pérdidas por Fricción.....	93
CAPITULO IV.		97

SELECCION Y ESPECIFICACION DE EQUIPO.

Introducción		98
4.1	Criterios para la Selección del Sistema de Enfriamiento de Aire	99
4.2	Unidad Manejadora de Aire	100
4.3	Serpentín de Expansión Directa	102
4.4	Unidad Condensadora	106
4.5	Sistema de Filtración	108
4.6	Ventiladores Extractores de Aire	114
CAPITULO V.		117

PROYECTO DE TUBERIAS.

Introducción		118
5.1	Generalidades del Proyecto	118

5.2	Sistemas de Tuberías de Agua	121
5.3	Proyecto de la Tubería de Agua de Enfriamiento .	122
5.4	Proyecto de la Tubería de Refrigerante	127
CAPITULO VI.		135

SISTEMA DE CONTROL Y FUERZA ELECTRICA.

Introducción	136	
6.1 Clasificación General de los Controles	136	
6.2 Sistema de Control Eléctrico	137	
6.3 Secuencia de Operación del Diagrama de Control Eléctrico	140	
6.4 Especificación de los Accesorios de Control	141	
CAPITULO VII.		153

ESTIMACION DE COSTOS

Introducción	154	
7.1 Método del Valor Presente	154	
7.2 Costo de Inversión Inicial	156	
7.3 Costo de Operación	157	
7.4 Costo de Partes de Repuesto	159	
7.5 Análisis de Costos	159	
CONCLUSIONES		171
APENDICE A . TABLAS Y GRAFICAS.		175
APENDICE B . PLANOS DE DISEÑO.		203
BIBLIOGRAFIA		211

INTRODUCCION

I N T R O D U C C I O N

Los avances tecnológicos que han ocurrido en toda la industria a nivel mundial y específicamente en la industria Petroquímica, se ven reflejados en el cada vez mayor uso de la computación para facilitar la operación de las plantas en la extracción y transformación de los recursos naturales con que cuenta el país.

Los procesos que se llevan a cabo en dichas plantas son controlados desde un local denominado " Edificio de Control Centralizado ", en estos locales se ubican los Sistemas de Control Computarizados desde donde se visualiza y controla el funcionamiento de la planta.

El Edificio de Control Centralizado del cual nos encargaremos para su estudio se encuentra dentro de las instalaciones de la Refinería " Miguel Hidalgo " ubicada en Tula, Hidalgo. Se espera que desde este edificio se opere el funcionamiento de las siguientes plantas :

Sector de Gasolinas No. 2.

Unidad Reformadora de Naftas No. 2.

Unidad Hidrodesulfuradora de Naftas No. 2.

Unidad Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios No. 3.

Unidad Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios No. 4.

Fraccionadora y Tratadora de Hidrocarburos.

Metanol.

Metil-terbutil-eter.

Hidrodesulfuradora de Diesel No. 5.

Complejo de Hidrotratamiento de Residuales.

Además se contemplan a futuro :

Unidad de Desintegración Catalítica No. 2.

Unidad Recuperadora de Azufre No. 3.

Para garantizar el buen funcionamiento del equipo de cómputo se requiere de un ambiente controlado, en el caso particular de la Refinería antes mencionada, ésta se encuentra ubicada en un lugar donde las condiciones ambientales durante el verano son extremas, además de que la atmósfera de la planta se encuentra contaminada debido a los procesos que ahí se llevan a cabo. Por lo anteriormente expuesto, el objetivo de este trabajo es desarrollar el Diseño de un Sistema de Aire Acondicionado para

el Edificio de Control Centralizado, y con éste controlar condiciones tales como : temperatura, humedad y pureza del aire, obteniendo con esto un funcionamiento óptimo del equipo que integra al Sistema de Control Computarizado y que el personal que labore dentro de este local lo haga en condiciones de bienestar y confort.

Además con este trabajo se pretende que los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica y en especial los alumnos que cursen la materia de Aire Acondicionado y Refrigeración les sirva de apoyo para complementar sus conocimientos, pues aquí se expone la parte práctica de esta materia.

CAPITULO I

CONCEPTOS TEORICOS DEL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE

Introducción.

Es necesario tener presentes los conceptos teóricos fundamentales ya que son la base para realizar cualquier estudio de ingeniería.

Así elaborar un diseño de Aire Acondicionado implica conocer conceptos como La ley de la Conservación de la Energía (1ª Ley de la Termodinámica), El Ciclo Inverso de Carnot (Ciclo de Refrigeración), Las Leyes de la Transferencia de Calor, etc..

Otro punto también importante es conocer los Sistemas de Refrigeración utilizados para el enfriamiento de aire y los equipos con los cuales se lleva a cabo.

Además de los conceptos antes mencionados al final de este capítulo daremos una breve definición de los términos más comúnmente utilizados en Aire Acondicionado.

1.1 Definición del Acondicionamiento del Aire.

El acondicionamiento del aire es el proceso mediante el cual se cambian y controlan las propiedades y características del aire que circula dentro de un local de la forma más eficiente y económica posible. Las propiedades y características del aire que se controlan mediante el Acondicionamiento son las siguientes:

Temperatura

Humedad

Presión

Pureza

Volumen

Distribución

Velocidad

1.2 Leyes de la Termodinámica.

Primera Ley de la Termodinámica.

El calor total (Q) que entra o sale de un sistema es igual al trabajo total (W) que efectúa o admite el mismo.

$$\Sigma Q = \Sigma W$$

(I.1)

El enunciado anterior aplica a cualquier forma de energía, por lo que también puede ser expresado de la siguiente manera:

"Una forma de energía puede convertirse en cualquier otra".

Segunda Ley de la Termodinámica.

Se aplicará el enunciado de la Segunda Ley a un dispositivo denominado máquina térmica. Una máquina térmica es un dispositivo que opera cíclicamente y produce trabajo mientras intercambia calor a través de sus fronteras. La restricción a la operación cíclica implica que la materia dentro del artefacto se regresa a su estado inicial a intervalos regulares.

Para un sistema cerrado como el de la máquina térmica el principio de conservación de energía establece :

$$\Sigma Q + \Sigma W = \Delta U \quad (I.2)$$

Donde :

ΣQ : Sumatoria total de calor.

ΣW : Trabajo total.

ΔU : Diferencial de energía.

Cuando una máquina cíclica de calor efectúa un número entero de ciclos o para cualquier tipo de máquina térmica que

opera continuamente el valor de ΔU es cero. Entonces, para una máquina térmica con suministro de calor Q_H de una fuente a alta temperatura y una descarga de calor Q_L a un sumidero de baja temperatura se tiene :

$$Q_H + Q_L + W_{\text{neto}} = 0 \quad (1.3)$$

Donde :

Q_H : Suministro de calor.

Q_L : Descarga de calor.

W_{neto} : Trabajo neto.

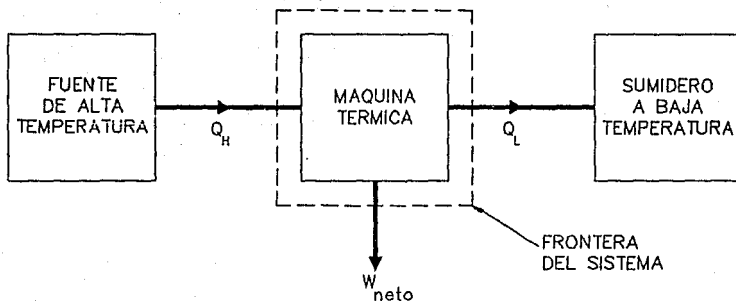
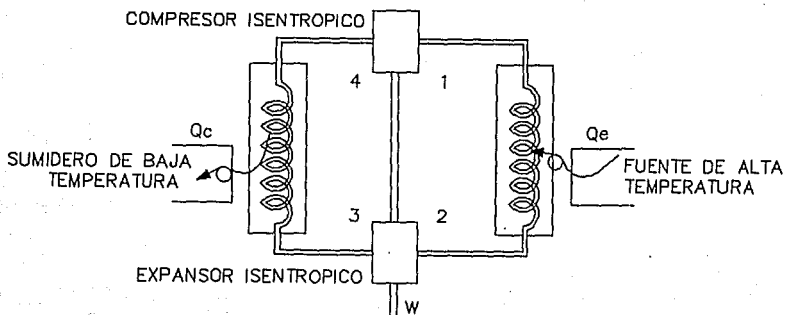


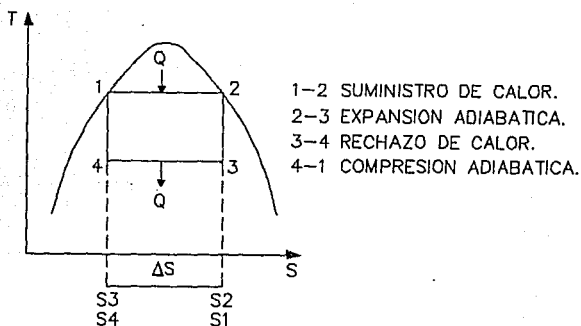
FIG. No.1.1 ESQUEMA DE UNA MAQUINA TERMICA.

1.3 Ciclo de Carnot.

La máquina térmica de Carnot recibe energía de una fuente de alta temperatura, convierte una parte de la energía en trabajo y cede el restante a un sumidero de baja temperatura.



a) DIAGRAMA ESQUEMATICO.

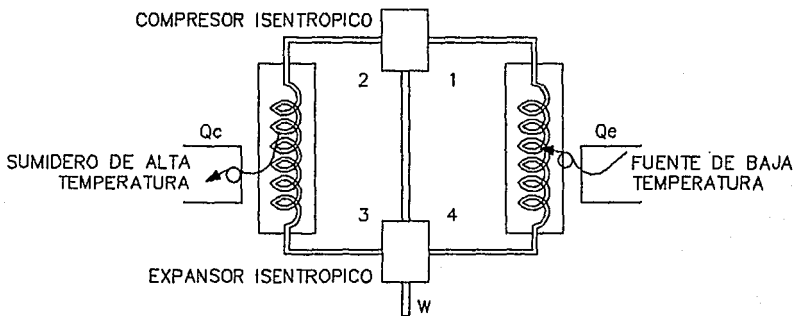


b) DIAGRAMA TEMPERATURA - ENTROPIA.

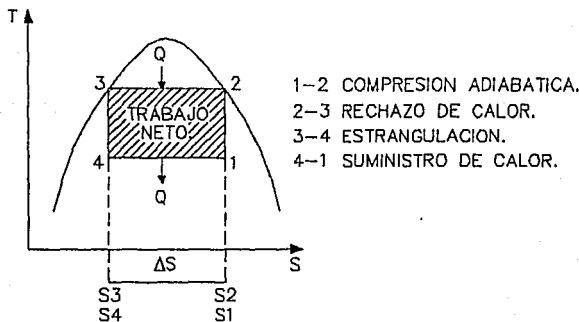
FIG. No. 1.2 CICLO DE CARNOT.

1.4 Ciclo Inverso de Carnot.

El ciclo inverso de Carnot es la teoría básica para cualquier sistema práctico de refrigeración. Es el ciclo que nos da la eficiencia térmica máxima de cualquier máquina. Consiste en transportar energía desde una fuente de baja temperatura a un sumidero de alta temperatura, esto se logra mediante el suministro de trabajo externo. A continuación se muestra el esquema de una máquina térmica que opera mediante el ciclo inverso de Carnot y el diagrama T-S del ciclo.



a) DIAGRAMA ESQUEMATICO.

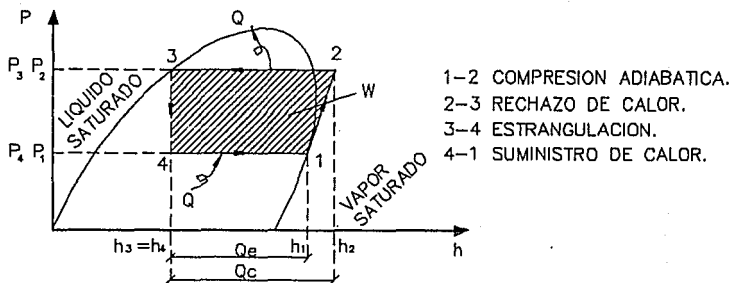
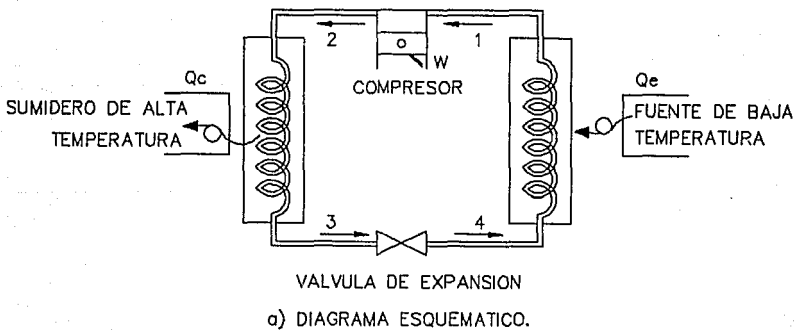


b) DIAGRAMA TEMPERATURA - ENTROPIA.

FIG. No. 1.3 CICLO INVERSO DE CARNOT.

1.5 Ciclo de Refrigeración por Compresión.

La manera más común de obtener refrigeración es por el sistema de compresión de vapor, ya que aprovecha la propiedad que tienen los líquidos de absorber calor cuando se efectúa su vaporización y disiparlo cuando se condensan.



b) DIAGRAMA PRESION - ENTALPIA.

FIG. No. 1.4 CICLO DE REFRIGERACION POR COMPRESION.

1.6. Teoría de la Transferencia de Calor.

La transferencia de calor es la transmisión de energía de una región a otra debido a un gradiente de temperatura entre ellas. La transferencia de calor se presenta de tres formas: conducción, convección y radiación.

Conducción.

Es la propagación de energía debido a una diferencia de temperaturas que se origina por la intercomunicación directa sin desplazamiento apreciable de las moléculas y se expresa como :

$$q = kA \Delta T \quad (I.4)$$

Donde :

q : Calor transmitido.

k : Coeficiente de transferencia de calor.

A : Area de transferencia de calor.

ΔT : Diferencia de temperaturas.

Convección.

Es el proceso de transporte de energía que se lleva a cabo como consecuencia del movimiento de un fluido (líquido o gas)

sobre una superficie sólida cuya temperatura es más alta que el fluido que la rodea. Se representa como sigue:

$$q = h A \Delta T \quad (I.5)$$

Donde:

q : Calor transmitido.

h : Coeficiente de transferencia de calor.

A : Area de transferencia de calor.

ΔT : Diferencia de temperaturas.

Radiación.

Es el flujo de calor que se propaga en forma de ondas electromagnéticas entre dos cuerpos que incluso pueden estar separados por el vacío.

$$q = \epsilon \tau \Delta T \quad (I.6)$$

Donde:

q : Calor transmitido.

ϵ : Emitancia de superficie gris.

τ : Constante de la superficie Boltzmann.

ΔT : Diferencia de temperaturas

1.7 Ley de Dalton.

De acuerdo a la Ley de Dalton la suma de las presiones parciales de los gases que se encuentran en una mezcla es igual a la presión total de la mezcla. Aplicando esta Ley para una mezcla de aire húmedo tenemos :

$$P_T = P_a + P_v \quad (I.7)$$

Donde:

P_T : Presión total.

P_a : Presión parcial del aire.

P_v : Presión parcial del vapor de agua.

La presión parcial del vapor de agua en el aire húmedo no debe ser mayor que la presión de saturación a la temperatura del aire húmedo, evitando con esto condensación de vapor de agua.

1.8 Psicrometría.

Es la ciencia que trata de las propiedades termodinámicas del aire húmedo como son: Humedad Relativa, Humedad Específica, Temperatura de Bulbo Seco, Temperatura de Bulbo Húmedo, Factor de Calor Sensible, Entalpía.

El aire es una mezcla de gases secos y vapor de agua, contiene aproximadamente 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de gases raros y además vapor de agua.

Procesos Psicrométricos.

Son aquellos procesos mediante los cuales se logra mantener determinadas características del aire .

A continuación se muestra los principales Procesos y su representación en una Carta Psicrométrica.

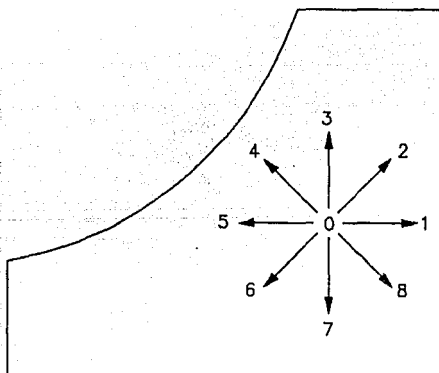


FIG. No. 1.5 PROCESOS PSICROMETRICOS.

- 0-1 Calentamiento Sensible.
- 0-2 Calentamiento y Humidificación.
- 0-3 Humidificación.
- 0-4 Enfriamiento y Humidificación.
- 0-5 Enfriamiento Sensible.
- 0-6 Enfriamiento y Deshumidificación.
- 0-7 Deshumidificación.
- 0-8 Calentamiento y Deshumidificación.

El Acondicionamiento del Aire que nos ocupa se basa en el proceso psicrométrico de Enfriamiento y Deshumidificación el cual mostramos a continuación :

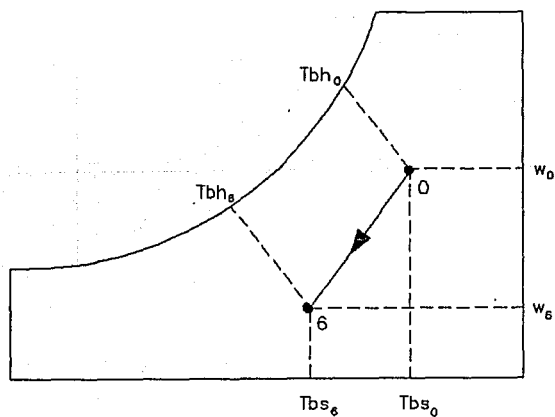


FIG. No. 1.6 PROCESO DE ENFRIAMIENTO Y DESHUMIDIFICACION.

1.9 Sistemas de Refrigeración para Enfriamiento de Aire.

Los sistemas de refrigeración para Aire Acondicionado son procesos mecánicos por medio de los cuales se disminuyen y controlan la temperatura y humedad de un espacio determinado, manteniéndose estos por debajo de los existentes en el ambiente exterior.

Los principales métodos de enfriamiento para Aire Acondicionado son :

Sistema de Expansión Directa:

Unidad Tipo Ventana
Unidad Tipo Paquete
Sistema Dividido

Sistema de Agua Helada:

Circuito Primario de Enfriamiento
Circuito Secundario de Enfriamiento

El uso de cada uno de ellos dependerá de lo siguiente :

Factores económicos.

Condiciones ambientales.

Condiciones del local.

Disponibilidad de agua de enfriamiento.

Fluido a manejar : gas refrigerante, agua helada, vapor, etc.

Energía o combustible disponible : electricidad, gas, diesel, vapor, etc.

Sistema de Expansión Directa.

En este sistema se aprovecha la propiedad que tienen los líquidos saturados ya que al expandirse bajan su temperatura. En el diagrama de la Fig. No.I.3 inciso b) se puede observar el proceso de expansión desde el punto 3 hasta una presión más baja localizada en el punto 4 , lo que resulta entonces en un pronunciado descenso de temperatura, este es el efecto de refrigeración que se aprovecha en el Aire Acondicionado. El elemento que actúa como absorbedor de calor es el refrigerante al evaporarse, el cual requiere de un circuito de tuberías para su interconexión con sus principales componentes los cuales se mencionan a continuación :

- Serpentin Evaporador.
- Condensador enfriado por aire o agua.
- Compresor.

La aplicación de este sistema es para unidades cuya capacidad se encuentre entre 1 y 80 toneladas de refrigeración; una consideración importante es que la distancia de la tubería del refrigerante entre el evaporador y el condensador no debe ser

mayor a 15 m. El sistema de expansión directa se lleva a cabo en los siguientes equipos : tipo ventana, tipo paquete y sistema dividido.

Equipo Tipo Ventana.

Todos sus elementos estan integrados y su condensador es enfriado por aire del exterior. Se utiliza para locales independientes e inyecta el aire directamente.

Equipo Tipo Paquete.

Sus elementos estan integrados y su condensador es enfriado por aire exterior de la misma manera que el tipo ventana, sin embargo se puede utilizar para varios locales siempre y cuando no tenga una caída de presión por arriba de tres pulgadas columna de agua y medio ambiente no corrosivo.

Sistemas Divididos.

En estos el evaporador y el condensador se encuentran separados. El condensador puede ser enfriado por aire o por agua si existe torre de enfriamiento. El evaporador puede ser utilizado en los siguientes equipos :

- Fan and Coil : se usa para edificios con diferentes locales que requieran control de temperatura.

- Unidades Manejadoras de Aire : se utilizan para edificios con diferentes locales cuyo control de temperatura puede ser común o por zonas y requieren varios recorridos de ductos.

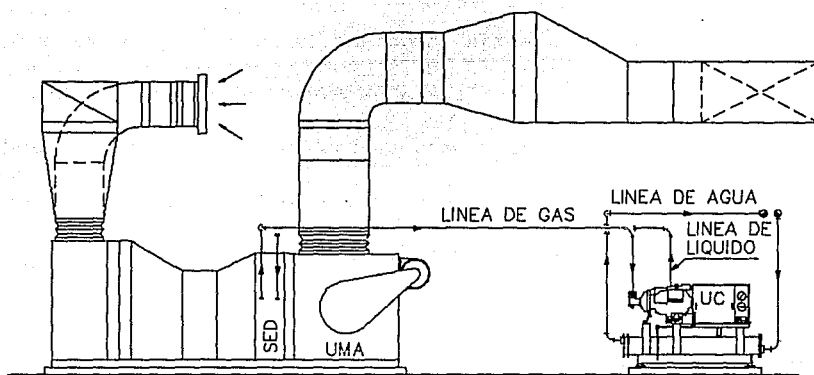


FIG. No. 1.7 SISTEMA DE EXPANSION DIRECTA TIPO DIVIDIDO.

1.10 Sistema de Agua Helada.

El proceso de refrigeración para este sistema lo podemos considerar en dos partes, circuito primario y circuito secundario de enfriamiento.

Circuito Primario de Enfriamiento.

Aquí se efectúa parte del proceso, en el cual se enfría el agua por medio del gas refrigerante, en un intercambio de calor localizado en el evaporador de la unidad enfriadora de agua. Una vez enfriada, se circula por bombeo y tuberías aisladas térmicamente a los serpentines de refrigeración de las unidades manejadoras de aire ubicadas en las diferentes zonas acondicionadas de la unidad.

Circuito Secundario de Enfriamiento.

En este circuito se lleva a cabo el enfriamiento y condensación del gas refrigerante, durante la conducción del mismo a través del condensador por medio del compresor, dando como resultado ganancias de calor para el agente condensador que puede ser aire o agua.

1.11 Definición de conceptos utilizados en Aire Acondicionado.

Coeficiente Global de Transferencia de Calor (U).

Al existir una diferencia de temperaturas entre dos puntos de un cuerpo, se establece un flujo de calor desde el punto de mayor temperatura al punto de menor temperatura. La cantidad de calor depende de la resistencia que ofrezca el material del cuerpo al paso de la energía. Esto se determina mediante :

$$Q = A U \Delta T \quad (1.8)$$

Donde:

Q : Flujo de calor.

A : Superficie considerada.

U : Coeficiente Global de Transferencia de calor.

ΔT : Diferencia de Temperatura entre dos puntos del cuerpo.

El Coeficiente Global de Transferencia de Calor indica la cantidad de calor intercambiada entre dos puntos de un cuerpo por unidad de tiempo sobre una determinada superficie. El inverso de este coeficiente expresa la resistencia global ofrecida al paso del calor y es igual a la suma de las resistencias parciales ofrecidas por los distintos materiales que componen dicho cuerpo.

Lo anterior se expresa de la manera siguiente :

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (I.9)$$

Donde :

U : Coeficiente Global de Transferencia de calor.

R_T : Resistencia Global a la Transferencia de calor.

R_T : $\Sigma R = R_1 + R_2 + R_n$

Entalpía.

Es la cantidad de calor contenida en el aire.

Calor Sensible.

Es aquel calor que produce una variación en la temperatura de bulbo seco pero sin que se presente un cambio de fase.

Calor Latente.

Es el calor que produce un cambio de fase sin que exista variación en la temperatura.

Factor de Calor Sensible.

Es la relación entre los calores sensible y total.

Temperatura de Rocío.

Es la temperatura a la cual se inicia la condensación del vapor de agua para un estado de humedad y presión determinados.

Temperatura de Bulbo Seco.

Es la temperatura que registra un termómetro ordinario y representa el calor sensible del aire.

Temperatura de Bulbo Húmedo.

Es la temperatura obtenida por un termómetro el cual tiene cubierto el bulbo sensor por una franela húmeda.

Humedad Relativa.

Es la relación entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de saturación del vapor a esa misma temperatura.

$$\phi = \frac{P_v}{P_s} \times 100 \quad (I.10)$$

Donde :

ϕ : Humedad relativa.

P_v : Presión del vapor de agua.

P_s : Presión de saturación.

Humedad Específica.

Es la cantidad de masa de agua contenida en el aire, se define como la relación de la masa de vapor de agua presente en la masa de aire seco.

$$W = \frac{M_v}{M_a} \quad (I.11)$$

Donde :

W : Humedad específica.

M_v : Masa del vapor de agua.

M_a : Masa del aire seco.

Volumen Específico.

Es la relación entre el volumen de aire húmedo y la masa de aire seco de la mezcla.

$$\gamma = \frac{V}{m} \quad (I.12)$$

Donde :

γ : Volumen específico.

V : Volumen de la mezcla.

m : Masa de aire seco.

CAPITULO II

ESTIMADO DE CARGA TERMICA

Introducción.

En un espacio por acondicionar (enfriar), la cantidad de calor que debe moverse con el equipo acondicionador, se le denomina Carga Térmica de Refrigeración.

Las principales ganancias de calor para determinar la Carga Térmica de Refrigeración son las siguientes :

- Ganancias Térmicas por Conducción y Convección, debido a la transmisión de calor a través de muros, puertas, ventanas, divisiones interiores o cancelas, etc.,.
- Ganancias Térmicas por Radiación a través de muros, puertas, ventanas, techos expuestos a los rayos solares.
- Ganancias Térmicas por Equipo.
- Ganancias Térmicas por Alumbrado.
- Ganancias Térmicas por Ocupantes.
- Ganancias Térmicas debido al aire exterior.

La suma de todas las ganancias antes mencionadas nos dará el Estimado de Carga Térmica Total.

2.1 Bases de Diseño.

Para una estimación realista de las cargas térmicas de refrigeración es requisito fundamental el estudio detallado de cada uno de los componentes del espacio que se va a acondicionar, en todo caso deberán considerarse aspectos tales como : condiciones exteriores e interiores, condiciones particulares del edificio, espacios disponibles para la ubicación del equipo de aire acondicionado, ubicación del equipo de cómputo, ubicación de instalaciones eléctricas, calor desprendido por equipo, etc.,.

Para llevar a cabo el acondicionamiento del Edificio de Control Centralizado se requiere contar al menos con la siguiente información : planos arquitectónicos, de detalles y acabados, de alumbrado eléctrico, etc., (ver planos en Apéndice B), se debe conocer además el calor desprendido por los equipos que estarán dentro del local.

Condiciones Exteriores.

Las condiciones exteriores para el diseño del acondicionamiento del Edificio de Control Centralizado son las obtenidas de la tabla "Datos de Verano para la República Mexicana" (según Norma AMICA-2-1955)¹ y de las "Bases de Diseño del Instituto Mexicano del Petróleo", las cuales mencionamos a

1. Ver apéndice A página 176.

continuación :

Posición geográfica : Tula, Hidalgo, México.

Latitud : $20^{\circ}03$.

Longitud : $99^{\circ}21$.

Altura sobre el nivel del mar : 2036 m

Presión barométrica : 601 mm Hg.

Temperatura de bulbo seco : 36°C

Temperatura de bulbo húmedo : 20.6°C

Humedad relativa promedio : 42 %

Dirección de vientos reinantes : de NE a SO

Velocidad media del viento : 13.86 Km/h

Condiciones Particulares del Edificio.

En el Plano No.1 "PLANTA ARQUITECTONICA" (ver Apéndice B) se obtiene la siguiente información:

- a) Orientación del Edificio.
- b) Ubicación de los locales que se acondicionarán.
- c) Ubicación del cuarto de máquinas.
- d) Dimensiones generales.
- e) Materiales de construcción.

De las bases de diseño para el Edificio de Control Centralizado se obtuvieron los siguientes datos:

a) Tipo de Acondicionamiento por local.

Local	Tipo de Acondicionamiento
Lockers Mujeres	Extracción de aire.
Cuarto de Aseo	Extracción de aire.
Sanitario Mujeres	Extracción de aire.
Lockers Hombres	Extracción de aire.
Sanitarios Hombres	Extracción de aire.
Area para Café	Extracción de aire.
Almacén	Aire acondicionado.
Corredor	Aire acondicionado.
Area de Mantenimiento	Aire acondicionado.
Oficina No. 1	Aire acondicionado.
Oficina No. 2	Aire acondicionado.
Oficina de Supervisores	Aire acondicionado.
Cuarto de Control Central	Aire acondicionado.
Cuarto de Computadoras	Aire acondicionado.
Sistema de Fuerza Ininterrumpible	Aire acondicionado.
Cuarto de Gabinetes	Aire acondicionado.
Cuarto de Interfases	Aire acondicionado.

b) Número de ocupantes.

Local	Número de ocupantes.
Corredor	3 personas.
Oficina No. 1	1 persona.
Oficina No. 2	2 persona.
Oficina de Supervisores	6 personas.
Area de Mantenimiento	2 personas.
Cuarto de Control Central	4 personas.
Cuarto de Computadoras	2 personas.

c) Energía eléctrica disponible.

El equipo dispondrá de energía eléctrica con las siguientes características : 440 volts, 3 fases y 60 hertz.

d) Disponibilidad de agua de enfriamiento.

	Suministro	Retorno
Presión [Kg/cm^2 Man]	3.9	2.6 mínimo
Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]	32	46 máxima

e) Cargas de alumbrado.

Del Plano No. 2 "ALUMBRADO INTERIOR" (ver Apéndice B) se obtuvo el número de lámparas por local.

f) Cargas eléctricas de aparatos y equipos.

g) Tiempo de operación del equipo.

El equipo de cómputo y eléctrico que se ubicará dentro del Cuarto de Control central operará durante las 24 horas del día.

Condiciones Interiores.

De acuerdo a las recomendaciones de Honeywell fabricante del equipo de cómputo que se alojará dentro del Cuarto de Control Central las condiciones para el óptimo funcionamiento son :

Temperatura de bulbo seco : $23^{\circ} \text{C} \left(\pm 3^{\circ} \text{C} \right)$

Humedad relativa : $50 \% \left(\pm 10 \% \right)$

Presión positiva : 0.1 pulgadas de H₂O (aprox.)





2.2 Cálculo de Coeficientes de Transferencia de Calor.

Con los datos recopilados en la tabla No. II.1 "Especificación de Muros, Puertas y Techos"² y el plano No.1 "PLANTA ARQUITECTONICA", se obtienen los materiales de muros, techos y puertas, así como sus respectivas dimensiones; con esto se procede al cálculo de los coeficientes de transferencia de calor.

2. Ver apéndice A paginas 177-179.





Los valores de la Resistencia Térmica "R" fueron obtenidos de la tabla 34 páginas 1-71 a 1-73 del Manual Carrier.

Muro Exterior (M1).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{m^2 h^\circ C}{k cal} \right]$	[m]	$\left[\frac{m^2 h^\circ C}{k cal} \right]$
 → Capa de aire exterior	0.0520	-----	0.0520
 → Muro ladrillo de 21 cm.	0.4274	-----	0.4274
 → Aplanado cemento-arena	1.6000	0.02	0.0320
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
			<u>ΣR_T = 0.6514</u>






$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.6514} = 1.5352 \times 1.163 = 1.7854 \left[\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C} \right]$$

Muro Exterior (M2).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{m^2 h^\circ C}{k cal} \right]$	[m]	$\left[\frac{m^2 h^\circ C}{k cal} \right]$
 → Capa de aire exterior	0.0520	-----	0.0520
 → Muro ladrillo de 21 cm.	0.4274	-----	0.4274
 → Recubrimiento fayenza	0.2520	0.01	0.0025
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
			<u>ΣR_T = 0.6219</u>






$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.6219} = 1.6079 \times 1.163 = 1.87 \left[\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C} \right]$$

Muro Interior (M3).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$	[m]	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$
 → Capa de aire interior	0.1400	----	0.1400
 → Cintilla de azulejo	0.2520	0.01	0.0025
 → Muro ladrillo de 14 cm.	0.3679	----	0.3679
 → Recubrimiento fayenza	0.2520	0.01	0.0025
 → Capa de aire interior	0.1400	----	0.1400
			$\Sigma R_T = 0.6529$






$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.6529} = 1.5315 \times 1.163 = 1.78 \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}} \right]$$

Muro Interior (M4).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$	[m]	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$
 → Capa de aire interior	0.1400	----	0.1400
 → Aplanado cemento-arena	1.6000	0.02	0.0320
 → Muro ladrillo de 14 cm.	0.3679	----	0.3679
 → Aplanado cemento-arena	1.6000	0.02	0.3200
 → Capa de aire interior	0.1400	----	0.1400
			$\Sigma R_T = 0.7119$






$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.7119} = 1.4046 \times 1.163 = 1.634 \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}} \right]$$

Muro Interior (M5).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$	[m]	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
 → Cintilla de azulejo	0.2520	0.01	0.2520
 → Muro ladrillo de 14 cm.	0.3679	-----	0.3679
 → Aplanado cemento-arena	1.6000	0.02	0.0320
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
			$\Sigma R_T = 0.6824$




$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.6824} = 1.4654 \times 1.163 = 1.704 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ \text{C}} \right]$$

Muro Interior (M6).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$	[m]	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
 → Recubrimiento fayenza	0.2520	0.01	0.0025
 → Muro ladrillo de 14 cm.	0.3679	-----	0.3679
 → Aplanado cemento-arena	1.6000	0.02	0.0320
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
			$\Sigma R_T = 0.6824$




$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.6824} = 1.4654 \times 1.163 = 1.704 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ \text{C}} \right]$$

Puerta Exterior (P1).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$	[m]	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$
 → Capa de aire exterior	0.0520	-----	0.0520
 → Vidrio fijo	0.1818	0.006	0.0011
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
			$\Sigma R_T = 0.1931$






$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.1931} = 5.1787 \times 1.163 = 6.023 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ \text{C}} \right]$$

Puerta Exterior (P2).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$	[m]	$\left[\frac{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}{\text{k cal}} \right]$
 → Capa de aire exterior	0.0520	-----	0.0520
 → Acero Galvanizado	0.0004	-----	0.0004
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
			$\Sigma R_T = 0.1924$










$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.1924} = 5.198 \times 1.163 = 6.0453 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ \text{C}} \right]$$

Puerta Interior (P3).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{m^2 h^\circ C}{k cal} \right]$	[m]	$\left[\frac{m^2 h^\circ C}{k cal} \right]$
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
 → Triplay de pino	16.100	0.006	0.0966
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
 → Triplay de pino	16.100	0.006	0.0966
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
			$\Sigma R_T = 0.6132$

$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.6132} = 1.631 \times 1.163 = 1.897 \quad \left[\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C} \right]$$

Techo (T1).

Composición	R	Espesor	R _T
	$\left[\frac{m^2 h^\circ C}{k cal} \right]$	[m]	$\left[\frac{m^2 h^\circ C}{k cal} \right]$
 → Capa de aire exterior	0.0520	-----	0.0520
 → Capa de cemento	1.6000	0.002	0.0320
 → Enladrillado	9.0000	0.020	0.1800
 → Capa de arena	1.4000	0.002	0.0028
 → Capa de chapopote	0.0300	0.006	0.0002
 → Loza de concreto	0.6500	0.100	0.0650
 → Capa de aire quieto	0.2300	0.650	0.1495
 → Falso plafón	7.3000	0.030	0.2190
 → Capa de aire interior	0.1400	-----	0.1400
			$\Sigma R_T = 0.81168$

$$U = \frac{1}{\Sigma R_T} = \frac{1}{0.81168} = 1.232 \times 1.163 = 1.433 \quad \left[\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C} \right]$$

2.3 Cálculo de Áreas.

Tomando como referencia el plano No. 1 "PLANTA ARQUITECTONICA" se procede al cálculo de las áreas de los lugares a acondicionar. Se toma en cuenta únicamente los muros, puertas o techos en donde exista transferencia de calor, es decir, aquellos que estén en contacto con el exterior o bien con locales no acondicionados.

Tabla No. II.2 "Cálculo de áreas".

Local :Corredor.

Descripción	Orientación	Clave	Dimensiones	Area
			[m]	[m ²]
Muro exterior	Norte	M1	1.95x3.20	6.24
Muro interior	Norte	M6	2.80x3.20	8.96
Muro interior	Sur	M4	0.89x3.20	2.85
Puerta interior	Sur	P1	1.80x2.10	3.78
Muro interior	Este	M4	0.93x3.20	2.96
Puerta interior	Este	P1	1.80x2.10	3.78
Muro interior	Oeste	M4	11.60x3.20	37.12
Muro interior	Oeste	M5	7.20x3.20	23.04
Puerta interior	Oeste	P3	(0.90x2.1)5	9.45
Techo	-----	T1	21.5x1.95	41.93
Techo	-----	T1	1.05x2.50	2.63

Tabla No. II.2 "Cálculo de áreas".

(Cont.)

Local :Corredor.

Descripción	Orientación	Clave	Dimensiones	Area
			[m]	[m ²]
Techo	-----	T1	6.00x2.38	14.25

Local :Oficina No.1

Muro interior	Norte	M4	6.00x3.20	19.20
Techo	-----	T1	6.00x3.13	18.75

Local :Oficina de Supervisores.

Muro interior	Sur	M6	2.80x3.20	8.96
Techo	-----	T1	8.45x6.00	50.70

Local :Oficina No.2

Muro interior	Este	M6	4.48x3.20	14.32
Techo	-----	T1	3.20x4.48	14.32

Local :Almacén

Muro exterior	Sur	M2	1.95x3.20	6.24
Muro interior	Oeste	M3	3.50x3.20	11.20
Techo	-----	T1	3.50x1.95	6.83

Local :Area para Mantenimiento.

Descripción	Orientación	Clave	Dimensiones	Area
			[m]	[m ²]
Muro exterior	Sur	M2	3.20x3.20	10.24
Muro interior	Este	M6	3.50x3.20	11.20
Techo	-----	T1	3.50x3.20	11.20

Local :Cuarto de Control Central.

Muro exterior	Norte	M1	22.2x3.20	71.04
Puerta exterior	Norte	P1	1.80x3.00	5.40
Muro exterior	Sur	M1	24.0x3.20	76.80
Cancel interior	Este	P1	1.05x3.20	3.36
Puerta interior	Este	P1	0.90x3.00	2.70
Puerta interior	Oeste	P1	1.80x3.00	5.40
Muro interior	Oeste	M4	4.43x3.20	14.16
Cancel interior	Oeste	P1	3.48x3.20	11.12
Puerta interior	Oeste	P3	0.90x3.00	2.70
Techo	-----	T1	24.0x25.0	600.00
Techo	-----	T1	2.15x2.80	6.02

Tabla No. II.2 "Cálculo de áreas".

(Cont.)

Local :Cuarto de Computadoras.

Descripción	Orientación	Clave	Dimensiones	Area
			[m]	[m ²]
Muro exterior	Norte	M1	7.50x3.20	24.00
Muro interior	Sur	M4	4.75x3.20	15.20
Muro exterior	Este	M1	6.20x3.20	19.84
Techo	-----	T1	7.50x6.20	46.50

Local :Sistema de Fuerza Ininterrumpible.

Muro interior	Norte	M4	4.75x3.20	15.20
Muro exterior	Este	M1	5.30x3.20	16.96
Puerta exterior	Este	P2	1.80x3.00	5.40
Techo	-----	T1	7.50x6.50	48.75

Local :Cuarto de Gabinetes.

Muro exterior	Sur	M1	7.50x3.20	24.00
Muro exterior	Este	M1	8.55x3.20	27.36
Puerta exterior	Este	P2	1.80x3.00	5.40
Techo	-----	T1	7.50x10.35	77.63

2.4 Ganancias Térmicas por Conducción y Convección.

El procedimiento para obtener el estimado de ganancias térmicas es el indicado por el Manual Carrier.

El flujo de calor entre dos puntos de una superficie se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q = U A \Delta T \quad (II.1)$$

Donde:

Q : Flujo de calor [W]

U : Coeficiente global de transferencia de calor $\left[\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C} \right]$

A : Area de Transferencia de calor. [m²]

ΔT : Diferencia de temperaturas. [$^\circ C$]

Diferencial de temperaturas para muros, puertas y techos exteriores (ΔT_e).

$$\Delta T_e = T_2 - T_1 \quad (II.2)$$

Donde :

T_1 : Temperatura de aire interior. [$^\circ C$]

T_2 : Temperatura de aire exterior. [$^\circ C$]

Sustituyendo :

$$\Delta T_e = 36 - 25 [\text{ } ^\circ C]$$

$$\Delta T_e = 11 [\text{ } ^\circ C]$$

Diferencial de temperaturas para cancelos, muros y puertas interiores (ΔT_i).

$$\Delta T_i = \Delta T_e - 3^\circ \text{C} \quad (\text{II.3})$$

Sustituyendo :

$$\Delta T_i = 11 - 3$$

$$\Delta T_i = 8 [^\circ \text{C}]$$

Tabla No. II.3 "Ganancias Térmicas por Conducción y Convección".

Local : Corredor.

Descripción	Orientación	Clave	Area [m ²]	U [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$]	$\Delta T_{e,i}$ [$^\circ C$]	Q _c [W]
Muro exterior	Norte	M1	6.24	1.785	11	122.52
Muro interior	Norte	M6	8.96	1.704	8	122.14
Muro interior	Sur	M4	2.85	1.634	8	37.26
Puerta interior	Sur	P1	3.78	6.023	8	182.14
Muro interior	Este	M4	2.96	1.634	8	38.69
Puerta interior	Este	P1	3.78	6.023	8	182.14
Muro interior	Oeste	M4	37.12	1.634	8	485.23
Muro interior	Oeste	M5	23.04	1.704	8	314.08
Puerta interior	Oeste	P3	9.45	1.897	8	143.41
Techo	-----	T1	41.93	1.433	11	660.94

Tabla No. II.3 "Ganancias Térmicas por Conducción y Convección".

Local :Corredor.

Descripción	Orientación	Clave	Area [m ²]	U [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$]	$\Delta T_{e,t}$ [$^\circ C$]	Q_c [W]
Techo	-----	T1	2.63	1.433	11	41.46
Techo	-----	T1	14.25	1.433	11	224.62
						$\Sigma Q_c = 2554.63$

Local :Oficina No.1

Muro interior	Norte	M4	19.20	1.634	8	250.98
Techo	-----	T1	18.75	1.433	11	295.56
						$\Sigma Q_c = 546.54$

Local :Oficina de Supervisores.

Muro interior	Sur	M6	8.96	1.704	8	122.14
Techo	-----	T1	50.70	1.433	11	799.18
						$\Sigma Q_c = 921.32$

Local :Oficina No.2

Muro interior	Este	M6	14.32	1.704	8	195.21
Techo	-----	T1	14.32	1.433	11	225.73
						$\Sigma Q_c = 420.94$

Tabla No. II.3 "Ganancias Térmicas por Conducción y Convección".

Local :Almacén

Descripción	Orientación	Clave	Area [m ²]	U [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$]	$\Delta T_{e,i}$ [°C]	Q_c [W]
Muro exterior	Sur	M2	6.24	1.870	11	128.36
Muro interior	Oeste	M3	11.20	1.780	8	159.49
Techo	-----	T1	6.83	1.433	11	107.66
						$\Sigma Q_c = 395.51$

Local :Area para Mantenimiento.

Muro exterior	Sur	M2	10.24	1.870	11	210.64
Muro interior	Este	M6	11.20	1.704	8	152.68
Techo	-----	T1	11.20	1.433	11	176.55
						$\Sigma Q_c = 539.87$

Local :Cuarto de Control Central.

Muro exterior	Norte	M1	71.04	1.785	11	1394.87
Puerta exterior	Norte	P2	5.40	6.045	11	359.07
Muro exterior	Sur	M1	76.80	1.785	11	1507.97
Cancel interior	Este	P1	3.36	6.023	8	161.90

Tabla No. II.3 "Ganancias Térmicas por Conducción y Convección".

Local :Cuarto de Control Central.

Descripción	Orientación	Clave	Area	U	$\Delta T_{e,i}$	Q_c
			[m ²]	$\left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$	[°C]	[W]
Puerta interior	Este	P1	2.70	6.023	8	130.10
Puerta interior	Oeste	P1	5.40	6.023	8	260.19
Muro interior	Oeste	M4	14.16	1.634	8	185.10
Cancel interior	Oeste	P1	11.12	6.023	8	535.81
Puerta interior	Oeste	P3	2.70	1.897	8	40.98
Techo	-----	T1	600.00	1.433	11	9457.80
Techo	-----	T1	6.02	1.433	11	94.89
						$\Sigma Q_c = 14128.68$

Local :Cuarto de Computadoras.

Muro exterior	Norte	M1	24.00	1.785	11	471.24
Muro interior	Sur	M4	15.20	1.634	8	198.69
Muro exterior	Este	M1	19.84	1.785	11	389.56
Techo	-----	T1	46.50	1.433	11	732.98
						$\Sigma Q_c = 1792.47$

2.5 Ganancias Térmicas por Radiación.

Las ganancias de calor por radiación son las absorbidas a través de muros, puertas exteriores y techos, el procedimiento de cálculo es similar al efectuado para obtener las ganancias de calor por conducción y convección. El flujo de calor entre dos puntos de una superficie se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q = U A \Delta T_{eq} \quad (II.4)$$

Donde:

Q : Flujo de calor [W]

U : Coeficiente global de transferencia de calor $\left[\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C} \right]$

A : Area de transferencia de calor [m²]

ΔT_{eq} : Diferencia de temperatura equivalente [°C]

La siguiente expresión muestra la forma de calcular la diferencia de temperatura equivalente para muros, puertas exteriores y techos.

$$\Delta T_{eq} = a + \Delta T_{es} + b \frac{R_s}{R_m} (\Delta T_m - \Delta T_{es}) \quad (II.5)$$

Tabla No. II.3 "Ganancias Térmicas por Conducción y Convección".

Local :Sistema de Fuerza Ininterrumpible.

Descripción	Orientación	Clave	Area	U	$\Delta T_{e,i}$	q_c
			[m ²]	$\left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$	[°C]	[W]
Muro interior	Norte	M4	15.20	1.634	8	198.69
Muro exterior	Este	M1	16.96	1.785	11	333.01
Puerta exterior	Este	P2	5.40	6.045	11	359.07
Techo	-----	T1	48.75	1.433	11	768.45
						$\Sigma q_c = 1659.22$

Local :Cuarto de Gabinetes.

Muro exterior	Sur	M1	24.00	1.785	11	471.24
Muro exterior	Este	M1	27.36	1.785	11	537.21
Puerta exterior	Este	P2	5.40	6.045	11	359.07
Techo	-----	T1	77.63	1.433	11	1223.68
						$\Sigma q_c = 2591.20$

Donde :

Σq_c : Ganancias Térmicas por Conducción y Convección.

La suma total de Ganancias Térmicas por Conducción y Convección es :

$$\Sigma q_c = 25550.30 [W]$$

Donde:

ΔT_{eq} : Diferencia de temperatura equivalente.

a : Factor de corrección obtenido de tabla No. 20A página 1-57 del Manual Carrier.

ΔT_{es} : Diferencia de temperatura equivalente a la hora considerada para la pared a la sombra de la tabla No. 19 página 1-56, del Manual Carrier.

ΔT_{em} : Diferencia de temperatura equivalente a la hora considerada para el techo soleado de la tabla No. 20 página 1-57 del Manual Carrier.

R_s : Máxima insolación correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada tablas No. 15 ó 16 páginas 1-42 ó 1-46 del Manual Carrier.

Después de realizar cálculos para diferentes horas del día se encontró que la máxima diferencia de temperaturas equivalentes es la obtenida a las 18 Hrs.

Tabla No. II.4 "Cálculo de la Diferencia de Temperatura Equivalente"

Descripción	a	ΔT_{ea}	b	R_e	R_m	ΔT_{em}	ΔT_{eq}
	[°C]	[°C]		$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2} \right]$	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2} \right]$	[°C]	[°C]
Muro/Ext/Norte (M1)	0.35	3.78	0.78	70	40	3.78	4.13
Pta./Ext/Norte (P2)	0.35	6.70	1.00	70	40	6.70	7.05
Muro/Ext/Sur (M1)	0.35	3.78	0.78	38	187	10.28	5.16
Muro/Ext/Sur (M2)	0.35	2.80	0.78	38	187	10.00	4.29
Muro/Ext/Este (M1)	0.35	3.78	0.78	433	444	7.80	7.19
Pta./Ext/Este (P2)	0.35	6.70	1.00	433	444	7.80	8.12
Techo (T1)	0.35	5.50	0.78	631	678	21.70	17.61

Tomando en consideración los valores obtenidos de la diferencia de temperatura equivalente de la Tabla No.II.4 determinamos las ganancias térmicas por radiación.

Donde:

ΔT_{eq} : Diferencia de temperatura equivalente.

a : Factor de corrección obtenido de tabla No. 20A página 1-57 del Manual Carrier.

ΔT_{es} : Diferencia de temperatura equivalente a la hora considerada para la pared a la sombra de la tabla No. 19 página 1-56, del Manual Carrier.

ΔT_{em} : Diferencia de temperatura equivalente a la hora considerada para el techo soleado de la tabla No. 20 página 1-57 del Manual Carrier.

R_s : Máxima insolación correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada tablas No. 15 ó 16 páginas 1-42 ó 1-46 del Manual Carrier.

Después de realizar cálculos para diferentes horas del día se encontró que la máxima diferencia de temperaturas equivalentes es la obtenida a las 18 Hrs.

Tabla No. II.4 "Cálculo de la Diferencia de Temperatura Equivalente"

Descripción	a	ΔT_{es}	b	R_s	R_m	ΔT_{em}	ΔT_{eq}
	[°C]	[°C]		$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2} \right]$	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2} \right]$	[°C]	[°C]
Muro/Ext/Norte (M1)	0.35	3.78	0.78	70	40	3.78	4.13
Pta./Ext/Norte (P2)	0.35	6.70	1.00	70	40	6.70	7.05
Muro/Ext/Sur (M1)	0.35	3.78	0.78	38	187	10.28	5.16
Muro/Ext/Sur (M2)	0.35	2.80	0.78	38	187	10.00	4.29
Muro/Ext/Este (M1)	0.35	3.78	0.78	433	444	7.80	7.19
Pta./Ext/Este (P2)	0.35	6.70	1.00	433	444	7.80	8.12
Techo (T1)	0.35	5.50	0.78	631	678	21.70	17.61

Tomando en consideración los valores obtenidos de la diferencia de temperatura equivalente de la Tabla No.II.4 determinamos las ganancias térmicas por radiación.

Tabla No. II.5 "Ganancias Térmicas por Radiación".

Local :Corredor.

Descripción	Orientación	Clave	Area [m ²]	U [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$]	ΔT_{eq} [$^\circ C$]	Q_r [W]
Muro exterior	Norte	M1	6.24	1.875	4.13	48.32
Techo	-----	T1	41.93	1.433	17.61	1051.11
Techo	-----	T1	2.63	1.433	17.61	66.37
Techo	-----	T1	14.25	1.433	17.61	359.60
						$\Sigma Q_r = 1532.40$

Local :Oficina No.1

Techo	-----	T1	18.75	1.433	17.61	473.16
						$\Sigma Q_r = 473.16$

Local :Oficina de Supervisores.

Techo	-----	T1	50.70	1.433	17.61	1274.37
						$\Sigma Q_r = 1274.37$

Local :Oficina No.2

Techo	-----	T1	14.32	1.433	17.61	361.37
						$\Sigma Q_r = 361.37$

Tabla No. II.5 "Ganancias Térmicas por Radiación". (Cont.)

Local :Almacén

Descripción	Orientación	Clave	Area [m ²]	U [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$]	ΔT_{eq} [$^\circ C$]	Q_r [W]
Muro exterior	Sur	M2	6.24	1.870	4.29	50.06
Techo	-----	T1	6.83	1.433	17.61	172.36
						$\Sigma Q_r = 222.42$

Local :Area para Mantenimiento.

Muro exterior	Sur	M2	10.24	1.870	4.29	82.15
Techo	-----	T1	11.20	1.433	17.61	282.63
						$\Sigma Q_r = 364.78$

Local :Cuarto de Control Central.

Muro exterior	Norte	M1	71.04	1.785	4.13	523.71
Puerta ext.	Norte	P2	5.40	6.045	7.05	230.13
Muro exterior	Sur	M1	76.80	1.785	5.16	707.37
Techo	-----	T1	600.00	1.433	17.61	15141.08
Techo	-----	T1	6.02	1.433	17.61	151.92
						$\Sigma Q_r = 16754.21$

Tabla No. II.5 "Ganancias Térmicas por Radiación". (Cont.)

Local :Cuarto de Computadoras.

Descripción	Orientación	Clave	Area [m ²]	U [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$]	ΔT_{eq} [$^\circ C$]	Q_r [W]
Muro ext.	Norte	M1	24.00	1.785	4.13	176.93
Muro ext.	Este	M1	19.84	1.785	7.19	254.63
Techo	-----	T1	46.50	1.433	17.61	1173.43
						$\Sigma Q_r = 1604.99$

Local :Sistema de Fuerza Ininterrumpible.

Muro ext.	Este	M1	16.96	1.785	7.19	217.67
Puerta ext.	Este	P2	5.40	6.045	8.12	265.06
Techo	-----	T1	48.75	1.433	17.61	1230.21
						$\Sigma Q_r = 1712.94$

Local : Cuarto de Gabinetes.

Muro ext.	Sur	M1	24.00	1.785	5.16	221.05
Muro ext.	Este	M1	27.36	1.785	7.19	351.14
Puerta ext.	Este	P2	5.40	6.045	8.12	265.06
Techo	-----	T1	77.63	1.433	17.61	1959.00
						$\Sigma Q_r = 2796.25$

Donde :

ΣQ_r : Ganancias Térmicas por radiación.

La suma total de Ganancias Térmicas por radiación es :

$$\Sigma Q_r = 27096.89 \text{ [W]}.$$

2.6 Ganancias Térmicas por Equipo.

Existen en el interior de los locales cargas de calor internas debido al calor disipado por el equipo. De acuerdo a la información proporcionada por el fabricante a continuación se indica por local la disipación de calor estimada.

Tabla No. II.6 "Ganancia Térmica por Equipo".

Local	Disipación de Calor [W]
Cuarto de Control Central	41262.90
Cuarto de Computadoras	1000.88
Sistema de Fuerza Ininterrumpible	4396.25
Cuarto de Gabinetes	2637.75
	<hr/>
	$\Sigma Q_e = 49297.78$

Donde :

ΣQ_e : Ganancias Térmicas totales por Equipo.

2.7 Ganancias Térmicas por Alumbrado.

El alumbrado constituye una fuente de calor sensible. Este calor se emite por radiación, convección y conducción ; los tubos fluorescentes transforman un 25% de la energía absorbida en luz mientras que otro 25% se disipa por radiación hacia las paredes que rodean el local, el resto es disipado por conducción y convección. Debe tomarse en cuenta, además, el calor emitido por la reactancia o resistencia limitadora, que representa un 25% de la energía absorbida por la lámpara. Por lo tanto la ganancia de calor se representa por la siguiente expresión:

$$Q = 1.25 W \quad (II.6)$$

Donde:

Q : Ganancia de calor [W].

W : Watts consumidos por lámpara.

1.25 : Factor de disipación de la reactancia.

Tabla No. II.7 "Ganancias Térmicas por Alumbrado"

No. de Luminarias	Tubos por Luminarias	Watts por Tubo	Factor de Disipación	Q_a [W]
Local : Corredor.				
5	2	74	1.25	925.00
Local : Oficina No. 1				
4	4	38	1.25	760.00
Local : Oficina de Supervisores.				
8	4	38	1.25	1520.00
Local : Oficina No. 2				
4	4	38	1.25	760.00
Local : Almacén.				
1	2	74	1.25	185.00
Local : Area para Mantenimiento.				
2	2	74	1.25	370.00
Local : Cuarto de Control Central.				
54	4	38	1.25	10260.00
1	2	74	1.25	185.00
Local : Cuarto de Computadoras.				
6	5	38	1.25	1140.00
Local : Sistema de Fuerza Ininterrumpible.				
4	2	74	1.25	740.00
Local : Cuarto de Gabinetes.				
8	4	38	1.25	1520.00

Donde :

ΣQ_a : Ganancias Térmicas totales por Alumbrado.

$$\Sigma Q_a = 18365.00 \text{ [W]}$$

2.8 Ganancias Térmicas por Ocupantes.

En el cuerpo humano se llevan a cabo transformaciones exotérmicas cuya intensidad es variable según el individuo y la actividad desarrollada. A continuación se muestra el calor disipado por los ocupantes de cada local. Del Manual Carrier en la Tabla 48 página 1-94 se tiene que para un grado de actividad de empleado de oficina, el calor desprendido por un hombre adulto es de 64.34 y 48.67 [Kcal/hr] para calor sensible y latente respectivamente. Este valor es tomado para todos los ocupantes del Edificio de Control Centralizado, la única excepción es el Area para Mantenimiento en la cual se considera para un grado de actividad de trabajo ligero en banco de taller por lo que se tienen los valores de 80 y 109 [Kcal/hr] para calor sensible y latente respectivamente.

Tabla No. II.8 "Ganancias Térmicas por Ocupantes".

Local : Corredor.

No. de Ocupantes	Calor Sensible Total [Kcal/hr]	Calor Latente Total [kcal/hr]
3	193.02	146.01

Tabla No. II.8 "Ganancias Térmicas por Ocupantes". (Cont.)

Local : Oficina No. 1

No. de Ocupantes	Calor Sensible Total [Kcal/hr]	Calor Latente Total [kcal/hr]
1	64.34	48.67

Local : Oficina de Supervisores.

6	386.04	292.02
---	--------	--------

Local : Oficina No. 2

2	128.68	97.34
---	--------	-------

Local : Area para Mantenimiento.

2	160.00	218.00
---	--------	--------

Local : Cuarto de Control Central.

4	257.36	194.68
---	--------	--------

Local : Cuarto de Computadoras.

2	128.68	97.34
---	--------	-------

$$\Sigma Q_s = 1318.12$$

$$\Sigma Q_l = 1094.06$$

Calor sensible en Watts:

$$\Sigma Q_s = 1318.12 \left[\frac{4186 \text{ Joules}}{1 \text{ Kcal}} \right] \left[\frac{1 \text{ Hora}}{3600 \text{ seg.}} \right]$$

$$\Sigma Q_s = 1532.68 \text{ [W]}$$

Calor latente en Watts:

$$\Sigma Q_l = 1094.06 \left[\frac{4186 \text{ Joules}}{1 \text{ Kcal}} \right] \left[\frac{1 \text{ Hora}}{3600 \text{ seg.}} \right]$$
$$\Sigma Q_l = 1272.06 \text{ [W]}$$

Donde :

ΣQ_s : Ganancias totales de calor sensible por ocupantes.

ΣQ_l : Ganancias totales de calor latente por ocupantes.

2.9 Carga Térmica Parcial.

La carga térmica parcial es la suma de calor sensible y latente total y se expresa de la siguiente manera:

$$Q_p = Q_{st} + Q_{lt} \quad (\text{ II.7 })$$

Donde:

Q_p : Carga térmica parcial.

Q_{st} : Calor sensible total.

Q_{lt} : Calor latente total.

El calor sensible total es la suma de los calores ganados por conducción, convección, radiación, equipos, alumbrado y por ocupantes. El calor latente total es el originado por los ocupantes.

$$Q_{st} = Q_c + Q_r + Q_e + Q_a + Q_s$$

(II.8)

Donde:

Q_c : Calor por conducción y convección.

Q_r : Calor por radiación.

Q_e : Calor por equipos.

Q_a : Calor por alumbrado.

Q_s : Calor sensible por ocupantes.

El valor de cada uno de estos calores es :

$$Q_c = 25550.38 \text{ [W]}$$

$$Q_r = 27096.89 \text{ [W]}$$

$$Q_e = 49297.78 \text{ [W]}$$

$$Q_a = 18365.00 \text{ [W]}$$

$$Q_s = 1532.68 \text{ [W]}$$

$$Q_{st} = 25550.38 + 27096.89 + 49297.78 + 18365.00 + 1532.80$$

$$Q_{st} = 121842.73 \text{ [W]}$$

$$Q_{lt} = 1272.15 \text{ [W]}$$

Sustituyendo los valores anteriores en la ecuación No. II.7 :

$$Q_p = 121842.73 + 1272.15$$

$$Q_p = 123114.88 \text{ [W]}$$

2.10 Ganancia Térmicas debido al Aire Exterior.

Las condiciones de operación de los Edificios de Control Centralizado indican que deberá de proporcionar presión positiva el Aire Acondicionado, esto es, que la presión dentro del local deberá ser mayor a la exterior. Para obtener esta condición al suministro de aire requerido del local se le adicionará un 10 % de aire exterior. El calor proporcionado por el aire exterior se calcula mediante la siguiente expresión :

$$Q_{AE} = (\% AE) (\dot{m}_T) (h_{ext} - h_{int}) \quad (II.9)$$

Donde:

Q_{AE} : Flujo de calor debido al aire exterior. [W]

% AE : Porcentaje de aire exterior considerado.

\dot{m}_T : Caudal total de aire tratado. [Kg/s]

h_{ext} : Entalpía del aire exterior. [J/Kg]

h_{int} : Entalpía del aire interior. [J/Kg]

Propiedades del Aire mediante el uso de la Carta Psicrométrica.

Mediante el uso de una Carta Psicrométrica a las condiciones de Tula, Hidalgo, los respectivos valores de

temperatura y humedad del aire exterior e interior (puntos 1 y 2 respectivamente de la Carta Psicrométrica), y del factor de calor sensible se puede calcular el caudal total de aire tratado. La carta psicrométrica utilizada se muestra al final del capítulo.

Datos para determinar las propiedades del aire exterior en la Carta Psicrométrica :

Temperatura de bulbo seco : 36° C

Temperatura de Bulbo húmedo : 20.6° C

Datos para determinar las propiedades del aire interior en la Carta Psicrométrica :

Temperatura de bulbo seco : 25° C

Humedad relativa : 50 %

Método gráfico para obtener las propiedades del aire a la inyección (punto 3 de la Carta Psicrométrica) :

Obtener la pendiente formada por el factor de calor sensible y el punto pivote de la Carta Psicrométrica, con esa pendiente y el punto interior intersectamos la línea de 90 % de humedad relativa, esta intersección corresponde al punto del aire a la inyección.

Método gráfico para obtener las propiedades de la mezcla de aire exterior y aire recirculado (punto 4 de la Carta Psicrométrica) :

Una vez localizados en la Carta Psicrométrica los puntos exterior e interior, los unimos mediante una línea recta la cual representa al 100 % del caudal de aire tratado. Del caudal total de aire tratado el 90 % es aire recirculado por el sistema de aire acondicionado y el 10 % es aire nuevo del exterior, graficamente el punto de mezcla representa un 10 % del valor unitario de la recta, el cual se toma a partir del punto interior. En términos algebraicos se expresa de la manera siguiente :

$$\dot{m}_T = 90 \dot{m}_{AR} + 0.10 \dot{m}_{AE} \quad (II.10)$$

Donde :

\dot{m}_T : Caudal total de aire tratado.

\dot{m}_{AR} : Caudal de aire recirculado.

\dot{m}_{AE} : Caudal de aire exterior.

2.11 Cálculo del Factor de Calor Sensible.

El factor de calor sensible es la relación del calor sensible entre el calor total se expresa por :

$$F.C.S. = \frac{Q_{st}}{Q_p} \quad (II.11)$$

Sustituyendo valores

$$F.C.S. = \frac{121842.73}{123114.88}$$

$$F.C.S. = 0.9897$$

Tabla No. II.9 " Propiedades Psicrométricas del Aire".

Concepto	Exterior	Interior	Inyección	Mezcla
T_{ba} [°F]	96.8	77.0	59.8	79.0
T_{bh} [°F]	69.0	63.0	57.8	63.8
ϕ [%]	28.0	50.0	90.0	48.0
h [Btu/lb]	38.6	33.0	28.7	33.5
h [J/Kg]	89783.6	76758.0	66756.2	77921.0

Donde :

T_{bs} : Temperatura de bulbo seco.

T_{bh} : Temperatura de bulbo húmedo.

ϕ : Humedad relativa.

h : Entalpía.

2.12 Cálculo del Caudal Total de Aire Tratado.

El caudal total de aire tratado se calcula de la siguiente manera:

$$\dot{m}_T = \frac{Q_{st}}{h_{int} - h_{iny}} \quad (II.12)$$

Donde:

\dot{m}_T : Caudal total de aire tratado. [Kg/s]

Q_{st} : Calor sensible total. [W]

h_{int} : Entalpía del aire interior. [J/Kg]

h_{iny} : Entalpía del aire a la inyección. [J/Kg]

Sustituyendo valores :

$$\dot{m}_T = \frac{121842.85 \quad [\text{J/seg}]}{(76758.0 - 66756.2) [\text{J/Kg}]}$$

$$\dot{m}_T = 12.18 [\text{Kg/seg}]$$

2.13 Estimado de Carga Térmica Total.

Para el cálculo de la Carga Térmica Total necesitamos primeramente sustituir valores en la ecuación No. II.9.

$$Q_{AE} = (0.1) (12.18) (89783.6 - 76758.0)$$

$$Q_{AE} = 15865.18 [W]$$

La carga térmica total es la suma de la carga térmica parcial y la ganancia de calor debida al aire exterior.

$$Q_T = Q_P + Q_{AE} \quad (II.13)$$

Donde :

Q_T : Carga térmica total.

Q_P : Carga térmica parcial.

Q_{AE} : Carga térmica debida al aire exterior.

Sustituyendo valores tenemos :

$$Q_T = 123114.88 + 15865.18$$

$$Q_T = 138980.06 [W]$$

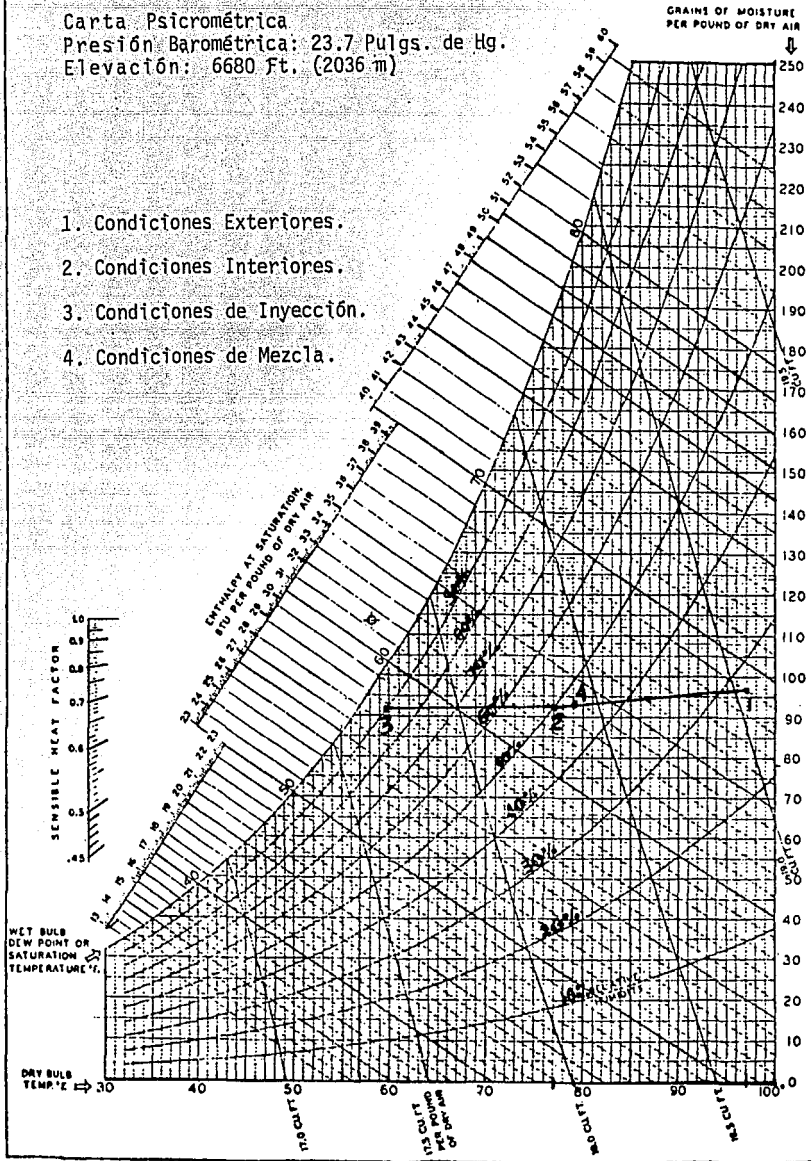
$$Q_T = \frac{138980.06}{3518}$$

$$Q_T = 39.5 \text{ Toneladas de Refrigeración.}$$

$$Q_T \cong 40.0 \text{ Toneladas de Refrigeración.}$$

Carta Psicrométrica
 Presión Barométrica: 23.7 Pulgs. de Hg.
 Elevación: 6680 Ft. (2036 m)

1. Condiciones Exteriores.
2. Condiciones Interiores.
3. Condiciones de Inyección.
4. Condiciones de Mezcla.



CAPITULO III

DISTRIBUCION DEL AIRE

Introducción.

La distribución del aire se lleva a cabo mediante un sistema de ductos. La función principal de este sistema consiste en transportar aire desde la Unidad Manejadora de Aire(UMA) hasta los locales a acondicionar. Para obtener una adecuada distribución de aire se deben tomar en cuenta factores tales como:

- Espacio disponible para ubicación de ductos.
- Nivel de ruido, el cual esta en función de la velocidad del aire.
- Pérdidas de presión por fricción debido al recorrido de ductos.
- Ganancias de calor en ductos.
- Costo inicial.

Por regla general al proyectar un sistema de ductos de baja velocidad se procura que el tendido de ductos sea simétrico y lo más sencillo posible. Los elementos terminales para inyectar o retornar aire, difusores y rejillas respectivamente, deberán situarse en puntos adecuados para proporcionar una correcta distribución del aire.

En este capítulo hablaremos de los métodos para el dimensionado de ductos, se calculará el aire requerido por local y una vez determinada la cantidad de aire, se seleccionan y

especifican los difusores de inyección y las rejillas de retorno, posteriormente se procede al dimensionado de ductos y por último se determinará la caída de presión total del sistema.

3.1 Métodos para el Dimensionado de Ductos.

Se conocen tres métodos para el cálculo de sistema de ductos de baja velocidad, los cuales mencionamos a continuación:

- a) Método de Reducción de velocidad.
- b) Método de Igual Fricción o pérdida de carga constante.
- c) Método de Recuperación estática.

Estos métodos tienen diferentes grados de precisión, economía y empleo.

Para los sistemas de Aire Acondicionado de baja velocidad se recomienda utilizar el método de igual fricción debido a que es el más sencillo y más adecuado para estos sistemas.

a) Método de Reducción de Velocidad.

Consiste en seleccionar la velocidad inicial para la descarga del ventilador y luego establecer arbitrariamente una reducción de velocidad del aire en las secciones de ductos siguientes.

Las velocidades asumidas estarán basadas en recomendaciones relacionadas con el nivel de ruido. En este método no hay manera segura de saber que es lo que está sucediendo con las relaciones de presión en cada ducto, por lo que no se recomienda el uso de este.

b) Método de Igual Fricción.

Consiste en mantener la misma pérdida de fricción por unidad de longitud a lo largo de todo el sistema. Este método se utiliza en ductos de inyección, retorno y extracción de aire, obteniéndose también ductos de tamaño más económico.

c) Método de Recuperación Estática.

Consiste en dimensionar el conducto de forma tal que el aumento de presión estática (ganancia debida a la reducción de velocidad) en cada ducto, compense las pérdidas por rozamiento en la siguiente sección del ducto. Este efecto de recuperación de presión estática no es tan significativo en sistemas de ductos de baja velocidad.

3.2 Cálculo de Aire por Local.

La cantidad de flujo de aire por local se calcula de la siguiente manera:

$$V_l = \frac{Q_{sl}}{Q_{st}} V_T \quad (III.1)$$

Donde:

V_l : Flujo de aire por local. [PCM]

Q_{sl} : Calor sensible por local. [W]

Q_{st} : Calor sensible total. [W]

V_T : Flujo volumétrico total. [m^3/s] (Ver punto 3.3).

Los valores de calor sensible por local y total se indican en la siguiente Tabla.

Tabla No. III.1 "Resumen de Carga Térmica por Local"

Local: Corredor

Conducción	Radiación	Alumbrado	Ocupantes	Equipo	Total [W]
Q_c	Q_r	Q_a	Q_s	Q_e	Q_{st}
2554.63	1532.40	925.00	224.44	-----	5236.47

Local: Oficina No 1

546.54	473.16	760.00	74.82	-----	1854.52
--------	--------	--------	-------	-------	---------

Local: Oficina de Supervisores

921.32	1274.37	1520.00	448.88	-----	4164.57
--------	---------	---------	--------	-------	---------

Tabla No. III.1 "Resumen de Carga Térmica por Local"

Local: Oficina No. 2

Conducción	Radiación	Alumbrado	Ocupantes	Equipo	Total [W]
Q_c	Q_r	Q_a	Q_s	Q_e	Q_{sl}
420.94	361.37	760.00	149.63	-----	1691.94

Local: Almacén

395.51	222.42	185.00	-----	-----	802.93
--------	--------	--------	-------	-------	--------

Local: Area para Mantenimiento

539.87	364.78	370.00	186.10	-----	1460.75
--------	--------	--------	--------	-------	---------

Local: Cuarto de Control Central

14128.00	16754.21	10445.00	299.30	41262.90	82890.09
----------	----------	----------	--------	----------	----------

Local: Cuarto de Computadoras

1792.47	1604.99	1140.00	149.63	1000.88	5687.97
---------	---------	---------	--------	---------	---------

Local: Sistema de Fuerza Ininterrumpible

1659.22	1712.94	740.00	-----	1712.94	8508.45
---------	---------	--------	-------	---------	---------

Tabla No. III.1 "Resumen de Carga Térmica por Local"

Local: Cuarto de Gabinetes

Conducción	Radiación	Alumbrado	Ocupantes	Equipo	Total [W]
Q_c	Q_r	Q_a	Q_s	Q_e	Q_{st}
2591.20	2796.25	1520.00	-----	2637.75	9545.20

					$Q_{st} = 121842.85$

Donde :

Q_{st} : Ganancias Térmicas de calor totales.

3.3 Cálculo del Flujo Volumétrico Total.

La cantidad de volumen de aire requerido se obtiene mediante la siguiente expresión :

$$V_T = 1.1 \dot{m}_T V_e \quad (III.2)$$

Donde:

V_T : Flujo volumétrico total. [m^3/s]

1.1 : Excedente de aire para asegurar la presión positiva.

\dot{m}_T : Caudal total de aire tratado. [Kg/s]

$\dot{m}_T = 12.18$ [Kg/s] (Dato obtenido en el Capítulo II punto 2.12).

V_e : Volumen específico del aire a condiciones estandar.

$V_e = 0.832$ [m^3/Kg]

Sustituyendo valores :

$$V_T = (1.1) (12.18) [\text{Kg/s}] (0.832) [\text{m}^3/\text{Kg}]$$

$$V_T = 11.15 [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$V_T = (11.15) [\text{m}^3/\text{s}] (60) [\text{s}/\text{min}] (35.31) [\text{Ft}^3/\text{m}^3]$$

$$V_T = 23622.39 [\text{Ft}^3/\text{min}]$$

$$V_T \approx 23620 [\text{Ft}^3/\text{min}]$$

Con los datos de la Tabla No. III.1 " Resumen de Carga Térmica por Local" , el valor del flujo volumétrico total y mediante la ecuación (III.1) obtenemos el estimado de aire por local.

Tabla No. III.2 " Estimado de Aire por Local "

Local : Corredor			
Q_{st}	Q_{st}	V_T	V_L
121842.85	5236.47	23620	1015.12
Local : Oficina No. 1			
121842.85	1854.52	23620	359.51
Local : Oficina de Supervisores			
121842.85	4164.57	23620	807.33
Local : Oficina No. 2			
121842.85	1691.94	23620	327.99

Tabla No. III.2 " Estimado de Aire por Local

Local : Almacen

Q_{sl}	Q_{sl}	V_T	V_L
121842.85	802.93	23620	155.65

Local : Area para Mantenimiento

121842.85	1460.75	23620	283.18
-----------	---------	-------	--------

Local : Cuarto de Control Central

121842.85	82890.09	23620	16068.76
-----------	----------	-------	----------

Local : Cuarto de Computadoras

121842.85	5687.97	23620	1102.65
-----------	---------	-------	---------

Local : Sistema de Fuerza Ininterrumpible

121842.85	8508.41	23620	1649.41
-----------	---------	-------	---------

Local : Cuarto de Gabinetes

121842.85	9545.20	23620	1850.40
-----------	---------	-------	---------

3.4 Diseño del Sistema de Ductos.

Para el diseño del sistema de ductos, se empleará el método de igual fricción, que como ya se dijo es el más adecuado para sistemas de ductos de baja velocidad.

La obtención de un diseño óptimo recomienda tomar en cuenta el siguiente procedimiento :

1. Colocar en el Cuarto de Máquinas el equipo para el sistema de aire acondicionado procurando obtener la mejor ubicación de la

inyección y retorno de aire, la cual estará en función de la distribución del aire en los locales a acondicionar.

2. El aire deberá conducirse en la forma más directa posible y a una velocidad determinada para obtener una menor vibración y por consecuencia un nivel de ruido bajo, una menor caída de presión, reducción en el consumo de energía y por último menor cantidad en el material utilizado para la construcción del sistema de ductos.

3. Ubicar los difusores de inyección en los locales de tal manera que proporcionen la distribución de aire más adecuada.

4. Suministrar el volumen de aire para cada local de acuerdo a su carga térmica correspondiente.

5. Determinar la cantidad, tamaño y tipo de difusor de inyección basandose en el volumen de aire a manejar y en el tiro o alcance deseado, esto depende de las dimensiones de cada local.

6. Determinar la cantidad, tamaño y tipo de rejilla de retorno de acuerdo al volumen de aire a retornar en cada local.

7. Proceder al dimensionado de los ductos. Para la selección del

diámetro de los ductos rectangulares se usarán las tablas del Manual Carrier.

8. Por último se calculan las pérdidas por fricción para el conducto principal considerando el ramal más alejado, codos, transmisiones, difusor de inyección o retorno.

3.5 Selección y Especificación de Difusores de Inyección de Aire.

El volumen de aire de cada difusor será proporcional al área que va a acondicionar por lo que en un mismo local puede haber uno o más difusores de inyección. La localización se efectúa de acuerdo con la distribución de los equipos, lámparas, plafones, cancelería, altura del plafón y el alcance o tiro del difusor de aire.

La selección de los difusores se realiza de la siguiente manera :

De acuerdo a la ubicación se determina el número de vías, con este dato, el caudal de aire y la velocidad del aire a la salida, la cual se recomienda sea de 400 [ft/min] y una caída de presión máxima de 0.1 pulgadas columna de agua, con los valores antes

mencionados seleccionar el tipo y tamaño del difusor de inyección de aire de las Tablas de Funcionamiento .³

La tabla que a continuación mostramos indica la capacidad y características de los difusores de inyección de aire utilizados.

Tabla No. III.3 " Resumen de Difusores de Inyección de Aire "

Capacidad [Ft ³ /min]	Tipo de Difusor	Dimensiones [pulg.]	Cantidad
245	2A	12x9	4
Local : Corredor			
Local : Oficina No. 1			
359	4A	12x12	1
Local : Oficina de Supervisores			
404	4A	12x12	2
Local : Oficina No. 2			
328	4A	12x12	1
Local : Almacén			
155	4B	12x6	1
Local : Area para Mantenimiento			
282	4B	12x9	1
Local : Cuarto de Control Central			
1004	4A	21x21	16

3. Ver apéndice A páginas 180-183.

Tabla No. III.3 " Resumen de Difusores de Inyección de Aire "

Local : Cuarto de Computadoras

Capacidad [Ft ³ /min]	Tipo de Difusor	Dimensiones [pulg.]	Cantidad
276	4A	12x12	4

Local : Sistema de Fuerza Ininterrumpible

413	4A	12x12	4
-----	----	-------	---

Local : Cuarto de Gabinetes

463	4A	15x15	4
-----	----	-------	---

Los difusores de inyección de aire se especificarán con compuerta manual para control de volumen de aire y deberán ser contruidos de aluminio extruido.

3.6 Selección y Especificación de Rejillas de Retorno de Aire.

El volumen de aire que manejará cada rejilla de retorno será igual a la parte proporcional y de acuerdo al total de aire a retornar por local. La ubicación de las rejillas de retorno deberá ser lo más alejada posible de los difusores, cercana a ventanas y tratando de obtener una distribución simétrica.

Las rejillas de retorno se seleccionan para trabajar a una velocidad de 400 [Ft/min] y una caída de presión máxima de 0.1

pulgadas columna de agua.

Para seleccionar las rejillas de retorno, de puerta y de toma de aire exterior necesitamos determinar el área central mediante la siguiente ecuación :

$$A = \frac{V}{v} \quad (\text{III.3})$$

Donde :

A : Area central [Ft²]

V : Flujo volumétrico [Ft³/min]

v : velocidad del aire (400 [Ft/min])

Tabla No. III.4 " Area Central de Rejillas "

Local : Cuarto de Máquinas

Flujo volumétrico [Ft ³ /min]	Velocidad [Ft/min]	Area central [Ft ²]
3775	400	9.44

Local : Lockers y Sanitarios Mujeres

587	400	1.47
-----	-----	------

Local : Lockers y Sanitarios Hombres

866	400	2.17
-----	-----	------

Local : Almacén

155	400	0.39
-----	-----	------

Local : Area para Mantenimiento

282	400	0.71
-----	-----	------

Tabla No. III.4 " Area Central de Rejillas " (Cont.)

Local : Oficina No. 1

Flujo volumétrico [Ft ³ /min]	Velocidad [Ft/min]	Area central [Ft ²]
359	400	0.90

Local : Oficina de Supervisores

404	400	1.01
-----	-----	------

Local : Oficina No. 2

328	400	0.82
-----	-----	------

Local : Area para Café

250	400	0.63
-----	-----	------

Local : Cuarto de Control Central

2562	400	6.41
------	-----	------

Local : Cuarto de Computadoras

993	400	2.48
-----	-----	------

Local : Sistema de Fuerza Ininterrumpible.

1486	400	3.72
------	-----	------

Local : Cuarto de Gabinetes de Interfases

1666	400	4.17
------	-----	------

Una vez determinado el valor del área de las rejillas seleccionar el tamaño mediante la Tabla " AREA CENTRAL DE REJILLAS ". (Ver Apéndice A página 184)

Tabla No. III.5 " Resumen de Rejillas "

Capacidad [Ft ³ /min]	Tipo de Rejilla	Dimensiones [pulg.]	Cantidad
Local : Cuarto de Máquinas			
3775	RR-45°	40x36	1
Local : Lockers y Sanitarios Mujeres			
587	RP-77°	20x12	1
Local : Lockers y Sanitarios Hombres			
866	RP-77°	24x14	1
Local : Almacén			
155	RP-77°	12x6	1
Local : Area para Mantenimiento			
282	RP-77°	16x8	1
Local : Oficina No. 1			
359	RP-77°	18x8	1
Local : Oficina de Supervisores			
404	RP-77°	18x10	2
Local : Oficina No. 2			
328	RR-45°	24x6	1
Local : Area para Café			
250	RP-77°	14x8	1

Tabla No. III.5 " Resumen de Rejillas " (Cont.)

Local : Cuarto de Control Central

Capacidad [Ft ³ /min]	Tipo de Rejilla	Dimensiones [pulg.]	Cantidad
2562	RR-45°	54x18	6

Local : Cuarto de computadoras

993	RR-45°	40x10	1
-----	--------	-------	---

Local : Sistema de Fuerza Ininterrumpible.

1486	RR-45°	60x10	1
------	--------	-------	---

Local : Cuarto de Gabinetes de Interfases

1666	RR-45°	54x12	1
------	--------	-------	---

Donde :

RR : Rejilla de retorno de aire.

RP : Rejilla de puerta.

3.7 Dimensionado de Ductos.

Para la distribución del aire acondicionado tanto en la inyección como en el retorno se usarán ductos de lámina galvanizada de diferentes calibres de acuerdo al lado mayor del ducto. Para el diseño de ductos se recomienda seguir las siguientes consideraciones:

1. El aire debe conducirse tan directo como sea posible.
2. Los ductos deben estar llenos de aire a la presión de diseño.
3. Deben evitarse cambios bruscos de dirección y velocidad.
4. No use ductos de baja presión menores a 36 pulgadas cuadradas de sección transversal.
5. En todos los ramales procure usar compuertas.
6. Las secciones de transmisión deben ser tan graduales como lo permita la práctica.
7. Las construcciones dentro de los ductos deben ser aerodinámicas.
8. Todas las juntas de metal deben hacerse en el sentido del flujo de aire.
9. Entre los ventiladores y los ductos usense conexiones flexibles.
10. Cuando sea necesario evitar pérdidas de temperatura o evitar condensación aplíquese el aislamiento adecuado.
11. Procure que la instalación esté de acuerdo con los reglamentos locales.

Para determinar las dimensiones de los ductos seguiremos el siguiente procedimiento :

Mediante el Gráfico 7 página. 2-38 del Manual Carrier⁴ con el caudal de aire requerido y una pérdida por rozamiento de 0.03 mm columna de agua por metro de longitud equivalente (0.1 pulgadas columna de agua por cada 100 pies de longitud equivalente) se

4. Ver apendice A pagina 185.

obtiene el diámetro equivalente para un conducto redondo. Con este dato se entra a la tabla 6 página 2-39 a 2-42 del Manual Carrier⁵ obteniendo así las dimensiones para un conducto rectangular, buscando una proporción de 2-1 en ancho y peralte, pudiendo variarla sin pasar de 4-1; respetando las velocidades recomendadas de la Tabla 7 página 2-43 del Manual Carrier.⁶ Para efectos de cuantificar la cantidad de lámina a utilizar de la tabla No.III.9⁷ se obtiene el calibre y con la tabla No.III.10⁸ se obtienen los kilogramos de la misma.

Los resultados se observan en la tabla siguiente :

Tabla No. III.6 " Dimensiones de los Ductos de Inyección "

Ramal	Capacidad		Dimensiones [cm]	Calibre
	[Ft ³ /min]	(m ³ /s)		
A-B	23620	(11.15)	190x90	20
B-1	1271	(0.60)	64x23	24
1-2	1017	(0.48)	50x23	24
2-3	254	(0.12)	36x12	24
2-4	763	(0.36)	50x20	24
4-5	359	(0.17)	36x15	24

5. Ver apéndice A pagina 186-189. 6. Ver apéndice A pagina 189.

7. Ver apéndice A pagina 190. 8. Ver apéndice A pagina 191.

Tabla No. III.6 " Dimensiones de los Ductos de Inyección "

Ramal	Capacidad		Dimensiones	Calibre
	[Ft ³ /min]	(m ³ /s)	[cm]	
4-6	404	(0.19)	36x18	24
B-7	1677	(0.79)	70x25	24
7-8	731	(0.34)	51x18	24
8-9	404	(0.19)	36x18	24
8-10	328	(0.15)	36x14	24
7-11	946	(0.45)	56x20	24
11-12	692	(0.33)	48x18	24
12-13	254	(0.12)	36x12	24
12-14	438	(0.21)	33x18	24
14-15	155	(0.07)	20x14	26
14-16	283	(0.13)	30x16	26
B-C	20672	(9.75)	145x85	20
C-17	2008	(0.95)	64x30	24
17-18	1004	(0.47)	58x20	24
C-19	2008	(0.95)	64x30	24
19-20	1004	(0.47)	58x20	24
C-D	16656	(7.86)	127x71	22
D-21	2008	(0.95)	64x30	24
21-22	1004	(0.47)	58x20	24
D-23	2008	(0.95)	64x30	24

Tabla No. III.6 " Dimensiones de los Ductos de Inyección "

Ramal	Capacidad		Dimensiones	Calibre
	[Ft ³ /min]	(m ³ /s)	[cm]	
23-24	1004	(0.47)	58x20	24
D-E	12640	(5.96)	102x71	22
E-25	2008	(0.95)	64x30	24
25-26	1004	(0.47)	58x20	24
E-27	2008	(0.95)	64x30	24
27-28	1004	(0.47)	58x20	24
E-F	8624	(4.07)	102x56	22
F-31	3112	(1.47)	76x36	24
31-32	2108	(0.99)	64x32	24
32-33	1104	(0.52)	52x26	24
33-34	276	(0.13)	36x12	24
33-35	276	(0.13)	36x12	24
33-36	552	(0.26)	36x20	24
36-37	276	(0.13)	36x12	24
36-38	276	(0.13)	36x12	24
F-29	2008	(0.95)	64x30	24
29-30	1004	(0.47)	58x20	24
F-G	3504	(1.65)	78x36	22
G-39	413	(0.19)	36x15	24
G-40	413	(0.19)	36x15	24

Tabla No. III.6 " Dimensiones de los Ductos de Inyección "

Ramal	Capacidad		Dimensiones [cm]	Calibre
	[Ft ³ /min]	(m ³ /s)		
G-H	2678	(1.26)	63x36	24
H-41	826	(0.39)	36x28	24
41-42	413	(0.19)	36x15	24
41-43	413	(0.19)	36x15	24
H-I	1852	(0.87)	63x28	24
I-44	463	(0.22)	43x15	24
I-45	463	(0.22)	43x15	24
I-J	926	(0.44)	44x22	24
J-46	463	(0.22)	43x15	24
J-47	463	(0.22)	43x15	24
48-49	1600	(0.76)	43x33	24
49-50	2593	(1.22)	58x36	24
50-51	5155	(2.43)	96x40	22
51-52	7748	(3.66)	102x51	22
52-53	10310	(4.87)	106x56	22
54-55	1796	(0.85)	48x33	24
55-56	4358	(2.06)	81x38	22
56-57	6920	(3.27)	102x46	22
57-58	9482	(4.47)	102x56	22
58-59	328	(0.15)	36x14	24

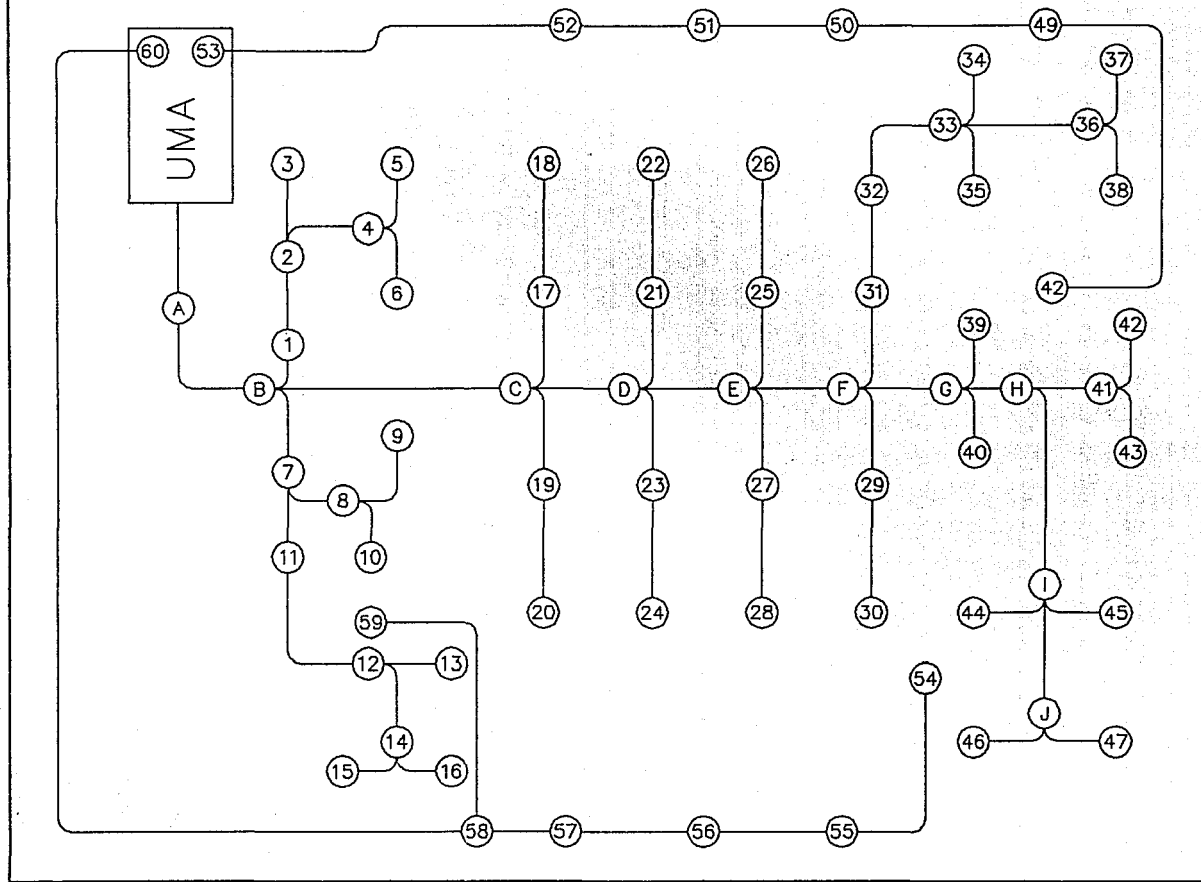
Tabla No. III.6 " Dimensiones de los Ductos de Inyección "

Ramal	Capacidad		Dimensiones [cm]	Calibre
	[Ft ³ /min]	(m ³ /s)		
58-60	9810	(4.63)	104x56	22

En el Dibujo No. III.1 se muestra el diagrama unifilar del recorrido de ductos de inyección y retorno, así como la localización de cada uno de los ramales.

En el Apéndice B se puede observar el Plano No. 3 "DISTRIBUCION DE DUCTOS", donde mostramos el diseño terminado.

Dibujo No. III.1 " Diagrama Unifilar de Ductos de Inyección y Retorno "



3.8 Cálculo de Pérdidas por Fricción.

Para determinar la caída de presión total del sistema de distribución de aire se consideran para la inyección y el retorno solo el ducto principal y el ramal con mayor resistencia, incluyendo codos y transmisiones; mediante las tablas 10, y 12 páginas 2-46 a 2-50 del Manual Carrier se obtienen las pérdidas por fricción para codos y transmisiones. Además debe tomarse en cuenta la resistencia en la caja de mezcla, filtros, serpentines, difusor de inyección, rejilla de retorno y rejilla de toma de aire exterior, la caída de presión de estos elementos se obtienen del catálogo de cada fabricante.

Tabla No.III.7 " Pérdidas por Fricción en Ductos y Transmisiones"

Elemento	Sección y/o Ubicación.	Longitud Equivalente [m]
Ducto	A-B	1.90
Ducto	B-C	8.40
Ducto	C-D	4.30
Ducto	D-E	4.20
Ducto	E-F	4.15
Ducto	F-G	3.20
Ducto	G-H	0.30

Tabla No.III.7 " Pérdidas por Fricción en Ductos y Transmisiones"

Elemento	Sección y/o Ubicación.	Longitud Equivalente [m]
Ducto	H-I	4.50
Ducto	I-J	3.90
Ducto	J-46	1.60
Ducto	54-55	7.10
Ducto	55-56	7.20
Ducto	56-57	7.20
Ducto	57-58	6.30
Ducto	58-60	28.80
Contracción	UMA	4.15
Expansión	UMA	-3.20
Codo	UMA	6.51
Expansión	FA	-3.20
Contracción	FA	4.15
Codo	A-B	6.90
Contracción	B-C	4.15
Contracción	C-D	4.15
Contracción	D-E	4.15
Contracción	E-F	4.15
Contracción	F-G	4.15
Contracción	G-H	4.15

Tabla No.III.7 " Pérdidas por Fricción en Ductos y Transmisiones"

Elemento	Sección y/o Ubicación.	Longitud Equivalente [m]
Codo	H-I	2.33
Contracción	J-I	4.15
Codo	J-46	1.47
Codo	54-55	2.05
Expansión	55-56	-3.20
Expansión	56-57	-3.20
Expansión	57-58	-3.20
Expansión	58-60	-3.20

$$L_e = 130.46 \text{ [m]}$$

Donde :

L_e : Longitud equivalente total.

Las pérdidas por fricción se calculan de la siguiente manera:

$$P_D = P_f \times L_e \quad (\text{ III.4 })$$

Donde:

P_D : Pérdidas por fricción en ductos y transmisiones. [mm H₂O]

P_f : Pérdidas por rozamiento en ductos . [mm H₂O/m]

L_e : Longitud equivalente.[m]

Sustituyendo valores tenemos :

$$P_D = (0.03) (130.46)$$

$$P_D = 3.91 \text{ [mm H}_2\text{O]}$$

Tabla No. III.8 " Pérdidas Totales por Fricción "

Elemento	Sección y/o Ubicación.	Pérdidas por fricción. [mm H ₂ O]
Rejilla de Retorno	RTAE	0.38
Caja de Mezcla	UMA	1.02
Serpentines	UMA	6.35
Difusor de Inyección	Cto. Gabinetes	0.94
Rejilla de Retorno	Cto. Gabinetes	0.20
Filtro Metálico	UMA	1.27
Filtro Fibra de Vidrio	UMA	1.27
Filtro Adsorción Gases	UMA	9.90
Filtro Absoluto	UMA	40.64
Filtro Metálico	RTAE	1.27
Filtro Fibra de Vidrio	RTAE	1.27
Filtro Adsorción Gases	RTAE	50.80
Ductos y Transmisiones	----	3.91

$$\Sigma P_T = 164.95 \text{ mm H}_2\text{O}$$

Donde :

ΣP_T : Pérdidas por Fricción Totales [mm H₂O]

CAPITULO IV

SELECCION Y ESPECIFICACION DE EQUIPO

Introducción.

Antes de proceder a la selección del equipo daremos una breve explicación de los criterios que utilizamos para la selección del sistema de enfriamiento del aire. Después calcularemos la capacidad y procederemos a la selección de los equipos, los cuales listamos a continuación:

- 1) Unidad Manejadora de Aire. (UMA)
- 2) Serpentin de Expansión Directa. (SED)
- 3) Unidad Condensadora. (UC)
- 4) Sistema de Filtración, el cual contiene:
 - a) Filtros Metálicos. (FM)
 - b) Filtros de Fibra de Vidrio. (FFV)
 - c) Filtros de Adsorción de Gases. (FP)
 - d) Filtros Absolutos. (FA)

Por último se hará una distribución del equipo en Cuarto de Máquinas para efectos de mantenimiento. El resumen de las condiciones de operación y las características de los equipos se observan en el Plano No. 4 "CUADRO DE EQUIPOS". (Ver plano en Apéndice B).

4.1 Criterios para la Selección del Sistema de Enfriamiento de Aire.

De acuerdo a los resultados de los capítulos anteriores se hacen las siguientes consideraciones:

1) Carga térmica requerida.

Del Capítulo II, obtuvimos que la capacidad requerida es de 40 toneladas de refrigeración. Para esta capacidad el sistema de expansión directa es el más utilizado ya que requiere menor equipo para su funcionamiento.

2) Grado de diversidad de los locales a acondicionar.

Debido a que ninguno de los locales requiere aire a diferentes condiciones el control de temperatura y humedad sera común y por lo tanto se utilizará el mismo equipo para acondicionarlos.

3) Caída de presión alta.

Por las dimensiones de los locales a acondicionar el recorrido de ductos sera extenso; además debido a la calidad del aire requerida se necesita un sistema de filtración eficiente, ambos factores provocan una alta caída de presión, por lo tanto para obtener el servicio de Acondicionamiento de Aire se utilizará un Sistema del tipo Dividido; ya que el equipo para inyectar el aire (UMA) utilizado en este tipo de sistemas cuenta

con ventiladores capaces de vencer la caída de presión del sistema.

4) Disponibilidad de agua de enfriamiento.

Al utilizar un Sistema Dividido y debido a que en la Refinería se cuenta con agua de enfriamiento suficiente, hemos seleccionado una Unidad Condensadora enfriada por agua.

5) Tipo de refrigerante.

Debido a las restricciones ecológicas y por sus características de enfriamiento utilizaremos el refrigerante Freón 22 o R-22.

6) Energía disponible.

Se cuenta con la energía eléctrica necesaria por lo que el compresor de la Unidad Condensadora y el ventilador de la Unidad Manejadora de Aire serán accionados mediante motores eléctricos.

4.2 Unidad Manejadora de Aire. (UMA)

Es el equipo que se encarga de proporcionar aire a las condiciones requeridas. Este equipo esta compuesto por:

- 1) Una caja de mezcla.
- 2) Sección de Filtros: FM, FFV y FP.
- 3) Serpentes de Expansión Directa.
- 4) Ventilador y motor eléctrico.

a) Datos requeridos.

La capacidad de la UMA se establece por los pies cúbicos por minuto que va a manejar, los cuales se obtienen del punto 3.3 del Capítulo anterior. Esto es:

$$V_T = 23620.0 \text{ [Ft}^3\text{/min]}$$

b) Selección de la UMA.

Del catálogo de fabricante YORK para unidades manejadoras de aire (Ver Apéndice A páginas 192 y 193), seleccionamos:

Unidad Manejadora de Aire.

Tipo: Horizontal.

Modelo: 535

Tipo de Ventilador: Air Foil.

Número de Ventiladores: 2

Diámetro del ventilador : 24.5 pulg.

Potencia: 30 bhp.

Velocidad: 1550 rpm.

Motor eléctrico: 40 HP, 1800 RPM, 440 V, 3 F, 60 Hz.

Dimensiones del serpentín: 53.5 pulg. ancho y 144 pulg. largo.

Número de tubos del serpentín : 30

Número de aletas por pulgada del serpentín : 8

Area de paso del serpentín: 53.5 Ft².

4.3 Serpentin de Expansi3n Directa.

Al pasar el aire a trav3s del serpent3n se lleva a cabo el intercambio t3rmico de calor del aire hacia el refrigerante. El serpent3n de expansi3n directa esta localizado en la unidad manejadora de aire. Por requerimientos de operaci3n del sistema, se contar3 con dos serpentines de expansi3n, uno de los cuales estar3 de relevo.

a) Datos requeridos.

1) Carga t3rmica total por 3rea de paso.

$$Q_{\text{ser}} = \frac{Q_T}{A} \quad (\text{IV.1})$$

Donde :

Q_{ser} : Carga t3rmica total por 3rea de paso del serpent3n.

Q_T : Carga t3rmica total. [BTU/H]

A : Area de paso del serpent3n. [Ft^2]

$Q_T = 40 \text{ T.R.}$

$1 \text{ T.R.} = 12000 \text{ [BTU/H]}$

$Q_T = 40 \times 12000 = 480\,000 \text{ [BTU/H]}$

Sustituyendo :

$$Q_{\text{ser}} = \frac{480000}{53.5} = 8972.0 \frac{[\text{BTU/H}]}{[\text{Ft}^2]}$$

2) Velocidad del Aire.

$$V_s = \frac{V}{A} \quad (IV.2)$$

Donde :

V_s : Velocidad del Aire en el Serpentin.

V : Flujo Volumétrico. [Ft^3/min]

A : Area de paso del Serpentin. [Ft^2]

Sustituyendo valores tenemos :

$$V_s = \frac{23620.0}{53.5} = 441.5 \text{ [Ft/min.]}$$

3) Tipo y Condiciones del Refrigerante.

Temperatura de Evaporación del Refrigerante:

$$T_E = T_{iny} - 10 \quad (IV.3)$$

Donde :

T_E : Temperatura de evaporación del refrigerante. [$^{\circ}\text{F}$]

T_{iny} : Temperatura de inyección del aire. [$^{\circ}\text{F}$]

Sustituyendo :

$$T_E = 59.8 - 10 = 49.8 \text{ [}^{\circ}\text{F} \text{] } (9.89^{\circ}\text{C})$$

Temperatura de Condensación del Refrigerante:

$$T_C = T_{vs} + 10 \quad (IV.4)$$

Donde :

T_C : Temperatura de condensación del refrigerante. [°F]

T_{vs} : Temperatura del agua de enfriamiento a la salida del condensador. [°F]

Sustituyendo :

$$T_C = 99.7 + 10 = 109.7 \text{ [} ^\circ\text{F] (} 43.2 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

4) Condiciones del aire a través del serpentín.

De la Tabla No. II.9 del capítulo II se obtiene la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo del aire a la entrada del serpentín las cuales corresponden a las temperaturas de la mezcla.

$$T_{bsm} = 79.0 \text{ [} ^\circ\text{F] (} 26.1 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

$$T_{bhm} = 63.8 \text{ [} ^\circ\text{F] (} 17.8 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

Donde :

T_{bsm} : Temperatura de bulbo seco de la mezcla.

T_{bhm} : Temperatura de Bulbo húmedo de la mezcla.

Las temperaturas del aire a la salida del serpentín corresponden a las temperaturas de inyección al local.

$$T_{bsi} = 59.8 [^{\circ}\text{F}] (15.4 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

$$T_{bhi} = 57.8 [^{\circ}\text{F}] (14.3 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

Donde :

T_{bsi} : Temperatura de bulbo seco a la inyección.

T_{bhi} : Temperatura de bulbo húmedo a la inyección.

b) Selección del Serpentín de Expansión Directa.

Del catálogo del fabricante York para serpentines de expansión directa modelo Swirlflin⁹, obtenemos la siguiente información :

Tipo: Serie MC.

No. de hileras: 4

$$\text{BTUH}/\text{Ft}^2 = 11430$$

$$T_{bsm} = 80.0 [^{\circ}\text{F}] (26.7 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

$$T_{bhm} = 64.0 [^{\circ}\text{F}] (17.8 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

$$T_{bsi} = 59.0 [^{\circ}\text{F}] (15.0 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

$$T_{bhi} = 56.4 [^{\circ}\text{F}] (13.6 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

⁹. Ver apéndice A página 194.

4.4 Unidad Condensadora. (UC)

Es el equipo encargado de la compresión y condensación del refrigerante. Este equipo está integrado por:

- Compresor recíprocante .
- Condensador. (Intercambiador de calor de tubos y coraza).

a) Datos requeridos.

1) Carga térmica.

Q= 40.0 Toneladas de Refrigeración.

2) Tipo de Refrigerante.

Freón 22 o R-22.

3) Temperatura de Saturación en la succión.

$$T_E = 49.8 [^{\circ}\text{F}] \quad (9.9 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

4) Temperatura del agua a la salida del condensador.

$$T_{VS} = 99.6 [^{\circ}\text{F}] \quad (37.6 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

5) Factor de Incrustación.

El factor de incrustación del agua en el condensador es:

$$f = 0.003 \left[\frac{\text{Hr Ft}^2 \text{ } ^{\circ}\text{F}}{\text{BTU}} \right]$$

6) Temperatura de agua de enfriamiento.

De Bases de Diseño la temperatura del agua de enfriamiento proveniente de la torre es:

$$T_{ve} = 32 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (} 89.6 \text{ }^{\circ}\text{F)}$$

7) Energía eléctrica disponible.

De bases de diseño tenemos lo siguiente:

Voltaje : 440 Volts.

Fases : 3

Frecuencia: 60 Hz.

b) Selección.

Del catálogo del fabricante YORK para unidades condensadoras enfriadas por agua ¹⁰se obtiene :

Modelo: CU-40

Capacidad: 53.0 Ton. de Ref. Nominal.

Capacidad condensador: 65.35 Ton. de Ref.

Energía absorbida por el compresor: 43.44 Kw.

Caída de presión en el condensador: 0.54 Kg/cm²

Potencia del motor: 50 HP

10. Ver apéndice A página 105.

4.5 Sistemas de Filtración.

Los Filtros para instalaciones de Aire Acondicionado son dispositivos para atrapar partículas que se encuentran en el aire. Puesto que el Edificio de Control Centralizado esta localizado dentro de la Refinería es de vital importancia contar con un sistema de filtración adecuado para obtener la calidad de aire necesaria para este tipo de locales por lo cual se seleccionarán Filtros Metálicos (FM), Filtros de Adsorción de Gases (FP), Filtros Fibra de Vidrio (FFV) y Filtros Absolutos de Alta Eficiencia (FA). Estos filtros deben cumplir con especificaciones de calidad y eficiencia de retención; además deberán tener un programa de mantenimiento definido para que cumplan su objetivo.

Filtros Metálicos. (FM)

a) Aplicación.

Estos Filtros son utilizados para filtración general y como prefiltros de los filtros de fibra de vidrio y de los filtros de adsorción de gases . Los filtros metálicos se ubicarán dentro de la UMA.

b) Descripción.

El FM está constituido por un marco metálico de lámina galvanizada el cual contiene el medio filtrante. El medio filtrante es una malla metálica.

c) Selección.

Tomando en consideración la UMA seleccionada, la cantidad y dimensiones de los filtros recomendados por el fabricante son:

Cantidad: 24 Dimensiones: 16x25x2 Pulg.

Del catálogo del fabricante CLIMATRON para filtros metálicos tenemos:

Modelo	Cantidad	Dimensiones [Pulg]	Capacidad [PCM]	Caída de Presión [Pulg. H ₂ O]
CLIMALAV-6	24	16x25x2	1100	0.5

Filtros de Fibra de Vidrio. (FFV)

a) Aplicación.

Los Filtros de Fibra de Vidrio se utilizan conjuntamente con los filtros metálicos como prefiltros de los filtros de adsorción de gases y de los filtros absolutos. Estos filtros tienen mayor capacidad de retención de partículas que los filtros metálicos.

b) Descripción.

Estos filtros están constituidos por un soporte interno de alambre y un marco metálico que en conjunto le dan estructura al medio filtrante el cual esta constituido por fibras de vidrio entrelazadas y aglutinadas. El medio filtrante esta impregnado por un material especial inflamable e inodoro que asegura aún más la retención de las partículas.

c) Selección.

La cantidad y dimensiones de los FFV son iguales a los FM.

Del catálogo del fabricante CLIMATRON para filtros desechables con media filtrante de fibra de vidrio , seleccionamos:

Modelo	Cantidad	Dimensiones [Pulg]	Capacidad [PCM]	Caída de Presión [Pulg. H ₂ O]
CLIMAPRE	24	16x25x2	1380	0.5

Filtros de Adsorción de Gases. (FP)

a) Aplicación.

Los filtros de adsorción de gases sirven para instalaciones de Aire Acondicionado que se encuentran en áreas contaminadas, tal es el caso de instalaciones ubicadas en refinerías y plantas petroquímicas. Estos Filtros son capaces de adherir gases tales como ácido sulfhídrico [H₂S] y dióxido de

azufre [SO₂] entre otros.

b) Descripción.

Estos filtros están constituidos por paneles que forman un modulo. El panel consiste de dos hojas de metal perforadas, puestas en forma de "V" o "W" las cuales tendrán unas cubiertas removibles. El espacio entre las hojas perforadas está llenado por un medio químico adsorbente.

c) Selección.

Del catálogo de fabricante PURAFIL Inc. para filtros de adsorción de gases, tenemos:

Modelo	Cantidad	Dimensiones	Capacidad	Caída de presión
		[Pulg]	[PCM]	[Pulg. H ₂ O]
PC-22C	12	24x24x18	2000	0.39

Filtros Absolutos. (FA).

a) Aplicación.

Los filtros absolutos estan especialmente diseñados para atrapar con alta eficiencia materia biológica y polvos radioactivos o tóxicos. Generalmente estos filtros se instalan inmediatamente después de la descarga de la Unidad Manejadora de aire (UMA). Al ser elementos estáticos no requieren de atención

especial para su mantenimiento.

b) Descripción.

Los filtros absolutos están constituidos por un marco que puede ser de diferentes materiales, tales como aluminio, acero inoxidable, lámina galvanizada o madera aglutinada; siendo este último material el más recomendable por su costo y confiabilidad, en el marco se encuentran separadores de aluminio que permiten distribuir el aire a través del medio filtrante. El medio filtrante está constituido por un entretejido de fibra de vidrio fino y reforzado con un aglutinante que le da resistencia a la ruptura; otra parte importante del filtro es el empaque sellador el cual evita el paso del aire sin filtrar entre filtros y la armazón del filtro.

c) Selección.

Del catálogo del fabricante VECO para filtros Vecoflow "A" tenemos:

Modelo	Cantidad	Dimensiones [Pulg.]	Capacidad [PCM]	Caída de presión [Pulg. H ₂ O]
6A	10	24x30x11 ¹ / ₂	2500	1.6

Filtros para Rejilla de Toma de Aire Exterior.

Debido a que se requiere de un 10% de aire exterior, este aire también debe ser tratado por un sistema de filtración, el cual estará formado por filtros metálicos, filtros de fibra de vidrio y filtros de adsorción de gases, mostrados a continuación:

a) Filtros metálicos.

Del catálogo del fabricante CLIMATRON para filtros metálicos, tenemos:

Modelo	Cantidad	Dimensiones [Pulg.]	Capacidad [PCM]	Caída de presión [Pulg. H ₂ O]
CLIMALAV-8	2	20x22x2	1300	0.5

b) Filtros de Fibra de Vidrio.

Del catálogo de fabricante CLIMATRON para filtros desechables con media filtrante de fibra de vidrio, seleccionamos:

Modelo	Cantidad	Dimensiones	Capacidad	Caída de presión
CLIMAPRE	2	20x22x2	1380	0.5

c) Filtros de Adsorción de Gases.

Del catálogo del fabricante Purafil Inc., tenemos:

Modelo	Catálogo	Dimensiones	Capacidad	Caída de presión
PM-12D	4	24x11 ¹ / ₂ x12	720	1.0

4.6 Ventiladores extractores de Aire.

Para aquellos lugares donde no se requiere aire acondicionado pero si un número determinado de cambios por hora de aire, se utilizan las ventiladores extractores de aire. Tal es el caso de los Sanitarios, Lockers, Area para café y Cuarto de aseo.

Para la selección de ventiladores extractores de aire se requiere conocer la cantidad de aire a manejar por local, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{PCM} = \frac{V N}{60} \quad (\text{IV.5})$$

Donde :

PCM : Pies cúbicos por minuto [Ft³/min]

V : Volumen del local [Ft³]

N : Número de cambios por hora (Pág. 71 Manual de Procedimientos de Ingeniería de Diseño de PEMEX)¹¹.

11. Ver apéndice A paginas 196 y 197.

Tabla No. IV.1 " Cálculo del Flujo de Aire por Local "

Dimensiones [F]	Volumen [Ft ³]	No. de cambios por hora	Flujo de aire [Ft ³ /min]
Local : Lockers Mujeres.			
7.05x13.28x10.50	983.05	10	163.84
Local : Sanitarios mujeres.			
8.69x18.20x10.50	1660.66	15	415.17
Local : Lockers Hombres.			
11.48x18.20x10.50	2193.83	10	365.64
Local : Sanitarios Hombres.			
10.33x18.20x10.50	1974.06	15	493.52
Local : Area para Café.			
9.18x14.68x10.50	1415.01	10	235.84

Del catálogo del fabricante ARMEE-CHICAGO¹²
 seleccionamos los siguientes ventiladores extractores de aire.

Tabla No. IV.2 " Selección de Ventiladores Extractores "

Modelo Ventilador	Capacidad [Ft ³ /min]	ΔP Pulg.H ₂ O	Motor [HP]	Velocidad [rpm]
----------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-----------------	----------------------

Locales : Lockers y Sanitarios Mujeres.

AF- 8-C	587	0.125	1/40	3000
---------	-----	-------	------	------

Locales : Lockers y Sanitarios Hombres.

AF-12-B	866	0.125	1/15	1700
---------	-----	-------	------	------

Locales : Area para Café.

AF- 8-B	250	0.125	1/30	1725
---------	-----	-------	------	------

Donde :

ΔP : Caída de presión vencida por el ventilador.

12. Ver apéndice A página 198.

CAPITULO V

PROYECTO DE TUBERIAS

Introducción.

En este capítulo determinaremos las características y las dimensiones de las Tuberías que utilizaremos en el Sistema de Aire Acondicionado. Estas características comprenden los distintos tipos de materiales usados, las limitaciones de servicio, dilataciones, vibraciones, conexiones, codos, válvulas y pérdidas de presión; todo lo anterior tiene una importancia primordial ya que influye en la duración de la Tubería, costos de mantenimiento y en el costo inicial.

Cuando el costo no es de primera importancia, debe recordarse que lo más grande no es siempre lo mejor. Una línea sobredimensionada podría presentar falta de lubricación, caída inapropiada o control deficiente del fluido. Las líneas subdimensionadas cuestan más debido al aumento en la caída de presión, aumentando la potencia, y por lo tanto aumentan también los costos de operación.

El procedimiento que seguiremos para determinar los diámetros y tipo de Tubería es el propuesto en el Manual Carrier.

5.1 Generalidades del Proyecto.

Los Sistemas de Aire Acondicionado emplean tuberías para

el transporte de los siguientes fluidos: agua de enfriamiento a condensadores, refrigerante en estado líquido y refrigerante en estado gaseoso. Las tuberías pueden ser de los materiales siguientes:

- 1.- Acero-Negro y Galvanizado.
- 2.- Hierro Forjado-Negro y Galvanizado.
- 3.- Cobre Blando y Duro.

La Tabla No. 1 de la página 3-4 del Manual Carrier¹³, nos indica los materiales recomendados para la tubería y accesorios según las aplicaciones.

Las tuberías sometidas a cambios de temperatura se dilatan o contraen, para absorber estos esfuerzos se emplean normalmente tres métodos: bucles de expansión y codos de dilatación, juntas de expansión y tubos flexibles metálicos o de caucho. Algunas ocasiones se puede omitir el uso de estos métodos si se saben aprovechar correctamente los cambios de dirección que normalmente son necesarios en el recorrido de la tubería.

Todas las tuberías deben estar sustentadas por soportes colgantes que resistan el peso combinado de la tubería, accesorios, válvulas, el fluido contenido en los tubos y el aislamiento. Los soportes deben tener una superficie de contacto

13. Ver apéndice A página 199.

lisa y plana, sin rebabas ni otras protuberancias, que pudieran gastar o cortar el tubo.

Dentro del diseño también deben considerarse las vibraciones en el sistema de tubería, ya que los efectos desfavorables pueden ser los siguientes:

a) Fatiga del material lo que puede ocasionar la ruptura de las juntas. En el caso de la tubería de refrigerante da lugar a pérdida de refrigerante.

b) Transmisión de ruido por la misma tubería o a través de la estructura del edificio y los lugares en que la tubería entre en contacto directo con dicha estructura.

Como estas vibraciones generalmente son debidas a un componente móvil de la tubería se debe proveer que la máquina tenga sus respectivos sistemas de amortiguación, así como proveer a la tubería de accesorios antivibratorios y una correcta soportación.

Cuando un fluido se mueve por una tubería, existe una pérdida en la presión debido a la fricción entre el fluido y las paredes de la tubería. Esta pérdida de presión es inevitable pero su efecto puede ser minimizado si es que se dimensiona adecuadamente la tubería.

Los accesorios son causa de pérdida de carga o caídas de presión importantes en un sistema de tubería por lo tanto deben considerarse en el cálculo de la tubería.

Para la regulación de los fluidos debe de proveerse a la tubería de las válvulas necesarias para obtener un correcto funcionamiento del sistema. El tipo de válvulas a usar se indicará al tratar los accesorios de los diferentes fluidos utilizados en el sistema de tuberías.

5.2 Sistemas de Tubería de Agua.

Existen dos tipos de sistemas de tubería: de agua que circula una sola vez y de agua recirculada; ambos tipos se dividen además en sistemas abiertos y cerrados. El sistema abierto es aquel donde el agua circula por el interior de un depósito en contacto con la atmósfera, como ocurre en las torres de enfriamiento. El sistema cerrado es aquel donde el agua no esta expuesta en ningún punto a la atmósfera.

La instalación de agua recirculada se clasifica además de acuerdo al sistema empleado para el retorno de agua, el cual puede ser: tubería de retorno inverso, colector de retorno inverso, con tramos verticales de retorno directo y tubería de retorno directo.

Para nuestro caso utilizaremos un sistema de agua recirculada del tipo abierto y la instalación de la tubería será del tipo retorno directo.

5.3 Proyecto de la Tubería de Agua de Enfriamiento.

Una vez localizados los equipos en el cuarto de máquinas y habiendo identificado las conexiones de entrada y salida de los mismos, se procede a diseñar el recorrido de la tubería, para el suministro y retorno del agua de enfriamiento, el cual deberá ser lo más sencillo posible para minimizar la pérdida de presión y/o el costo de la tubería.

La pérdida de presión depende de los siguientes factores:

- Velocidad del agua.
- Diámetro del tubo.
- Rugosidad de la superficie interior.
- Longitud del tubo.

Debe considerarse también la pérdida de presión a través de válvulas, acoplamientos y demás accesorios que integran el sistema de tubería.

De la Tabla No. 1 de la Página 3-4 del Manual Carrier¹⁴ se determina que el material de la tubería de agua de enfriamiento es el hierro forjado.

De manera general el diseño de la tubería estará limitado por la velocidad y las pérdidas por fricción como se indica a continuación :

14. Ver apéndice A página 199.

1.- La velocidad máxima permisible del sistema, esta restringida por :

a) Los ruidos generados por el flujo de agua a través de la tubería.

b) Erosión de la tubería por el flujo del agua, arrastre de arenas, aire u otras partículas extrañas.

2.- Pérdidas por fricción:

a) Los sistemas del tipo de recirculación-abierto son diseñados para suministrar un balance razonable entre el incremento de potencia, debido a las altas pérdidas por fricción, y el incremento del costo inicial de la tubería, debido a líneas de mayor diámetro.

En los planos No.5 y No.6 (Ver planos en Apéndice B) se muestra el recorrido, dimensiones y diámetros de la tubería de agua de enfriamiento.

El flujo de agua de condensación se determinará mediante el procedimiento propuesto por YORK, fabricante de las unidades condensadoras.

El cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\text{LPM} = \frac{\text{KW } T_c (18.08)}{\Delta T_c} \quad (V.1)$$

Donde:

LPM : Litros por minuto.

$KW T_c$: Kilowatts térmicos de condensación.

ΔT_c : Diferencia de temperaturas del agua de condensación.

Para el cálculo de los kilowatts térmicos de condensación se utiliza la siguiente ecuación:

$$KW T_c = \frac{\text{Rechazo de Calor (KW T)} \times 3517}{4392.3} \quad (V.2)$$

El cálculo del flujo de agua de condensación es considerando una pérdida de temperatura de $1.1^{\circ}C$ ($2^{\circ}F$) en la línea de succión del compresor y una ΔT_c de $5.7^{\circ}C$ ($10^{\circ}F$). Del catálogo del fabricante, se obtiene un valor de $KW T$ de 229.84.

Sustituyendo los valores en las ecuaciones anteriores, se tiene:

$$KW T_c = \frac{229.84 \times 3517}{4392.30}$$

$$KW T_c = 184.04$$

$$LPM = \frac{184.04 \times 18.08}{5.70}$$

$$\text{LPM} = 584.0$$

$$\text{M}^3/\text{Hr.} = 35.04$$

El procedimiento para determinar el diámetro de la tubería es el siguiente:

1. De la tabla No. 13 página 3-25 del Manual Carrier (Ver Apéndice A página 199) se obtiene la velocidad $V_{TA} = 3 \text{ m/s}$.

2. Con la velocidad recomendada , el caudal de agua obtenido en el punto anterior y el gráfico No.4 de la página 3-27 del Manual Carrier (Ver Apéndice A página 200), se obtiene el diámetro de la tubería.

$$D_{TA} = 3 \text{ pulgadas.}$$

Donde:

D_{TA} : Diámetro de la tubería de agua de enfriamiento.

Accesorios para la Tubería de Agua de Enfriamiento.

Cada instalación tiene sus propios problemas en lo que respecta a sus recorridos debido a la ubicación de los equipos dentro del cuarto de máquinas, es por esto que el sistema de tubería cuenta con codos o acoplamientos que nos permiten llevar

a cabo los cambios de dirección necesarios. Por otro lado se requiere conocer características del fluido manejado como pueden ser la presión y la temperatura, ubicando en el sistema termómetros y manómetros para este fin; por último colocaremos las válvulas necesarias que regulen o cierren el paso del fluido. Los accesorios utilizados para el suministro y retorno del agua de enfriamiento son los siguientes:

- Codos. En cada cambio de dirección se instalarán codos de 90° .
- Empalme en "T". Se instalarán donde concurren dos corrientes evitando que dichas corrientes actúen directamente en oposición en el interior de la T.
- Válvulas. Se colocarán válvulas de compuerta en la entrada y la salida de la tubería de agua de enfriamiento, con el propósito de reparar o dar mantenimiento a los equipos. Además se instalarán válvulas de globo que nos permitan cerrar y/o regular el flujo de agua.
- Termómetros y Manómetros. Estos se sitúan donde se considere importante conocer la temperatura y presión del agua, generalmente se instalan a la entrada y salida del condensador.
- Purga de aire. En la tubería de inyección de agua se instalará una purga de aire.

5.4 Proyecto de la Tubería de Refrigerante.

Para el transporte del refrigerante se usa exclusivamente tubería y accesorios de cobre. El uso del cobre elimina la dificultad con la costura y la grasa que frecuentemente se halla en la tubería.

La instalación de la tubería de refrigerante requiere las mismas consideraciones generales que la tubería de agua de enfriamiento, tomando en cuenta además los siguientes factores:

1. La caída de presión debe ser mínima, ya que disminuye la capacidad térmica e incrementa la potencia del compresor.
2. La caída de presión en la línea de líquido, debida a la pérdida por fricción y a la carga estática del líquido, puede ocasionar el fenómeno del gas instantáneo (flash gas).
3. La línea de gas refrigerante debe ser diseñada para que éste fluya a una velocidad apropiada con el objeto de asegurar el retorno del aceite al compresor.

Accesorios para Tubería de Refrigerante.

Para una eficiente operación del sistema de refrigeración la tubería de refrigerante requiere los siguientes accesorios:

- Codos 90° . En cada cambio de dirección se instalarán codos 90° .
- Empalme en "T". Se instalarán donde concurren 2 corrientes evitando que dichas corrientes actúen directamente en oposición

- en el interior de la "T".
- Válvulas de compuerta. Se instalarán en el by-pass del filtro deshidratador para su mantenimiento.
 - Válvula de expansión. Su función es la de mantener la presión constante dentro del evaporador, se instalará a la entrada del serpentín de expansión directa en la tubería de líquido.
 - Válvula solenoide. Se instala en la línea de líquido refrigerante, su función es controlar el flujo de refrigerante.
 - Mirilla. Con el fin de verificar la carga de refrigerante, se instalará en la línea de líquido refrigerante una mirilla.
 - Filtro deshidratador. Se instalará un filtro deshidratador intercalado permanentemente en la tubería de líquido refrigerante para evitar la presencia de humedad en el interior de la tubería.
 - Bulbo remoto. Se instala en la línea de gas refrigerante y su función es controlar a la válvula termostática de expansión.
 - Manguera antivibratoria. Se instalará a la succión del compresor para evitar transmitir vibraciones a la tubería de gas refrigerante.

Toda la tubería que conecta las diferentes partes del sistema refrigerante, debe ser dimensionada e instalada correctamente. El dimensionamiento de la tubería de todos los sistemas refrigerantes, consiste de 4 secciones principales.

- 1.- La línea de líquido, conectando un receptáculo (a veces opcional) de refrigerante líquido o de la descarga del condensador al serpentín de enfriamiento.
- 2.- La línea de succión, conectando el serpentín de enfriamiento con el compresor.
- 3.- La línea de descarga, conectando al compresor con el condensador.
- 4.- La línea de drenaje del condensador, conectando el condensador con el receptáculo de líquido (si existe) o a la línea de líquido.

Para nuestro caso las secciones 3 y 4 no las consideraremos ya que el fabricante de la UC proporciona estas conexiones.

Para dimensionar la tubería se utilizarán los gráficos 16 y 18 de las páginas 3-58 y 3-59 del Manual Carrier, (Ver Apéndice A páginas 201 y 202), los cuales se basan en la fórmula de Darcy-Weisbach.

Los pasos del procedimiento son los siguientes:

1. Determinar la longitud de la tubería considerada.
2. Agregar un 50 % para obtener una primera aproximación de la longitud total equivalente.
3. Considerar la pérdida de carga de acuerdo al estado del fluido.
4. Aplicar a la potencia frigorífica el coeficiente que

corresponda a las temperaturas de condensación y evaporación consideradas.

5. Mediante el gráfico correspondiente se determina el diámetro de la tubería y con este el tamaño de los accesorios.

6. Hallar la longitud equivalente de los accesorios basándose en las Tablas 10, 11 y 12 de las páginas 3-19, 3-20 y 3-21 del Manual Carrier.

7. En caso necesario corregir según los pasos 3 y 4.

8. Comprobar el diámetro hallado en el paso 5.

Siguiendo el procedimiento anterior se calcula el diámetro de la tubería de gas refrigerante.

1.- Del plano No.6 se obtiene la longitud de la tubería:

$$L_g = 10.4 \text{ [m]}$$

Donde :

L_g : Longitud de la tubería de gas refrigerante.

2.- Agregando el 50% obtenemos:

$$L_g = 10.4 \times 1.5$$

$$L_g = 15.6 \text{ [m]}$$

3.- Se considera una pérdida de carga de 1°C.

4.- Para una temperatura de saturación de 10 °C (50 °F) y de condensación de 37.7 °C (100 °F) obtenemos el coeficiente para corregir la potencia frigorífica de la Tabla situada abajo del

gráfico 18, página 3-59 del Manual Carrier¹⁵. El valor del coeficiente es 0.89 . A continuación corregimos la potencia frigorífica:

$$P_{FC} = 40.0 \text{ T.R.} \times 0.89$$

$$P_{FC} = 35.6 \text{ [T.R.]} \text{ (} 107680.0 \text{ Kcal/Hr)}$$

Donde:

P_{FC} : Potencia frigorífica corregida.

5.- Con ayuda del gráfico 16 (Ver A apéndice página 201) y @ $P_{FC} = 107680.0$ [Kcal/h ó fg/h] , obtenemos el diámetro de la tubería, para una longitud equivalente de hasta 24.0 [m] .

$$D_g = 2 \frac{1}{2} \text{ [Pulg]}$$

6.- Con el diámetro obtenido se determina la longitud equivalente de los accesorios y válvulas. A continuación se desglosa la longitud equivalente por accesorios.

Descripción	Cantidad	Long. Equivalente	Long. Equivalente
		Por Accesorios [m]	Total [m]
Codo 90°	6	1.0	6.0

15. Ver apéndice A página 202.

7.- Verificando el diámetro con la longitud equivalente total calculada y repitiendo el paso 5 se obtiene:

$$L_{ET} = 15.6 + 6.0 = 21.6 \text{ [m]}$$

Donde :

L_{ET} : Longitud equivalente total.

Por lo tanto el diámetro de la tubería de gas refrigerante es:

$$D_g = 2 \frac{1}{2} \text{ [Pulg]}$$

Para calcular el diámetro de la Tubería de Líquido Refrigerante lo haremos siguiendo el mismo procedimiento.

1.- Con ayuda del Plano No.6 se obtiene la longitud de la tubería de líquido refrigerante.

$$L_L = 11.493 \text{ [m]}$$

Donde :

L_L : Longitud de la tubería de líquido refrigerante.

2.- Agregando el 50% obtenemos:

$$L_L = 11.493 \times 1.50$$

$$L_L = 17.24 \text{ [m]}$$

3.- Se considera una pérdida de carga de 0.5°C .

4.- La potencia frigorífica es:

$$P_F = 120 \ 988.0 \text{ [Kcal/h ó fg/h]}$$

5.- Con ayuda del gráfico 18¹⁶ y los valores de los pasos 2 y 4 obtenemos:

$$D_L = 1 \frac{1}{8} \text{ [Pulg] .}$$

Donde :

D_L : Diámetro de la tubería de líquido refrigerante.

Al no existir comercialmente este diámetro, tomamos el inmediato superior que es de $D_L = 1 \frac{1}{2}$ [Pulg].

6.- Con el diámetro obtenido se determina la longitud equivalente de los accesorios y válvulas, mostrados en la siguiente tabla :

Tabla No. V.1 "Longitud Equivalente de Accesorios y Válvulas"

Descripción	Cantidad	Long. Equivalente por accesorios [m]	Long. Equivalente total [m]
Codo 90°	8	1.0	8.0
Tee	2	0.7	1.4
Válv. Expansión	1	8.7	8.70
Válv. Solenoide	1	6.5	6.50
Mirilla	1	0.2	0.20
Válv. Compuerta	2	0.45	0.90
Filtro Desh.	1	1.0	<u>1.00</u>

Longitud equivalente = 26.70 [m]

16. Ver apendice A pagina 202.

7.- Verificando el diámetro con la longitud equivalente total calculada y repitiendo el paso 5 se obtiene:

$$L_{ET} = 11.5 + 26.70 = 38.20 \text{ [m]}$$

Donde :

L_{ET} : Longitud equivalente total.

El diámetro de la tubería de líquido refrigerante es :

$$D_L = 1 \frac{3}{8} \text{ [Pulg]}$$

Al no existir este diámetro de tubería comercialmente, se tomará el inmediato superior, con lo cual se tiene:

$$D_L = 1 \frac{1}{2} \text{ [Pulg].}$$

En los planos No.5 y No.6 (Ver planos en Apéndice B) se muestra el recorrido, dimensión y diámetro de las tuberías de gas y líquido refrigerante.

CAPITULO VI

SISTEMA DE CONTROL Y FUERZA ELECTRICA

Introducción.

Un sistema de control es una serie de elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y/o combinados para producir un resultado deseado con poca o nada supervisión humana. Es decir, el objetivo o propósito del control en los sistemas de aire acondicionado, es mantener dentro de ciertos límites unas condiciones predeterminadas en ciertas partes o procesos que se hallen sujetas a cambio, tales como temperatura, presión, humedad, nivel de fluidos, etc.

En este capítulo exponemos una visión general de los sistemas de control existentes, su clasificación, operación y elementos que lo conforman. Así mismo se especificará y seleccionará dichos elementos.

6.1 Clasificación General de los Controles.

Los controles se clasifican de acuerdo a su función básica dentro del sistema en:

a) Básicos de Operación.

Son aquellos que posee el sistema en operación, entre estos encontramos a las válvulas de expansión.

b) Reguladores.

Estos controles añaden automatización, conveniencia y generalmente mejoran la eficiencia total. Ejemplo son: el termóstato de cuarto, termóstato límite de bulbo remoto, humidostato de cuarto y válvula solenoide.

c) De seguridad.

Son aquellos que protegen al sistema en operación normal. En esta rama encontramos: interruptor de flujo de aire, interruptor de flujo de agua de condensación, interruptor de sobrecarga, interruptor selector de dos pasos y arrancadores.

Muchos controles tienen funciones duales y no pueden clasificarse hasta que se conozca su propósito principal.

La fuente de energía de los controles puede ser mecánica o eléctrica o una combinación de ambas. Para nuestro caso la corriente eléctrica será la fuente de energía.

6.2 Sistemas de Control Eléctrico.

Los sistemas eléctricos proveen control conduciendo o suspendiendo el flujo de electricidad o variando el voltaje y la corriente por medio de reóstatos o puentes. Este control esta

basado en los principios de operación del interruptor y la bobina electromagnética o solenoide. Para la puesta en marcha de los equipos , el sistema de control cuenta con arrancadores termomagnéticos y sus respectivos contactores, los cuales además suspenden el flujo de energía al haber una sobrecarga. Los motores de inducción de la UMA y UC son protegidos por medio de elementos térmicos que abren el circuito al exceder la corriente de consumo del motor.

Por consideraciones de seguridad y mantenimiento el sistema cuenta con una UC en operación y una de relevo por lo que se requiere de un interruptor selector de dos pasos para poner en marcha a cualquiera de las dos unidades. La misma consideración aplica para los dos motores de la UMA.

El control de la temperatura es por medio de un termóstato de cuarto tipo bimetalico, el cual tiene como función detectar el aumento o disminución de temperatura en el interior del Cuarto de Control, ocasionando que abran o cierren uno o varios contactos eléctricos.

La humedad estará controlada mediante un humidostato de cuarto, el cual al detectar un aumento o disminución de humedad también abre o cierra uno o varios contactos eléctricos.

Para verificar que exista flujo de aire en el interior de los ductos, así como agua de enfriamiento en los tubos de la

unidad condensadora, se instalarán un interruptor de flujo de aire y un interruptor de flujo de agua de condensados respectivamente. El interruptor de flujo de aire se instalará en el ducto de inyección a la salida de la UMA y el interruptor de flujo de agua de condensados en la tubería de inyección de agua de enfriamiento.

La válvula solenoide de dos pasos es la encargada de controlar el flujo de líquido refrigerante y se instalará en la línea de líquido a la entrada del serpentín de expansión directa. Para regular la presión del ciclo de refrigeración se cuenta con la válvula termostática de expansión, la cual ubicaremos inmediatamente después de la válvula solenoide.

Para verificar que estén en operación los equipos se tendrán luces indicadoras de color verde para la UMA y luces rojas para la UC . Se contará con una alarma audible accionada por un termostato límite en el caso de que la temperatura de inyección del aire se encuentre fuera de un rango determinado. El termostato límite se instalará a la salida del ducto de inyección de aire, la alarma audible se recomienda colocarla en la Oficina de Supervisores. Todos los accesorios anteriores trabajarán siguiendo la secuencia de operación del inciso 6.3.

6.3 Secuencia de Operación para el Diagrama de Control.

El Diagrama de Control Eléctrico mostrado en el plano No.7 (Ver plano en Apéndice B) es para la operación de una unidad manejadora de aire y dos unidades condensadoras enfriadas por agua, una estará en servicio y la otra de relevo. Se considera además un motor de reserva para la UMA, el cual entrará en operación cuando el motor principal salga de servicio. La secuencia de operación es la siguiente:

- 1.- Al accionar el botón de arranque se energiza a la bobina M1 de la UMA cerrando los contactos CAM1-1 y CAM1-2.
- 2.- Si la bobina de reserva M1-R llegará a entrar en operación cerrará los contactos CAM2-1 y CAM2-2.
- 3.- Al haber un flujo de aire circulando por los ductos el interruptor de flujo de aire se cierra.
- 4.- Al sensar una corriente de agua de enfriamiento el interruptor flujo de condensados se cierra.
- 5.- Si la temperatura en el Cuarto de Control es mayor a la de diseño, el termóstato de cuarto cierra y energiza a la bobina

de la unidad condensadora C1 ó C2, según la posición del interruptor selector de dos pasos IS-1. El sistema entra en operación.

6.- Si la humedad en el Cuarto de Control es mayor a la de diseño, el humidostato cierra y energiza a la bobina de la unidad condensadora en servicio, aún cuando la temperatura del local esté en el rango establecido el sistema continuará operando.

7.- Si el Cuarto de Control tiene un aumento o disminución de temperatura fuera del rango del diseño el termóstato límite de bulbo remoto cierra y opera la alarma audible A-A.

8.- Si el termóstato de cuarto, el humidostato, el interruptor de flujo de agua de condensados o la bobina de la unidad condensadora abren, la bobina M1 ó M2 de la unidad manejadora permanecerá energizada manteniéndose con esto la presión positiva en el interior del cuarto.

6.4 Especificación y Selección de los Elementos de Control.

Para que los accesorios de control operen a las condiciones deseadas, el diseñador debe especificarlas de tal

mánera que estos cumplan su función de control dentro del sistema de aire acondicionado. A continuación se dan las especificaciones de los elementos o accesorios requeridos para el control.

Válvula Termostática de Expansión.

a) Datos requeridos:

- 1.- Fluido a manejar : Refrigerante R22.
- 2.- Capacidad en toneladas de refrigeración : 40 Ton. Ref.
- 3.- Temperatura de evaporación del refrigerante: 9.8°C (49.8°F)
- 4.- Diámetro de la Tubería de líquido refrigerante: 1 1/2 pulg.
- 5.- Tipo de conexión : Soldable.

b) Especificación :

-Válvula Termostática de expansión para R22 y 40 Ton.Ref., Soldable, Rango de operación entre 4.4 y 32.2°C (40 y 90°F), diámetro de 1 1/2 pulg.

Válvula Solenoide.

a) Datos requeridos :

- 1.- Fluido a manejar : Refrigerante R22.
- 2.- Temperatura de operación del sistema : 25°C (77°F).
- 3.- Presión de operación : 21.08 Kg/cm^2 (300 PSI).
- 4.- Diámetro de la tubería de líquido refrigerante : 1 1/2 pulg.

5.- Tipo de conexión : Soldable.

6.- Características eléctricas : 125 V, 1F, 60 Hz.

7.- Tipo de operación : Normalmente cerrado.

b) Especificación :

-Válvula Solenoide para refrigerante R22, conexión tipo soldable,
300 PSI, 127 V, 1F, 60 Hz, 1 1/2 pulg. de diámetro.

Termóstato Eléctrico de Cuarto.

a) Datos requeridos :

1.- Temperatura de operación del sistema : 25 °C (77 °F).

2.- Rango de operación : 5 a 30 °C (41 a 86 °F).

3.- Elemento a controlar : Válvula Solenoide.

4.- Características eléctricas : 125 V, 1F, 60 Hz. C.A.

b) Especificación :

-Termóstato para Cuarto, marca Johnson Controls o similar, No.
T265-18 con interruptor 1P2T, rango de 5 a 30 °C, 125 V, 1F, 60
Hz. C.A., incluye protector de metal y placa para montarse en la
pared.

Termóstato Límite de Bulbo Remoto.

a) Datos Requeridos:

1.- Temperatura de operación del sistema: 25 °C (77 °F) .

2.- Rango de operación: -15 a 35 °C (5 a 95 °F).

3.- Longitud del tubo capilar: 0.1 m. (mínimo).

4.- Elemento a controlar: alarma audible.

b) Especificación :

-Termóstato límite de bulbo remoto para ducto, marca Johnson Controls o similar modelo A19ABC-24 con longitud capilar de 8 pulg. y termopozo modelo WEL-144-602R, rango de operación de -34 a 38 °C (-29.2 y 100.4 °F), 125 V, 1 F, 60 Hz., C.A.

Humidostato.

a) Datos Requeridos :

1.- Humedad relativa de diseño: 50 %

2.- Rango de operación: 10 a 90 % H.R.

3.- Elemento a controlar: válvula solenoide.

4.- Características eléctricas: 125 V, 1 F, 60 Hz, C.A.

b) Especificación :

-Humidostato para cuarto, marca Johnson Control o similar número W42AA-1, rango de humedad relativa de 10 a 90 %, diferencial de 4 % de H.R., 125 V, 1 F, 60 Hz, C.A., incluye protector de aluminio, modelo GRD10A-601 y una placa para montarse en la pared.

Interruptor de Flujo de Aire.

a) Datos requeridos:

- 1.- Temperatura del aire : 15.44 °C (59.8 °F).
- 2.- Velocidad del aire : 2.03 m/s (400 ft/min).
- 3.- Dimensiones del ducto: 1.6 x 0.85 m.
- 4.- Posición del interruptor: normalmente abierto.
- 5.- Características eléctricas: 125 V, 1 F, 60 Hz, C.A.

b) Especificación :

-Interruptor de flujo de aire, marca Johnson Controls o similar, No. F62AA-9, para instalarse en ducto de aire, temperatura máxima del aire de 82 °C (179.6 °F), 125 V, 1 F, 60 Hz, C.A., incluye un interruptor modelo IP2T.

Interruptor de Flujo de Agua de Condensación.

a) Datos requeridos:

- 1.- Velocidad del fluido: 3 m/s (590.5 ft/min).
- 2.- Temperatura del fluido: 32 °C (89.6 °F).
- 3.- Diámetro de la tubería de condensación: 3 pulg.
- 4.- Características eléctricas: 125 V, 1 F, 60 Hz., C.A.

b) Especificación :

-Interruptor de flujo de agua de condensación, marca Johnson Controls o similar, No.F61KB-11, para tubería de 1 a 8 pulg. de diámetro, temperatura máxima del agua 121 °C (249.8 °F), gabinete

NEMA 1, 125 V, 1 F, 60 Hz., C.A., incluye interruptor, modelo 1P2T.

Interruptor Selector de Dos Pasos.

I. Para los motores de la UC-1/2.

a) Datos requeridos:

- 1.- De doble tiro.
- 2.- Tipo navaja.
- 3.- Con portafusible.
- 4.- Corriente a plena carga: 200 Amp.
- 5.- Gabinete tipo 1.
- 6.- Características eléctricas: 440 V, 3 F, 60 Hz.

b) Especificación :

-Interruptor de seguridad de doble tiro, tipo navaja, con portafusibles, 3 polos, 200 Amp., marca Square-D o similar catálogo No. 82344-F, gabinete tipo 1.

II. Para los motores de UMA.

a) Datos requeridos:

- 1.- De doble tiro.
- 2.- Tipo navaja.
- 3.- Con portafusible.
- 4.- Corriente a plena carga: 100 Amp.
- 5.- Características eléctricas: 440 V, 3 F, 60 Hz.

6.- Gabinete tipo 1.

b) Especificación :

-Interruptor de seguridad de doble tiro, tipo navaja, con portafusibles, 3 polos, 100 Amp., marca Square-D o similar catálogo No. 82343-F, gabinete tipo 1.

Interruptor Termomagnético.

I. Para los motores de la UC-1/2.

a) Datos requeridos:

- 1.- Corriente a plena carga: 100 Amp.
- 2.- Tipo caja moldeable.
- 3.- NEMA 12
- 4.- Características eléctricas: 440 V, 3F, 60 Hz.

b) Especificación :

-Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL-36100, 3 polos, 100 Amp., NEMA 12., marca Square-D o similar.

II. Para los motores de la UMA.

a) Datos requeridos:

- 1.- Corriente a plena carga: 100 Amp.
- 2.- Tipo caja moldeada.
- 3.- NEMA 12.

4.- Características eléctricas: 440 V., 3 F, 60 Hz.

b) Especificación :

-Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL-36100, 3 polos, 100 Amp., NEMA 12., marca Square-D o similar.

III. Para los Ventiladores Extractores. (VE-1/2/3)

a) Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga: 15 Amp.

2.- Tipo caja moldeada.

3.- NEMA 1.

4.- Características eléctricas: 127 V, 1 F, 60 Hz.

b) Especificación :

-Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 730, tipo QOB, modelo QOB-115, 1 polo, 15 Amp., NEMA 1., marca Square-D o similar.

IV. Para el interruptor principal.

a) Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga: 200 Amp.

2.- Tipo caja moldeada.

3.- NEMA 12.

4.- Características eléctricas: 440 V, 3 F, 60 Hz.

b) Especificación :

-Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 655, tipo KA, modelo KAL-36200, 3 polos, 200 Amp., NEMA 12., marca Square-D o similar.

V. Para el Transformador de Control.

a) Datos requeridos:

- 1.- Corriente a plena carga: 15 Amp.
- 2.- Tipo caja moldeada.
- 3.- NEMA 12.
- 4.- Características eléctricas: 440V., 3 F, 60 Hz.

b) Especificación :

-Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL-36015, 3 polos, 15 Amp., NEMA 12., marca Square-D o similar.

Arrancador Magnético.

I.- Para los motores de la UC-1/2.

a) Datos requeridos:

- 1.- Corriente a plena carga: 100 Amp.
- 2.- Tamaño 3.
- 3.- NEMA 12.
- 4.- Características eléctricas: 440 V., 3 F, 60 Hz.

b) Especificación :

Son suministrados por el proveedor como parte del equipo.

I.- Para los motores de la UMA.

a) Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga: 100 Amp.

2.- Tamaño 3.

3.- NEMA 12.

4.- Características eléctricas: 440 V., 3 F, 60 Hz.

b) Especificación :

-Arrancador magnético a tensión plena de C.A., clase 8536, tamaño 3, tipo LEA-1, 3 polos, NEMA 12., marca Square-D o similar.

Protección Contra Sobrecarga para Motores Eléctricos.

I.- Para los arrancadores de los motores de la UC-1/2.

a) Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga: 100 Amp.

2.- Tamaño 3.

3.- Tipo LF.

4.- Clase 8536.

b) Especificación :

Son suministrados por el proveedor como parte del equipo.

II.- Para los arrancadores de los motores de la UMA.

a) Datos requeridos:

- 1.- Corriente a plena carga: 100 Amp.
- 2.- Tamaño 3.
- 3.- Tipo LE.
- 4.- Clase 8536.

b) Especificación :

-Elemento térmico de aleación fusible, clase 8536, tipo LE, tamaño 3, No. de elemento CC143., marca Square-D o similar.

Transformador de Tensión.

a) Datos requeridos :

- 1.- Tensión de entrada : 480 Volts.
- 2.- Tensión de salida : 127 Volts.

b) Especificación :

-Transformador de tensión para el tablero de control de 480 Volts a 127 Volts, marca Square-d o similar.

Juego de Botones Para-Arranque

a) Datos requeridos :

- 1.- Tensión de trabajo : 127 Volts.
- 2.- Tipo : NEMA 1.

3.- Características : Arrancar-Parar.

b) Especificación:

-Juego de Botones Paro-Arranque, 127 Volts, tipo DRWA11H, clase 9001, NEMA 1, marca Square-D o similar.

CAPITULO VII

ESTIMACION DE COSTOS

Introducción.

Una vez diseñada la parte técnica del Sistema de Aire Acondicionado en los capítulos anteriores, procederemos a realizar la evaluación económica del proyecto, estableciendo los factores económicos más importantes que se deben tomar en consideración.

La evaluación económica se determinará mediante un análisis de costos y el procedimiento para llevarla a cabo será el Método del Valor Presente.

La importancia de esta evaluación radica en que nos permite estimar el costo del proyecto tomando en cuenta el tiempo de vida del equipo.

7.1 Método del Valor Presente.

Aún cuando existen diferentes métodos para el análisis económico, todos tienen algo en común, la consideración del valor del dinero en el tiempo.

El término valor presente significa una cantidad de dinero en una fecha inicial el cual es equivalente a una programación particular futura de desembolsos y/o ingresos.

Los gastos futuros o la serie de gastos futuros son convertidos a su valor actual, multiplicando dichos gastos por el factor apropiado de valor presente. Los gastos futuros pueden ser

la suma Única de lo que se gasta en un periodo dado a una serie de gastos repetidos que ocurrirán en cada periodo de la vida del equipo.

El método del valor presente requiere de dos ecuaciones de utilidad las cuales mencionamos a continuación:

a) Para calcular el valor presente cuando se conocen los gastos futuros:

$$P = F \frac{1}{(1 + i)^N} \quad (\text{VII.1})$$

b) Para calcular el valor presente cuando se conocen las anualidades:

$$P = A \frac{(1 + i)^N - 1}{i (1 + i)^N} \quad (\text{VII.2})$$

Donde :

P : Valor Presente.

F : Cantidad futura de dinero.

A : Movimiento de dinero al final de cada año que se prolonga por un número específico de periodos (anualidades).

i : Tipo de intereses (%).

N : Número de periodos.

Los costos que intervienen para llevar a cabo el análisis mediante este método son :

1. Costo de Inversión Inicial.
2. Costo de Operación.
3. Costo de Partes de Repuesto.

7.2 Costo de Inversión Inicial.

El costo de inversión inicial considera los siguientes puntos:

- a) Suministro de equipos y materiales.
- b) L.A.B al lugar de instalación.
- c) Mano de Obra.
- d) Pruebas y puesta en operación del sistema.

En la tabla No. VII.1 se listan los equipos y materiales con sus respectivos costos (Ver Tabla No. VII.1 al final del capítulo). A continuación se listan los costos de Inversión Inicial.

-Equipos y Materiales.....	N\$ 309,683.90
-L.A.B. en sitio.....	N\$ 25,000.00
-Pruebas y puesta en operación.....	N\$ 25,000.00
-Mano de obra.....	N\$ 110,000.00

El costo total de Inversión Inicial (CI) es:

$$CI = 309,683.90 + 25,000.00 + 25,000.00 + 110,000.00$$

$$CI = \text{N\$ } 469,683.90$$

7.3 Costo de Operación.

Generalmente este costo se calcula como el total en un año de operación del equipo. El costo de operación se basa en el costo por KW-HR.

Se considera que los equipos trabajarán 355 días al año, la UMA y los VE trabajarán 24 horas al día y la UC 16 horas al día. Entonces el costo de operación del sistema se calcula con la siguiente fórmula:

$$\$/\text{AÑO} = \text{KW} \times 8520 \text{ HRS} \times \$/\text{KW-HR}. \quad (\text{VII.3})$$

Donde :

$\$/\text{AÑO}$: Costo de operación anual.

KW : Potencia en Kilo-Watts requerida por el equipo.

$\$/\text{KW-HR}$: Costo del Kilo-Watt por hora.

El tiempo de vida de los equipos es de 5 a 10 años dependiendo de las condiciones de operación y del mantenimiento que se dé a éstos. Para nuestro caso tomaremos un tiempo promedio de 7 años.

Para calcular el costo anual de operación nos basaremos en los datos que se muestran a continuación :

- Potencia UMA.....40.0 HP // 29.84 KW
- Potencia UC.....60.0 HP // 44.76 KW
- Potencia VE.....0.126 HP // 0.094 KW
- Costo del KW-HR.....0.20 [\$/KW]
- Tiempo de operación UMA.....8520 Hrs.
- Tiempo de operación UC.....5680 Hrs.
- Tiempo de operación VE.....7200 Hrs.
- Tasas de interés.....40.0 %
- Tiempo de vida útil.....7 Años.

Con la ayuda de la fórmula VII.3 se obtienen los costos de operación.

Costo de Operación UMA.

$$CO_{UMA} = 29.84 \text{ KW} \times 8520 \text{ Hr.} \times 0.20 \text{ \$/Hr.} = \text{N\$ } 50,847.36$$

Costo de Operación UC.

$$CO_{UC} = 44.76 \text{ KW} \times 5680 \text{ Hr.} \times 0.20 \text{ \$/Hr.} = \text{N\$ } 50,847.36$$

Costo de Operación VE.

$$CO_{VE} = 0.094 \text{ KW} \times 8520 \text{ Hr.} \times 0.20 \text{ \$/Hr.} = \text{N\$ } 160.18$$

Por lo tanto el costo total de operación es:

$$CO = 50,847.36 + 50,847.36 + 160.18 = \text{N\$ } 101,854.90$$

$$CO = \text{N\$ } 101,854.90$$

7.4 Costo de Partes de Repuesto.

Los costos de las partes de repuesto, incluyen las refacciones para dos años de operación continua de los siguientes equipos:

- Unidad Manejadora de Aire (UMA).
- Unidad Condensadora (UC).

El costo estimado de las refacciones es el siguiente:

-Refacciones UMA.....	N\$ 18,000.00
-Refacciones UC.....	N\$ 7,000.00

$$\text{Costo partes de repuesto(CPR)} = 18,000.00 + 7,000.00$$

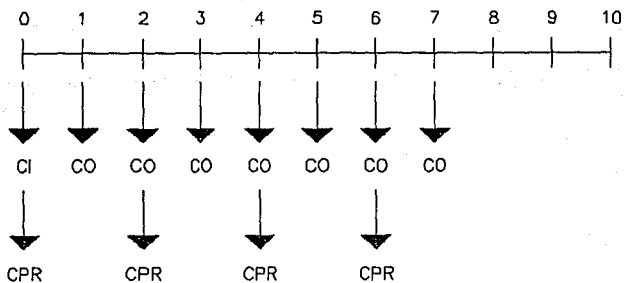
$$\text{CPR} = \text{N\$ } 25,000.00$$

7.5 Análisis de Costos.

Este análisis se inicia con un cuadro, el cual muestra todos los costos, así como la vida útil de los equipos.

- Costo de Inversión Inicial.....N\$ 469, 683.00
- Costo de Operación.....N\$ 101, 854.90
- Costo de Partes de Repuesto.....N\$ 25, 000.00
- Vida Útil de los equipos.....7 Años.

El horizonte económico de evaluación al iniciar el análisis esta representado por el siguiente diagrama en el que las flechas representan las salidas de dinero.



CI = COSTO DE INVERSION INICIAL
 CPR = COSTO DE PARTES DE REPUESTO
 CO = COSTO ANUAL DE OPERACION

Diagrama No. 1. " Horizonte Económico de Evaluación "

El diagrama No. 1 muestra que el pago del equipo y las partes de repuesto forman parte del costo de inversión inicial y que los costos de operación se presentarán a partir del año 1. Además las partes de repuesto deben reponerse cada dos años. A continuación se desglosan los cálculos para encontrar el valor presente del Proyecto.

El valor presente del Proyecto es :

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \quad (\text{VII.4})$$

Donde :

P_T : Valor Presente del Proyecto.

P_1 : Costo de Inversión Inicial más Costo de Partes de Repuesto.

P_2 : Valor Presente de Costo de Partes de Repuesto en 2 años.

P_3 : Valor Presente de Costo de Partes de Repuesto en 4 años.

P_4 : Valor Presente de Costo de Partes de Repuesto en 6 años.

P_5 : Valor Presente de los Costos de Operación.

Sustituyendo Valores tenemos :

$$P_1 = 469,683.00 + 25,000.00 = \text{N\$ } 494,683.00$$

Mediante la ecuación VII.1 se obtienen los valores de los costos de las Partes de Repuesto P_2 , P_3 y P_4 .

$$P_2 = \frac{\text{CPR}}{(1+i)^2} = \frac{25,000}{(1+0.4)^2} = \text{N\$ } 12,755.10$$

$$P_3 = \frac{\text{CPR}}{(1+i)^4} = \frac{25,000}{(1+0.4)^4} = \text{N\$ } 6,507.70$$

$$P_4 = \frac{\text{CPR}}{(1+i)^5} = \frac{25,000}{(1+0.4)^5} = \text{N\$ } 3,320.25$$

Mediante la ecuación VII.2 se obtiene el valor presente del Costo de Operación.

$$P_5 = \text{CO} \frac{(1+i)^7 - 1}{i(1+i)^7} = 101,854.90 \times \frac{(1+0.4)^7 - 1}{0.4(1+0.4)^7}$$

$$P_5 = \text{N\$ } 230,481.21$$

Sustituyendo valores en la ecuación VII.4 tenemos :

$$P_T = 494,683.90 + 12,755.10 + 6,507.70 + 3,320.25 + 230,481.21$$

$$P_T = \text{N\$ } 747,748.16$$

T A B L A No. V I I. 1 "LISTA DE COSTOS DE EQUIPO Y MATERIALES"

No.	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE, MARCA RECOLD O SIMILAR, - MODELO 535 AIR FOIL, ARREGLO HORIZONTAL, QUE INCLUYA LO SIGUIENTE: A) SECCION DE VENTILADORES PARA MANEJAR 23620 SCFM, CONTRA UNA PRESION ESTATICA DE 6.5 IN. C. A., TRANSMISION POR BANDAS DE SECCION TRAPEZOIDAL PARA DAR 1550 RPM, CON DOS MOTORES ELECTRICOS DE 40 HP, 1800 RPM, 440 V, 3F, Y 60 HZ. B) DOS SERPENTINES DE ENFRIAMIENTO CON R-22, MARCA RECOLD O SIMILAR PARA 40 T.R. Y TRABAJAR AL 100% DE CAPACIDAD C/U, 4 HILERAS Y ALETAS NECESARIAS PARA UNA ADECUADA OPERACION, AREA DE PASO 53.5 FT ² . C) SECCION DE FILTROS: 24 FILTROS METALICOS PLANOS DE 16X25X2 PULG., MARCA VAMSA MET O SIMILAR, 24 FILTROS DE FIBRA DE VIDRIO DE 16X25 X2 PULG., MARCA VAMSA GLASS O SIMILAR, 12 FILTROS DE ADSORCION DE GASES DE 24X24X20 PULG., MARCA PURAFIL O SIMILAR, MODELO PC-22C. D) CHAROLA DE CONDENSADOS, CAJA DE MEZCLA Y BASE ANTIVIBRATORIA.	1.0	PIEZA	\$ 98,300.00	\$ 98,300.00
2	UNIDAD CONDENSADORA ENFRIADA POR AGUA MARCA YORK O SIMILAR, MODELO CU-40, CARACTERISTICAS ELECTRICAS 440V, 3F, 60 HZ.	2.0	PIEZA	\$ 42,000.00	\$ 84,000.00
3	FILTRO ABSOLUTO CON EFICIENCIA MINIMA GARANTIZADA DE 99.97% EN RETENCION DE PARTICULAS DE 0.3 MICRONES DE DIAMETRO, MARCA VECOFLOW "A" O SIMILAR, MODELO 6A, - CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES 24X30X11.5 PULG.	10.0	PIEZA	\$ 980.00	\$ 9,800.00
4	GABINETE PARA FILTROS MARCA VAMSA GAB O SIMILAR, FABRICADO EN LAMINA GALVANIZADA, CALIBRE 16, PARA ALOJAR 10 FILTROS H.E.P.A. (VAMSA MICRO FLO) DE 24X30X 11.5 PULG., LAS DIMENSIONES INTERIORES DEL GABINETE SON 120X150X11.5 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 2,200.00	\$ 2,200.00
5	MANOMETRO DIFERENCIAL DWYER MARK II, MARCA VAMSA, MODELO 25, DE PLASTICO MOLDEADO, RANGO DE OPERACION DE 0-3 PULG. COLUMNA DE AGUA.	1.0	PIEZA	\$ 200.00	\$ 200.00

T A B L A No. V I I . 1 "LISTA DE COSTOS DE EQUIPO Y MATERIALES"

No.	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6	FILTRO METALICO PLANO DE 20X22X2 PULG., MARCA CLIMATRON O SIMILAR, MODELO CLIMALAV-8.	2.0	PIEZA	\$ 140.00	\$ 280.00
7	FILTRO FIBRA DE VIDRIO DE 20X22X2 PULG., MARCA CLIMATRON O SIMILAR, MODELO CLIMAPRE.	2.0	PIEZA	\$ 32.00	\$ 64.00
8	FILTRO DE ADSORCION DE GASES DE 24X12X12 PULG., MARCA PURAFIL O SIMILAR, MODELO PM-12D.	4.0	PIEZA	\$ 2,205.00	\$ 8,820.00
9	DETECTOR ELECTRONICO DE CORROSION, MARCA PURAFIL O - SIMILAR, MODELO ON GUARD.	1.0	PIEZA	\$ 22,050.00	\$ 22,050.00
10	VENTILADOR AXIAL EXTRACTOR DE AIRE, TIPO HONGO, MARCA ARMEE O SIMILAR, MODEL AF-8-C, PARA 587 PCM.	1.0	PIEZA	\$ 530.00	\$ 530.00
11	IDEM ANTERIOR, MODELO AF-12-B, PARA 866 PCM.	1.0	PIEZA	\$ 530.00	\$ 530.00
12	IDEM ANTERIOR, MODELO AF-8-B, PARA 250 PCM.	1.0	PIEZA	\$ 530.00	\$ 530.00
13	LAMINA GALVANIZADA, MARCA ZINTRO O SIMILAR, CALIBRE 20.	644.0	KG.	\$ 4.30	\$ 2,769.20
14	IDEM ANTERIOR, CALIBRE 22.	2154.0	KG.	\$ 4.10	\$ 8,831.00
15	IDEM ANTERIOR, CALIBRE 24.	1565.0	KG.	\$ 4.00	\$ 6,260.00
16	LONA AHULADA TRAMADA DEL N° 10, DE 30 CM. DE ANCHO.	10.0	M.	\$ 20.00	\$ 200.00
17	DIFUSOR DE INYECCION DE AIRE, DE ALUMINIO EXTRUIDO, CON DEFLECTOR Y COMPUERTA DE CONTROL DE VOLUMEN, MARCA TITUS O SIMILAR, DE 4 VIAS, MODELO 4A, DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES: 15X15 PULG.	4.0	PIEZA	\$ 224.20	\$ 896.80
18	IDEM AL ANTERIOR, DE 12X12 PULG.	12.0	PIEZA	\$ 162.60	\$ 1,951.20
19	IDEM AL ANTERIOR, DE 21X21 PULG.	16.0	PIEZA	\$ 285.00	\$ 4,560.00

T A B L A No. V I I. 1 "LISTA DE COSTOS DE EQUIPO Y MATERIALES"

No.	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
20	IDEM AL ANTERIOR, MODELO 4B, DE 12X6 PUG.	1.0	PIEZA	\$ 150.00	\$ 150.00
21	IDEM AL ANTERIOR, 12X9 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 170.80	\$ 170.80
22	IDEM AL ANTERIOR, MODELO 2A, DE 12X9 PULG.	4.0	PIEZA	\$ 120.00	\$ 480.00
23	REJILLA DE RETORNO DE AIRE, DE ALUMINIO EXTRUIDO, CON COMPUERTA DE CONTROL DE VOLUMEN Y DEFLEXION DE 45°, MARCA TITUS O SIMILAR, MODELO RL-230, DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES: 40X36 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 250.00	\$ 250.00
24	IDEM AL ANTERIOR, DE 24X6 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 89.00	\$ 89.00
25	IDEM AL ANTERIOR, DE 54X18 PULG.	6.0	PIEZA	\$ 260.00	\$ 1,560.00
26	IDEM AL ANTERIOR, DE 40X10 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 210.00	\$ 210.00
27	IDEM AL ANTERIOR, DE 60X10 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 250.00	\$ 250.00
28	IDEM AL ANTERIOR, DE 54X12 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 250.00	\$ 250.00
29	REJILLA DE PUERTA, DE ACERO, MARCA TITUS O SIMILAR, DEFLEXION DE 77°, MODELO T-700, DE LAS SIGUIENTES -- DIMENSIONES: 20X12 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 80.00	\$ 80.00
30	IDEM AL ANTERIOR, DE 18X10 PULG.	2.0	PIEZA	\$ 83.10	\$ 166.20
31	IDEM AL ANTERIOR, DE 18X8 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 76.10	\$ 76.10
32	IDEM AL ANTERIOR, DE 24X14 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 103.00	\$ 103.00
33	IDEM AL ANTERIOR, DE 14X8 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 58.50	\$ 58.50
34	IDEM AL ANTERIOR, DE 12X6 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 60.00	\$ 60.00
35	IDEM AL ANTERIOR, DE 16X8 PULG.	1.0	PIEZA	\$ 76.00	\$ 76.00

T A B L A No. V I I. 1 "LISTA DE COSTOS DE EQUIPO Y MATERIALES"

No.	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO			PRECIO UNITARIO	IMPORTE
		CANT.	UNIDAD		
36	TUBERIA DE ACERO AL CARBON, CEDULA 40, SIN COSTURA, EXTREMOS ROSCADOS, DE 3 PULG. DE DIAMETRO.	18.0	M.	\$ 28.70	\$ 516.60
37	VALVULA DE COMPUERTA DE ACERO AL CARBON, 150 PSI, - ROSCADA DE 3 PULG. DE DIAMETRO.	2.0	PIEZA	\$ 160.00	\$ 320.00
38	VALVULA DE GLOBO DE ACERO AL CARBON, 150 PSI, ROSCADA DE 3 PULG. DE DIAMETRO.	4.0	PIEZA	\$ 210.90	\$ 843.60
39	CODO DE 90°, DE ACERO AL CARBON, 150 PSI, ROSCADO, DE 3 PULG. DE DIAMETRO.	8.0	PIEZA	\$ 7.50	\$ 60.00
40	TEE DE ACERO AL CARBON, 150 PSI, ROSCADA DE 3 PULG. DE DIAMETRO.	11.0	PIEZA	\$ 11.25	\$ 123.75
41	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE, 150 PSI, RF, DE ACERO FORJADO ASTM-A105, DIAMETRO INTERIOR DE 3 PULG., PARA CEDULA ESTANDAR N° 40.	2.0	PIEZA	\$ 45.00	\$ 90.00
42	REDUCCION CONCENTRICA DE ACERO AL CARBON, 150 PSI, DE 3 A 1/4 PULG. DE DIAMETRO.	8.0	PIEZA	\$ 4.40	\$ 35.20
43	TUERCA UNION DE ACERO AL CARBON, DE 3 PULG. DE DIAMETRO CON ROSCA INTERIOR.	4.0	PIEZA	\$ 20.00	\$ 80.00
44	CONECTOR DE ACERO AL CARBON DE 3 PULG. DE DIAMETRO, CON ROSCA INTERIOR.	4.0	PIEZA	\$ 20.00	\$ 80.00
45	MANOMETRO MARCA IMPERIAL O SIMILAR, CON CAJA DE FIERRO FUNDIDO, CARATULA DE 3 PULG. DE DIAMETRO, RANGO DE 0 A 14 KG/CM2, CONEXION INTERIOR ROSCADA DE 1/4 PULG. DE DIAMETRO.	4.0	PIEZA	\$ 66.00	\$ 264.00
46	PURGA AUTOMATICA DE AIRE, MARCA ETO ARMSTRON O SIMILAR CON ROSCA EXTERIOR DE 1/4 PULG. DE DIAMETRO.	1.0	PIEZA	\$ 358.50	\$ 358.00

T A B L A No. V I I. 1 "LISTA DE COSTOS DE EQUIPO Y MATERIALES"

No.	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
47	TERMOMETRO BIMETALICO, MARCA IMPERIAL O SIMILAR, CON CARATULA DE 3 PULG. DE DIAMETRO, RANGO DE 0 A 100 °C Y TERMOPOZO MODELO 41913030 DE ROSCA EXTERIOR DE 1/4 PULG. DE DIAMETRO Y VASTAGO DE 5 CM.	4.0	PIEZA	\$ 73.00	\$ 292.00
48	INTERRUPTOR DE FLUJO DE AGUA DE CONDENSACION, MARCA MACDONELL&MILLER O SIMILAR, MODELO FS-4-3, 125 VOLT C.A., I FASE, 60 HZ.	2.0	PIEZA	\$ 486.60	\$ 973.20
49	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE 1/4 PULG. DE DIAMETRO CON ROSCA INTERIOR.	4.0	PIEZA	\$ 11.00	\$ 44.00
50	TUBO FLEXIBLE DE COBRE DE 1/4 PULG. DE DIAMETRO.	5.0	M.	\$ 10.54	\$ 52.70
51	COLA DE COCHINO DE 1/4 PULG. DE DIAMETRO PARA CONTACTAR CON MANOMETRO.	4.0	PIEZA	\$ 10.00	\$ 40.00
52	AISLAMIENTO TERMICO PARA DUCTOS DE AIRE A BASE DE - COLCHONETAS DE FIBRA DE VIDRIO TIPO RF-3075 VITROFIBRAS DE MEXICO, DE 25 MM.(1 PULG.) DE ESPESOR, DE 1 LB/FT3 DE DENSIDAD, CON BARRERA DE VAPOR, REVESTIMIENTO DE PAPEL KRAFT Y FOIL DE ALUMINIO, INCLUYE - ADHESIVO DUCT-FAST Y SELLADOR C.I. MASTICK 6025 DE PROTEXA.	370.0	M2.	\$ 35.00	\$ 12,950.00
53	AISLAMIENTO TERMICO PARA TUBERIAS DE SUCCION DE GAS REFRIGERANTE, A BASE DE ELEMENTOS PREFORMADOS DE FIBRA DE VIDRIO EN MEDIAS CAÑAS DE 1.5 PULG. DE ESPESOR PARA APLICARSE EN TUBERIA DE 2 1/2 PULG. DE DIAMETRO, CON PROTECCION DE LAMINA LISA DE ALUMINIO CALIBRE 26.	20.0	M.	\$ 55.00	\$ 1,100.00
54	TUBERIA DE COBRE TIPO "L", MARCA NACOBRE O SIMILAR, DE 2 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	20.0	M.	\$ 78.95	\$ 1,579.00
55	IDEM AL ANTERIOR, DE 1 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	25.0	M.	\$ 29.70	\$ 742.50

T A B L A No. V I I. 1 "LISTA DE COSTOS DE EQUIPO Y MATERIALES"

No.	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
56	COMO DE 90° DE BRONCE, SOLDABLE, MARCA NIBCO O SIMILAR DE 2 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	16.0	PIEZA	\$ 13.10	\$ 209.60
57	IDEM AL ANTERIOR, DE 1 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	17.0	PIEZA	\$ 2.75	\$ 46.75
58	TER DE BRONCE, SOLDABLE, MARCA NIBCO O SIMILAR, DE 1 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	4.0	PIEZA	\$ 6.90	\$ 27.60
59	TUERCA UNION DE BRONCE, CON ROSCA INTERIOR, MARCA - NIBCO O SIMILAR, DE 2 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	4.0	PIEZA	\$ 11.00	\$ 44.00
60	IDEM AL ANTERIOR DE 1 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	4.0	PIEZA	\$ 27.30	\$ 109.20
61	MANGUERA ANTIVIBRATORIA, SOLDABLE, DE 9 PULG. DE -- LONGITUD Y 2 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	2.0	PIEZA	\$ 55.00	\$ 110.00
62	MIRILLA PARA REFRIGERANTE, CON INDICADOR DE HUMEDAD, 300 PSI, SOLDABLE, DE 1 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	2.0	PIEZA	\$ 50.00	\$ 100.00
63	DESHIDRATADOR PARA REFRIGERANTE R-22, CAPACIDAD 40 T.R. CON ROSCA INTERIOR Y CARGA DE ALUMINA, MARCA -- VICTORIA O SIMILAR, DE 1 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	2.0	PIEZA	\$ 60.00	\$ 120.00
64	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE, 300 PSI, SOLDABLE, MARCA WACOBE O SIMILAR, DE 1 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	6.0	PIEZA	\$ 60.00	\$ 360.00
65	VALVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION PARA REFRIGERANTE R-22 Y 40 T.R. DE CAPACIDAD, SOLDABLE, DE 1 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	2.0	PIEZA	\$ 1,447.00	\$ 2,894.00
66	VALVULA SOLENOIDE PARA REFRIGERANTE R-22 Y 40 T.R., SOLDABLE, 300 PSI, 125 VOLTS, 1 FASE, 60 HZ., DE -- 1 1/2 PULG. DE DIAMETRO.	2.0	PIEZA	\$ 1,274.00	\$ 2,548.00
67	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA, CLASE 650, TIPO FA, MODELO FAL-36100, 3 POLOS, 100 AMP., NEMA 12, MARCA SQUARE-D O SIMILAR.	2.0	PIEZA	\$ 1,003.00	\$ 2,006.00

T A B L A No. V I I. 1 "LISTA DE COSTOS DE EQUIPO Y MATERIALES"

No.	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
68	IDEM AL ANTERIOR, MODELO FAL-36070 Y 70 AMP.	2.0	PIEZA	\$ 910.00	\$ 1,820.00
69	IDEM AL ANTERIOR, MODELO FAL-36015 Y 15 AMP.	1.0	PIEZA	\$ 600.00	\$ 600.00
70	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA, CLASE 655, TIPO KA, MODELO KAL-36200, 3 POLOS, 200 AMP., NEMA 12, MARCA SQUARE-D O SIMILAR.	2.0	PIEZA	\$ 1,300.00	\$ 2,600.00
71	ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION PLENA DE C.A., CLASE 8536, TAMAÑO 3, TIPO LEA-1, 3 POLOS, NEMA 12, MARCA SQUARE-D O SIMILAR.	2.0	PIEZA	\$ 4,584.00	\$ 9,168.00
72	ELEMENTO TERMICO DE ALEACION FUSIBLE CLASE 8536, TIPO LE, TAMAÑO 3, N° DE ELEMENTO CC-143, MARCA SQUARE-D O SIMILAR.	6.0	PIEZA	\$ 43.05	\$ 258.30
73	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA, CLASE 730, TIPO QOB, MODELO QOB-115, 1 POLO, 15 AMP., NEMA 1, MARCA SQUARE-D O SIMILAR.	3.0	PIEZA	\$ 35.00	\$ 105.00
74	INTERRUPTOR DE FLUJO DE AIRE, MARCA JOHNSON CONTROLS O SIMILAR, MODELO F62AA-9 A 125 VOLTS, C.A., INCLUYE INTERRUPTOR MODELO 1P2T.	1.0	PIEZA	\$ 486.00	\$ 486.00
75	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE DOBLE TIRO, TIPO NAVAJA SIN PORTAFUSIBLES, MARCA SQUARE-D O SIMILAR, 3 POLOS, 200 AMP., TIPO 1, CATALOGO N° 82344-F.	1.0	PIEZA	\$ 400.00	\$ 400.00
76	IDEM AL ANTERIOR, DE 100 AMP., CATALOGO N° 82343-F.	1.0	PIEZA	\$ 200.00	\$ 200.00
77	TERMOSTATO LIMITE PARA DUCTO DE BULBO REMOTO, MARCA JOHNSON CONTROLS O SIMILAR, MODELO A19ABC-24, CON LONGITUD CAPILAR DE 8 PULG. Y TERMOPOZO WELL 144-602R - CON RANGO DE OPERACION DE -34 A 38 °C A 125 VOLTS.CA.	1.0	PIEZA	\$ 369.70	\$ 369.70
78	TRANSFORMADOR DE TENSION PARA EL TABLERO DE CONTROL DE 440 A 125 VOLTS.	1.0	PIEZA	\$ 1,728.00	\$ 1,728.00

T A B L A No. V I I. 1 "LISTA DE COSTOS DE EQUIPO Y MATERIALES"

No.	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
79	TERMOSTATO DE CUARTO PARA REFRIGERACION Y/O CALE-- FACCION, MARCA JOHNSON CONTROLS O SIMILAR, MODELO - T265-18, CON RANGO DE 5 A 30 °C, 125 VOLTS, C.A., IN- CLUYE PROTECTOR DE METAL Y PLACA PARA MONTARSE EN LA PARED.	1.0	PIEZA	\$ 369.70	\$ 369.70
80	HUMIDOSTATO PARA CUARTO, MARCA JOHNSON CONTROLS O SI- MILAR, MODELO W42AA-1, CON RANGO DE FUNCIONAMIENTO DE 10 A 90 % DE HUMEDAD RELATIVA, DIFERENCIAL DE 4% H.R. Y 125 VOLTS C.A., INCLUYE PROTECTOR DE ALUMINIO, MO- DELO GRD-101A-601 Y PLACA PARA MONTARSE EN LA PARED.	1.0	PIEZA	\$ 372.90	\$ 372.90
81	JUEGO DE BOTONES PARO-ARRANQUE, 125 VOLTS, TIPO -- DRWA11H, CLASE 9001, MARCA SQUARE-D O SIMILAR.	2.0	PIEZA	\$ 84.80	\$ 84.80
82	SOPORTERIA PARA DUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO.	1.0	LOTE	\$ 4,400.00	\$ 4,400.00
83	SOPORTERIA PARA TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO Y REFRIGERANTE R-22.	1.0	LOTE	\$ 800.00	\$ 800.00

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Al terminar el desarrollo de este trabajo llegamos a las siguientes conclusiones :

- Es indispensable dominar conceptos teóricos tales como Las Leyes de la Termodinámica, Teoría de la Transferencia de Calor, Ciclo Inverso de Carnot, etc., ya que éstos son las bases para desarrollar un buen diseño de Aire Acondicionado; por lo anterior, este trabajo se inicia con un resumen de los conocimientos científicos que aplican para esta área.

- Se debe disponer de Bases de Diseño completas, pues de estas se obtiene la información requerida para llevar a cabo el Estimado de la Carga Térmica lo más veraz posible.

- El Estimado de Carga Térmica es el punto fundamental de cualquier sistema de Aire Acondicionado, ya que de ahí se determina la cantidad de aire por local, la selección del Sistema de Refrigeración y el Equipo que se va a utilizar.

- El diseño de la tubería es básico pues el buen funcionamiento de los equipos, así como su capacidad dependen de éste.

- El Sistema de Control es de gran importancia, ya que es el encargado de poner en operación y mantener en funcionamiento los Equipos , manteniendo además las condiciones de temperatura, humedad, presión y pureza de aire que debe existir dentro del Edificio de Control Centralizado.

- El aspecto económico es un punto vital para llevar a cabo cualquier Proyecto de Ingeniería, por tal razón se realizó un estudio económico, obtenido así, el costo total de este Proyecto.

- Durante el desarrollo de este trabajo de Tesis se encontró que los Diseños de Aire Acondicionado involucran varias disciplinas, por lo que un especialista de esta área debe tener conocimientos de estas, tal es el caso de Ingeniería Civil, Ingeniería Química, Ingeniería Económica entre otras.

- Por último creemos que con este trabajo logramos cumplir con el objetivo de tener un ambiente controlado dentro del Cuarto de Control Central mediante la ayuda de un Sistema de Aire Acondicionado. Esperamos también que este trabajo sirva de apoyo práctico a los estudiantes de la materia de Aire Acondicionado y Refrigeración de la Carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

APENDICE A


TABLAS Y GRAFICAS

DATOS DE VERANO PARA LA REPÚBLICA MEXICANA

CON TEMPERATURAS EXTERIORES DE CÁLCULO (SEGÚN NORMA AMICA-2-1955)



ESTADO	POSICION GEOGRAFICA		ALTITUD	PERIODO BAROMETRICA		TEMPERATURAS DE CÁLCULO SECA Y HUMEDA												M E S E S D E C Á L C U L O												SERVICIO		
	Barométrica			Límite "BIENOS" Límite Inferior "MÁX." Límite Superior												Temperaturas Médias en °C												Público, Mixto, Privado				
	m			°C			°F			°C			°F			°C			°F													
	Latitud	Longitud		m	mb	mm	Hg	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	60	60	60	
GUERRERO																																
Hacienda Roque																																
San Miguel Unión																																
Hacienda San Isidro																																
San Juan de Llanos																																
Hacienda San Lucas																																
San Luis de la Paz																																
San Miguel Allende																																
Isla San Pedro																																
Santa Cruz																																
Salvatierra																																
Valle de Santiago																																
Silao																																
Villa Victoria																																
GUERRERO																																
Acapulco																																
Alicózauca																																
Atzacap																																
Buenavista																																
Ciudad Traves (Chilp.)																																
Iguala																																
Ometepec																																
San Marcos																																
Taxco																																
HIDALGO																																
Actopan																																
El Chico																																
Eutecapan																																
Ixmiquilpan																																
Fábrica de Josefina																																
Kilómetro 5 Sur																																
Miriquilpan																																
Presa Requena																																
Tizayuca																																
Tula																																
Tulancingo																																
Ziayuca																																
JALISCO																																
Anece																																
Cabo Corrientes																																
La Esperanza																																
Catalanes																																
Hacienda de Guadalupe																																
Legua																																
Mineral El Emboscado																																
Yacocota																																
Matehuala																																
Isla de Mezcala																																
Tula																																
Cacerula de Gordiano																																

ESPECIFICACION DE MUROS, PUERTAS Y TECHOS.

SIMBOLOGIA	CLAVE	DESCRIPCION	LOCALIZACION
 MUROS	M1	MURO DE 21 CM. DE ESPESOR CON TABIQUE DE BARRO ROJO COMUN. APLANADO CEMENTO-ARENA DE 2 CM. DE ESPESOR EN EL INTERIOR.	MURO EXTERIOR NORTE DEL CORREDOR. MUROS EXTERIORES NORTE Y SUR DEL CUARTO DE CONTROL CENTRAL. MUROS EXTERIORES NORTE Y ESTE DEL CUARTO DE COMPUTADORAS. MURO EXTERIOR ESTE DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIBLE. MUROS EXTERIORES ESTE Y SUR DEL CUARTO DE GABINETES.
	M2	MURO DE 21 CM. DE ESPESOR CON TABIQUE DE BARRO ROJO COMUN. RECUBRIMIENTO CON FAYENZA DE 15x30x1 CM. DE CERAMICA DE SANTA JULIA.	MURO EXTERIOR SUR DEL ALMACEN. MURO EXTERIOR SUR DEL AREA DE MANTENIMIENTO.
	M3	CINTILLA DE AZULEJO DE 22x5.5 CM. DE IDEAL STANDARD S.A. MURO DE 14 CM. DE ESPESOR CON TABIQUE ROJO COMUN. RECUBRIMIENTO CON FAYENZA DE 15x30x1 CM. DE CERAMICA DE SANTA JULIA.	MURO INTERIOR OESTE DEL ALMACEN.
	M4	APLANADO CEMENTO-ARENA DE 2 CM. DE ESPESOR. MURO DE 14 CM. DE ESPESOR CON TABIQUE ROJO COMUN. APLANADO CEMENTO-ARENA DE 2 CM. DE ESPESOR.	MUROS INTERIORES SUR, ESTE Y OESTE DEL CORREDOR. MURO INTERIOR NORTE OFICINA No. 1. MURO INTERIOR OESTE DEL CUARTO DE CONTROL CENTRAL. MURO INTERIOR SUR DEL CUARTO DE COMPUTADORAS. MURO INTERIOR NORTE DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIBLE. MURO INTERIOR NORTE DEL CUARTO DE GABINETES DE INTERFASES.


T A B L A N o. II.1

ESPECIFICACION DE MUROS, PUERTAS Y TECHOS.

SIMBOLOGIA	CLAVE	DESCRIPCION	LOCALIZACION
 MUROS	M5	CINTILLA DE AZULEJO DE 22 x 5.5 CM. DE IDEAL STANDARD S.A. MURO DE 14 CM. DE ESPESOR CON TABIQUE ROJO COMUN. APLANADO CEMENTO-ARENA DE 2 CM. DE ESPESOR.	MURO INTERIOR OESTE DEL CORREDOR.
	M6	RECUBRIMIENTO CON FAYENZA DE 15x30x1 CM. DE CERAMICA DE SANTA JULIA. MURO DE 14 CM. DE ESPESOR CON TABIQUE DE BARRO ROJO COMUN. APLANADO CEMENTO-ARENA DE 2 CM. DE ESPESOR EN EL INTERIOR.	MURO INTERIOR NORTE DEL CORREDOR. MURO INTERIOR SUR DE LA OFICINA DE SUPERVISORES. MURO INTERIOR ESTE DE LA OFICINA No. 2. MURO INTERIOR ESTE DEL AREA PARA MANTENIMIENTO.
 PUERTAS	P1	PUERTA CON MARCO DE ALUMINIO CON TABLERO DE CRISTAL INASTILLABLE DE 6 MM. DE ESPESOR, CON ANTEPECHO DE LAS MISMAS CARACTERISTICAS.	ACCESOS DE PERSONAL AL NORTE, SUR Y ESTE DEL CUARTO DE CONTROL CENTRAL. ACCESO DE EQUIPO AL CUARTO DE CONTROL CENTRAL.
	P2	PUERTA DE HERRERIA HECHA A BASE DE PERFILES TUBULARES DE LAMINA DE ACERO GALVANIZADO CON TABLERO DE 19 MM. DE ESPESOR ACANALADO.	ACCESO DE EQUIPO AL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIBLE. ACCESO DE EQUIPO AL CUARTO DE GABINETES DE INTERFASES.
	P3	PUERTA CON BASTIDOR DE MADERA DE PINO DE 38 x 25 MM. A CADA 30 CM. EN AMBOS SENTIDOS, FORRADA DE TRIPLAY DE PINO DE 6 MM. DE ESPESOR EN AMBAS CARAS.	PUERTA INTERIOR OESTE DEL CORREDOR. ACCESO AL CUARTO DE MAQUINAS. PUERTA INTERIOR OESTE DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIBLE. PUERTA INTERIOR OESTE DEL CUARTO DE GABINETES DE INTERFASES.

T a b l a N o. II.1

ESPECIFICACION DE MUROS, PUERTAS Y TECHOS.

SIMBOLOGIA	CLAVE	DESCRIPCION	LOCALIZACION
 TECHOS	T1	CAPA DE CONCRETO APARENTE TERMINADO, ESPESOR DE 0.2 CM. CAPA DE ARENA DE 0.2 CM. DE ESPESOR. CAPA DE CHAPOPOTE DE 0,6 CM. DE ESPESOR. LOZA DE CONCRETO DE 10 CM. DE ESPESOR. FALSO PLAFON A BASE DE LOSETAS ACUSTI- CAS IMPERMEABLES EN COLOR BLANCO DE 3 CM. DE ESPESOR.	VESTIBULOS, CORREDOR, OFICINA No.1, OFICINA No. 2, OFICINA DE SUPERVISORES, AREA PARA CAFE, ALMACEN, AREA DE MANTE- NIMIENTO, CUARTO DE CONTROL CENTRAL , CUARTO DE COMPUTADORAS, SISTEMA DE FUER- ZA ININTERRUMPIBLE, CUARTO DE GABINETES DE INTERFASES.
	T2	CAPA DE CONCRETO APARENTE TERMINADO, ESPESOR DE 0.2 CM. CAPA DE ARENA DE 0.2 CM. DE ESPESOR. CAPA DE CHAPOPOTE DE 0.6 CM. DE ESPESOR. LOZA DE CONCRETO DE 10 CM. DE ESPESOR.	CUARTO DE MAQUINAS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

TABLAS DE FUNCIONAMIENTO

Model TDC

Neck Size		Pattern	Neck Vel. Total Press.		300 0.042	400 0.075	500 0.117	600 0.168	700 0.229	800 0.299	900 0.379							
6 X 6		S1	Total CFM NC Side	75 5		100 13		125 19		150 23		175 27		200 31		225 34		
			CFM/Side Throw, Feet	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
			S2	CFM/Side Throw, Feet	38 3.5-10	38 3.5-10	50 5.0 5-7-12	50 5.0 5-7-12	63 6.3 6-9-13	63 6.3 6-9-13	75 7.5 7-10-14	75 7.5 7-10-14	88 8.8 8-11-15	88 8.8 8-11-15	100 10.0 9-12-17	100 10.0 9-12-17	113 11.3 10-12-18	113 11.3 10-12-18
			G2	CFM/Side Throw, Feet	38 3.5-10	38 3.5-10	50 5.0 5-7-12	50 5.0 5-7-12	63 6.3 6-9-13	63 6.3 6-9-13	75 7.5 7-10-14	75 7.5 7-10-14	88 8.8 8-11-15	88 8.8 8-11-15	100 10.0 9-12-17	100 10.0 9-12-17	113 11.3 10-12-18	113 11.3 10-12-18
			A3	CFM/Side Throw, Feet	19 3-4.8	28 3-5.9	25 3-8	25 3-8	31 4-8-9	31 4-8-9	37 5-7-10	37 5-7-10	44 6-8-11	44 6-8-11	50 7-9-13	50 7-9-13	56 8-10-15	56 8-10-15
A4	CFM/Side Throw, Feet	19 3-4.8	19 3-4.8	25 4-8	25 4-8	31 5-7-10	31 5-7-10	38 6-8-11	38 6-8-11	44 7-8-12	44 7-8-12	50 7-9-13	50 7-9-13	56 8-9-13	56 8-9-13			
9 X 9		S1	Total CFM NC Side	169 8		225 15		281 21		338 26		394 30		450 34		506 37		
			CFM/Side Throw, Feet	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
			S2	CFM/Side Throw, Feet	84 5-8-15	84 5-8-15	113 7-11-18	113 7-11-18	141 9-14-20	141 9-14-20	169 11-15-22	169 11-15-22	197 13-16-23	197 13-16-23	225 14-18-25	225 14-18-25	253 15-19-27	253 15-19-27
			G2	CFM/Side Throw, Feet	84 5-8-15	84 5-8-15	113 7-11-18	113 7-11-18	141 9-14-20	141 9-14-20	169 11-15-22	169 11-15-22	197 13-16-23	197 13-16-23	225 14-18-25	225 14-18-25	253 15-19-27	253 15-19-27
			A3	CFM/Side Throw, Feet	42 4-7-12	63 5-8-13	56 6-8-13	56 6-8-13	70 7-11-16	70 7-11-16	84 8-11-15	84 8-11-15	105 9-12-17	105 9-12-17	127 10-13-18	127 10-13-18	148 11-13-19	148 11-13-19
A4	CFM/Side Throw, Feet	42 4-7-12	42 4-7-12	56 6-8-13	56 6-8-13	70 7-11-16	70 7-11-16	84 8-11-15	84 8-11-15	98 9-12-17	98 9-12-17	113 10-13-18	113 10-13-18	127 11-13-19	127 11-13-19	142 12-14-20		
12 X 12		S1	Total CFM NC Side	300 10		400 17		500 23		600 28		700 32		800 35		900 38		
			CFM/Side Throw, Feet	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
			S2	CFM/Side Throw, Feet	150 7-11-20	150 7-11-20	200 10-15-24	200 10-15-24	250 12-19-27	250 12-19-27	300 15-20-29	300 15-20-29	350 17-22-31	350 17-22-31	400 19-24-34	400 19-24-34	450 20-25-36	450 20-25-36
			G2	CFM/Side Throw, Feet	150 7-11-20	150 7-11-20	200 10-15-24	200 10-15-24	250 12-19-27	250 12-19-27	300 15-20-29	300 15-20-29	350 17-22-31	350 17-22-31	400 19-24-34	400 19-24-34	450 20-25-36	450 20-25-36
			A3	CFM/Side Throw, Feet	75 6-9-16	113 7-11-18	100 8-13-18	100 8-13-18	125 9-14-21	125 9-14-21	150 11-14-20	150 11-14-20	175 13-16-22	175 13-16-22	200 14-18-26	200 14-18-26	225 15-18-26	225 15-18-26
A4	CFM/Side Throw, Feet	75 6-9-16	75 6-9-16	100 8-13-18	100 8-13-18	125 9-14-21	125 9-14-21	150 11-14-20	150 11-14-20	175 13-16-22	175 13-16-22	200 14-18-26	200 14-18-26	225 15-18-26	225 15-18-26	253 16-19-27		
15 X 15		S1	Total CFM NC Side	469 11		625 19		781 25		938 29		1094 33		1250 37		1406 40		
			CFM/Side Throw, Feet	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
			S2	CFM/Side Throw, Feet	234 9-14-26	234 9-14-26	313 12-19-30	313 12-19-30	391 15-23-33	391 15-23-33	469 18-26-36	469 18-26-36	547 20-28-39	547 20-28-39	625 22-30-42	625 22-30-42	703 24-30-42	703 24-30-42
			G2	CFM/Side Throw, Feet	234 9-14-26	234 9-14-26	313 12-19-30	313 12-19-30	391 15-23-33	391 15-23-33	469 18-26-36	469 18-26-36	547 20-28-39	547 20-28-39	625 22-30-42	625 22-30-42	703 24-30-42	703 24-30-42
			A3	CFM/Side Throw, Feet	117 8-12-20	176 9-13-23	156 11-16-24	156 11-16-24	195 13-18-25	195 13-18-25	234 15-21-29	234 15-21-29	273 16-20-28	273 16-20-28	313 17-21-30	313 17-21-30	352 18-23-32	352 18-23-32
A4	CFM/Side Throw, Feet	117 8-12-20	117 8-12-20	156 11-16-24	156 11-16-24	195 13-18-25	195 13-18-25	234 15-21-29	234 15-21-29	273 16-20-28	273 16-20-28	313 17-21-30	313 17-21-30	352 18-23-32	352 18-23-32	391 19-24-34		
18 X 18		S1	Total CFM NC Side	675 12		900 20		1125 26		1350 31		1575 35		1800 38		2025 41		
			CFM/Side Throw, Feet	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
			S2	CFM/Side Throw, Feet	338 11-17-31	338 11-17-31	450 15-22-36	450 15-22-36	563 19-28-40	563 19-28-40	675 22-31-44	675 22-31-44	788 25-33-47	788 25-33-47	900 28-36-51	900 28-36-51	1013 31-38-54	1013 31-38-54
			G2	CFM/Side Throw, Feet	338 11-17-31	338 11-17-31	450 15-22-36	450 15-22-36	563 19-28-40	563 19-28-40	675 22-31-44	675 22-31-44	788 25-33-47	788 25-33-47	900 28-36-51	900 28-36-51	1013 31-38-54	1013 31-38-54
			A3	CFM/Side Throw, Feet	169 9-14-24	253 11-18-27	225 13-19-27	225 13-19-27	281 14-22-32	281 14-22-32	338 15-23-35	338 15-23-35	394 16-24-37	394 16-24-37	450 17-26-42	450 17-26-42	506 18-27-45	506 18-27-45
A4	CFM/Side Throw, Feet	169 9-14-24	169 9-14-24	225 13-19-27	225 13-19-27	281 14-22-32	281 14-22-32	338 15-23-35	338 15-23-35	394 16-24-37	394 16-24-37	450 17-26-42	450 17-26-42	506 18-27-45	506 18-27-45	563 19-29-48		

TABLAS DE FUNCIONAMIENTO

Model TDC

Neck Size	Pattern	Neck Vel. Total Press.	300 0.042		400 0.075		500 0.117		600 0.188		700 0.229		800 0.299		900 0.379					
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B				
21	X	3.0625 Sq. Ft.	Total CFM NC Side		919 13		1225 21		1531 27		1838 32		2144 36		2450 39		2756 42			
			S1	CFM/Side	919	0	1225	0	1531	0	1838	0	2144	0	2450	0	2756	0	0	0
			Throw, Feet	26-34-48	—	32-39-56	—	36-44-63	—	39-48-69	—	43-52-74	—	46-56-79	—	48-56-84	—	0	0	
			S2	CFM/Side	459	459	613	613	766	766	919	919	1072	1072	1225	1225	1378	1378	1531	1531
			Throw, Feet	13-19-36	13-19-36	17-26-42	17-26-42	22-33-47	22-33-47	26-36-51	26-36-51	31-39-55	31-39-55	34-42-59	34-42-59	36-44-63	36-44-63	38-46-68	38-46-68	40-48-72
24	X	4.0 Sq. Ft.	Total CFM NC Side		1200 14		1600 22		2000 28		2400 32		2800 36		3200 40		3600 43			
			S1	CFM/Side	1200	0	1600	0	2000	0	2400	0	2800	0	3200	0	3600	0	0	0
			Throw, Feet	30-39-55	—	37-45-64	—	41-50-72	—	45-53-78	—	49-60-85	—	52-64-91	—	55-68-96	—	0	0	
			S2	CFM/Side	600	600	800	800	1000	1000	1200	1200	1400	1400	1600	1600	1800	1800	2000	2000
			Throw, Feet	15-22-41	15-22-41	20-30-48	20-30-48	25-38-54	25-38-54	30-41-59	30-41-59	35-45-63	35-45-63	39-48-68	39-48-68	41-51-72	41-51-72	43-53-78	43-53-78	45-48-60
30	X	6.25 Sq. Ft.	Total CFM NC Side		1875 16		2500 23		3125 29		3750 34		4375 38		5000 41		5625 44			
			S1	CFM/Side	1875	0	2500	0	3125	0	3750	0	4375	0	5000	0	5625	0	0	0
			Throw, Feet	38-49-69	—	46-57-80	—	52-63-90	—	57-68-98	—	61-75-106	—	65-80-114	—	69-85-120	—	0	0	
			S2	CFM/Side	938	938	1250	1250	1563	1563	1875	1875	2188	2188	2500	2500	2813	2813	3125	3125
			Throw, Feet	19-28-52	19-28-52	25-38-60	25-38-60	31-47-67	31-47-67	38-52-73	38-52-73	44-56-79	44-56-79	49-60-85	49-60-85	52-64-90	52-64-90	56-68-96	56-68-96	59-72-102
36	X	9.0 Sq. Ft.	Total CFM NC Side		2700 17		3600 24		4500 30		5400 35		6300 39		7200 43		8100 46			
			S1	CFM/Side	2700	0	3600	0	4500	0	5400	0	6300	0	7200	0	8100	0	0	0
			Throw, Feet	45-59-83	—	55-68-96	—	62-78-108	—	68-83-118	—	73-80-127	—	78-96-136	—	83-102-145	—	0	0	
			S2	CFM/Side	1350	1350	1800	1800	2250	2250	2700	2700	3150	3150	3600	3600	4050	4050	4500	4500
			Throw, Feet	22-34-62	22-34-62	30-45-72	30-45-72	38-57-81	38-57-81	45-62-88	45-62-88	53-67-95	53-67-95	59-72-102	59-72-102	62-78-108	62-78-108	67-81-114	67-81-114	71-84-120
48	X	18.0 Sq. Ft.	Total CFM NC Side		4800 19		6400 26		8000 32		9600 37		11200 41		12800 45		14400 48			
			S1	CFM/Side	4800	0	6400	0	8000	0	9600	0	11200	0	12800	0	14400	0	0	0
			Throw, Feet	61-78-111	—	74-81-128	—	83-101-144	—	91-111-157	—	98-120-170	—	105-132-182	—	111-139-193	—	0	0	
			S2	CFM/Side	2400	2400	3200	3200	4000	4000	4800	4800	5600	5600	6400	6400	7200	7200	8000	8000
			Throw, Feet	30-45-83	30-45-83	40-60-96	40-60-96	50-78-108	50-78-108	60-83-118	60-83-118	70-90-127	70-90-127	78-96-136	78-96-136	83-102-144	83-102-144	90-108-150	90-108-150	96-114-162

TABLAS DE FUNCIONAMIENTO

Model TDC

Neck Size	Pattern	Neck Velocity Total Pressure	300 0.042	400 0.075	500 0.117	600 0.168	700 0.229	800 0.299	900 0.379
-----------	---------	---------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

6	X	9	Total CFM NC Side	113 7		150 14		188 20		225 25		263 29		300 32		338 35	
				A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
				A1 B1	CFM/Side Throw, Feet	10-12-18	0	150	0	188	0	225	0	263	0	300	0
A2 B2	CFM/Side Throw, Feet	5-8-15	5-8-15	7-11-17	7-11-17	9-13-19	9-13-19	11-15-21	11-15-21	13-16-22	13-16-22	14-17-24	14-17-24	15-18-26	15-18-26	16-19-28	16-19-28
E2 F2	CFM/Side Throw, Feet	4-6-11	7-10-14	5-8-13	9-11-18	7-10-15	10-12-18	8-11-16	11-14-20	10-12-17	12-15-21	11-13-19	13-16-23	11-14-20	14-17-24	11-12-20	14-17-24
0.375 Sq. Ft.	A3	CFM/Side Throw, Feet	19	47	25	63	31	78	38	94	44	109	50	125	58	141	13-16-23
	A3-2	CFM/Side Throw, Feet	4-6-11	7-10-14	5-8-12	8-11-15	7-10-15	10-13-19	7-10-15	12-14-21	8-11-16	13-16-22	10-12-17	14-17-24	11-13-19	14-18-25	11-14-20
	B4	CFM/Side Throw, Feet	19	37	25	50	31	62	38	75	44	87	50	100	56	112	10-12-18

6	X	12	Total CFM NC Side	150 7		200 15		250 21		300 26		350 30		400 33		450 36	
				A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
				A1 B1	CFM/Side Throw, Feet	150	0	200	0	250	0	300	0	350	0	400	0
A2 B2	CFM/Side Throw, Feet	7-11-19	7-11-19	8-13-20	8-13-20	11-15-22	11-15-22	13-17-24	13-17-24	15-18-26	15-18-26	16-20-28	16-20-28	17-21-30	17-21-30	18-22-31	18-22-31
E2 F2	CFM/Side Throw, Feet	3-8	11-15	6-10-15	10-13-18	8-12-17	12-15-21	10-13-19	13-16-23	11-14-20	14-17-25	12-15-22	15-18-26	13-16-23	16-20-28	13-16-23	
0.375 Sq. Ft.	A3	CFM/Side Throw, Feet	19	68	25	88	31	110	38	131	44	153	50	175	56	197	15-19-27
	A3-2	CFM/Side Throw, Feet	7-11-19	7-11-19	8-14-22	9-12-18	8-11-15	11-14-20	9-12-17	12-15-22	10-13-18	13-16-23	11-14-19	14-18-25	10-12-17	15-19-27	11-14-19
	B4	CFM/Side Throw, Feet	19	56	25	75	31	94	38	113	44	131	50	150	56	169	12-14-21

6	X	15	Total CFM NC Side	188 8		250 16		313 22		375 26		438 30		500 34		563 37		
				A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
				A1 B1	CFM/Side Throw, Feet	188	0	250	0	313	0	375	0	438	0	500	0	563
A2 B2	CFM/Side Throw, Feet	7-11-19	7-11-19	9-14-22	9-14-22	12-17-25	12-17-25	14-19-27	14-19-27	17-20-29	17-20-29	18-22-31	18-22-31	19-23-33	19-23-33	20-24-34	20-24-34	
E2 F2	CFM/Side Throw, Feet	3-8	150	50	200	63	250	75	300	88	350	100	400	113	450	15-18-26	18-22-31	
0.625 Sq. Ft.	A3	CFM/Side Throw, Feet	19	84	25	113	31	141	38	169	44	197	50	225	56	253	13-16-23	17-21-30
	E3	CFM/Side Throw, Feet	12-14-21	5-8-15	14-17-24	7-11-17	15-19-27	9-13-19	17-21-29	11-15-21	16-22-32	13-16-23	19-24-34	14-17-24	21-25-36	15-18-26	18-22-31	
	B4	CFM/Side Throw, Feet	19	75	25	100	31	125	38	150	44	175	50	200	56	225	13-16-23	17-21-30

6	X	18	Total CFM NC Side	225 9		300 16		375 22		450 27		525 31		600 34		675 38		
				A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
				A1 B1	CFM/Side Throw, Feet	225	0	300	0	375	0	450	0	525	0	600	0	675
A2 B2	CFM/Side Throw, Feet	8-12-21	8-12-21	10-16-24	10-16-24	13-19-27	13-19-27	16-21-30	16-21-30	18-22-32	18-22-32	20-24-34	20-24-34	21-26-36	21-26-36	22-28-39	22-28-39	
E2 F2	CFM/Side Throw, Feet	3-8	187	50	250	63	312	75	375	88	437	100	500	113	562	16-20-28	20-24-34	
0.3 Sq. Ft.	A3	CFM/Side Throw, Feet	19	103	25	137	31	172	37	208	44	240	50	275	56	309	14-18-25	19-23-33
	E3	CFM/Side Throw, Feet	150	38	200	50	250	83	300	75	350	88	400	100	450	113	500	
	B4	CFM/Side Throw, Feet	19	94	25	125	31	156	37	189	44	219	50	250	56	281	14-18-25	19-23-33

TABLAS DE FUNCIONAMIENTO

Model TDC

Neck Size	Pattern	Neck Velocity Total Pressure	300	400	500	600	700	800	900
			0.042	0.075	0.117	0.168	0.229	0.299	0.379

		Total CFM NC Side	263 9		350 17		438 23		525 27		613 31		700 35		788 38	
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
6 X 21	A1 B1	CFM/Side Throw, Feet	263 16-19-27	0	350 18-22-32	0	438 20-25-35	0	525 22-27-39	0	613 24-30-42	0	700 26-32-45	0	788 27-34-48	0
	A2 B2	CFM/Side Throw, Feet	131 8-13-22	131 8-13-22	175 11-17-26	175 11-17-26	219 14-20-29	219 14-20-29	263 17-22-32	263 17-22-32	306 20-24-35	306 20-24-35	350 21-29-37	350 21-29-37	394 22-28-39	394 22-28-39
	E2 F2	CFM/Side Throw, Feet	38 6-10-17	225 11-13-21	50 9-13-20	300 14-17-25	63 11-16-23	375 16-19-28	75 13-17-25	450 17-21-30	525 15-19-27	613 19-23-33	700 16-20-29	800 20-25-35	900 17-21-31	900 21-26-37
	A3	CFM/Side Throw, Feet	19 6-10-16	122 9-14-20	25 8-13-18	162 13-16-23	31 11-14-20	203 15-18-26	37 13-16-22	244 16-20-29	43 14-17-24	52 18-22-31	61 15-18-26	70 19-23-33	80 16-19-27	90 20-25-35
	A3-2	CFM/Side Throw, Feet	187 14-17-24	38 6-10-17	150 16-20-28	300 9-14-22	312 18-22-32	63 11-16-23	375 20-24-35	450 13-17-25	525 21-26-37	613 15-19-27	700 23-28-40	800 16-20-29	900 24-30-42	900 17-21-31
	B4	CFM/Side Throw, Feet	19 6-10-16	113 9-14-20	25 8-13-18	150 13-16-23	31 11-14-20	203 15-18-26	37 13-16-22	244 16-20-29	43 14-17-24	52 18-22-31	61 15-18-26	70 19-23-33	80 16-19-27	90 20-25-35

		Total CFM NC Side	300 10		400 17		500 23		600 28		700 32		800 35		900 38	
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
6 X 24	A1 B1	CFM/Side Throw, Feet	300 17-21-29	0	400 19-24-34	0	500 22-27-38	0	600 24-29-42	0	700 26-32-45	0	800 28-34-48	0	900 29-36-51	0
	A2 B2	CFM/Side Throw, Feet	150 9-14-24	150 9-14-24	200 12-18-28	200 12-18-28	250 15-22-31	250 15-22-31	300 18-24-34	300 18-24-34	350 21-26-37	350 21-26-37	400 23-28-40	400 23-28-40	450 24-30-42	450 24-30-42
	E2 F2	CFM/Side Throw, Feet	38 7-10-19	263 12-16-23	50 9-14-22	350 15-18-26	63 12-17-24	438 17-21-30	75 14-19-27	525 16-23-33	613 16-20-29	700 20-25-35	800 16-20-29	900 20-25-35	900 19-23-33	900 23-28-40
	A3	CFM/Side Throw, Feet	19 7-10-17	141 10-15-22	25 9-14-19	188 14-48-25	32 11-15-22	235 16-20-28	38 14-17-24	281 18-22-31	44 15-18-26	53 19-23-33	61 16-19-28	70 20-25-35	80 17-21-29	90 22-27-38
	A3-2	CFM/Side Throw, Feet	225 15-18-26	38 7-10-19	300 17-21-30	50 9-14-22	375 19-24-34	63 12-17-24	450 21-26-37	525 14-19-27	613 23-28-40	700 16-20-29	800 25-30-43	900 16-20-29	900 26-32-45	900 19-23-33
	B4	CFM/Side Throw, Feet	19 7-10-17	131 10-15-22	25 9-14-19	175 14-48-25	32 11-15-22	219 16-20-28	38 14-17-24	263 18-22-31	44 15-18-26	53 19-23-33	61 16-19-28	70 20-25-35	80 22-27-38	90 23-28-40

		Total CFM NC Side	375 10		500 18		625 24		750 29		875 33		1000 36		1125 39	
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
6 X 30	A1 B1	CFM/Side Throw, Feet	375 19-23-33	0	500 22-27-38	0	625 24-30-42	0	750 27-33-47	0	875 29-35-50	0	1000 31-38-54	0	1125 33-40-57	0
	A2 B2	CFM/Side Throw, Feet	188 10-15-27	188 10-15-27	250 14-21-31	250 14-21-31	313 17-25-35	313 17-25-35	375 21-27-38	375 21-27-38	438 24-29-41	438 24-29-41	500 25-31-44	500 25-31-44	563 27-33-47	563 27-33-47
	E2 F2	CFM/Side Throw, Feet	38 8-12-21	336 13-18-25	50 10-16-24	450 17-21-30	63 13-18-27	563 19-23-33	75 16-21-30	675 21-25-38	88 18-23-32	788 22-28-39	100 20-24-35	900 24-30-42	113 21-26-37	1013 25-31-45
	A3	CFM/Side Throw, Feet	19 8-12-19	178 11-17-24	25 10-19-22	238 15-20-29	31 13-17-24	297 16-22-31	38 15-19-27	356 20-24-35	44 16-20-29	416 21-26-37	50 18-22-31	475 23-28-40	56 19-23-33	64 24-30-42
	E3	CFM/Side Throw, Feet	300 16-21-29	38 8-12-21	400 19-24-34	50 10-16-24	500 22-27-38	63 13-18-27	600 24-23-42	75 14-19-27	88 25-32-45	100 18-23-32	800 29-34-48	900 20-24-35	1000 29-36-51	1125 31-28-37
	B4	CFM/Side Throw, Feet	19 8-12-19	169 11-17-24	25 10-19-22	225 15-20-29	31 13-17-24	281 16-22-31	38 15-19-27	338 20-24-35	44 16-20-29	394 21-26-37	50 18-22-31	450 23-28-40	56 19-23-33	64 24-30-42

		Total CFM NC Side	225 9		300 16		375 22		450 27		525 31		600 34		675 38	
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
9 X 12	A1 B1	CFM/Side Throw, Feet	225 14-18-25	0	300 17-21-29	0	375 19-23-33	0	450 21-25-36	0	525 22-27-39	0	600 24-29-42	0	675 25-31-44	0
	A2 B2	CFM/Side Throw, Feet	113 8-12-21	113 8-12-21	150 10-16-24	150 10-16-24	188 13-18-27	188 13-18-27	225 16-21-30	225 16-21-30	263 18-22-32	263 18-22-32	300 20-24-34	300 20-24-34	338 21-28-36	338 21-28-36
	E2 F2	CFM/Side Throw, Feet	84 6-9-16	141 10-14-20	113 8-12-19	188 13-16-23	141 10-15-21	234 15-18-25	169 12-16-28	261 16-20-28	197 14-17-25	328 17-21-30	225 15-19-27	375 19-23-33	253 16-20-28	422 20-24-34
	A3	CFM/Side Throw, Feet	42 6-9-14	91 9-13-19	56 10-17	122 12-15-22	71 10-13-19	152 14-17-24	85 12-14-21	183 15-19-27	113 13-16-22	213 16-20-29	113 14-17-24	124 18-22-31	127 14-18-25	127 19-23-33
	A3-2	CFM/Side Throw, Feet	75 8-13-21	75 6-9-16	100 11-17-24	125 9-12-19	125 10-15-21	125 17-21-29	125 15-19-27	150 18-22-32	175 14-17-25	200 19-24-34	200 14-17-25	225 21-25-38	225 16-20-28	
	B4	CFM/Side Throw, Feet	42 6-9-14	70 9-13-19	56 8-12-17	94 12-15-22	71 10-13-19	117 14-17-24	85 12-14-21	141 15-19-27	113 13-16-22	164 16-20-29	113 14-17-24	124 18-22-31	127 14-18-25	127 19-23-33

TABLA " AREA CENTRAL DE REJILLAS "

AREAS CENTRALES, Pies Cuadrados													
ANCHO NOMINAL Pulg. →	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	48
LARGO Pulg. 6	0.12	0.19											
8	0.16	0.26	0.36						CENTRO = NOMINAL 3/4"				
10	0.21	0.34	0.46	0.58									
12	0.25	0.41	0.57	0.72	0.88								
14	0.30	0.48	0.67	0.85	1.03	1.22							
16	0.344	0.55	0.77	0.98	1.19	1.40	1.61						
18	0.389	0.63	0.87	1.11	1.35	1.59	1.83	2.06					
20	0.434	0.70	0.97	1.23	1.51	1.77	2.04	2.31	2.58				
22	0.48	0.78	1.07	1.37	1.65	1.95	2.25	2.54	2.84				
24	0.52	0.85	1.17	1.49	1.82	2.14	2.46	2.78	3.10	3.76			
26	0.57	0.92	1.27	1.63	1.97	2.32	2.67	3.02	3.38	4.07			
28	0.61	0.99	1.37	1.75	2.12	2.51	2.88	3.26	3.64	4.40			
30	0.65	1.06	1.47	1.88	2.28	2.68	3.10	3.50	3.90	4.72	5.94		
32	0.69	1.14	1.52	2.01	2.44	2.88	3.31	3.74	4.17	5.05	6.35		
34	0.75	1.21	1.68	2.14	2.60	3.06	3.52	3.98	4.44	5.36	6.75		
36	0.79	1.28	1.78	2.26	2.76	3.24	3.74	4.22	4.71	5.70	7.15	8.61	
38	0.84	1.36	1.87	2.39	2.91	3.43	3.94	4.47	4.92	6.02	7.57	8.86	
40	0.89	1.43	1.99	2.52	3.07	3.62	4.16	4.70	5.25	6.34	7.98	9.62	
42	0.93	1.50	2.08	2.65	3.22	3.80	4.37	4.94	5.51	6.95	8.38	10.1	
48	1.07	1.72	2.38	3.03	3.70	4.33	4.93	5.63	6.28	7.6	9.56	11.5	15.5
54	1.20	1.94	2.68	3.43	4.16	4.90	5.65	6.38	7.12	8.60	11.8	12.7	17.5
60	1.34	2.16	2.98	3.80	4.63	5.45	6.28	7.10	7.92	9.52	12.0	14.5	19.4
66	1.47	2.38	3.28	4.19	5.10	6.00	6.91	7.82	8.73	10.5	13.2	16.0	21.4
72	1.61	2.60	3.59	4.58	5.57	6.55	7.24	8.54	9.52	11.5	14.4	17.4	23.4

Pérdida por rozamiento (mm c.a. por m de longitud equivalente)

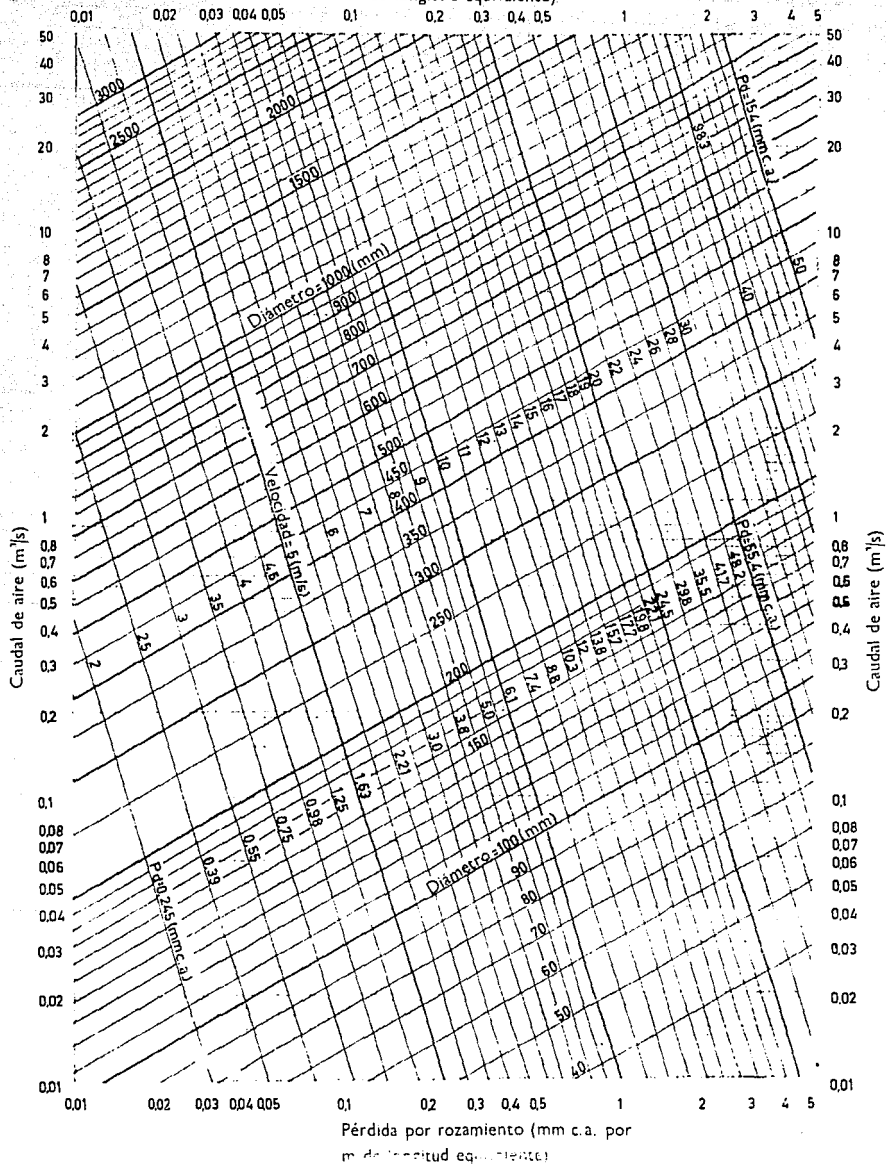


TABLA 6. DIMENSIONES DE CONDUCTOS, AREA DE LA SECCION, DIAMETRO EQUIVALENTE, Y TIPO DE CONDUCTO *

MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm)	150		200		250		300		350		400		450		500		550	
	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)
250	0,036	213	0,048	249	0,06	287												
300	0,042	231	0,067	272	0,071	302	0,087	333										
350	0,048	249	0,067	272	0,084	328	0,103	361	0,119	389								
400	0,066	264	0,076	308	0,094	348	0,116	384	0,134	414	0,154	445						
450	0,061	280	0,084	328	0,106	368	0,129	407	0,151	439	0,173	470	0,186	501				
500	0,067	292	0,082	343	0,117	384	0,142	427	0,168	460	0,192	496	0,216	526	0,242	556		
550	0,072	305	0,10	358	0,128	404	0,158	447	0,184	485	0,21	518	0,238	551	0,264	582	0,282	612
600	0,078	315	0,107	371	0,139	422	0,169	465	0,198	503	0,229	541	0,257	574	0,288	607	0,316	638
650	0,082	326	0,116	384	0,149	435	0,182	483	0,214	524	0,246	561	0,278	597	0,31	630	0,341	664
700	0,088	335	0,123	396	0,158	450	0,193	499	0,229	541	0,265	582	0,301	620	0,333	655	0,368	689
750	0,093	346	0,13	409	0,168	465	0,205	514	0,244	559	0,283	602	0,32	640	0,36	677	0,392	711
800	0,099	358	0,137	419	0,179	478	0,218	529	0,26	576	0,301	620	0,341	661	0,381	698	0,418	734
850	0,105	366	0,146	432	0,188	490	0,23	544	0,274	592	0,318	637	0,36	678	0,404	719	0,443	756
900	0,109	374	0,153	442	0,198	504	0,242	556	0,288	607	0,336	656	0,378	696	0,424	736	0,467	775
950	0,113	381	0,16	452	0,208	516	0,255	572	0,303	622	0,352	671	0,398	714	0,448	757	0,494	798
1.000	0,118	389	0,167	463	0,216	526	0,267	585	0,318	637	0,368	686	0,418	732	0,469	775	0,517	816
1.050	0,123	396	0,172	470	0,225	536	0,278	595	0,33	650	0,384	701	0,436	747	0,492	793	0,54	834
1.100	0,128	404	0,18	480	0,233	546	0,288	607	0,343	662	0,401	716	0,453	762	0,513	810	0,563	852
1.150	0,132	412	0,186	488	0,242	556	0,298	618	0,359	678	0,416	729	0,472	772	0,534	825	0,586	869
1.200	0,137	419	0,193	498	0,25	567	0,31	630	0,373	691	0,43	742	0,491	793	0,553	841	0,611	887
1.250			0,196	506	0,26	577	0,32	641	0,384	701	0,448	757	0,51	808	0,573	856	0,633	903
1.300			0,205	514	0,27	587	0,33	651	0,398	714	0,463	770	0,53	824	0,594	871	0,656	915
1.350			0,212	521	0,276	595	0,343	664	0,41	724	0,478	782	0,546	836	0,614	896	0,679	935
1.400			0,218	531	0,286	605	0,354	674	0,422	734	0,492	793	0,563	849	0,636	902	0,702	951
1.450			0,225	536	0,296	615	0,365	684	0,434	744	0,507	806	0,58	862	0,654	915	0,724	965
1.500			0,237	544	0,303	622	0,378	694	0,448	756	0,523	819	0,602	876	0,673	927	0,747	983
1.600			0,244	559	0,32	640	0,392	709	0,472	778	0,548	841	0,638	902	0,714	956	0,79	1.018
1.700					0,338	656	0,415	729	0,497	798	0,58	862	0,666	923	0,762	981	0,831	1.034
1.800					0,355	674	0,436	746	0,527	820	0,61	885	0,697	946	0,786	1.004	0,876	1.063
1.900					0,38	696	0,454	762	0,543	834	0,632	900	0,735	971	0,824	1.029	0,923	1.088
2.000					0,384	701	0,478	782	0,57	854	0,67	925	0,766	991	0,853	1.052	0,961	1.113
2.100							0,602	800	0,594	876	0,698	946	0,792	1.008	0,9	1.075	0,938	1.133
2.200							0,617	813	0,615	887	0,73	966	0,827	1.030	0,934	1.095	1,035	1.152
2.300							0,635	828	0,64	905	0,753	982	0,868	1.055	0,962	1.113	1,061	1.177
2.400							0,646	839		920	0,778	996	0,898	1.070	0,999	1.130	1,118	1.200
2.600									0,685	937	0,787	1.020	0,807	1.080	1,046	1.155	1,138	1.210
2.800									0,704	951	0,824	1.030	0,94	1.105	1,072	1.172	1,202	1.240
2.700									0,731	966	0,852	1.045	0,952	1.119	1,11	1.194	1,238	1.261
2.800									0,75	981	0,88	1.063	1,005	1.135	1,138	1.205	1,275	1.278
2.900											0,908	1.078	1,040	1.158	1,165	1.222	1,32	1.303
3.000											0,925	1.090	1,065	1.168	1,21	1.248	1,33	1.308
3.100											0,94	1.105	1,1	1.185	1,238	1.260	1,387	1.331
3.200											0,953	1.120	1,12	1.197	1,277	1.279	1,432	1.353
3.300													1,156	1.216	1,302	1.292	1,46	1.368
3.400													1,185	1.231	1,334	1.310	1,498	1.380
3.500													1,22	1.241	1,352	1.321	1,525	1.397
3.600													1,23	1.252	1,397	1.344	1,551	1.414

* Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

TABLA 6. DIMENSIONES DE CONDUCTOS, AREA DE LA SECCION, DIAMETRO EQUIVALENTE Y TIPO DE CONDUCTO * (Cont.)

MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm)	600		650		700		750		800		850		900		950		1.000	
	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)
250																		
300																		
350																		
400																		
450																		
500																		
550																		
600	0,346	666																
650	0,373	692	0,407	722														
700	0,401	716	0,437	749	0,472	777												
750	0,433	746	0,468	775	0,502	803	0,543	834										
800	0,457	765	0,497	798	0,536	829	0,576	859	0,618	889								
850	0,486	788	0,527	823	0,568	854	0,61	884	0,654	914	0,697	944						
900	0,517	813	0,549	839	0,603	875	0,646	909	0,692	940	0,736	971	0,783	1.002				
950	0,542	834	0,591	868	0,636	903	0,679	934	0,728	966	0,775	996	0,822	1.028	0,873	1.057		
1.000	0,569	853	0,622	893	0,668	925	0,714	955	0,767	992	0,816	1.020	0,864	1.052	0,914	1.083	0,972	1.114
1.050	0,597	874	0,65	914	0,702	948	0,762	981	0,803	1.015	0,853	1.044	0,907	1.078	0,963	1.108	1,018	1.139
1.100	0,624	894	0,679	934	0,733	969	0,786	1.004	0,840	1.038	0,89	1.068	0,962	1.102	1,0	1.133	1,054	1.165
1.150	0,652	914	0,706	951	0,764	990	0,818	1.025	0,877	1.057	0,934	1.093	0,99	1.127	1,045	1.159	1,1	1.190
1.200	0,675	930	0,736	971	0,794	1.009	0,856	1.046	0,915	1.082	0,972	1.116	1,027	1.148	1,092	1.180	1,148	1.215
1.250	0,702	949	0,764	990	0,823	1.028	0,89	1.068	0,953	1.105	1,008	1.139	1,072	1.171	1,128	1.204	1,2	1.240
1.300	0,728	966	0,792	1.006	0,856	1.046	0,924	1.089	0,99	1.126	1,054	1.161	1,118	1.198	1,176	1.226	1,248	1.263
1.350	0,755	984	0,818	1.025	0,89	1.066	0,963	1.109	1,018	1.143	1,092	1.181	1,165	1.219	1,22	1.248	1,295	1.286
1.400	0,779	999	0,848	1.042	0,92	1.084	0,99	1.126	1,055	1.163	1,128	1.201	1,2	1.241	1,268	1.272	1,34	1.308
1.450	0,798	1.011	0,877	1.059	0,952	1.102	1,018	1.143	1,092	1.184	1,165	1.223	1,238	1.260	1,312	1.296	1,388	1.331
1.500	0,822	1.027	0,902	1.074	0,97	1.118	1,055	1.165	1,128	1.202	1,2	1.242	1,275	1.280	1,35	1.318	1,435	1.355
1.600	0,872	1.057	0,952	1.105	1,035	1.154	1,118	1.199	1,192	1.238	1,275	1.280	1,358	1.321	1,432	1.356	1,625	1.398
1.700	0,923	1.088	1,008	1.135	1,091	1.185	1,183	1.229	1,267	1.275	1,35	1.316	1,441	1.359	1,525	1.396	1,616	1.438
1.800	0,961	1.115	1,063	1.165	1,147	1.215	1,248	1.262	1,331	1.308	1,423	1.351	1,515	1.395	1,608	1.435	1,692	1.475
1.900	0,998	1.141	1,108	1.194	1,21	1.245	1,302	1.292	1,396	1.340	1,498	1.388	1,599	1.430	1,692	1.470	1,785	1.511
2.000	1,063	1.168	1,165	1.219	1,267	1.272	1,359	1.321	1,46	1.368	1,572	1.418	1,673	1.462	1,775	1.505	1,875	1.599
2.100	1,108	1.192	1,22	1.248	1,312	1.299	1,423	1.350	1,525	1.397	1,636	1.448	1,748	1.496	1,858	1.542	1,96	1.584
2.200	1,165	1.217	1,268	1.272	1,388	1.325	1,488	1.380	1,598	1.429	1,71	1.478	1,821	1.528	1,932	1.575	2,042	1.618
2.300	1,192	1.237	1,312	1.299	1,433	1.355	1,543	1.405	1,665	1.457	1,775	1.507	1,895	1.557	2,015	1.604	2,128	1.650
2.400	1,228	1.258	1,368	1.325	1,469	1.371	1,59	1.426	1,72	1.486	1,821	1.530	1,95	1.580	2,095	1.639	2,22	1.682
2.500	1,285	1.285	1,388	1.344	1,545	1.402	1,655	1.455	1,775	1.508	1,905	1.552	1,998	1.600	2,165	1.664	2,293	1.715
2.600	1,35	1.315	1,46	1.368	1,58	1.422	1,72	1.485	1,84	1.538	1,98	1.592	2,095	1.639	2,228	1.690	2,365	1.740
2.700	1,368	1.325	1,498	1.388	1,627	1.443	1,775	1.508	1,895	1.559	2,035	1.612	2,17	1.669	2,293	1.715	2,45	1.770
2.800	1,398	1.348	1,552	1.410	1,692	1.473	1,82	1.528	1,95	1.582	2,08	1.632	2,265	1.702	2,375	1.745	2,505	1.790
2.900	1,46	1.370	1,6	1.432	1,747	1.495	1,878	1.552	2,035	1.615	2,17	1.670	2,295	1.715	2,425	1.762	2,605	1.825
3.000	1,497	1.387	1,645	1.451	1,793	1.515	1,932	1.575	2,095	1.639	2,235	1.695	2,41	1.769	2,515	1.794	2,683	1.855
3.100	1,535	1.402	1,7	1.475	1,83	1.532	1,995	1.600	2,145	1.660	2,33	1.728	2,45	1.775	2,605	1.825	2,735	1.881
3.200	1,58	1.425	1,738	1.492	1,878	1.552	2,06	1.628	2,19	1.678	2,37	1.744	2,525	1.800	2,655	1.848	2,79	1.894
3.300	1,608	1.436	1,785	1.512	1,922	1.570	2,09	1.635	2,265	1.703	2,43	1.765	2,61	1.830	2,765	1.880	2,855	1.949
3.400	1,655	1.456	1,822	1.528	1,978	1.593	2,125	1.650	2,32	1.723	2,485	1.785	2,65	1.845	2,82	1.900	3,015	1.964
3.500	1,71	1.478	1,877	1.550	2,06	1.627	2,23	1.689	2,396	1.752	2,545	1.805	2,715	1.868	2,915	1.932	3,095	1.988
3.600	1,738	1.490	1,905	1.562	2,095	1.638	2,29	1.715	2,43	1.765	2,61	1.829	2,765	1.885	2,955	1.948	3,14	2.010

* Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

TABLA 6. DIMENSIONES DE CONDUCTOS, ÁREA DE LA SECCIÓN, DIAMETRO EQUIVALENTE, Y TIPO DE CONDUCTO * (Cont.)

MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm)	1.050		1.100		1.150		1.200		1.250		1.300		1.350		1.400		1.450	
	Sec. (m ²)	Díam. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Díam. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Díam. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Díam. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Díam. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Díam. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Díam. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Díam. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Díam. equiv. (mm)
1.050	1,085	1.165																
1.100	1,109	1.190	1,165	1.222														
1.150	1,155	1.215	1,21	1.249	1,276	1.278												
1.200	1,2	1.240	1,265	1.275	1,32	1.302	1,395	1.336										
1.250	1,248	1.265	1,322	1.300	1,378	1.327	1,462	1.361	1,505	1.389								
1.300	1,302	1.290	1,368	1.325	1,432	1.352	1,497	1.388	1,57	1.410	1,598	1.444						
1.350	1,349	1.316	1,42	1.350	1,486	1.378	1,55	1.413	1,625	1.443	1,69	1.469	1,773	1.508				
1.400	1,395	1.339	1,468	1.375	1,542	1.403	1,605	1.435	1,68	1.468	1,745	1.495	1,81	1.523	1,894	1.555		
1.450	1,45	1.363	1,525	1.398	1,589	1.426	1,66	1.460	1,735	1.495	1,81	1.523	1,885	1.555	1,948	1.582	2,03	1.612
1.600	1,495	1.388	1,57	1.418	1,645	1.451	1,718	1.485	1,8	1.519	1,875	1.550	1,948	1.579	2,014	1.609	2,075	1.634
1.600	1,597	1.432	1,67	1.467	1,755	1.489	1,828	1.531	1,912	1.565	1,995	1.595	2,07	1.630	2,145	1.658	2,028	1.688
1.700	1,69	1.473	1,782	1.511	1,855	1.545	1,95	1.578	2,025	1.609	2,115	1.646	2,195	1.679	2,28	1.709	2,355	1.735
1.800	1,792	1.515	1,875	1.552	1,975	1.591	2,05	1.621	2,135	1.655	2,235	1.692	2,315	1.723	2,41	1.756	2,505	1.790
1.900	1,885	1.555	1,975	1.592	2,07	1.629	2,16	1.660	2,265	1.702	2,355	1.738	2,44	1.769	2,54	1.802	2,07	1.850
2.000	1,975	1.592	2,07	1.630	2,17	1.668	2,27	1.709	2,374	1.745	2,475	1.782	2,595	1.825	2,66	1.848	2,78	1.885
2.100	2,07	1.629	2,17	1.670	2,28	1.708	2,385	1.748	2,485	1.785	2,595	1.825	2,69	1.858	2,79	1.892	2,91	1.932
2.200	2,15	1.660	2,26	1.702	2,375	1.745	2,485	1.785	2,595	1.825	2,715	1.863	2,825	1.900	2,93	1.938	3,02	1.970
2.300	2,245	1.698	2,365	1.740	2,475	1.702	2,595	1.825	2,705	1.862	2,815	1.900	2,95	1.944	3,055	1.978	3,165	2.010
2.400	2,33	1.727	2,47	1.778	2,55	1.805	2,715	1.865	2,79	1.892	2,935	1.940	3,065	1.980	3,13	2.002	3,295	2.050
2.500	2,405	1.755	2,505	1.790	2,675	1.850	2,79	1.891	2,915	1.935	3,02	1.968	3,12	1.998	3,28	2.050	3,38	2.085
2.600	2,505	1.790	2,625	1.832	2,715	1.878	2,873	1.916	3,02	1.968	3,145	2.008	3,305	2.055	3,425	2.095	3,555	2.135
2.700	2,59	1.821	2,725	1.870	2,83	1.900	2,985	1.955	3,075	1.992	3,26	2.045	3,38	2.085	3,555	2.132	3,675	2.172
2.800	2,695	1.859	2,79	1.892	2,95	1.942	3,06	1.982	3,225	2.030	3,48	2.085	3,51	2.120	3,675	2.170	3,775	2.195
2.900	2,775	1.885	2,855	1.945	3,02	1.969	3,145	2.008	3,315	2.060	3,505	2.120	3,68	2.170	3,79	2.200	3,92	2.240
3.000	2,835	1.905	3,02	1.968	3,105	1.992	3,31	2.055	3,455	2.105	3,635	2.155	3,775	2.200	3,87	2.225	4,025	2.270
3.100	2,91	1.930	3,105	1.993	3,175	2.027	3,37	2.075	3,555	2.135	3,755	2.188	3,835	2.215	4,0	2.265	4,12	2.295
3.200	2,97	1.952	3,14	2.005	3,345	2.070	3,465	2.110	3,62	2.144	3,825	2.210	3,935	2.250	4,12	2.295	4,33	2.350
3.300	3,085	1.980	3,22	2.030	3,405	2.090	3,58	2.140	3,765	2.190	3,935	2.248	4,075	2.285	4,24	2.332	4,43	2.385
3.400	3,14	2.008	3,285	2.050	3,51	2.120	3,665	2.165	3,85	2.220	4,05	2.275	4,14	2.305	4,375	2.370	4,58	2.425
3.500	3,26	2.045	3,415	2.090	3,58	2.145	3,74	2.190	3,915	2.235	4,14	2.305	4,29	2.345	4,49	2.385	4,64	2.443
3.600	3,305	2.060	3,49	2.115	3,695	2.175	3,82	2.210	4,07	2.285	4,22	2.325	4,42	2.375	4,58	2.425	4,76	2.470

* Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

TABLA 6. DIMENSIONES DE CONDUCTOS, AREA DE LA SECCION, DIAMETRO EQUIVALENTE Y TIPO DE CONDUCTO * (Cont.)

MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm)	1.600		1.600		1.700		1.800		1.900		2.000		2.100		2.200		2.300	
	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)
1.050																		
1.100																		
1.160																		
1.200																		
1.250																		
1.300																		
1.350																		
1.400																		
1.450																		
1.600	2,17	1.670																
1.800	2,31	1.720	2,47	1.780														
1.700	2,45	1.770	2,62	1.833	2,79	1.890												
1.800	2,59	1.823	2,76	1.883	2,94	1.941	3,12	2.005										
1.900	2,73	1.872	2,92	1.934	3,09	1.992	3,3	2.057	3,48	2.115								
2.000	2,87	1.913	3,07	1.985	3,25	2.043	3,46	2.105	3,66	2.165	3,85	2.222						
2.100	3,0	1.960	3,22	2.028	3,42	2.094	3,62	2.156	3,82	2.215	4,04	2.275	4,25	2.332				
2.200	3,14	2.008	3,36	2.073	3,57	2.138	3,83	2.207	4,02	2.265	4,22	2.325	4,43	2.385	4,67	2.445		
2.300	3,29	2.055	3,5	2.115	3,73	2.185	3,96	2.255	4,18	2.315	4,41	2.380	4,63	2.435	4,87	2.495	5,1	2.552
2.400	3,42	2.100	3,68	2.170	3,89	2.240	4,12	2.300	4,38	2.370	4,6	2.430	4,78	2.480	5,1	2.554	6,34	2.615
2.600	3,55	2.130	3,81	2.210	4,08	2.292	4,38	2.370	4,64	2.440	4,78	2.485	4,92	2.510	5,24	2.605	6,56	2.670
2.800	3,72	2.185	3,96	2.250	4,27	2.335	4,46	2.385	4,76	2.520	4,96	2.525	5,29	2.605	5,49	2.655	6,76	2.715
2.700	3,85	2.225	4,08	2.285	4,33	2.355	4,63	2.435	4,89	2.505	5,14	2.555	5,41	2.630	5,64	2.685	6,98	2.770
2.800	3,91	2.235	4,18	2.315	4,52	2.405	4,78	2.470	5,02	2.530	5,3	2.605	5,44	2.640	5,88	2.750	6,21	2.805
2.900	4,07	2.285	4,4	2.375	4,73	2.455	4,96	2.520	5,27	2.595	5,56	2.665	5,85	2.735	6,12	2.800	6,4	2.860
3.000	4,2	2.320	4,59	2.425	4,78	2.475	5,16	2.570	5,44	2.640	5,76	2.715	6,05	2.785	6,37	2.855	6,66	2.920
3.100	4,38	2.360	4,6	2.427	4,97	2.515	5,24	2.590	5,56	2.665	5,88	2.740	6,12	2.800	6,4	2.862	6,77	2.945
3.200	4,4	2.372	4,74	2.464	5,12	2.555	5,42	2.635	5,71	2.703	6,05	2.780	6,3	2.830	6,68	2.930	7,05	3.000
3.300	4,58	2.422	4,9	2.490	5,2	2.575	5,56	2.665	5,93	2.754	6,32	2.838	6,64	2.905	6,9	2.980	7,26	3.046
3.400	4,64	2.440	5,07	2.536	5,44	2.640	5,75	2.710	5,98	2.766	6,44	2.852	6,74	2.935	7,08	3.010	7,53	3.105
3.500	4,84	2.490	5,14	2.565	5,57	2.675	5,89	2.745	6,26	2.830	6,59	2.890	6,98	2.990	7,32	3.055	7,64	3.130
3.600	5,0	2.530	5,34	2.615	5,65	2.692	5,97	2.765	6,39	2.858	6,77	2.928	7,21	3.035	7,5	3.100	7,87	3.175

* Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

TABLA 7. VELOCIDADES MÁXIMAS RECOMENDADAS PARA SISTEMAS DE BAJA VELOCIDAD (m/s)

APLICACIÓN	FACTOR DE CONTROL DEL NIVEL DE RUIDO (conductos principales)	FACTOR DE CONTROL - ROZAMIENTO EN CONDUCTO			
		Conductos principales		Conductos derivados	
		Suministro	Retorno	Suministro	Retorno
Residencias	3	5	4	3	3
Apartamentos Dormitorios de hotel Dormitorios de hospital	5	7,5	6,5	6	5
Oficinas particulares Despachos de directores Bibliotecas	6	10	7,5	8	6
Salas de cine y teatro Auditorios	4	6,5	5,5	5	4
Oficinas públicas Restaurantes de primera categoría Comercios de primera categoría Banca	7,5	10	7,5	8	6
Comercios de categoría media Cafeterías	9	10	7,5	8	6
Locales industriales	12,5	15	9	11	7,5

Tabla No. III.9

**CALIBRES DE LAMINA, TIPO DE JUNTA Y
ESPACIAMIENTOS MAXIMOS DE REFUERZOS EN DUCTOS**

DUCTO	CALIBRE (USG)		
DIMENSION, LADO MAYOR DEL DUCTO	LAMINA NEGRA O GALVANIZADA	JUNTAS TIPO (1), (2), (3)	TAMARO DEL ANGULO DE REFUERZO Y ESPACIAMIENTO O LONGITUD MAXIMA EN- TRE JUNTAS TRANSVERSALES
Hasta de 305mm (12")	2 6	A, B, J, M,	_____
330mm a 457mm (13") (18")	2 4	A, B, J, M,	_____
483mm a 762mm (19") (30")	2 4	A, C, D, J, M,	25 X 25 X 3 a 1524 mm c.a.c. 1" X 1" X 1/8" a 5'-0" c.a.c.
787mm a 1067mm (31") (42")	2 2	A, D, F, J, M,	25 X 25 X 3 a 1524mm c.a.c. 1" X 1" X 1/8" a 5'-0" c.a.c.
1092mm a 1372mm (43") (54")	2 2	A, D, F, J, M,	38 X 38 X 3 a 1524mm c.a.c. 1 1/2" X 1 1/2" X 1/8" a 5'-0" c.a.c.
1397mm a 1524mm (55") (60")	2 0	A, D, F, J, M,	38 X 38 X 3 a 1524mm c.a.c. 1 1/2" X 1 1/2" X 1/8" a 5'-0" c.a.c.
1549mm a 2134mm (61") (84")	2 0	A, E, F, G, K, M,	38 X 38 X 3 a 1524mm c.a.c. 1 1/2" X 1 1/2" X 1/8" a 5'-0" c.a.c.
2159mm a 2438mm (85") (96")	1 8	A, G, K, L, M,	38 X 38 X 3 a 1524mm c.a.c. 1 1/2" X 1 1/2" X 1/8" a 5'-0" c.a.c.
Arriba de 2438mm (96")	1 8	A, G, K, L, M,	51 X 51 X 6 a 762mm c.a.c. 2" X 2" X 1/4" a 2' - 6" c.a.c.

1) PARA DETALLES DE LAS JUNTAS VER ESTANDAR
Nº A-EAAA-2.007, 2.008, 2.009.

2) EL ESPESOR Y MATERIAL DE LAS JUNTAS, SERA
EL MISMO QUE EL DEL DUCTO QUE UNEN.

3) H (ALTURA) - Hasta 1067mm(42") 254mm(10")
H (ALTURA) - de 1092mm(43") a 2438mm(96") 38mm(1 1/2")
H (ALTURA) - Arriba de 2438mm(96") 51mm(2")

Tabla No. III.10

LAMINAS: MEDIDAS Y PESOS NORMALES

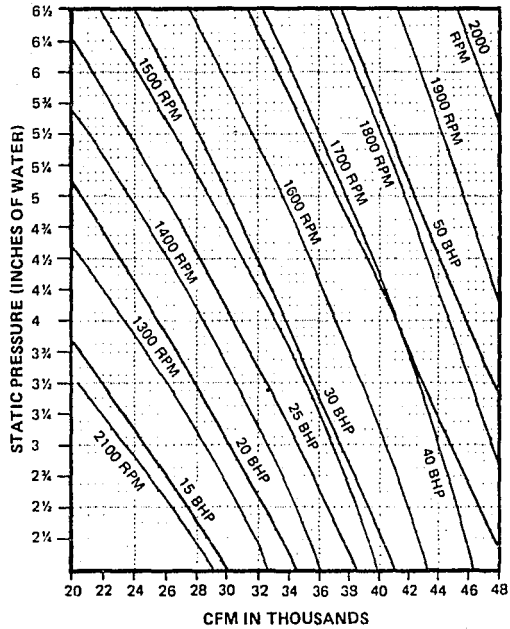
NÚMERO	ESPESOR		PESO EN KILOGRAMOS												Kg/m ²		
	mm	Pulg.	3'x6'	FACTOR	3'x6'	FACTOR	5'x10'	FACTOR	4'x8'	FACTOR	4'x10'	FACTOR	5'x10'	FACTOR		5'x15'	FACTOR
7/0	1 2.7	1/2	170	101.06	2 2.6	101.56	2 8.3	111.04	3 0.5	102.59	3 7.3	100.91	4 7.0	101.18	7 0.5	101.18	9 8
5/0	1 1.1	7/16	150	89.69	1 9.5	87.45	2 4.5	96.15	2 6.1	87.79	3 2.5	87.45	4 0.6	87.40	6 1.0	87.54	8 5
0	7 9.4	5/16	105	62.8	1 5.6	69.96	1 9.5	76.51	1 6.8	65.23	1 3.2	55.32	2 9.0	62.45	4 3.5	62.48	6 1
3	6.35	1/4	85	50.08	1 1.2	50.25	1 4.0	54.95	1 4.6	49.11	1 8.5	49.76	2 3.1	49.72	3 4.6	49.65	4 9
7	4.7 4	3/16	61	36.41	8 3	37.22	1 0.5	40.04	1 1.5	38.68	1 4.0	37.67	1 7.5	37.67	2 6.2	37.06	3 7
9	3.9 7	5/32	52	31.01	7 4	33.18	9 5	36.49	1 0.4	34.98	1 1.7	31.46	1 4.6	31.45	2 3.0	33.00	3 1
1 0	3.5 7	9/6 4	41	24.05	5 5	24.66	6 9	27.07	7 4	24.89	9 5	25.56	1 1.8	25.40	1 7.7	25.40	2 7
1 1	3.1 8	1/8	39	23.32	5 1	22.87	6 5	24.72	6 9	23.20	9 0	24.21	1 1.2	24.11	1 6.8	24.11	2 5
1 2	2.7 6	7/6 4	36	21.52	4 8	21.52	6 0	23.54	6 3	21.20	8 3	22.35	1 0.3	22.17	1 5.1	21.67	2 1
1 4	1.9 9	5/6 4	28	16.07	3 7	16.59	4 6	16.05	5 1	17.15	5 9	15.87	7 3	16.71	1 1.0	15.78	1 5
1 6	1.5 9	1/16	20	11.96	2 8	12.55	3 5	13.75	3 7	12.44	4 5	12.10	5 6	12.05	8 4	12.05	1 2
1 8	1.2 7	1/20	17	10.16	2 4	10.76	3 1	12.16	3 2	10.76	4 0	10.76	5 0	10.76	7 5	10.76	1 0
2 0	0.9 9	5/128	15	6.97	2 1	9.41	2 7	10.59	2 8	9.41	3 6	9.66	4 5	9.66	6 8	9.76	9.5
2 2	0.7 9	1/32	10	5.97	1 3	5.85	1 6	7.06	2 2	7.04	2 5	6.72	3 1	6.67	4 6	6.60	6.0
2 4	0.6 4	1/40	9	5.38	1 1	4.95	1 6	6.27	2 0	6.72	2 2	5.92	2 7	5.86	4 1	5.86	5.5
2 6	0.4 9	5/256	8	5.58	1 0	4.48	1 4	5.49	1 8	6.05	2 0	5.38	2 5	5.58	3 6	5.45	5.0
2 8	0.3 9	1/6 4	5	2.99	6 5	2.91	9	3.55	1 1	3.07	1 3	3.49	1 6	3.44	2 4	3.44	3.0

* SON LAS MAS COMUNES EN EL MERCADO

GRAFICA DE FUNCIONAMIENTO DEL VENTILADOR DE LA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE

MODEL 535 CLASS II BC AIR FOIL

FANS AND DIAMETER		2 - 24½"	
COILS - W x L		53½" x 144"	
Tubes		30	
Face Area		53.5 Sq. Ft.	
FLAT FILTER		24 - 16" x 25" x 2"	
CFM	Coil FV	Filter Vel	Flat Filter Static Pressures
			TA LV HV
21400	400	388	.15 .07 .08
26750	500	486	— .10 .11
32100	600	583	— — .15
37450	700	682	— — .20
42800	800	778	— — —
ANGLE FILTER		30 - 20" x 25" x 2"	
CFM	Coil FV	Filter Vel	Angle Filter Static Pressures
			TA LV HV
21400	400	244	.07 .03 .03
26750	500	302	.10 .05 .05
32100	600	363	.14 .06 .07
37450	700	423	.18 .08 .09
42800	800	484	— .10 .11



FILTER PRESSURE DROP (in. wg)

FILTER TYPE		COIL FACE VELOCITY (FPM)											
		200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	
FLAT (FLT)*	2-in. Throwaway	.05	.08	.11	.14	.19	.22	.28	.32	.35	.40	.46	
	Permanent	.03	.04	.05	.07	.09	.11	.13	.15	.17	.19	.21	
	4-in. Throwaway	.06	.09	.12	.15	.19	.22	.28	.30	.35	.40	.46	
	Permanent	.03	.04	.05	.07	.08	.10	.12	.15	.17	.20	.22	
COMBINATION FILTER MIXING BOX (FMB)*	2-in. Throwaway	.02	.03	.04	.05	.06	.08	.09	.10	.12	.14	.15	
	Permanent	.01	.02	.03	.05	.05	.06	.07	.08	.11	.12	.14	
ANGLE (ANG)*	2-in. Throwaway	.01	.01	.02	.03	.04	.04	.06	.06	.08	.09	.10	
	Permanent	.07	.09	.11	.15	.18	.21	.24	.27	.30	.35	.39	
ROLL (RFS)*		.07	.09	.11	.15	.18	.21	.24	.27	.30	.35	.39	
BAG (BFS)††	% Efficiency	60-65	.07	.10	.13	.17	.21	.25	.30	.36	.40	.48	.52
		80-85	.14	.18	.22	.27	.32	.38	.43	.48	.54	.60	.65
		90-95	.23	.29	.36	.43	.51	.60	.67	.75	.85	.94	1.00
RIGID MEDIA FILTER (Final Filter Section — FFS)*	% Efficiency	60-65	.11	.15	.19	.23	.27	.31	.35	.39	.43	.47	.51
		80-85	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50	.55	.60	.65	.71
		90-95	.23	.30	.37	.44	.51	.58	.65	.72	.79	.85	.92

*Filter data shown is for clean filter. Consult filter manufacturer's recommendation for final dirty filter pressure drop. Typically, .5 in. wg is allowed for dirty filter.

†Add pressure drop for pre-filter (flat filter) if used.

††Filter data shown is for clean filter. Consult filter manufacturer's recommendation for final dirty filter pressure drop. Typically, 1.0 in. wg is allowed for dirty filter.

**Filter data shown is for clean filter. Consult filter manufacturer's recommendation for final dirty filter pressure drop. Typically, 1.5 in. wg is allowed for dirty filter.

39E ACCESSORY PRESSURE LOSSES (in. wg)

COMPONENT	APPROACH VELOCITY (ft./min)																	
	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000	1200				
DIFFUSER SECTION	.01	.01	.01	.02	.02	.03	.03	.04	.05	.06	—	—	—	—				
MIXING BOX	—	.01	.02	.02	.03	.04	.04	.05	.06	.07	—	—	—	—				
FACE & BYPASS DAMPER	—	—	—	.01	—	.02	—	.03	—	.04	.05	.06	.07	.10				
	VELOCITY (ft./min, based on discharge area)																	
	1000			1500			2000			2500			3000		3500		4000	
FAN DISCHARGE AND ZONING DAMPER	.03			.06			.10			.17			.25		.35		.48	

39ER ACCESSORY PRESSURE LOSSES (in. wg)

COMPONENT	PRESSURE LOSS (in. wg) — 39ER MIXING AND EXHAUST BOXES																	
	Approach Velocity (fpm)																	
	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
MXB4 and 5 OUTSIDE AIR DAMPERS WITH RAIN HOOD	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.17	0.22	0.27	0.40	—	—	—	—	—	—
MXB6 OUTSIDE AIR DAMPERS WITH RAIN HOOD	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.21	0.27	0.34	0.42	0.60	—	—	—	—	—	—
MXB4 and 6 RETURN AIR DAMPERS	—	—	—	—	—	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07	—	—	—	—	—	—
EXB1 EXHAUST AIR DAMPERS WITH RAIN HOOD	—	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23

SERIES
MC

CAPACITY—DIRECT EXPANSION COILS

REFRIGERANT 22

ENT. AIR	FPM REF.	4 Row-			5 Row			6 Row			7 Row			8 Row			10 Row			
		BTUH	WM	DBT	BTUH	WM	DBT	BTUH	WM	DBT	BTUH	WM	DBT	BTUH	WM	DBT	BTUH	WM	DBT	
80° DB	400	38 40 42	16770 18480 17140	46.6 50.7 51.6	48.8 51.8 51.8	18530 13260 10730	44.3 50.5 52.5	45.6 48.9 53.3	20370 13310 14100	42.2 48.6 48.0	43.0 48.0 48.0	21820 18800 11990	40.7 46.0 51.4	41.1 46.2 52.5	22900 19360 12300	39.4 45.7 51.0	39.7 44.7 51.0	24370 20560 12780	37.7 42.3 50.6	37.8 42.3 50.6
	500	46 48 49	18790 13290 15280	48.4 52.1 54.1	51.2 54.3 59.3	21540 15090 12620	46.1 51.8 56.8	47.8 53.7 58.6	23770 16430 13370	44.1 50.3 55.1	45.2 51.2 56.1	25600 17300 14310	42.3 48.0 51.4	43.0 48.0 53.7	27000 20500 14860	41.0 46.6 51.9	41.4 46.6 53.6	29070 21960 15630	39.0 43.3 51.3	39.2 43.3 51.3
	600	50 52 53	20470 14800 16220	49.8 53.3 57.4	53.0 56.7 61.4	23620 16910 14180	47.7 52.0 57.3	49.8 55.3 60.2	26450 18540 15490	45.6 51.0 52.7	46.2 52.4 57.4	28540 19910 16470	44.0 49.3 52.3	44.9 51.0 56.0	30480 21000 17280	42.5 47.8 51.8	43.1 48.0 53.6	32870 22720 19300	40.6 45.4 51.2	40.9 45.9 52.0
80° DBI	400	38 40 42	18220 15310 12320	47.8 50.7 53.3	49.8 52.3 55.3	20770 14230 11210	45.3 51.5 54.9	46.3 52.9 56.9	22460 15610 12160	43.1 49.4 53.6	43.9 50.1 54.1	23880 16730 12730	41.4 47.5 52.9	41.9 48.8 53.8	25000 17880 13550	40.0 46.3 52.4	40.3 47.4 52.4	26870 18910 14570	37.9 42.8 51.4	38.0 42.8 51.4
	500	46 48 49	20260 14090 14330	49.4 52.9 55.4	52.3 55.4 59.4	23370 16390 13710	47.3 53.0 58.4	48.9 54.9 59.9	25860 17920 14100	45.2 51.0 56.4	46.2 52.0 57.0	27790 19250 15160	43.4 49.0 53.0	44.1 51.2 56.6	29440 20460 15940	41.8 47.4 52.4	42.4 48.1 53.5	31730 21900 16250	39.6 44.1 52.2	39.8 44.1 52.2
	600	50 52 53	21960 15260 12790	51.4 54.2 57.0	54.3 58.4 63.4	25260 17830 14480	49.0 53.9 59.4	50.9 56.7 61.6	28590 19960 15900	46.9 52.5 57.1	48.1 53.9 58.9	31090 21600 17080	44.1 49.3 51.6	44.9 52.4 58.1	33150 23090 18090	42.6 47.8 53.7	43.4 48.1 53.7	35760 24920 19510	41.5 46.5 51.2	41.7 46.5 51.2
80° DBI	400	38 40 42	19790 13860 10930	49.1 54.0 57.3	50.6 55.1 59.3	22440 15830 12450	46.3 52.8 56.9	47.3 53.9 57.0	24420 17430 12670	44.1 50.3 54.0	44.7 50.4 55.0	25600 18740 14700	42.2 48.0 53.8	42.6 48.2 54.5	27320 19750 15460	40.6 46.3 53.1	40.8 47.4 53.3	29370 21240 16650	38.4 43.7 52.1	38.5 43.7 52.1
	500	46 48 49	21920 15840 12220	51.2 54.8 58.3	54.5 58.2 62.5	25300 17910 14110	48.6 53.4 58.4	50.6 56.0 61.0	28160 19870 15670	46.2 51.8 57.0	47.1 53.2 58.2	30300 21510 16910	44.3 49.8 54.1	44.8 51.2 56.6	32100 22910 17760	42.6 48.1 53.1	42.9 48.6 54.3	34330 24710 19380	40.1 44.1 52.3	40.2 44.1 52.3
	600	50 52 53	23690 15200 12670	52.8 56.7 59.4	56.5 60.4 65.4	27760 19390 16430	50.4 55.4 60.9	52.4 57.9 62.8	31100 20870 17720	48.1 53.8 58.8	49.2 55.4 60.8	33810 23850 18950	46.2 51.6 56.4	47.2 53.4 59.0	36000 25610 20170	44.5 49.7 55.0	44.8 50.5 55.1	38740 27650 21770	42.3 47.4 51.9	42.5 47.4 51.9
80° DBI	400	38 40 42	21370 18480 15480	50.3 54.7 58.6	51.8 56.3 60.3	24380 17110 12450	47.3 53.8 57.9	48.2 54.8 58.9	26500 21250 15570	45.0 51.3 55.7	45.5 51.4 56.3	28320 23180 16760	42.9 48.7 54.9	43.2 49.0 54.9	29740 25060 17820	41.2 46.8 53.8	41.4 47.4 53.8	31970 27180 18990	38.6 43.7 52.6	38.6 43.7 52.6
	500	46 48 49	23390 17130 13680	52.9 57.4 60.8	54.3 58.3 62.7	27560 19760 15870	49.7 55.7 60.9	50.7 56.9 62.0	30380 22820 17690	47.2 53.3 57.7	48.0 54.5 59.7	32920 25340 19100	45.2 50.9 56.4	45.7 52.7 58.1	34670 26330 20450	43.4 49.1 55.0	43.7 49.6 55.0	37580 28500 22030	40.8 45.0 53.9	40.9 45.0 53.9
	600	50 52 53	25820 18660 14760	54.8 58.7 62.4	58.3 62.4 67.4	30270 21330 17200	51.6 56.8 61.8	53.0 59.3 64.3	33740 24270 19410	49.3 55.1 60.1	50.2 56.2 61.2	36690 26840 21790	47.2 52.8 59.0	47.4 53.7 59.5	39250 28720 22820	45.4 50.8 56.1	45.8 51.6 57.2	42300 30710 24640	43.1 47.4 51.9	43.2 47.4 51.9
80° DBI	400	38 40 42	23220 17130 14000	51.5 56.1 59.2	52.7 56.3 60.3	26370 19370 16230	48.4 54.6 58.8	49.1 54.8 58.9	28400 21560 17660	45.9 51.3 56.0	46.3 51.4 56.0	30720 23180 19050	43.7 49.7 55.3	43.9 49.7 55.3	32220 25110 20100	41.7 47.5 54.1	41.9 48.1 54.1	34360 26370 21840	39.1 44.4 53.3	39.1 44.4 53.3
	500	46 48 49	25760 18240 15420	53.0 57.3 62.4	55.4 59.4 62.7	29730 21960 17700	50.9 56.7 61.5	51.4 57.4 62.5	33070 24840 20040	48.3 54.2 59.3	48.7 54.8 60.0	35640 26530 21730	46.1 51.6 57.0	46.7 52.7 58.2	37760 28310 23170	44.2 49.6 55.6	44.8 50.4 56.0	40700 30390 25010	41.4 45.8 53.0	41.4 45.8 53.0
	600	50 52 53	27880 24220 20330	54.8 58.9 62.4	58.8 62.8 66.0	32390 23170 23810	52.6 57.8 62.9	54.0 59.2 64.1	36350 26170 21840	50.4 56.2 61.1	51.2 57.0 62.1	39470 28610 24780	48.3 53.8 59.5	48.8 54.7 60.3	42570 31070 26250	46.4 51.8 57.5	46.7 52.6 58.2	45780 33080 28290	44.6 48.9 52.4	44.6 48.9 52.4
80° DBI	400	38 40 42	25020 18920 15660	52.7 56.3 61.0	53.7 57.0 62.0	28440 21590 18670	49.5 55.9 59.9	50.1 56.9 60.6	31100 23760 19860	46.8 52.4 57.8	47.1 53.4 57.8	33280 25820 21350	44.4 49.8 56.3	44.6 50.1 56.3	34890 27060 22620	42.3 48.1 54.9	42.6 48.1 54.9	37590 29100 24640	39.3 44.8 53.4	39.3 44.8 53.4
	500	46 48 49	27730 20880 17200	53.9 58.2 62.5	54.6 58.6 63.4	32020 24100 20030	52.2 58.0 61.5	53.0 58.8 63.5	35650 26920 22480	49.4 55.0 59.1	49.9 55.9 60.6	38460 29210 24420	47.1 52.4 58.1	47.4 53.1 58.9	40800 31180 26070	45.1 50.6 56.8	45.3 51.0 57.0	43970 33400 28720	42.1 46.1 53.1	42.1 46.1 53.1
	600	50 52 53	29920 22470 18450	54.9 58.7 63.7	59.8 63.0 67.1	34850 26220 21650	54.4 59.5 64.5	55.8 60.9 65.0	39220 29200 24430	51.6 57.0 62.3	52.4 58.2 63.2	42740 31810 27620	49.3 54.7 59.1	49.8 55.2 60.2	45780 34720 29760	47.4 52.8 58.2	47.7 53.6 59.2	49370 37000 31300	44.6 48.6 52.9	44.6 48.6 52.9
80° DBI	400	38 40 42	26870 21840 17440	54.1 58.6 62.6	54.0 58.6 63.0	30500 23170 20130	50.7 56.9 61.0	51.1 57.3 61.5	32490 24960 21290	47.8 53.4 58.4	48.0 54.6 59.4	35010 27940 23860	45.3 50.7 56.9	45.4 51.1 57.1	37630 29870 25640	43.2 48.8 54.8	43.3 49.4 54.8	40400 31930 27160	39.9 44.4 53.8	39.9 44.4 53.8
	500	46 48 49	29710 22810 19140	56.9 60.9 63.9	57.8 62.4 65.9	34590 26740 22410	52.6 58.4 62.9	53.1 59.1 63.6	38300 29940 25000	50.6 56.0 60.2	51.0 57.0 61.2	41360 32950 27180	48.2 53.2 58.6	48.5 54.2 59.4	43920 34910 29540	46.0 51.6 57.6	46.1 52.0 58.1	47340 36850 31340	42.9 46.9 53.6	42.9 46.9 53.6
	600	50 52 53	32600 24660 20960	57.9 61.1 64.7	61.1 64.3 68.2	37410 28630 24150	54.9 60.9 65.0	56.5 61.7 65.8	42210 31700 27100	52.9 58.4 63.1	53.4 59.4 64.4	45910 35310 30750	50.8 55.8 60.4	50.9 56.4 61.4	49250 38160 32260	48.5 53.8 59.7	48.8 54.7 59.7	53190 41110 34840	45.8 49.7 57.4	45.8 49.7 57.4

BTUH - Btu Per Hour Per Square Foot Of Face Area
 DBT - Initial Dry Bulb Temperature
 DBI - Final Dry Bulb Temperature
 WBT - Initial Wet Bulb Temperature
 WBI - Final Wet Bulb Temperature

TABLA DE FUNCIONAMIENTO DE UNIDADES CONDENSADORAS

TEMPERATURA DE SALIDA DE LA SUCCION EN LA SUCCION °C (°F)	CU-20						CU-30						CU-40					
	TEMPERATURA DEL AGUA A LA SALIDA DEL CONDENSADOR °C (°F)						TEMPERATURA DEL AGUA A LA SALIDA DEL CONDENSADOR °C (°F)						TEMPERATURA DEL AGUA A LA SALIDA DEL CONDENSADOR °C (°F)					
	26.6 (80)	29.4 (85)	32.2 (90)	35.0 (95)	37.7 (100)	40.5 (105)	26.6 (80)	29.4 (85)	32.2 (90)	35.0 (95)	37.7 (100)	40.5 (105)	26.6 (80)	29.4 (85)	32.2 (90)	35.0 (95)	37.7 (100)	40.5 (105)
-17.7 (0)	34.1 (9.7)	32.5 (9.2)	30.9 (8.8)	29.3 (8.3)	27.7 (7.9)	26.3 (7.5)	46.4 (13.2)	44.3 (12.6)	42.2 (12.0)	-	-	-	70.3 (20.0)	66.8 (19.0)	63.0 (18.0)	-	-	-
-12.2 (10)	43.9 (12.5)	41.9 (12.0)	40.0 (11.4)	38.1 (10.8)	36.2 (10.3)	34.4 (9.8)	60.5 (17.2)	58.0 (16.5)	56.0 (15.9)	53.4 (15.2)	-	-	91.4 (26.0)	87.5 (24.9)	80.8 (23.8)	80.1 (22.8)	-	-
-6.6 (20)	55.9 (15.9)	53.4 (15.2)	51.0 (14.5)	48.7 (13.9)	46.4 (13.2)	44.3 (12.6)	77.3 (22.0)	74.5 (21.2)	71.7 (20.4)	68.5 (19.5)	66.1 (21.7)	63.3 (20.7)	115.3 (32.8)	111.4 (31.7)	107.2 (30.5)	102.7 (29.2)	98.8 (28.1)	95.0 (27.0)
-1.1 (30)	70.6 (20.1)	67.6 (19.2)	64.7 (18.4)	61.7 (17.5)	58.7 (16.7)	56.0 (15.9)	96.0 (27.3)	93.2 (26.5)	89.6 (25.5)	86.1 (24.5)	83.3 (23.7)	79.8 (22.7)	114.1 (41.0)	109.6 (39.7)	105.6 (38.4)	100.1 (37.0)	95.5 (35.7)	90.6 (34.3)
4.4 (40)	88.2 (25.1)	84.5 (24.0)	80.8 (23.0)	77.3 (22.0)	73.8 (21.0)	70.4 (20.0)	117.8 (33.5)	114.3 (32.5)	110.7 (31.5)	107.2 (30.5)	103.7 (29.5)	100.2 (28.5)	176.5 (50.2)	171.2 (48.7)	166.0 (47.2)	160.7 (45.7)	155.1 (44.1)	149.4 (42.5)
9.9 (50)	109.3 (31.1)	104.7 (29.8)	100.2 (28.5)	95.9 (27.3)	91.7 (26.1)	87.7 (24.9)	-	-	134.0 (38.1)	129.7 (36.9)	-	-	-	-	201.5 (57.3)	195.2 (55.5)	189.2 (53.8)	-
-17.7 (0)	12.5	12.7	13.0	13.2	13.3	13.4	18.2	18.5	18.7	-	-	-	24.3	24.8	25.1	-	-	-
-12.2 (10)	13.9	14.2	14.6	14.9	15.9	15.4	19.8	20.3	20.8	21.2	-	-	27.4	28.1	28.8	29.2	-	-
-6.6 (20)	15.2	15.7	16.2	16.6	17.0	17.3	21.4	22.0	22.7	23.4	24.1	24.7	29.8	30.9	32.1	32.8	33.6	34.8
-1.1 (30)	16.4	16.9	17.5	18.1	18.6	19.0	22.3	23.2	24.4	25.3	26.2	27.0	31.7	33.5	35.1	36.7	37.2	38.6
4.4 (40)	17.3	18.0	18.7	19.4	20.2	20.6	23.7	24.4	25.8	26.8	27.9	28.9	32.7	34.7	36.8	38.5	40.2	41.9
9.9 (50)	17.9	18.8	19.6	20.4	21.2	22.0	-	-	26.7	28.6	-	-	-	-	40.2	41.5	42.8	-
-17.7 (0)	46.6 (13.2)	45.2 (12.8)	43.3 (12.4)	42.5 (11.6)	41.0 (11.6)	39.7 (11.2)	65.5 (19.3)	62.8 (17.8)	60.9 (17.3)	-	-	-	94.6 (26.5)	91.6 (26.0)	88.4 (25.1)	-	-	-
-12.2 (10)	57.8 (16.4)	56.1 (15.9)	54.6 (15.5)	53.0 (15.0)	51.4 (14.6)	49.8 (14.1)	81.3 (22.2)	78.3 (22.2)	76.8 (21.8)	74.6 (21.2)	-	-	118.8 (33.7)	115.6 (32.8)	109.6 (31.1)	109.3 (31.0)	-	-
-6.6 (20)	71.1 (20.2)	69.1 (19.6)	67.2 (19.1)	65.3 (18.5)	63.4 (18.0)	61.6 (17.5)	98.7 (28.0)	96.5 (27.4)	94.4 (26.8)	91.9 (26.1)	89.2 (25.6)	88.0 (25.0)	145.1 (41.2)	142.3 (40.4)	139.3 (39.0)	135.5 (38.5)	132.4 (37.6)	129.8 (36.9)
-1.1 (30)	87.0 (24.7)	84.5 (24.0)	82.2 (23.3)	79.8 (22.6)	77.3 (21.9)	75.0 (21.3)	118.3 (33.6)	116.4 (33.0)	114.0 (32.4)	111.4 (31.6)	109.5 (31.1)	108.8 (30.3)	145.8 (49.9)	143.1 (49.2)	140.1 (48.3)	136.2 (47.2)	132.7 (46.2)	129.2 (45.2)
4.4 (40)	105.5 (30.0)	102.5 (29.1)	99.5 (28.3)	96.7 (27.4)	94.0 (26.7)	91.0 (25.8)	141.5 (40.2)	138.7 (39.4)	136.5 (38.8)	134.0 (38.1)	131.6 (37.4)	129.1 (36.7)	209.2 (59.4)	205.9 (58.5)	202.8 (57.6)	199.2 (56.6)	195.3 (55.5)	191.3 (54.3)
9.9 (50)	127.2 (36.1)	123.5 (35.1)	119.8 (34.0)	116.3 (33.0)	112.9 (32.1)	109.7 (31.1)	-	-	160.7 (45.6)	158.3 (45.0)	-	-	-	-	241.7 (68.7)	236.7 (67.3)	232.0 (65.9)	-

* KW Térmicos = unidad métrica internacional para tasar rendimiento en unidad de potencia (1 tonelada de Refrigeración equivale a 3.517 KW.)

PEMEX	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE INGENIERIA DE DISEÑO		DESCRIPCION	
	INGENIERIA DE AIRE ACONDICIONADO		N	
SPCO .GIP	ELABORO: SUPTCIA. GENERAL DE INGRIA. ELECTROMECANICA	REV: 0	SEP/ 1980	HOJA 71 DE 108

VOLUMEN DE AIRE PARA VENTILACION DIVERSOS EDIFICIOS

TIPO DE EDIFICIO	NUMERO DE CAMBIOS POR HORA (N)		PIES CUBICOS POR HORA POR CADA PIE CUADRADO DE PISO	
	MINIMO	MAXIMO		
Comerciales				
Garages	6	12	—	—
Oficinas	1.5	12	—	—
Salas de espera (públicas)	4	6	—	—
Restaurantes (comedor)	4	20	—	—
Restaurantes (cocina)	4	60	240	240
Tiendas de autoservicio	6	12	—	—
Hoteles				
Estéticas	7.5	7.5	—	—
Cafeterías	7.5	7.5	—	—
Comedor	4	20	90	90
Habitaciones	3	5	—	—
Cocinas	4	60	240	240
Vestíbulos	3	4	—	—
Sala de descanso	6	6	—	—
W.C.	10	12	—	—
Residencias				
Cuartos de baño	1	5	—	—
Vestíbulos	1	3	—	—
W.C.	1	40	—	—
Salas	1	2	—	—
Recámaras	0	1	—	—
Espacios públicos varios				
Auditorios, iglesias, salones de baile	4	30	90	120
Billares y boliches	6	20	—	—
Salones de clase (escuela)	—	—	120	120
Corredores	4	4	30	30
Gimnasios	12	12	90	90
Cuarto vestidores	2	10	120	120
Cabinas de proyección	30	30	90	90
Cuartos de lectura	3	5	—	—
W.C.	10	30	120	120
Cuarto de máquinas y calderas	3	12	—	—
Tiendas que trabajan metal	6	8	—	—
Casinos	6	9	—	—

(Continuación en hoja 72)

PEMEX

SPCO
GIP

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
DE INGENIERIA DE DISEÑO**

I

DESCRIPCION

INGENIERIA DE AIRE ACONDICIONADO

N

ELABORO: SUPTCIA. GENERAL DE INGRIA. ELECTROMECANICA

REV: 0

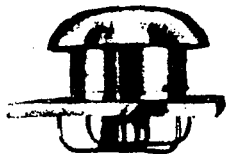
SEPI 1990

HOJA 72 DE 109

**VOLUMEN DE AIRE PARA VENTILACION
DIVERSOS EDIFICIOS
(Continuación)**

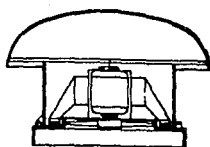
TIPO DE EDIFICIO	NUMERO DE CAMBIOS POR HORA (N)		PIES CUBICOS POR HORA POR CADA PIE CUADRADO DE PISO	
	MINIMO	MAXIMO		
Cubos de escaleras—mucho				
Tránsito	3	4	—	—
Cubos de escaleras—poco				
Tránsito	0.5	1	—	—
Auditorios	10	15	—	—
Fábricas	4	4	—	—
Fábricas con desprendimientos de gases				
Vapores peligrosos	15	20	—	—
Lavanderías	15	25	—	—
Librerías	3	3	—	—
Talleres mecánicos	6	6	—	—
Talleres de pintura	10	15	—	—
Teatros	5	8	—	—

TABLA DE FUNCIONAMIENTO DE VENTILADORES



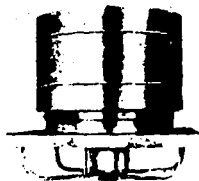
EXTRACTOR

TIPO AF



INVECTOR

TIPO AFI



EXTRACTOR

TIPO PR

TABLA DE CAPACIDADES

MODELO	MOTOR H.P.	VELOCIDAD EN R.P.M.			DESPLAZAMIENTO EN PCM.					
					50 CICLOS			60 CICLOS		
					0	0.125"	0.250"	0	0.125"	0.250"
AF-8-A	1/50	8-5H	1400	1650	300	180	—	365	240	—
B	1/30	8-5H	1425	1725	305	185	—	380	250	—
C	1/40	8-5H	2400	3000	520	450	340	660	605	530
AF-10-A	1/50	10-SH	1300	1600	540	220	—	700	560	—
B	1/30	10-S-27	1425	1725	580	350	—	775	475	—
C	1/30	10-S-33	1300	1600	600	460	—	705	525	—
AF-12-A	1/30	12-S-27	1300	1600	700	430	—	880	685	520
B	1/15	12-S-33	1400	1700	1050	820	—	1250	1040	770
AF-14-A	1/15	14-S-23	1300	1600	950	710	540	1250	1100	880
B	1/4	14-S-27	1450	1750	1400	1220	980	1640	1500	1355
C	1/4	14-S-33	1450	1750	1550	1410	1100	2020	1840	1650
AF-16-A	1/15	16-S-18	1400	1700	1300	1190	960	1500	1350	1250
B	1/15	16-S-23	1300	N-F	1550	1400	1200	—	—	—
C	1/4	16-S-27	1450	1750	2100	1940	1760	2440	2280	2120
D	1/4	16-S-33	1450	1750	2400	2210	2050	3020	2820	2600
AF-18-A	1/4	18-S-23	1450	1750	2090	1860	1600	2790	2480	2185
B	1/4	18-S-27	1450	—	2580	2240	2030	—	—	—
C	1/3	18-S-27	—	1750	—	—	—	3450	3020	2710
D	1/3	18-S-33	1450	—	3050	2880	2715	—	—	—
E	1/2	18-S-33	—	1750	—	—	—	4070	3840	3620
AF-20-A	1/4	20-S-23	1450	—	3040	2560	2350	—	—	—
B	1/3	20-S-23	—	1750	—	—	—	3680	3420	3145
C	1/3	20-S-27	1450	—	3240	2760	2430	—	—	—
D	1/2	20-S-27	—	1750	—	—	—	4320	3690	3250
E	1/2	20-S-33	1450	—	4300	4010	3520	—	—	—
F	3/4	20-S-33	—	1750	—	—	—	5370	4920	4320
AF-24-A	1/2	24-S-18	1450	—	3840	3475	3050	—	—	—
B	3/4	24-S-18	—	1750	—	—	—	4650	4200	3690

TABLA 1. MATERIALES RECOMENDADOS PARA LOS TUBOS Y ACCESORIOS SEGÚN LAS APLICACIONES

APLICACIONES		TUBO	ACCESORIOS
REFRIGERANTES R-12 R-22 R-500	Conducto de aspiración	Cobre duro- Presión de servicio 21 kg/cm ² **	Cobre o latón matizado o latón moldeado y estañado
		Aceros de espesor normal Sin soldadura para diám. > 60,3	Aceros maleable, roscado o soldado. Presión de trabajo 15 kg/cm ²
	Tubería o conducto de líquido	Cobre duro- Presión de servicio 21 kg/cm ² **	Cobre o latón matizado o latón moldeado y estañado
		Aceros Espesor reforzado para diám. ≤ 48,3 Espesor normal para diám. > 48,3 Sin soldadura para diám. > 60,3	Aceros maleable roscado o soldado. Presión de trabajo 30 kg/cm ² .
	Conducto de gas caliente	Cobre duro- Presión de servicio 21 kg/cm ² **	Cobre o latón matizado o latón moldeado y estañado
		Aceros de espesor normal Sin soldadura para diám. > 60,3	Aceros maleable, roscado o soldado. Presión de trabajo 30 kg/cm ²
AGUA REFRIGERADA	Aceros negro o galvanizado **	Aceros negro, galvanizado, soldado o de fundición ***	
AGUA SUPLEMENTARIA O DE CONDENSACIÓN	Cobre duro **	Latón moldeado- Cobre o latón matizado	
	Aceros galvanizado **	Aceros negro, galvanizado, soldado o de fundición ***	
LÍNEAS DE CONDENSADO O DRENAJE	Cobre duro **	Latón moldeado- Cobre o latón matizado	
	Aceros galvanizado **	Galvanizado para drenaje o vaciado- Aceros maleable o de fundición	
VAPOR Y CONDENSADO	Cobre duro **	Latón moldeado- Cobre o latón matizado	
	Aceros negro **	Aceros soldado o de fundición ***	
AGUA CALIENTE	Cobre duro **	Latón moldeado- Cobre o latón matizado	
	Aceros negro	Aceros soldado o de fundición ***	
		Cobre duro **	Latón moldeado- Cobre o latón matizado

* Se puede utilizar tubo recocido (presión de servicio 21 kg/cm²) para los diámetros inferiores o iguales a 7/8", salvo para los diámetros 1/4" y 3/8" para los cuales se tomará tubo recocido con una presión de servicio de 28 kg/cm².

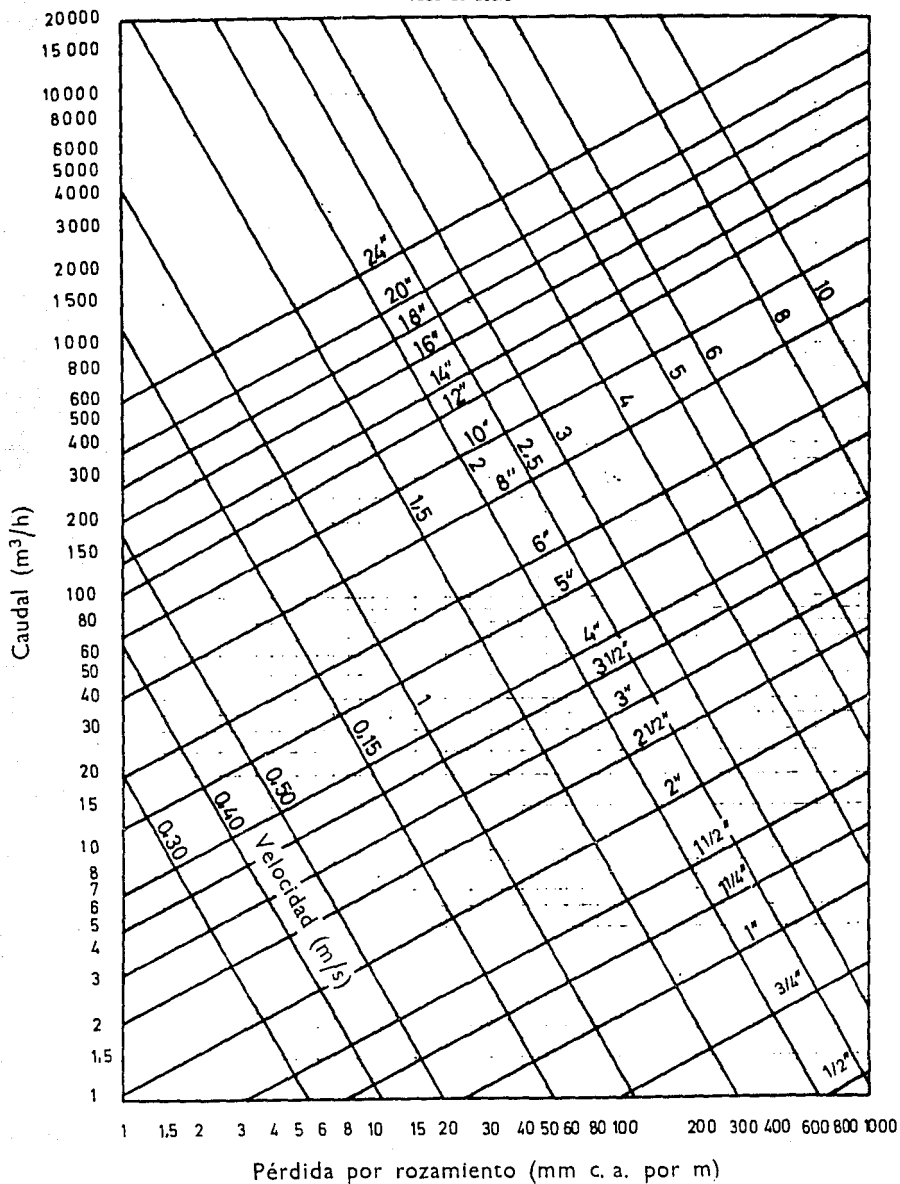
** En general, el tubo de acero de espesor corriente y el tubo de cobre duro (presión de servicio 28 kg/cm²) son adecuados para las aplicaciones de acondicionamiento de aire. No obstante habrá que cerciorarse de que los espesores son suficientes teniendo en cuenta las temperaturas y presiones de funcionamiento previsible.

*** En general las uniones de fundición y acero para presiones 15 kg/cm² son adecuadas para las instalaciones de acondicionamiento de aire. No obstante habrá que cerciorarse de que los espesores son suficientes teniendo en cuenta las temperaturas y presiones de funcionamiento previsible.

TABLA 13. VELOCIDAD RECOMENDABLE DEL AGUA

SERVICIO O APLICACIÓN	VELOCIDAD (m/s)
Descarga de la bomba	2,4-3,6
Aspiración de la bomba	1,2-2,1
Línea o tubería de desagüe	1,2-2,1
Colector o tubería principal	1,2-4,5
Montante o tubo ascendente	1-3
Servicio general	1,5-3
Suministro de agua de ciudad	1-2,1

GRÁFICO 4. PÉRDIDAS POR ROZAMIENTO EN LOS SISTEMAS ABIERTOS DE TUBERÍAS
Tubo de acero



REFRIG. 22
40°/105°

GRÁFICO 16. CONDUCTO DE ASPIRACIÓN - TUBO DE COBRE
Pérdida de carga correspondiente a 1 °C

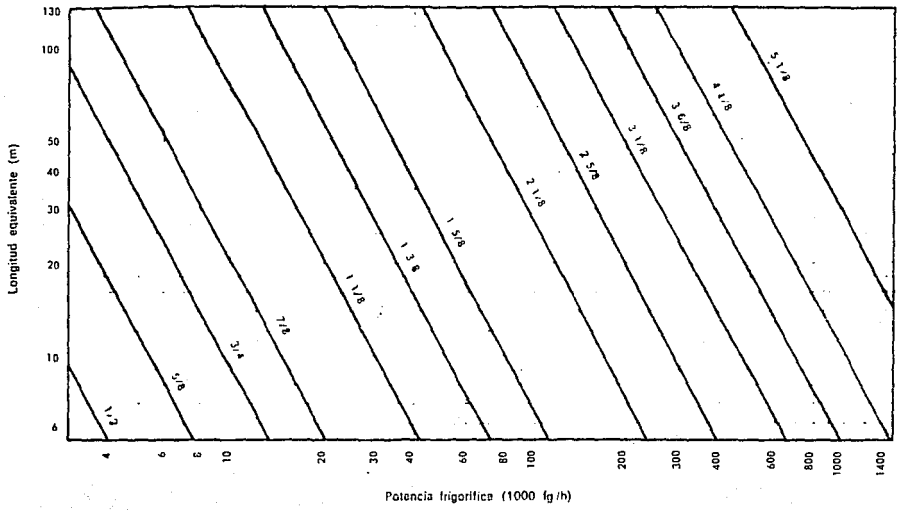
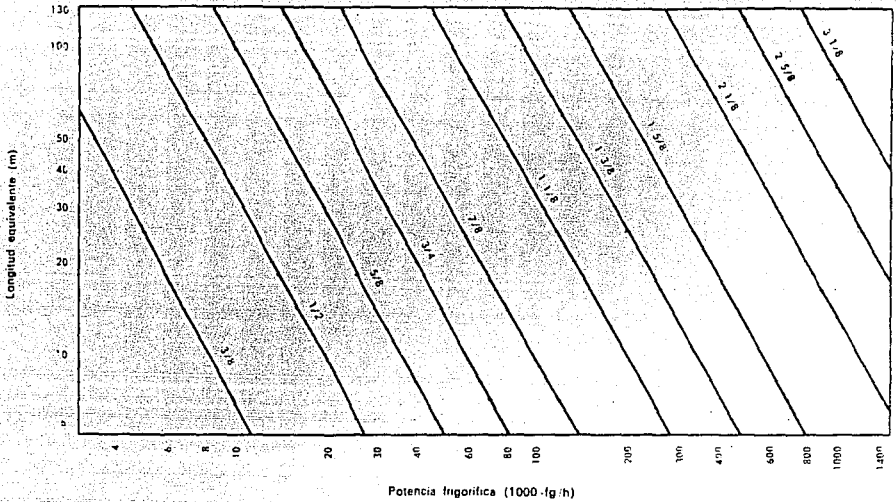


GRÁFICO 18. CONDUCTO DE LÍQUIDO – TUBO DE COBRE
Pérdida de carga correspondiente a 0,5 °C

REFRIG. 22
40°/105°



Margen de utilización - Temperatura de evaporación - 40° a 10 °C
Temperatura de condensación 25° a 50 °C

Las pérdidas de carga están expresadas en caída de temperatura a fin de tener en cuenta el uso extendido de este método. La caída de presión correspondiente expresada en kg. cm. se puede leer en las tablas de vapor saturado del refrigerante considerado. Entrar en las curvas con la potencia frigorífica corregida igual al producto de la potencia frigorífica real por el coeficiente elegido en la tabla de abajo, en función de las condiciones de funcionamiento consideradas (A = Aspiración - R = Descarga).

Temperatura de condensación °C	Temperatura de saturación en la aspiración °C																	
	-40		-35		-30		-25		-20		-15		-10		-5		-10	
	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
25	4,28	4,0	3,77	3,48	3,27	3,04	2,81	2,58	2,34	2,11	1,87	1,64	1,41	1,18	0,95	0,72	0,49	0,26
30	4,79	4,53	4,26	3,98	3,70	3,42	3,14	2,86	2,58	2,30	2,02	1,74	1,46	1,18	0,90	0,62	0,34	0,06
35	5,04	4,79	4,53	4,26	3,98	3,70	3,42	3,14	2,86	2,58	2,30	2,02	1,74	1,46	1,18	0,90	0,62	0,34
40	5,31	5,04	4,79	4,53	4,26	3,98	3,70	3,42	3,14	2,86	2,58	2,30	2,02	1,74	1,46	1,18	0,90	0,62
45	5,69	5,31	5,04	4,79	4,53	4,26	3,98	3,70	3,42	3,14	2,86	2,58	2,30	2,02	1,74	1,46	1,18	0,90

Notas

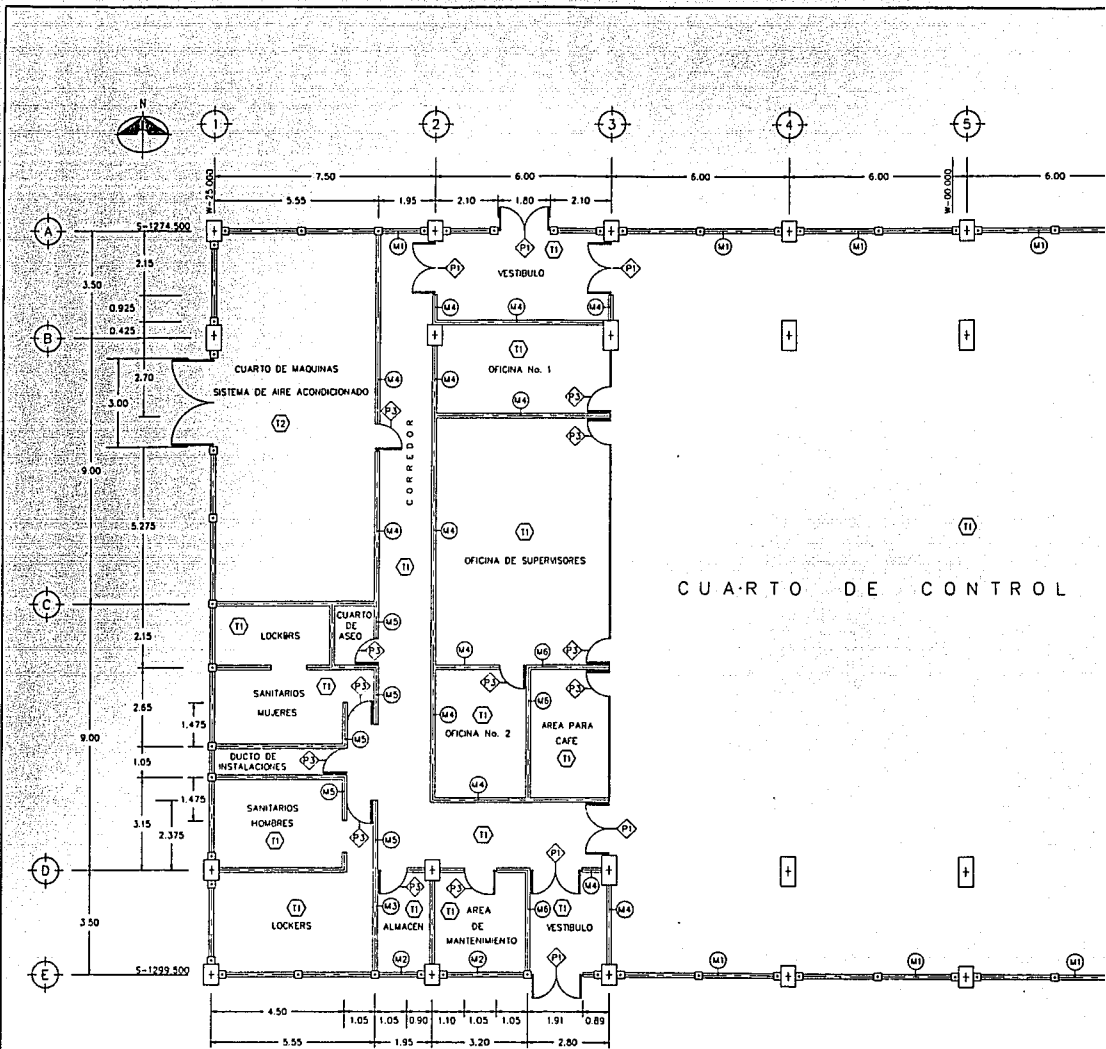
¹ Para pérdidas de carga diferentes de 1 °C (conductos de aspiración y de descarga) o de 0,5 °C (conductos de líquido), entrar en los gráficos correspondientes con la longitud equivalente corregida, igual al producto de la longitud equivalente real por el coeficiente elegido en la tabla de abajo.

Pérdida de carga °C	Conducto de líquido		0,12	0,25	0,37	0,5	0,63	0,75	1,0	1,25	1,50
	Conducto de descarga	Conducto de aspiración	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,50	2,0	2,50	3,0
Coefficiente			4,0	2,0	1,3	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3

* Las dimensiones consignadas en los gráficos se refieren al diámetro exterior del tubo.

APENDICE B

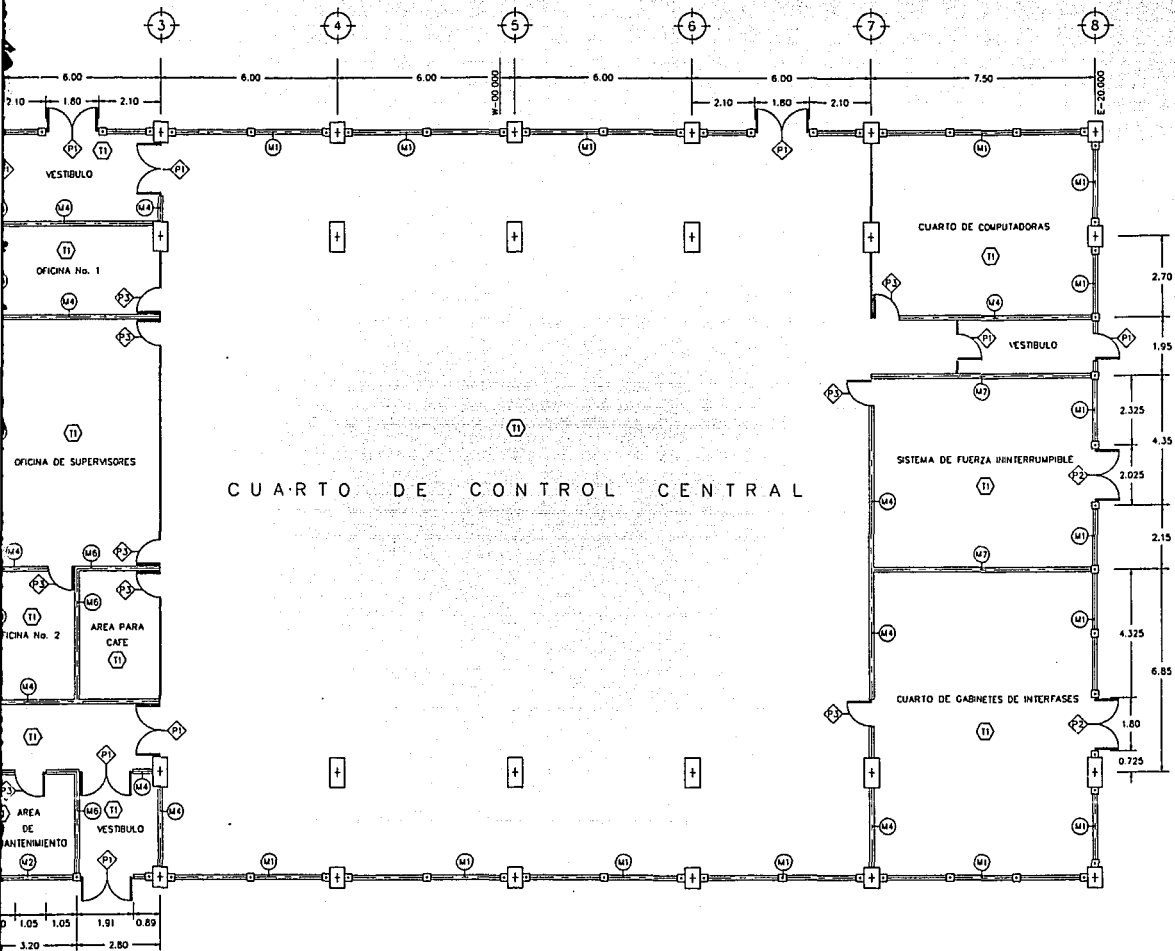
PLANOS DE DISEÑO



PARA LA NOMENCLATURA VER TABLA NO. II.1 ESPECIFICACION DE MUROS, PUER

SIMBOLOGIA

- (T) TECHO
- (P) PUERTA
- (M) MURO

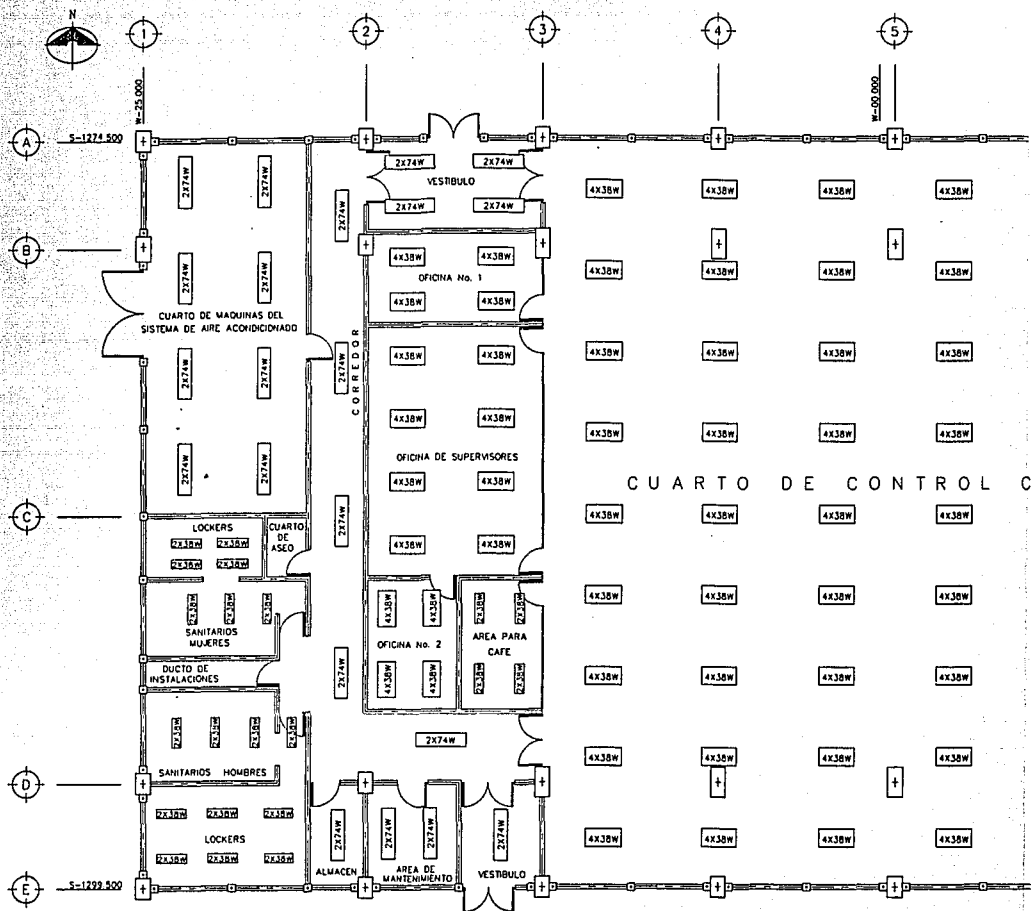


PARA LA NOMENCLATURA VER TABLA NO. III ESPECIFICACION DE MUROS, PUERTAS Y TECHOS.

SIMBOLOGIA

- (T) TECHO
- (P) PUERTA
- (M) MURO

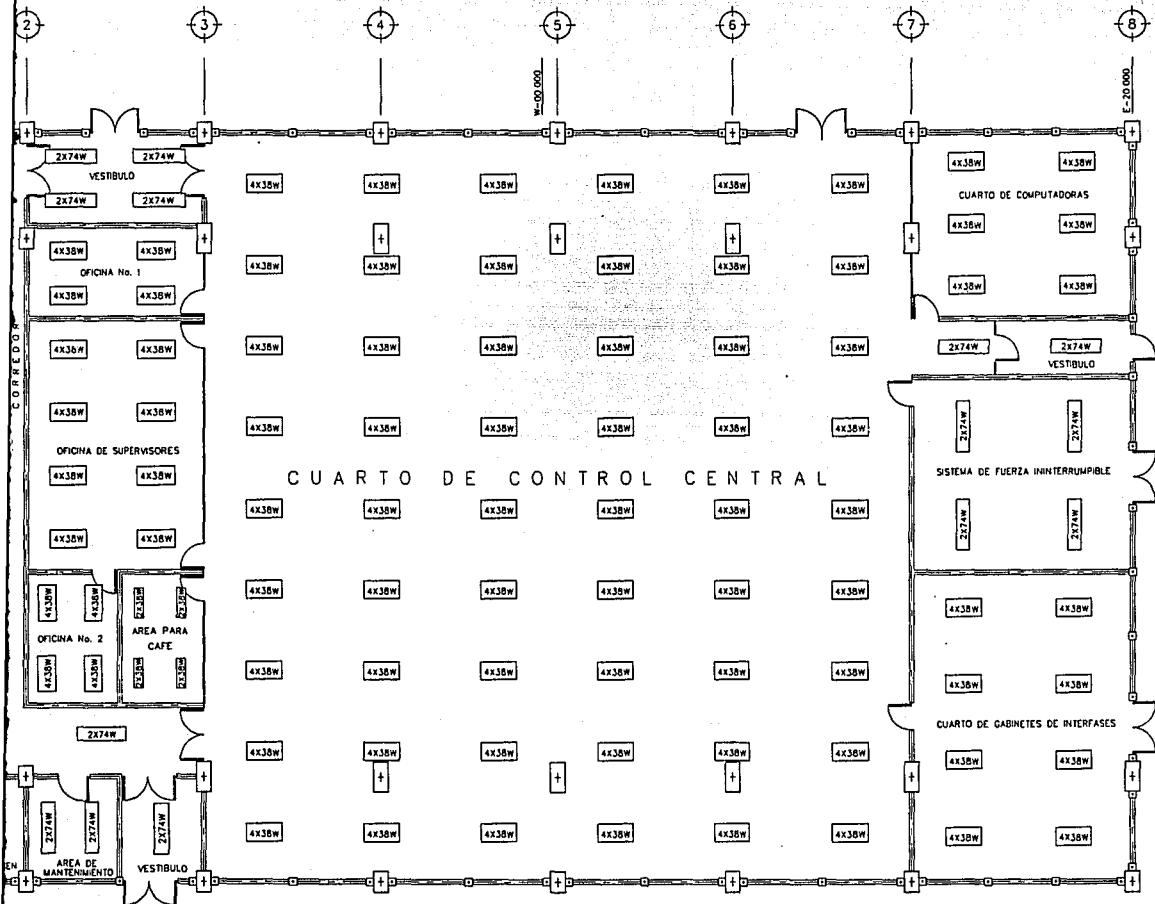
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
TESIS PROFESIONAL	
PLANTA ARQUITECTONICA	
ALUMNO: JENARO SANCHEZ PEREZ NO. CTA.: 8326660-7	ALUMNO: JOSE FRANCISCO LEON SERRATOS NO. CTA.: 7800049-8
ACOTACION: cm	ESC.: 1:100
FECHA: OCTUBRE, 93	PLANO No. 1



SIMBOLOGIA

4x38

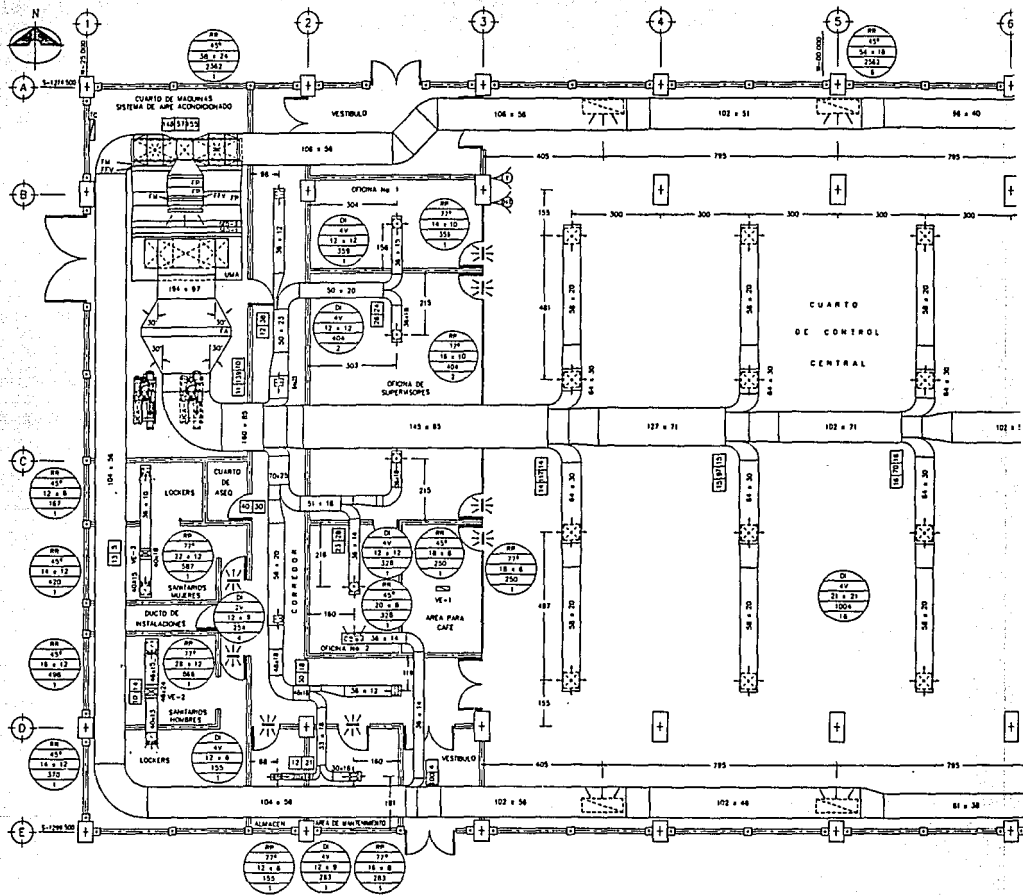
A. TUBOS POR LUMINARIA.
B. WATTS POR TUBO.



SIMBOLOGIA

- A. TUBOS POR LUMINARIA.
- B. WATTS POR TUBO.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
" ARAGON "	
TESIS PROFESIONAL	
ALUMBRADO INTERIOR	
ALUMNO: ENRIQUE SANCHEZ PEREZ	ALUMNO: JOSE FRANCISCO LEON SERRATOS
NO. C.T.A.: 8328660-7	NO. C.T.A.: 7800049-B
ACOTACION: cm	ESC.: 1:100
FECHA: OCTUBRE, 93	PLANO No. 2



SIMBOLOGIA



- A. DIFUSOR O REJILLA
B. MANEJO DE VAIS O DEFLENDOR
C. DIMENSIONES EN PULGADAS
D. CAPACIDAD EN PCV
E. CANTIDAD REQUERIDA



COFAS DE PANDERO DE DUCTOS DE IN-



DIFUSOR DE INYECCION



REJILLA DE RETORNO



REJILLA DE PUERTA



TERMOSTATO DE CUARTO



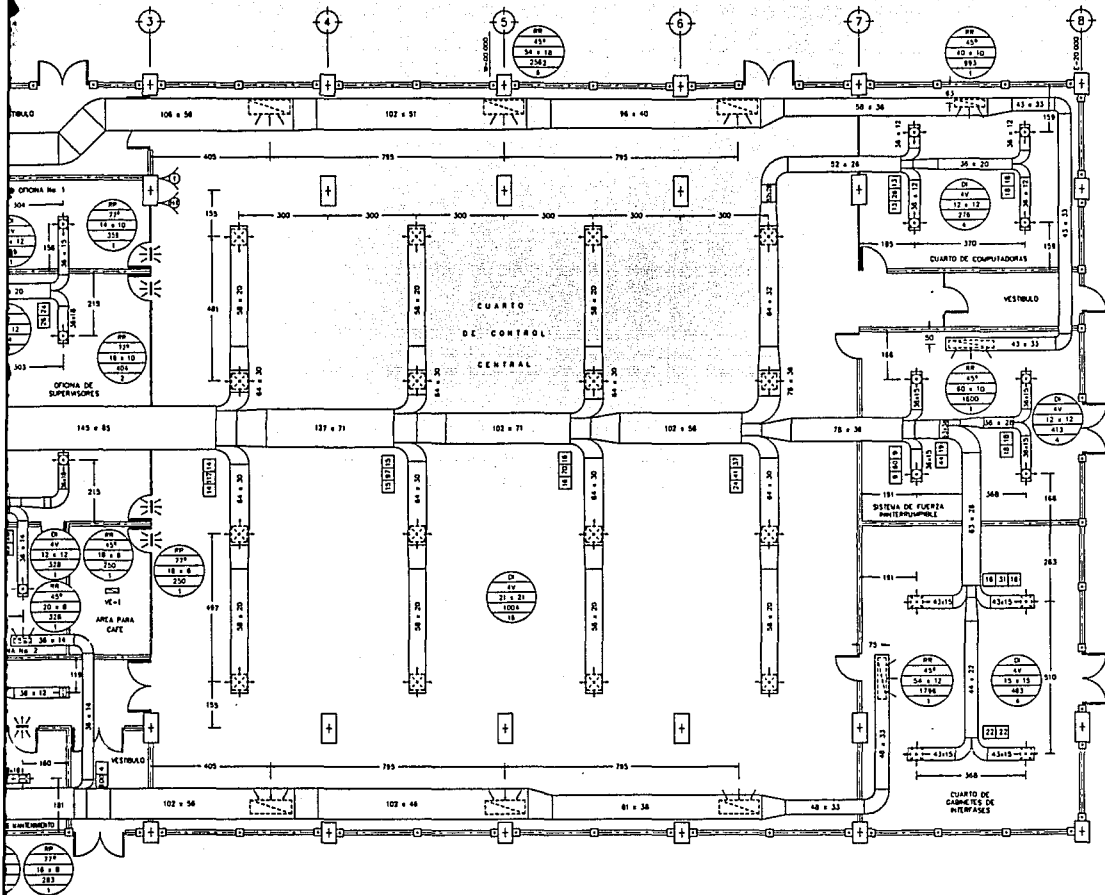
MANOSTATO DE CUARTO

NOMENCLATURA

- CA. CENTRIFUGOS
DA. DIFUSOR DE INYECCION
FA. FILTRO ABSOLUTO
FFV. FILTRO FIBRA DE VIDRIO
FV. FILTRO MECANICO
FV. FILTRO DE ADSORCION DE GASES
H1. MANOSTATO DE CUARTO
PCV. PIES CUBICOS POR MINUTO
R. REJILLA DE PUERTA
RP. REJILLA DE RETORNO
REJILLA DE TUBO DE AIRE EXTERIOR
SEMPERPAR DE EXPANSION DIRECTA
T. TERMOSTATO DE CUARTO
U. UNIDAD CONDENSACION OFICINA POR AGUA
LAMA. UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
VE. VENTILADOR EXTRACTOR

NOTAS

1. LAS DIMENSIONES MOCADAS EN DUCTOS SON EN CENTIMETROS.
2. TODOS LOS DUCTOS DE INYECCION DEBERAN ESTAR ANULADOS.
3. LAS UNIONES ENTRE LA LAMA Y LOS DUCTOS DE INYECCION Y REJILLAS DEBERAN SER MEDIANTE LONA ANULADA.
4. EL TERMOSTATO Y EL MANOSTATO DE CUARTO DEBERAN SER INSTALADOS A 140 CM. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
5. EL CLARO ENTRE DUCTO Y MURO DEBERA BELLARSE PARA EVITAR FILTRACIONES DE AIRE.
6. TODOS LOS CODOS QUE NO SEAN FABRICADOS CON RAYOS LARGOS DEBERAN TENER DEFLECTORES.



NOMENCLATURA

CA.	CENTIMETROS
SI	SECCION DE INYECCION
FA	FILTRO ABSOLUTO
FTV	FILTRO FIBRA DE VIDRIO
FTI	FILTRO METALICO
FR	FILTRO DE ADSORCION DE GASES
HI	MANOSTIATO DE CUARTO
PCM	PIES CUADROS POR MINUTO
RP	REJILLA DE PUERTA
RR	REJILLA DE RETORNO
SEAC	REJILLA DE TUBIA DE AIRE EXTERIOR
SED	SEMPRETEMA DE EXPANSION DIRECTA
TC	TEMPORAL DE CUARTO
UCA	UNIDAD CONDENSADORA DEFLEGA POR AGUA
UNA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
VE	VENTILADOR EXTRACTOR

NOTAS

- ① LAS DIMENSIONES INDICADAS EN DUCTOS SON EN CENTIMETROS.
- ② TODOS LOS DUCTOS DE INYECCION DEBERAN ESTAR AISLADOS.
- ③ LAS UNIONES ENTRE LA UNA Y LOS DUCTOS DE INYECCION Y RETORNO DEBERAN SER MEDIANTE LONJA HERRADA.
- ④ EL TERMOSTATO Y EL MANOSTIATO DE CUARTO DEBERAN SER INSTALADOS A 140 CM. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
- ⑤ EL CLAVO ENTRE DUCTO Y MURO DEBERA SELLARSE PARA EVITAR FUGAS DE AIRE.
- ⑥ TODOS LOS CIELOS QUE NO SEAN FABRICADOS CON RADIO LAR-00 DEBERAN TENER DEFLECTORES.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 "ARAGON"
 TESIS PROFESIONAL
 DISTRIBUCION DE DUCTOS

ALUMNO: JENARO SANCHEZ PEREZ
 NO. CTA.: 8326680-7

ALUMNO: JOSE FRANCISCO LEON SERRATOS
 NO. CTA.: 7800049-8

ACOTACION: cm ESC: 1 : 100 FECHA: OCTUBRE, 93 PLANO No. 3

UNIDAD MANEJADORA DE AIRE

NOMENCL.	CANT.	SERVICIO	LOCALIZACION	TIPO	MARCA	MODELO	FLUJO DE AIRE PCW			VENTILADOR		MOTOR					SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO											
							RETORNO	EXT.	TOTAL	CAP. PCW	PRESION ESTATICA in H ₂ O	R.P.M.	HP (KW)	V	F	Hz	R.P.M.	CANT.	CAP. REQ. (TR)	REFRIGERANTE			AIRE				AREA ft ²	MED. INCH.
																				TIPO	EVAP. °C	COND. °C	ENT. °C	SAL. °C	B.S.	D.H.		
UMA-1	1	EDIFICIO DE CONTROL CENTRALIZADO	CUARTO DE MAQUINAS	UNIZOHA HORIZONTAL	RECOLD	535 AIR FOIL	21258	2362	23620	2320	3.75	1550	40 (29.8)	480	3	60	1800	2	40	R-22	9.89 (49.8°F)	42.6 (109.6°F)	26.1	17.6	15.4	14.3	53.5	4 (MC)

UNIDADES DE CONDENSACION

NOMENCLATURA	CANT.	SERVICIO	LOCALIZACION	MARCA	MODELO	CAPACIDAD		COMPRESOR				CONDENSACION				
						KW	T.R.	KW	V	F	Hz	CAPACIDAD		ENTRADA °C	SALIDA °C	A CAU LP
												KW	T.R.			
UCA 1, 2	2	UMA-1	CUARTO MAQUINAS	YORK	CU-40	140.68	40	43.44	480	3	60	229.84	65.35	32	37.6	58

VENTILADORES

NOMENCLATURA	CANTIDAD	SERVICIO	LOCALIZACION	TIPO	MARCA	MODELO	VENTILADOR			MOTOR		
							CAPACIDAD PCW	PRESION ESTATICA PULG.	R.P.M.	HP (W)	V	F
VE-1	1	EXTRACCION	AREA PARA CAFE	AXIAL, HONGO	ARMEE	AF- B-B	250	0.125	1725	1/30 (25)	127	1
VE-2	1	EXTRACCION	LOCKERS Y SAN HOMBRES	AXIAL, HONGO	ARMEE	AF-12-B	866	0.125	1700	1/15 (49.7)	127	1
VE-3	1	EXTRACCION	LOCKERS Y SAN MUJERES	AXIAL, HONGO	ARMEE	AF- B-C	587	0.125	3000	1/40 (18.65)	127	1

NOMENCLATURA

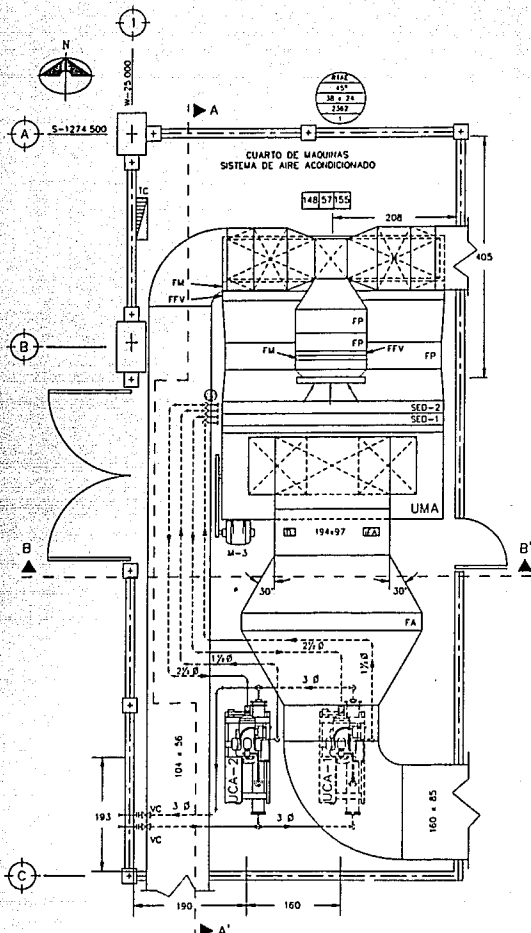
UCA UNIDAD CONDENSADORA ENFRIADA POR AGUA
 UMA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
 FM FILTROS METALICOS
 FA FILTROS ABSOLUTOS
 FFV FILTROS DE FIBRA DE VIDRIO
 FP FILTROS DE ADSORCION DE GASES
 in H₂O PULGADAS DE COLUMNA DE AGUA
 Kg/cm² KILOGRAMOS POR CENTIMETRO CUADRADO
 W WATTS

MC MEDIA CAPACIDAD
 TR TONELADAS DE REFRIGERACION
 DP CAIDA DE PRESION
 ATC AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR
 kW KILOWATTS
 V VOLTS
 Kg. KILOGRAMOS
 F FASES
 °C GRADOS CENTIGRADOS
 DOP METODO DE PRUEBA CON DI-OCTIL-PHTHALATO

Hz
 BS
 BH
 HP
 LPM
 R.P.M.
 P.C.M.
 PPM
 Pulg.
 ft

UNIDAD MANEJADORA DE AIRE

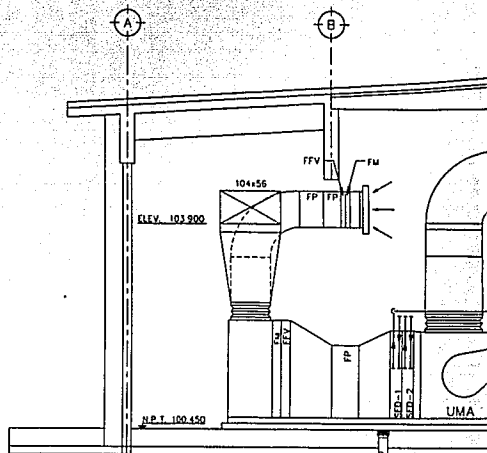
FLUJO DE AIRE PCM			VENTILADOR			MOTOR					SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO								FILTROS				PESO EN OPERAC. KG.					
RETORNO	EXT.	TOTAL	CAP PCM	PRESION ESTATICA IN H ₂ O	R.P.M.	HP (KW)	V	F	H _z	R.P.M.	CANT.	CAP REQ. (TR)	REFRIGERANTE			AIRE			AREA	DEBIDA (CM ²)	ALIAS POR PULG.	TIPO		CANT.	DIMENS. Pulg.	VELOC. PPM	EFIC. % DOP	
													TIPO	EVAP. °C	CONB. °C	ENT. °C	SAL. °C	B.S. B.H.	B.S. B.H.	ft ²								
21258	23627	23620	23620	3.75	1550	40 (18M)	480	3	60	1800	2	40	R-22	9.89 (49.8°F)	42.6 (109.6°F)	26.1	17.6	15.4	14.3	53.5	4 (MC)	B		FM	24	16x25x2	354	30
					</																							



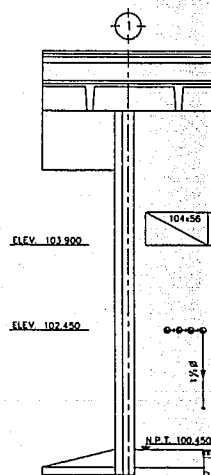
PLANTA

NOTAS

- 1) LAS DIMENSIONES INDICADAS EN DUCTOS SON EN CENTIMETROS.
- 2) TODOS LOS DUCTOS DE INYECCION DEBERAN ESTAR AISLADOS.
- 3) LAS UNIONES ENTRE LA UMA Y LOS DUCTOS DE INYECCION Y RETORNO DEBERAN SER MEDIANTE LONJA ANILADA.
- 4) EL REPOSICIONADO Y EL MANTENIMIENTO DE CUARTO DEBERAN SER REALIZADOS A 140 CM SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO. EL DISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL, E.T.C., QUEBA DIBUJADO SEPARADO CON CLASIFICACION PARA AREA GENERAL.
- 5) EL PLANO ENTRE DUCTO Y MURO DEBERA SELLARSE PARA EVITAR FILTRACIONES DE AIRE.
- 6) TODOS LOS CODOS QUE NO SEAN FABRICADOS CON RAYO LARGO DEBERAN TENER DEFLECTORES.
- 7) LAS DIMENSIONES DE LOS EQUIPOS ESTAN SUJETAS A PLANOS CERTIFICADOS DE FABRICANTE.
- 8) UMA UNIDAD CONDENSADORA. TRABAJARA NORMALMENTE Y LA OTRA ESTARA DE RESERVA.
- 9) PARA COORDENADAS DE TUBERIAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO VER PLANO No. 6 ISOMETRICOS DE TUBERIA.
- 10) PARA COORDENAS DE TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO A LOS CONDENSADORES VER PLANO No. 6 ISOMETRICOS DE TUBERIA.
- 11) PARA TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE CONDENSADORES A TORNE VER PLANO No. 6 ISOMETRICOS DE TUBERIA.
- 12) LA TUBERIA PARA AGUA DE ENFRIAMIENTO Y SUS ACCESORIOS DEBEN DE ACERO PPO SOLDABLE.
- 13) EN LAS UNIONES DE TUBERIA DE REFRIGERACION Y ACCESORIOS SE USARAN CONEXIONES DE COBRE TPO SOLDABLE.
- 14) LA SOLDADURA DIFUSADA EN LOS ACCESORIOS DE LA TUBERIA DE COPE SERA DE PLATA 93-5 O BRONCE.



CORTE



C

NOMENCLATURA

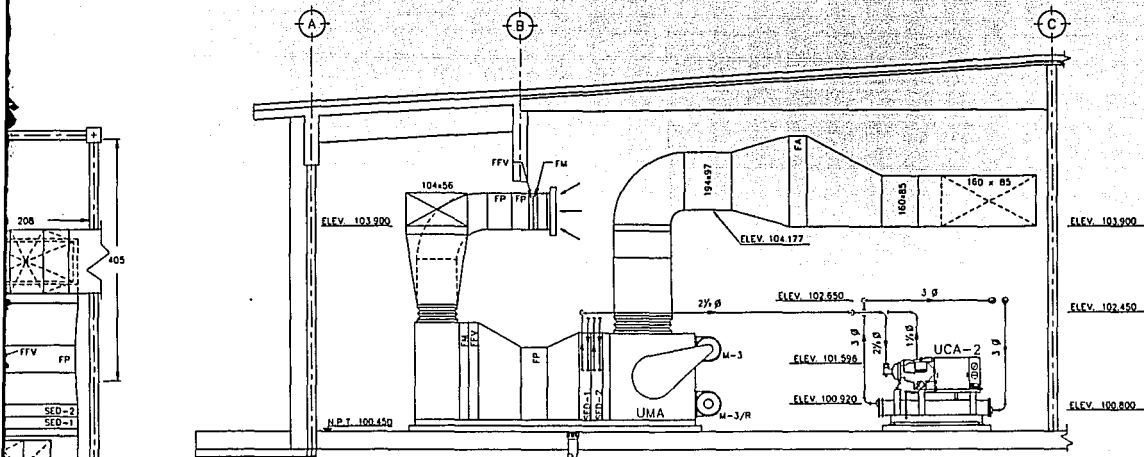
- | | |
|--------|--|
| CM | CENTIMETROS |
| DI | DIAMETRO DE INYECCION |
| ELEV. | ELEVACION |
| FA | PARA COORDENADAS DE TUBERIAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO |
| FM | FILTRO METALICO |
| FFV | FILTRO FIBRA DE VIDRIO |
| FP | FILTRO METALICO |
| FP | FILTRO DE ADIPOSION DE CASOS |
| FP | INTERRUPTOR DE FALLO DE AIRE |
| FA | MOTOR |
| M | MUEL DE PISO TERMINADO |
| N.P.T. | NIVEL DE PISO TERMINADO |
| PCM | PIES CUADROS POR MINUTO |
| RAZ | PIELERA DE TOMA DE AIRE EXTERIOR |
| SED | SERPIENTINA DE EXPANSION DIRECTA |
| SE | TABLERO DE CONTROL |
| R | REFRIGERANTO LIQUIDO |
| UCA | UNIDAD CONDENSADORA ENFRIDA POR AGUA |
| UMA | UNIDAD MANEJADORA DE AIRE |
| VC | VALVULA DE CORTAMARCA |
| Ø | DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULGADAS |

SIMBOLOGO

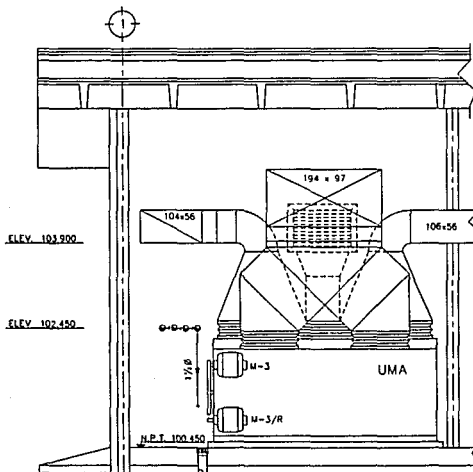
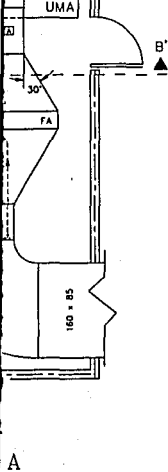


COTAS DE PARRON DE DIX

1/16 DIFUSOR



CORTE A - A'



CORTE B - B'

NOVENCLATURA

- CM CENTIMETROS
- DI DIFUSOR DE RITECOCIN
- ELEV. ELEVACION
- FA FILTRO AEROSO
- FFV FILTRO FIBRA DE VIDRO
- FM FILTRO METALICO
- FP FILTRO DE ACOBORON DE EJES
- FA INTERRUPTOR DE FLUJO DE AIRE
- M MOTOR
- N. P. T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- PCM PIES CUBICOS POR MINUTO
- RTA REJILLA DE TUBERIA DE AIRE EXTERIOR
- SD SEÑALIZADOR DE ESPERACION DIRECTA
- T TABLERO DE CONTROL
- T. TENSIOBAJO LAIRE
- UCA UNIDAD CONDENSADORA ENTUBADA POR AGUA
- UMA UNIDAD MANGANADORA DE AIRE
- N. P. T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- Ø DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PALCADAS

SIMBOLOGIA

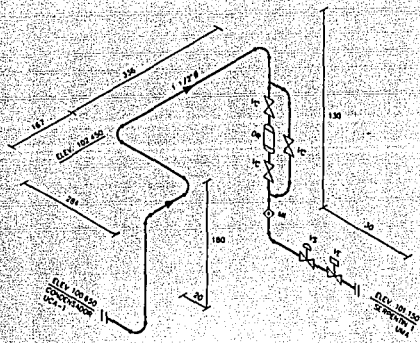


- A DIFUSOR O REJILLA
- B NUMERO DE VAS O DEFLESON
- C DIMENSIONES EN PALCADAS
- D CAPACIDAD EN P.C.M.
- E CAPACIDAD RESERVA

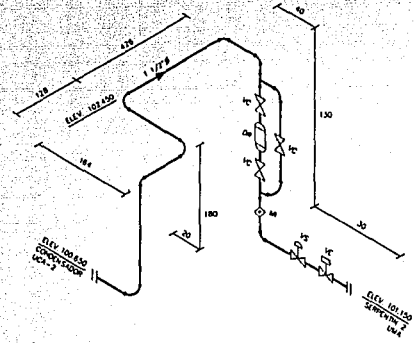
□ OVALS DE PARRON DE CUERDA EN CM

⊕ DIBUJOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES " ARAGON "	
TESIS PROFESIONAL CUARTO DE MAQUINAS	
ALUMNO : ENRICO SANCHEZ PEREZ NO. C.T.A. : 8328860-7	ALUMNO : JOSE FRANCISCO LEON SERRATOS NO. C.T.A. : 7800048-B
ACOLOCACION : cm ESC : 1 : 50	FECHA : OCTUBRE, 93 PLANO No 5

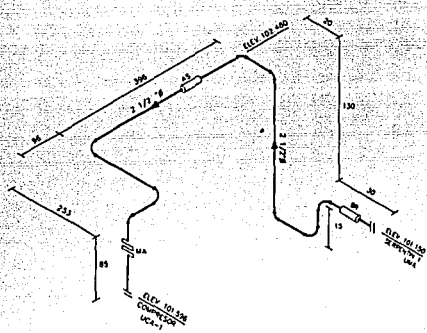


LINEA DE LIQUIDO REFRIGERANTE DE UCA-1 A UMA

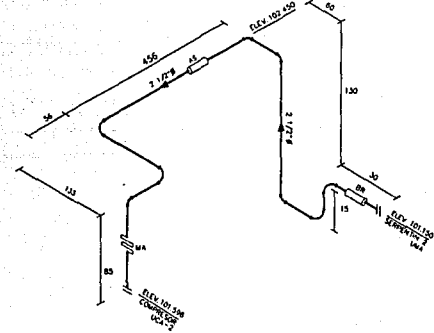


LINEA DE LIQUIDO REFRIGERANTE DE UCA-2 A UMA

INYECCI



LINEA DE GAS REFRIGERANTE DE UMA A UCA-1



LINEA DE GAS REFRIGERANTE DE UMA A UCA-2

RETG

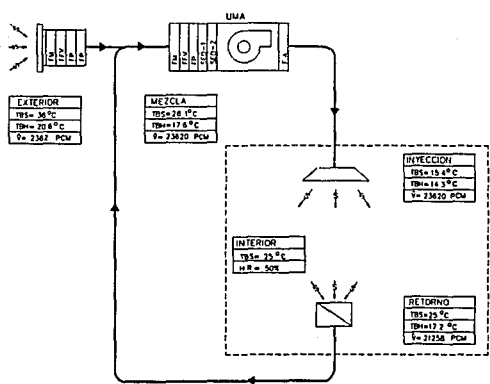


DIAGRAMA DE FLUJO DE AIRE

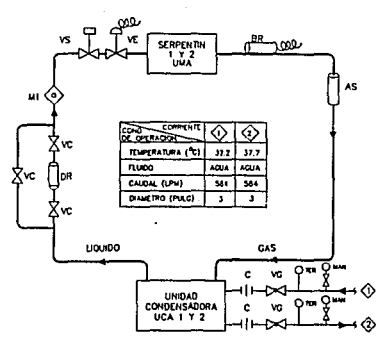
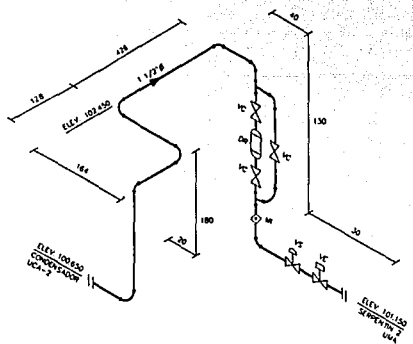


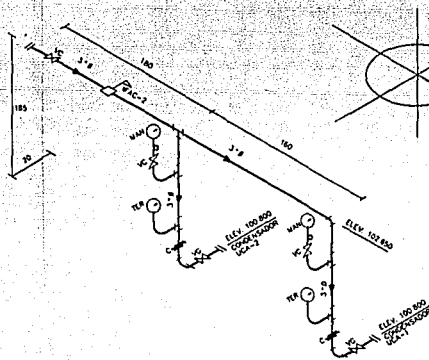
DIAGRAMA DE FLUJO

NOMENCLATURA

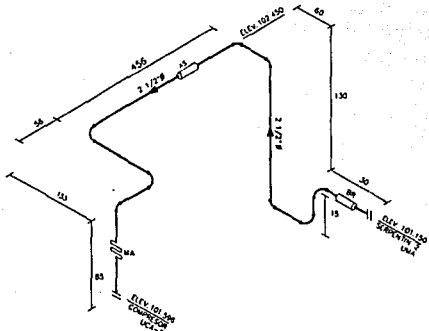
- IFAC INTERRUPTOR DE FLUJO DE AGUA DE CC
- P.A. PURGA AUTOMATICA
- U.M.A. UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
- MAN MANOMETRO
- TER TERMOMETRO
- B.R. BILBO REMOTO DE VALVULA DE EXPANS
- D.R. DESHIDRATADOR DE REFRIGERANTE
- M.A. MANGUERA ANTIMBRATORIA
- A.S. AISLAMIENTO
- MI MURILLA
- S.E.D. SERPENTIN DE EXPANSION DIRECTA
- V.C. VALVULA DE COMPUERTA
- V.E. VALVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION
- V.G. VALVULA DE GLOBO
- V.S. VALVULA SOLENOIDE
- F.M. FILTRO METALICO
- F.F.V. FILTRO DE FIBRA DE VIDRIO
- F.A. FILTRO ABSOLUTO
- FP FILTRO DE ADSORCION DE GASES
- T.B.S. TEMPERATURA DE BILBO SECO
- T.B.H. TEMPERATURA DE BILBO HUMEDO
- H.R. HUMEDAD RELATIVA
- LPM LITROS POR MINUTO
- q FLUJO VOLUMETRICO
- C CONECTORES
- UCA UNIDAD CONDENSADORA ENFRIDA POR



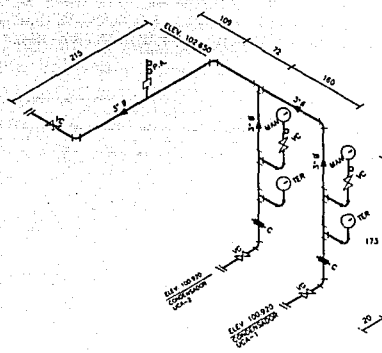
LÍNEA DE LÍQUIDO REFRIGERANTE DE UCA-2 A UMA



INYECCIÓN DE AGUA DE ENFRÍAMENTO



LÍNEA DE GAS REFRIGERANTE DE UMA A UCA-2



RETORNO DE AGUA DE ENFRÍAMENTO

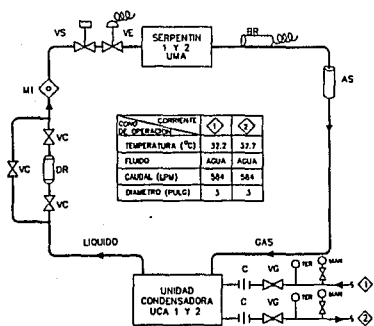


DIAGRAMA DE FLUJO

NOMENCLATURA

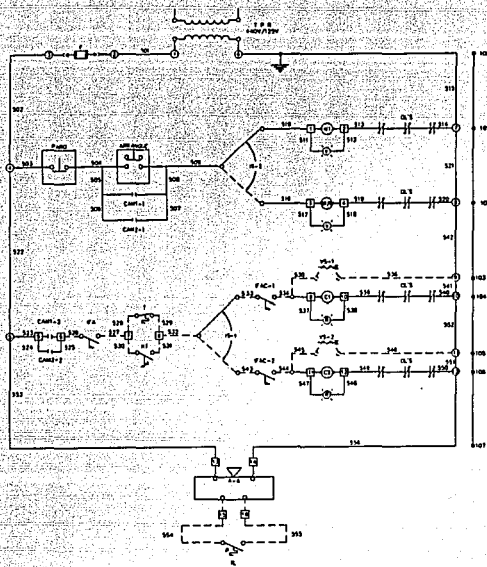
- #FAC INTERRUPTOR DE FLUJO DE AGUA DE CONDENSADO
- P.A. PURGA AUTOMÁTICA
- U.A.A. UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
- MAN MANÓMETRO
- TER TERMOMETRO
- B.R. BULBO REMOTO DE VALVULA DE EXPANSION
- D.R. DESHIDRATADOR DE REFRIGERANTE
- M.A. MANGUERA ANTIVIBRATORIA
- AS. AISLAMIENTO
- MI. MIRILLA
- S.E.D. SERPENTIN DE EXPANSION DIRECTA
- V.C. VALVULA DE CUPIERTA
- V.E. VALVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION
- V.G. VALVULA DE GLOBO
- V.S. VALVULA SOLENOIDE
- F.M. FILTRO METALICO
- F.F.V. FILTRO DE FIBRA DE VIDRIO
- F.A. FILTRO ABSOLUTO
- F.P. FILTRO DE ADSORCION DE GASES
- T.B.S. TEMPERATURA DE BULBO SECO
- T.B.H. TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO
- H.R. HUMEDAD RELATIVA
- LPM. LITROS POR MINUTO
- F.V. FLUJO VOLUMETRICO
- C. CONECTORES
- UCA UNIDAD CONDENSADORA ENFRIADA POR AGUA

NOTAS

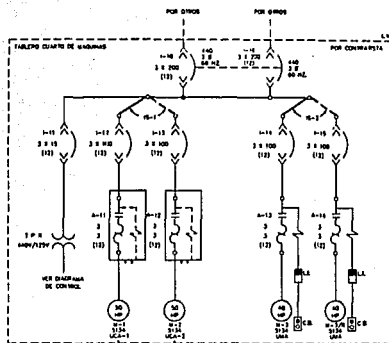
- 1 EN LAS UNIONES DE TUBERIA Y ACCESORIOS SE USARAN CONEXIONES DE COBRE TIPO SOLDABLE.
- 2 UNA UNIDAD CONDENSADORA TRABAJARA NORMALMENTE Y LA OTRA ESTARA DE RELEVO.
- 3 LAS TUBERIAS PARA LIQUIDO Y GAS REFRIGERANTE SERAN DE COBRE TIPO "L".
- 4 LAS TUBERIAS PARA AGUA DE ENFRÍAMENTO Y SUS ACCESORIOS SERAN DE ACERO AL CARBON TIPO ROSCADO.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
"ARAGON"	
TESIS PROFESIONAL	
ISOMETRICOS DE TUBERIAS Y DIAGRAMAS DE FLUJO	
ALUMNO: ENRIQUE SANJUAN PEREZ	ALUMNO: JOSE FRANCISCO LEON SERRATOS
NO. CIA.: 832640-7	NO. CIA.: 7000048-8
ACOTACION: cm	ESC.: 5/6
FECHA: OCTUBRE, 83.	PLANO No. 6

DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO



TABLERO DE CONTROL EN CUARTO DE MAQUINAS



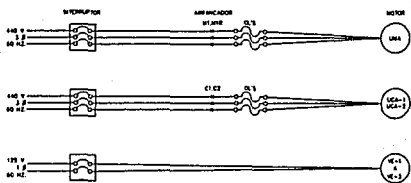
SECUENCIA DE OPERACION

1. CON EL BOTON DE ARRANQUE SE ENERTEJA LA BOMBA DE LA UNIDAD MANEJADORA M1 Y CERRAN LOS CONTACTOS CAM-1 Y CAM-2
2. DE LA BOMBA DE RESERVA NI EN LLEGARA A ENTRAR EN OPERACION, CERRARA LOS CONTACTOS CAM-1 Y CAM-2.
3. CON EL FLUJO DE AGUA CORRIENDO POR LOS DUCTOS EL FA-1 O FA-2 CIERRA.
4. CON UN AUMENTO DE TEMPERATURA EN EL LOCAL, M1 CIERRA Y ENERTEJA A LA BOMBA DE LA UNIDAD CONDENSADORA C1 O C2, SEGUN LA POSICION DE IS-1. EL SE-1 MIA ENTRA EN OPERACION.
5. CON UN AUMENTO DE MANTENID EN EL LOCAL, M1 CIERRA Y ENERTEJA A LA BOMBA DE LA UNIDAD CONDENSADORA EN MENUDO, SIN CUANDO LA TEMPERATURA DEL LOCAL ESTE EN EL RANGO ESTABLECIDO.
6. SI EL LOCAL TIENE UN AUMENTO O DISMINUCION DE TEMPERATURA FUERA DEL RANGO DE DEBERO TL CERRA Y OPERA LA ALARMA SONORA (LA-1).
7. SI, M1, FAC-1, FAC-2, C1 O C2 ABREN, M1 O M1/M PERMANECERA ENERTEJADO, - MANTENIENDO LA PRESION POSITIVA.

NOTAS

1. DIAGRAMA DE CONTROL ELABORADO PARA LA OPERACION DE UNA UNIDAD MANEJADORA DE AGUA Y DOS UNIDADES CONDENSADORAS ENTUBADAS POR AGUA (UNA EN SERVICIO Y LA OTRA DE RESERVA).
2. EL DISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL ELABORADO EN EL CUARTO DE MAQUINAS Y LOS TABLEROS LOCALES DE CONTROL DE LAS UNIDADES CONDENSADORAS 1 Y 2 DEBERAN SINDICARSE CON LA CLASIFICACION DE AREA PARA SUO GENERAL.
3. LOS MANTENIDORES ESTRATIGONES DEBERAN DE ALARMARSE AL COPORTO ELECTROICO DE LAS LAMPARAS.
4. EL MOTOR M-1/2 DE LA UNIDAD MANEJADORA DE AGUA ES DE RESERVA Y UNICAMENTE ENTRA EN OPERACION CUANDO EL MOTOR PRINCIPAL SALGA DE SERVICIO CUANDO ESTO SUCEDE DE CONECTAR LAS BANDAS DE TRANSMISION ENTRE EL MOTOR DE RESERVA Y EL VENTILADOR DE LA UNDA.
5. EN LA ALIMENTACION ELECTRICA DEL TABLERO DE CONTROL DEL CUARTO DE MAQUINAS, LOS INTERRUPTORES I-10 E I-14 DEBERAN TENER UN ENLACE MECANICO QUE NO PERMITA QUE AMBOS INTERRUPTORES ESTEN CONECTADOS A LA M2, SINO UNO SOLO DE ELLOS YA QUE DONAR ALAMBRAJES PODRIAN PRODUCIR DE OPERANTES FIENTES DE ENERGA.

DIAGRAMA DE FUERZA



SIMBOLOGIA

- BOMBA DE LA UNIDAD MANEJADORA DE AGUA
- BOMBA DE LA UNIDAD CONDENSADORA
- BORNE TERMINAL DE CONEXION DE EQUIPO
- TABLERA TERMINAL EN TABLERO DE CONTROL ELECTROICO
- LUZ INDICADORA (LA LETRA INDICA EL COLOR)
- LUZ INDICADORA
- CAM DE BOTONES PARO-ARRANQUE
- FUSIBLE

NOMENCLATURA

- A. ARRANCADOR
- AA. ALARMA AJUSTE
- CAH. CONTACTO AUXILIAR MANEJADORA
- C. B. CAJA DE BOTONES PARO-ARRANQUE
- MI. MANDATARIO
- FA. INTERRUPTOR DE FLUJO DE AGUA
- IFAC. INTERRUPTOR DE FLUJO DE AGUA DE CONDENSADORA
- I. INTERRUPTOR TERNACIONAL
- IS. INTERRUPTOR SELECTOR DE DOS PASOS
- LI. LUZ INDICADORA
- LM. LIMITE DE DESARROLLO
- M. MOTOR
- OL'S. PROTECTOR DE SOBRECARGA
- T. TERNOSTATO ELECTROICO DE DUBIO
- TL. TERNOSTATO LIMITE DE RUIDO MENUDO
- TR. TRANSFORMADOR DE VOLTAJE
- UNDA. UNIDAD MANEJADORA DE AGUA
- UCA. UNIDAD CONDENSADORA ENTUBADA POR AGUA
- VE. VENTILADOR EXTRACTOR DE AIRE
- VTE. VALVULA TERNOSTATICA DE EXPANSION
- 5114. MOTOR ELECTROICO TOTALMENTE CERRADO, ENERTEJADO POR VENTILACION DE INDICACION, ANALIZA DE ABELLA, MONOFASICO DE CUATRO POLOS.
- 5113. MOTOR ELECTROICO TOTALMENTE CERRADO, ENERTEJADO POR VENTILACION DE INDICACION, ANALIZA DE ABELLA, TERNOFASICO DE CUATRO POLOS.
- UNDA. UNA UNIDAD TRABAJARA NORMALMENTE Y LA OTRA ESTARA DE RESERVA.
- TABLERO DE CONTROL LOCAL, SINDICADO COMO PARTE DEL EQUIPO.
- ALAMBRAJO DEVENTO DEL TABLERO DE CONTROL.
- ALAMBRAJO FUERA DEL TABLERO DE CONTROL.

TABLERO DE CONTROL EN CUARTO DE MAQUINAS

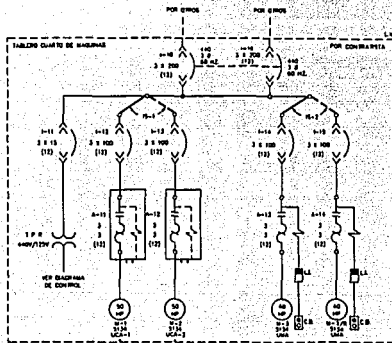


DIAGRAMA DE FUERZA PARA VENTILADORES

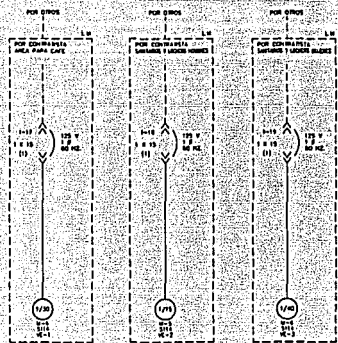


DIAGRAMA DE FUERZA

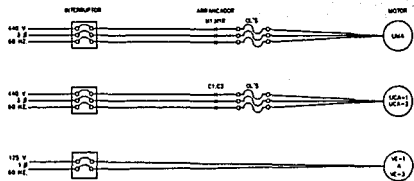
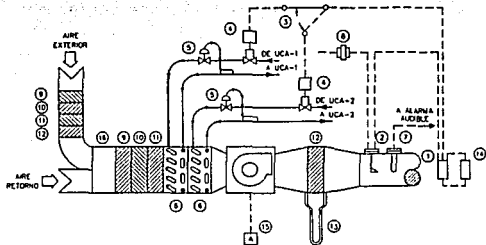


DIAGRAMA DE CONTROL PARA UNIZONA



SIMBOLOGIA

- BORNIA DE LA LINDIA MANEJADORA DE AIRE
- BORNIA DE LA LINDIA CONDENSADORA
- BORNIA TERMINAL DE CONEXION DE EQUIPO
- TABLERA TERMINAL EN TABLERO DE CONTROL ELECTRICO
- ⊗ LUZ INDICADORA (LA LETRA INDICA EL COLOR)
- ⊕ LUZ INDICADORA
- CAJA DE BOTONES PARO-ARRANQUE
- FUSIBLE

NOMENCLATURA

- A ARRANCADOR
- AA ALAPNA AJUIBLE
- CAE CAJA DE BOTONES PARO-ARRANQUE
- C. B. CONTACTO AUXILIAR MANEJADORA
- FA INTERRUPTOR DE FLUJO DE AIRE
- FA/C INTERRUPTOR DE FLUJO DE AGUA DE CONDENSACION
- F INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- IS INTERRUPTOR SELECCION DE DOS PASOS
- LI LUZ INDICADORA
- L.M. LENTE DE SUMINISTRO
- M MOTOR
- OLTS PROTECTOR DE SOBRECARGA
- T TERMOSTATO ELECTRICO DE CUARTO
- TS TERMOSTATO LIMITE DE NUBLO MUYOTO
- TPR TRANSFORMADOR DE VOLTAJE
- USM UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
- UCA UNIDAD CONDENSADORA ENFRIADA POR AGUA
- VE MOTOR EXTRACTOR DE AIRE
- VTE VALVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION
- S116 MOTOR ELECTRICO TOTALMENTE CERRADO, ENFRUADO POR VENTILACION, DE INNOVACION, JALIA DE ANCHURA, VORTEXASO DE CUATRO POLOS
- S134 MOTOR ELECTRICO TOTALMENTE CERRADO, ENFRUADO POR VENTILACION, DE INNOVACION, JALIA DE ANCHURA, VORTEXASO DE CUATRO POLOS
- + UNA UNIDAD TRABAJA NORMALMENTE Y LA OTRA ESTARA DE RESERVA
- TABLERO DE CONTROL LOCAL, SUMINISTRADO COMO PARTE DEL EQUIPO
- ALARMADO DENTRO DEL TABLERO DE CONTROL
- ALARMADO FUERA DEL TABLERO DE CONTROL

NO. MOVIER	DESCRIPCION	NO. FON	DESCRIPCION
1	TERMOSTATO ELECTRICO DE CUARTO	8	FILTRO METALICO
2	FA INTERRUPTOR DE FLUJO DE AIRE	10	FTV FILTRO DE FIBRA DE VIDRIO
3	IS INTERRUPTOR SELECCION DE DOS PASOS	11	FP FILTRO DE ADSORCION DE GASES
4	VS VALVULA SOLENOIDE	12	FA FILTRO ABSOLUTO
5	VTE VALVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION	13	MOTOR DIFERENCIAL PARA FILTRO DE ALTA EFICIENCIA
6	SED SERPENTIN DE EXPANSION DIRECTA	14	HE HUMIDOSTATO
7	TL TERMOSTATO LIMITE DE NUBLO MUYOTO	15	A ARRANCADOR TERMOMAGNETICO
8	TPR TRANSFORMADOR PARA CONTROL	16	CAJA DE MUELA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

TESIS PROFESIONAL

DIAGRAMAS DE CONTROL Y FUERZA

ALUMNO : JENARO SANCHEZ PEREZ
NO. CTA. : 8326649-7

ALUMNO : JOSE FRANCISCO LEON SERRATOS
NO. CTA. : 7800049-B

FECHA : OCTUBRE, 93

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA.

-Pohlmann, Walter.

Manual de Técnica Frigorífica.

1a. Edición.

Ediciones Omega, España, 1964, 628 pp.

-Wark, Kenneth

Termodinámica.

1a. Edición en Español. (Cuarta Edición)

Editorial Interamericana, México, 1984. 905 pp.

-French, E. Thomas

Dibujo en Ingeniería.

Duodécima Edición. (Tercera en Español)

Mc Graw Hill, México, 1981.

-Moring Faires, Virgil/Max Simmang, Clifford.

Termodinámica.

6a. Edición.

U.T.E.H.A., México.

-Mataix, Claudio.

Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas.

2a. Edición.

Harla, México, 1982. 660 pp.

-Stoecker, W.F.

Refrigeración y Acondicionamiento de Aire.

1a. Edición.

Mc Graw Hill, México, 1981. 406 pp.

-Manriquez, Carlos A.

Transferencia de Calor.

1a. Edición.

Limusa, México.

- Manriquez, Carlos A.
Termodinámica.
1a. Edición.
Limusa, México.
- Crane.
Flujo de Fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberías.
1a. Edición en Español.
Mc Graw Hill, México, 1987.
- Hernandez Goribar, E.
Fundamentos de Aire Acondicionado.
Limusa, México, 1975.
- Dossat, R.
Principios de Refrigeración.
C.E.C.S.A., México, 1973.
- Jennings, B. / Lewis, S.
Aire Acondicionado y Refrigeración.
C.E.C.S.A., México, 1975.
- Therlkeld, J.
Ingeniería del Ambito Térmico.
Editorial Prentice Hall Internacional, México, 1973.
- Carrier.
Manual de Aire Acondicionado.
Marcombo S.A., España, 1980.
- Air Conditioning and Refrigeration Institute.
Refrigeración y Aire Acondicionado.
Editorial Prentice Hall Internacional, México, 1979.
- Trane.
Air Conditioning Manual.
The Trane Company, 1972.

-Angeles Cravioto, Sergio.

Laboratorio de Aire Acondicionado y Refrigeración.

U.N.A.M., 1983.

-De la Cruz H., Juan.

Instalaciones de Aire Acondicionado.

Instituto Mexicano del Petróleo.

-Instituto York.

Curso Introductorio de Refrigeración y Aire Acondicionado.

York, México, 1985.

-PEMEX.(S.P.C.O. Gerencia de Ingria. de Proyecto)

Manual de Procedimientos de Ingeniería de Diseño. Sección N.
Aire Acondicionado.

México, 1990.