



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ARAGÓN

PROBLEMÁTICA Y SOLUCIÓN EN EL
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE AIRE
ACONDICIONADO, PROPONIENDO UN
SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA CON
REDUNDANCIA, PARA UN LOCAL DE
EQUIPO DE TELEFONÍA.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO
ÁREA MECÁNICO**

P R E S E N T A

JUAN CARLOS TRUJILLO HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. EVERARADO ESQUIVEL SÁNCHEZ

NEZAHUALCÓYOTL, EDO. DE MÉXICO, MARZO 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

“PROBLEMÁTICA Y SOLUCIÓN EN EL
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE AIRE
ACONDICIONADO, PROPONIENDO UN
SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA CON
REDUNDANCIA, PARA UN LOCAL DE EQUIPO
DE TELEFONÍA”

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO
ÁREA MECÁNICO

PRESENTA
JUAN CARLOS TRUJILLO HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS
ING. EVERARDO ESQUIVEL SÁNCHEZ

NEZAHUALCÓYOTL, EDO. DE MÉXICO, MARZO 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios por llevarme siempre a su lado a lo largo de esta vida llenándome de alegría y gozo, por estar siempre conmigo, por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida acompañado de lindísimas personas.

A mis padres Concepción y Pedro que me enseñaron todo el valor y toda la fuerza en un abrazo, que dentro de todas las preocupaciones me dieron la posibilidad de brillar.

A mis hermanos Pedro, Sandro, Claudio, Hugo, Arturo y Paolo que dentro de los problemas, siempre han estado ahí, para reír, platicar, jugar y hasta callar para escuchar.

A mi amada esposa Mariana y mi hermosísima hija Natalia, por ser el aliciente, la energía, el empuje a siempre ser mejor, a nunca rendirme, a siempre dar un plus.

A mis suegros Inés y Juan por el apoyo incondicional, ejemplo de superación y consejos.

A mis compadres Felisa y Pedro y su familia. Mago y Jesús. Lupe y Jony. A todos ellos gracias por ser como son, nunca cambien, los quiero mucho.

A todos mis sobrinos, por orden de edad: Rorris, Chucho Moncho, Alisson, Yayis, Pao Pao y Santi a todos ustedes, gracias por ser ese toque de alegría en mi corazón.

A mi amigo Ricardo Barón por ser quien puso la primera piedra para la realización de este trabajo y por poner siempre su amistad a pesar del tiempo.

A las personas con las que he trabajado y he aprendido de ellos.

Después de tantos años de haber concluido al 100% mis materias, hacía falta sellar el esfuerzo, no solo de mis padres, a quienes les debo lo que soy, sino también de mi esposa Mariana, quien me ha motivado con su apoyo y comprensión para alcanzar esta meta.

Este trabajo se lo dedico especialmente a mi hija Natalia quien llegó a revolucionar mi vida...Te amo.

TEMA:

PROBLEMÁTICA Y SOLUCIÓN EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO, PROPONIENDO UN SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA CON REDUNDANCIA, PARA UN LOCAL DE EQUIPO DE TELEFONÍA.

INDICE

INTRODUCCION	8
CAPITULO 1	
CARACTERISTICAS DEL AIRE	
1. 1 GENERALIDADES	10
1. 1. 1 CALOR	10
1. 1. 2 MEDICIÓN DE CALOR	10
1. 1. 3 TEMPERATURA	10
1. 1. 4 CALOR ESPECÍFICO, SENSIBLE Y LATENTE	11
1. 1. 5 LEY DE GIBBS-DALTON	12
1. 2 PROPIEDADES DEL AIRE	13
1. 3 PROPIEDADES DEL VAPOR DE AGUA	16
1. 4 AIRE SATURADO	20
1. 5 CONCEPTOS DE HUMEDAD	23
1. 5. 1 HUMEDAD RELATIVA	23
1. 5. 2 HUMEDAD ABSOLUTA	24
1. 5. 3 HUMEDAD ESPECÍFICA	25
1. 6 PUNTO DE ROCIO	27
1. 7 TERMOMETRO DE BULBO SECO Y BULBO HUMEDO	30
1. 8 PSICRÓMETRO	31
1. 9 PSICROMETRÍA Y CARTA PSICROMÉTRICA	33

CAPITULO 2

INFORMACION PARA LA CARGA TERMICA

2. 1 ANALISIS DEL LOCAL	43
2. 1. 1 CARACTERISTICAS DEL LOCAL Y FUENTES DE CARGA TERMICA	43
2. 1. 2 UBICACIÓN DEL EQUIPO Y SERVICIOS	45
2. 2 ESTIMACION DE LA CARGA DEL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE	46
2. 2. 1 CARGAS EXTERIORES E INTERIORES	47
2. 2. 2 SELECCIÓN DEL EQUIPO	49
2. 3 MANEJO BASICO DE PROGRAMA DE CARGAS TERMICAS E-20 HAP (HOURLY ANALYSIS PROGRAM)	49
2. 3. 1 EL HAP PARA DISEÑAR SISTEMAS	51

CAPITULO 3

DISTRIBUCION DE AIRE

3. 1 UBICACIÓN Y TIPO DE EQUIPOS	55
3. 2 DUCTOS RECTANGULARES DE AIRE	55
3. 2. 1 GENERALIDADES	55
3. 2. 2 VELOCIDAD	56
3. 2. 3 PRESION	57
3. 2. 4 ESPACIOS	57
3. 2. 5 GANANCIA Y PERDIDA DE CALOR	58
3. 2. 6 RELACION DE FORMA	59
3. 2. 7 TIPO DE ACOPLAMIENTOS.	60
3. 2. 8 AISLAMIENTO	67
3. 3 CÁLCULO DE DUCTOS RECTANGULARES	67
3. 3. 1 GENERALIDADES	67
3. 3. 2 VOLUMEN DE AIRE	68
3. 3. 3 VELOCIDAD DEL AIRE	69
3. 3. 4 CAIDA DE PRESION	70
3. 3. 4. 1 DEFINICION	74
3. 3. 4. 2 POR MEDIO DE SELECCIÓN DE VELOCIDADES	74
3. 3. 4. 3 POR CAIDA DE PRESION MAXIMA	74
3. 3. 4. 4 POR MEDIO DE IGUAL ROZAMIENTO	74
3. 4 CUANTIFICACIÓN DE LÁMINA CON AISLAMIENTO	75
3. 4. 1 LÁMINA PARA DUCTOS	75

3. 4. 2 TIPOS DE ENGARGOLADOS	77
3. 4. 3 CUANTIFICACIÓN DE LÁMINA Y AISLAMIENTO	79
3. 5 SOPORTERIA DE DUCTERIA EXTERIOR E INTERIOR	87
3. 5. 1 SOPORTERIA EXTERIOR	87
3. 5. 2 SOPORTERIA INTERIOR	89
3. 6 REJILLAS DE INYECCION Y RETORNO	92
CAPITULO 4	
TUBERÍAS DE REFRIGERACIÓN	
4. 1 GENERALIDADES	96
4. 2 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS DE LÍQUIDO Y SUCCIÓN	98
4. 3 ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE LÍQUIDO	100
4. 3. 1 FILTRO DESHIDRATADOR	101
4. 3. 2 INDICADOR DE LÍQUIDO-HUMEDAD	103
4. 3. 3 VÁLVULAS DE PASO	105
4. 3. 4 VÁLVULA DE TERMO-EXPANSIÓN	111
4. 3. 5 VÁLVULA SOLENOIDE	117
4. 4 REFRIGERANTE R410A	123
4. 5 AISLAMIENTO	127
4. 6 SOPORTERÍA EXTERIOR E INTERIOR	130
CAPITULO 5	
CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE EQUIPO SELECCIONADO	
5. 1 ACOMETIDA ELECTRICA E INTERCONEXIÓN DE FUERZA	134
5. 1. 1 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	136
5. 1. 2 CÁLCULO POR CAIDA DE TENSION	139
CAPITULO 6	
CARACTERISTICAS DE FILTRACIÓN DE AIRE	
6. 1 FILTRADO AL 30%	150
6. 2 FILTRADO AL 60%	151
	3

6. 3 FILTRO MICRO D.O.P. (FILTRO ABSOLUTO HEPA):	152
CAPITULO 7	
DESARROLLO DEL PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO	
7. 1 SOLICITUD DE VISITA	154
7. 2 NECESIDADES DEL CLIENTE	154
7. 3 ALCANCES DEL PROYECTO	157
7. 4 LEVANTAMIENTO FÍSICO DEL LOCAL	159
7. 5 BALANCE TÉRMICO	174
7. 6 DESARROLLO DE DUCTERIA DE INYECCIÓN Y RETORNO	176
7. 7 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS	182
7. 7. 1 CÁLCULO DE CAIDA DE PRESIÓN EN EL SISTEMA	191
7. 7. 2 SELECCIÓN DE TUBERIAS DE REFRIGERACIÓN	197
7. 8 ELABORACIÓN DE PLANOS	198
7. 9 CÁLCULO Y SELECCIÓN ACOMETIDA ELECTRICA.	199
7. 10 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE INTERCONEXION DE FUERZA	205
7. 11 CUANTIFICACIÓN DE LÁMINA Y AISLAMIENTO TÉRMICO	208
7. 12 CATÁLOGO DE CONCEPTOS	208
CAPITULO 8	
CARPETA DE ENTREGA	225
CAPITULO 9	
CONCLUSIONES	
9. 1 VENTAJAS DESVENTAJAS	238
9. 2 PROBLEMATICA	239

ANEXO A	240
ANEXO B	281
ANEXO C	288
ANEXO D	295
NORMAS	300
BIBLIOGRAFÍA	301

NOMENCLATURA	DESCRIPCION	UNIDAD
A	Área	m ² ó ft ²
ADP	Punto de rocío en el serpentín	°F
BHP	Caballos de potencia al freno	HP
BH	Temperatura de bulbo húmedo	°C ó °F
cal	Calibre de lámina o calibre de cables	
C.C.M	Centro de Control de Motores	
CD	Corriente Directa	Amp.
CFM	Cubic Feet Per Minute (CFM por sus siglas en inglés); pies cúbicos por minuto, o PCM por sus siglas en español.	ft ³ /min
CG	Compuerta de Gravedad	
CM	Caja de Mezclas	
D	Diámetro del tubo	M
Deq	Diámetro equivalente.	In
D.O.P	Di-Octil-Ftalato filtro absoluto hepa	%
FA	área del serpentín	In ²
F.C.	Factor de Corrección	
fem	fuerza electromotriz	
HAP	Programa de Análisis por Hora	
In. c.a.	pulgadas de columna de agua	
L	Longitud del tubo	M
LL	Línea de líquido	
LS	Línea de succión	
MERV	Valor Reportado de Eficiencia Mínima	
REE	Relación de Eficiencia Energética	
RLHG	Ganancia de calor latente de recinto	
RSH	Calor sensible	BTUH
RSHG	Ganancia de calor sensible del recinto	
RSHR	Relación de calor sensible para el recinto	
RTHG	Ganancia de calor total de recinto	
SHGF	Factor de ganancia de calor solar	
SHR	Relación de calor sensible	
SWP	presión de trabajo seguro	Lb
T	Temperatura absoluta	K ó R
T.D.G.	Tablero de Distribución General	
TES	Temperatura efectiva de superficie	°C ó °F
U.C.	Unidad Condensadora	
U.M.A.	Unidad Manejadora de Aire	
V	Velocidad.	Ft/min
V	unidad de tensión o potencial eléctrico	Volt
w.g.	columna de agua	mm H ₂ O

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	UNIDAD
a	Lado mayor en ducto.	In
a.s.	aire seco	
b	Lado menor en ducto.	In
bs	Bulbo seco	
$^{\circ}\text{C}$	Grados Celsius	
C	Coeficiente de pérdida.	
$^{\circ}\text{F}$	Grados Fahrenheit	
f	Factor de rozamiento	
g	Aceleración de la gravedad: 9.81 m/s^2	m/s^2
hr	Humedad relativa	%
H_f	Caída total de presión a través de la conexión.	in c.a.
H_v	Presión de velocidad en la conexión.	in c.a.
h_f	Caída de presión.	in c.a.
Δh	<i>diferencia de entalpía de aire de entrada y entalpía de aire de salida</i>	<i>BTU/Lb de aire seco</i>
I	intensidad de corriente o caudal de corriente	Amp
K	Grados Kelvin	
MOPD	Diferencial Máximo de Presión de Apertura	Lb
ohm	resistencia al paso de la corriente	Ohm
Q	Calor	BTUH
Q_L	Calor latente.	BTUH
Q_s	Calor sensible.	BTUH
Q_T	Calor total.	BTUH
R	Grados Rankine	
t	Temperatura	$^{\circ}\text{C}$ ó $^{\circ}\text{F}$
Δt	diferencia de temperatura de bulbo seco de aire de entrada y temperatura de bulbo seco de aire de salida	$^{\circ}\text{C}$ ó $^{\circ}\text{F}$
U	Coeficiente de transferencia de calor	
Δw	granos de humedad en el aire de entrada menos granos de humedad en el aire de salida	granos/lb de aire seco
ξ	Caída de tensión en % (no mayor del 3.0%)	%
θ_a	temperatura ambiente	$^{\circ}\text{C}$ ó $^{\circ}\text{F}$
θ_i	temperatura de la instalación	$^{\circ}\text{C}$ ó $^{\circ}\text{F}$
λ	coeficiente de conductividad térmica	
h	coeficiente superficial de transmisión de calor	
\mathcal{D}	Voltaje	Volts
Φ	sección del conductor	mm ²

INTRODUCCION

Para el hombre prehistórico, el fuego fue el medio principal para calentar su morada; la sombra y el agua fría eran probablemente su único alivio contra el calor. Durante miles de años no hubo mejoras significativas en las condiciones de la especie humana. El hombre ha intentado vencer las incomodidades del calor y la humedad excesivos. Por ejemplo, las chimeneas de los castillos de la Europa medieval apenas si constituían mejora alguna ya que solo calentaban el área que los rodeaba.

Hubo algunas excepciones a esta carencia de progreso. Los antiguos romanos tuvieron en algunas construcciones una calefacción notablemente buena, que se lograba al calentar el aire y hacerlo circular por pisos o paredes cóncavas. En el seco clima del Medio Oriente, la gente colgaba mantas mojadas frente a las puertas, consiguiendo así un modo primitivo de enfriamiento de aire por evaporación. En Europa, Leonardo da Vinci diseñó un gran enfriador por evaporación.

El desarrollo efectivo de la calefacción, ventilación y acondicionamiento del aire (HVAC, iniciales de las palabras Heating Ventilating and Air Conditioning) se inició, hace apenas 100 años. Los sistemas de calefacción central se desarrollaron en el siglo XIX y el acondicionamiento del aire mediante refrigeración mecánica ha progresado sólo durante los últimos 50 años.

Willis Haviland Carrier, fue quien diseñó el primer equipo de aire acondicionado en el año de 1902. Por casi dos décadas, esta invención que nos permitió controlar la temperatura y humedad de nuestro ambiente interior fue utilizada para el acondicionamiento de cuartos de máquinas, y no fue sino hasta 1906, que se patentó el primer “aparato para tratar el aire”. Primero se utilizó para ayudar en los procesos industriales, como por ejemplo, el hilado del algodón, en la producción de fibras sintéticas, para imprimir colores múltiples en diversos productos, etc. Se hizo popular en la década de los 20’s, cuando cientos de teatros fueron equipados con sistemas de enfriamiento para atraer a los clientes durante los calurosos meses de verano.

Un sinnúmero de industrias averiguaron que podían mejorar sus productos utilizando el “aire acondicionado”, fue entonces que su uso se expandió drásticamente.

En 1922 se empezaron a manufacturar productos muy significativos en la historia de la industria, uno de ellos fue la máquina de refrigeración centrífuga, el primer método práctico de aire acondicionado para espacios grandes. Este logro marcó la pauta para la expansión ascendente de hospitales, aeropuertos, hoteles y tiendas departamentales.

Los dueños de negocios pequeños querían competir con los grandes por lo que comenzaron a desarrollar “unidades pequeñas de aire acondicionado” a finales de los 20’s. no fue sino hasta después de la segunda guerra mundial que las ventas de estas unidades pequeñas para negocios y hogares comenzó a crecer.

Desde entonces el aire se acondiciona en lugares como escuelas, oficinas, industrias, casas, automóviles.

En la actualidad, las Centrales telefónicas en México son de suma importancia por proporcionar servicios de comunicación, los cuales deben brindarse de manera rápida, eficaz y sin interrupciones.

La telefonía en México opera día y noche, y para poder dar este servicio, el equipo Telefónico requiere de una temperatura y humedad controlada, y únicamente se puede obtener instalando el equipo adecuado de aire acondicionado y calefacción, cuando se requiera, algunas de las causas principales por las que se requiere dicho acondicionamiento son: disipación de calor por equipo y personal, tipo de construcción y ubicación del edificio, temperatura exterior, época del año etc.

La necesidad imperante de un ambiente propio para el buen funcionamiento de los equipos de telefonía, obliga a la realización de un estudio de las condiciones del ambiente interior de las áreas consideradas que permitan establecer el diseño óptimo del Sistema de Aire Acondicionado requerido.

Los criterios de diseño a emplear, deben garantizar la estabilidad de las condiciones interiores por la naturaleza de las actividades desarrolladas, y que en ningún momento se modifiquen dada la importancia de las mismas.

Con estos criterios evaluamos un acondicionamiento para confort y óptima operación de los equipos localizados en dicha sala, estimando la carga térmica (ganancias de calor externa e interna), para eliminarla del interior de las áreas y se mantengan las condiciones ambientales (humedad y temperatura interna) propias para ejercer la actividad, antes mencionada. Para lo cual se desarrolla un proyecto de Aire acondicionado consistente en dos sistemas de aire acondicionado tipo dividido de expansión directa, en redundancia, de 20.0 T.R. c/u para la sala de transmisión en planta baja.

CAPITULO 1

CARACTERISTICAS DEL AIRE

1. 1 GENERALIDADES.

1. 1. 1 CALOR.

El calor se ha descrito como una manifestación de energía que actúa sobre las sustancias para elevar su temperatura; energía asociada con el movimiento al azar de las moléculas. El calor es la forma de energía que se transmite de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura. Este flujo de energía siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia hasta que ambos cuerpos se encuentren en equilibrio térmico.

La energía puede ser transferida por diferentes mecanismos, estos son la radiación, la conducción y la convección, aunque en la mayoría de los procesos reales todos se encuentran presentes en mayor o menor grado. Cabe resaltar que los cuerpos no tienen calor, sino energía interna.

La energía existe en varias formas. En este caso nos enfocamos en el calor, que es el proceso mediante el cual la energía se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia de temperatura

1. 1. 2 MEDICIÓN DE CALOR.

Para comprender mejor todo lo relacionado con el calor y manejarlo en forma apropiada, tenemos que disponer de toda unidad para medirlo.

La unidad de calor es la caloría o kilocaloría, que es la cantidad de calor necesario para elevar un grado centígrado la temperatura de un kilogramo de agua, y los países que emplean el sistema inglés emplean la British Thermal United, o sea, el B. T. U., que es la cantidad de calor necesario para elevar un grado fahrenheit la temperatura de una libra inglesa de agua. En una u otra de estas unidades puede expresarse la cantidad de calor contenida en un espacio o volumen dado.

1. 1. 3 TEMPERATURA.

Es una medida de la actividad térmica en un cuerpo. Esta actividad depende de la velocidad de las moléculas y demás partículas de las cuales se compone toda materia. No es práctico medir la temperatura a través de la velocidad de las moléculas, y por lo tanto esa definición no tiene mucha importancia. En general la

temperatura se mide con termómetros. El más común de ellos se basa en el hecho de que la mayor parte de los líquidos se expanden y se contraen cuando se eleva o disminuye la temperatura.

La temperatura debe designarse en forma más precisa con referencia a una escala. Las dos escalas, más comunes para medir la temperatura son, la Centígrada y Fahrenheit. La escala Centígrada se emplea en todos los países que usan el sistema métrico decimal y la escala Fahrenheit la emplean los países donde se utiliza el sistema inglés.

El termómetro es el aparato más común para medir la temperatura, basado en la dilatación del mercurio o de algún líquido contenido en un tubo delgado de vidrio que tiene una escala marcada a lo largo de la pared del tubo.

La relación entre las escalas más usuales, es importante, debido al flujo de información entre países que utilizan, el Sistema Métrico Decimal, y el Sistema Inglés, por lo que es necesario tener presente las equivalencias entre estas unidades.

$$^{\circ}\text{F} = 1.8 ^{\circ}\text{C} + 32 \text{ ó } 9/5 ^{\circ}\text{C} + 32$$

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32)/1.8 \text{ ó } 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$$

1. 1. 4 CALOR ESPECÍFICO, SENSIBLE Y LATENTE.

El CALOR ESPECÍFICO de una sustancia se define como la cantidad de calor en BTU necesaria para hacer cambiar la temperatura de 1 lb de la sustancia a 1 °F. El calor específico del agua es por lo tanto 1 BTU/lb-°F a 60 °F. Esta temperatura es consecuencia de la definición de BTU (British Thermal Unit).

Aunque la definición más aceptada del BTU dice que es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado Fahrenheit, la temperatura de una libra de agua, esto es para el Sistema Inglés, pero para el Sistema Métrico Decimal (Kcal), es la cantidad de calor necesario para elevar un grado Centígrado, la temperatura de un Kilogramo de agua

$$\text{BTU/hr (0.252)} = \text{Kcal/hr}$$

El CALOR SENSIBLE es el que podemos descubrir con nuestros sentidos, es el que causa un cambio de temperatura en una sustancia sin que cambie de estado. Cuando la temperatura de un líquido o de una sustancia cualquiera se eleva, está absorbiendo calor sensible y, por el contrario, cuando baja la temperatura de una sustancia, está desprendiendo calor sensible.

El término de CALOR LATENTE se refiere a la cantidad de calor necesaria para cambiar el estado físico de una sustancia, de sólido a líquido, o de líquido a vapor, sin cambiar la temperatura de la misma. Para hacer que una sustancia haga lo anteriormente descrito, o sea, sufra un cambio físico en el que pase del estado sólido al líquido, o del líquido al vapor, hay que añadirle una cantidad considerable de calor. Este calor latente es almacenado en la sustancia y lo devuelve cuando la sustancia retorna a su estado inicial, cuando se enfría.

1. 1. 5 LEY DE GIBBS-DALTON.

En una mezcla de gases o vapores, cada gas o vapor ejerce la misma presión en el mismo espacio total, como si la ejerciera por sí sólo, a la misma temperatura de la mezcla.

El vapor de agua en la atmósfera no se rige exactamente por las leyes que gobiernan los gases, pero son lo suficientemente aproximadas para usarlas en la práctica.

Las mezclas de vapor-aire se rigen prácticamente por la ley de Gibbs-Dalton.

De esta ley se sigue que, cualquier mezcla de gases ejerce una presión total igual a la suma de las presiones parciales ejercidas independientemente por cada gas.

El aire atmosférico existe a una presión total igual a la presión atmosférica (P_b), la cual es:

$$P_b = P_N + P_O + P_v = P_a + P_v$$

Donde:

- P_N – Presión parcial del nitrógeno.
- P_O – Presión parcial del oxígeno.
- P_v – Presión parcial del vapor de agua.
- P_a – Presión parcial del aire seco.

La máxima cantidad de vapor que puede existir en el aire depende de la temperatura y es independientemente del peso o presión del aire que pueden existir simultáneamente en el espacio.

Esta cantidad de vapor existe cuando el espacio está saturado, es decir, cuando la presión corresponde a la temperatura de saturación. En estas condiciones, si se atomiza agua en dicho espacio permanecerá en estado líquido. Si el espacio se enfría, empezará la condensación.

1. 2 PROPIEDADES DEL AIRE.

El aire es una mezcla de gases incolora, inolora e insabora que rodea a la tierra. Este aire que envuelve a la tierra se conoce como atmósfera. Se extiende hasta una altura de aproximadamente 645 kms, y se divide en varias capas. La capa más cercana a la tierra se llama tropósfera, y va desde el nivel del mar hasta los 15 kms. La capa que se extiende desde los 15 hasta los 50 kms, se llama estratósfera. La capa de los 50 kms hasta los 95 kms, se llama mesósfera, y de los 95 a los 400 kms, se llama ionósfera.

Puesto que nosotros podemos movernos tan libremente en el aire, podríamos suponer que el aire no tiene peso, o por lo menos, tiene tan poco peso, que es despreciable. El aire sí tiene peso, y es sorprendentemente pesado. Su densidad (o peso por metro cúbico) varía, siendo mayor a nivel del mar (donde es comprimido por todo el aire encima del mismo) que en la cima de una alta montaña.

Un manto de aire cubre la tierra completa, y literalmente, nosotros vivimos en el fondo de ese mar de aire. Es más denso en el fondo, y se vuelve más delgado y ligero al ir hacia arriba. Todo este peso de aire ejerce una presión de 101.325 kPa (1.033 kg/cm²) al nivel del mar, pero esta presión disminuye más y más, mientras más alto subimos.

El aire, no es un vapor saturado que esté cercano a temperaturas donde pueda ser condensado. Es siempre un gas altamente sobrecalentado, o más precisamente, es una mezcla de gases altamente sobrecalentados.

Así, cuando calentamos o enfriamos aire seco, solamente estamos agregando o quitando calor sensible.

Podemos enfriar o calentar el aire, limpiarlo y moverlo, pero esto no cambia significativamente sus propiedades; ya que, los relativamente pequeños cambios de temperatura que le hagamos, sólo causan pequeñísimos cambios en el volumen y la densidad.

Si el aire seco se calienta, se expande; y su densidad disminuye, cuando la presión permanece constante. Inversamente, si se enfría el aire seco, aumenta su densidad. Aún más, las temperaturas, densidades, volúmenes y presiones, todas varían proporcionalmente.

En la tabla 1.2.1, se muestran las propiedades del aire seco a la presión atmosférica, en un rango de temperaturas de -15 °C a 50 °C.

Tabla 1.2.1 Propiedades del aire seco a la presión atmosférica
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 166)

TEMP. °C	Volumen Específico	Densidad	Entalpía	TEMP. °C	Volumen Específico	Densidad	Entalpía
	(m³/kg)	(kg/m³)	(kcal/kg)		(m³/kg)	(kg/m³)	(kcal/kg)
-15	0.7304	1.3691	0.6722	18	0.8244	1.2130	8.6372
-14	0.7332	1.3638	0.9123	19	0.8274	1.2086	8.8772
-13	0.7363	1.3581	1.1523	20	0.8302	1.2044	9.1228
-12	0.7391	1.3530	1.3923	21	0.8329	1.2006	9.3628
-11	0.7422	1.3473	1.6323	22	0.8360	1.1961	9.6028
-10	0.7453	1.3416	1.8779	23	0.8389	1.1920	9.8484
-9	0.7480	1.3369	2.1179	24	0.8418	1.1880	10.0706
-8	0.7511	1.3313	2.3579	25	0.8446	1.1839	10.3284
-7	0.7538	1.3266	2.5980	26	0.8474	1.1800	10.5740
-6	0.7563	1.3222	2.8390	27	0.8501	1.1763	10.7640
-5	0.7591	1.3173	3.0835	28	0.8529	1.1725	11.0540
-4	0.7619	1.3125	3.3235	29	0.8556	1.1687	11.2996
-3	0.7650	1.3072	3.5636	30	0.8583	1.1650	11.5396
-2	0.7678	1.3024	3.8036	31	0.8612	1.1611	11.7796
-1	0.7706	1.2977	4.0447	32	0.8645	1.1567	12.0252
0	0.7734	1.2928	4.2892	33	0.8672	1.1531	12.2652
1	0.7756	1.2893	4.5292	34	0.8700	1.1494	12.5052
2	0.7790	1.2837	4.7692	35	0.8727	1.1458	12.7564
3	0.7822	1.2784	5.0148	36	0.8756	1.1420	12.9908
4	0.7850	1.2739	5.2547	37	0.8786	1.1382	13.2308
5	0.7878	1.2693	5.4948	38	0.8816	1.1343	13.4764
6	0.7908	1.2645	5.7404	39	0.8843	1.1308	13.7164
7	0.7933	1.2605	5.9803	40	0.8871	1.1273	13.9620
8	0.7961	1.2562	6.2204	41	0.8900	1.1236	14.2020
9	0.7988	1.2518	6.4615	42	0.8932	1.1196	14.4420
10	0.8015	1.2476	6.7060	43	0.8957	1.1164	14.6820
11	0.8044	1.2431	6.9460	44	0.8987	1.1127	14.9276
12	0.8076	1.2381	7.1860	45	0.9014	1.1093	15.1676
13	0.8104	1.2339	7.3983	46	0.9042	1.1059	15.4132
14	0.8131	1.2297	7.6716	47	0.9073	1.1021	15.6532
15	0.8159	1.2256	7.9116	48	0.9100	1.0988	15.8955
16	0.8188	1.2213	8.1183	49	0.9129	1.0954	16.1400
17	0.8217	1.2168	8.3972	50	0.9158	1.0919	16.3900

El aire atmosférico es una mezcla de oxígeno, nitrógeno, bióxido de carbono, hidrógeno, vapor de agua, y un porcentaje muy pequeño de gases raros como argón, neón, ozono, etc. En la tabla 1.2.2, se muestran los porcentajes de estos gases, tanto en peso, como en volumen, para el aire seco (sin vapor de agua).

Tabla 1.2.2 Gases que componen el aire en la atmósfera.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 165)

Nombre	Símbolo Químico	AIRE SECO	
		% en Peso	% en Volumen
Nitrógeno	N ₂	75.47	78.03
Oxígeno	O ₂	23.19	20.99
Bióxido de carbono	CO ₂	0.04	0.03
Hidrógeno	H ₂	0.00	0.01
Gases raros	---	1.30	0.94

En áreas congestionadas o industriales, también puede haber gases conteniendo azufre, carbono, plomo y ciertos ácidos.

Cada uno de estos gases que componen el aire, se comporta de acuerdo a la ley de Dalton. Brevemente, esta ley nos dice que una mezcla de dos o más gases, pueden ocupar el mismo espacio al mismo tiempo, y que cada uno actúa independientemente de los otros, como si los otros no estuvieran allí. Esto es, si un cuarto está completamente lleno de aire, también está completamente lleno de oxígeno, de nitrógeno, vapor de agua, etc., cada uno independiente del otro.

Cada uno tiene su propia densidad, su propia presión (presión parcial), y cada uno responde a los cambios de volumen y temperatura a su propia manera, sin "hacer caso" uno al otro, y cada uno se comporta según las leyes que lo gobiernan en lo particular. Es esencial que esto sea entendido y recordado. Realmente, el aire seco no es un gas puro, ya que es una mezcla como se mencionó anteriormente, y por lo tanto, no se conforma exactamente a las leyes de los gases, pero los gases que los componen son verdaderos gases; así que, para el propósito práctico de este capítulo, se considera a esta mezcla de gases (aire seco sin vapor de agua) como un solo compuesto, que sigue la ley de los gases.

El aire como ya vimos, tiene peso, densidad, temperatura, calor específico y además, cuando está en movimiento, tiene momento e inercia. Retiene sustancias en suspensión y en solución.

El aire tiene conductividad térmica, pero ésta es muy pobre.

Debido a que el aire tiene peso, se requiere energía para moverlo. Una vez en movimiento, el aire posee energía propia (cinética).

La energía cinética del aire en movimiento, es igual a la mitad de su masa, multiplicada por el cuadrado de su velocidad. La velocidad se mide en metros por segundo. De acuerdo a la ecuación de Bernoulli, al aumentar la velocidad disminuye la presión.

La densidad del aire, varía con la presión atmosférica y la humedad. Un kilogramo de aire seco en condiciones normales (21°C y 101.3 kPa), ocupa 0.8329 metros cúbicos, tal como se puede apreciar en la tabla 1.2.1.

El calor específico del aire, es la cantidad de calor que se requiere para aumentar la temperatura de un kilogramo de aire en un grado centígrado. El valor del calor específico del aire seco, a nivel del mar, es 0.244 kcal/kg °C.

1. 3 PROPIEDADES DEL VAPOR DE AGUA.

La humedad es un término utilizado para describir la presencia de vapor de agua en el aire, ya sea a la intemperie, o dentro de un espacio. Nuevamente, hacemos énfasis en que la humedad está "en el aire", solamente en el sentido de que los dos, aire y vapor de agua, existen juntos en un espacio dado al mismo tiempo.

Por costumbre común, decimos que el aire contiene humedad, y es conveniente hacerlo así, en el entendido de que siempre recordemos que es meramente una manera de hablar, y que en realidad, los dos son independientes uno del otro, y que no responden de la misma manera a los cambios de condiciones, especialmente a los cambios de temperatura.

Las palabras "vapor" y "gas", comúnmente las empleamos para referirnos a lo mismo; pero en realidad, un gas es un vapor altamente sobrecalentado, muy lejos de su temperatura de saturación, como el aire. Un vapor está en sus condiciones de saturación o no muy lejos de ellas, como el vapor de agua. Así pues, el vapor de agua o "humedad" en un espacio, puede estar en una condición de saturación o ligeramente arriba de ella. Si lo enfriamos unos cuantos grados, hacemos que se condense, y si le aplicamos calor, lo sobrecalentamos.

Como ya sabemos, dos terceras partes de la superficie de la tierra están cubiertas por agua: océanos, lagos y ríos, de las cuales se desprende el vapor de agua. Las nubes, también producto de esta evaporación, contribuyen a la humedad del ambiente al condensarse y precipitarse en forma de lluvia o nieve.

Todo lo anterior es lo que sucede a la intemperie. Dentro de una casa, edificio o fábrica, el vapor de agua puede provenir de la cocina, baño, máquinas, personas, etc. Así pues, la cantidad de humedad en el aire en un lugar y tiempo determinados, puede variar considerablemente.

El vapor de agua es producido por el agua, a cualquier temperatura (aún por el hielo). El agua no tiene que estar en ebullición, aunque si lo está, el vapor de agua es producido con mayor rapidez.

El vapor ejerce una presión definida encima del agua, la cual es determinada solamente por la temperatura del agua misma, independientemente de si el agua está o no en ebullición o de si el espacio por encima del agua contiene aire. Tampoco la presión del aire ejerce efecto alguno sobre la presión del vapor.

Si el agua está a una temperatura de 4 °C, la presión del vapor de agua sobre la misma es de 0.81 kPa ó 0.1179 psia, la cual es una presión menor que la atmosférica (vacío). Si la temperatura del agua aumenta a 15 °C, la presión del vapor de agua sobre la misma, aumenta más del doble, es decir, a 1.70 kPa (0.2472 psia).

En la tabla 1.3.1, se muestran las propiedades del vapor de agua saturado. Los valores de la primera columna, son las temperaturas en grados centígrados.

Los valores de la segunda y tercer columna, son las presiones del vapor sobre el agua, correspondientes a las temperaturas de la primera columna; este vapor se conoce como "saturado", porque es todo el vapor de agua que puede contener ese espacio a esa temperatura. Tenga en cuenta que no hay diferencia, si hay o no aire en ese espacio; la presión del vapor de agua será la misma, ya que ésta depende totalmente de la temperatura del agua.

Cuando comúnmente nos referimos a la presión atmosférica o barométrica, estamos incluyendo la presión del aire y la presión del vapor de agua que éste contiene. La presión atmosférica "normal" a nivel del mar, es de 101.325 kPa o de 760 mm de mercurio. Si la presión del vapor de agua en el aire a 15 °C es 1.70 kPa, entonces, la presión del aire seco sería 99.625 kPa (101.325 - 1.70); ya que, de acuerdo a la ley de Dalton, la presión total es la suma de las presiones parciales de los componentes: la del aire seco y la del vapor de agua.

En la cuarta columna de la tabla 1.3.1, tenemos los valores de volumen específico. Estos nos indican el volumen en m³, que ocupa un kilogramo de agua en forma de vapor saturado.

Si tenemos un cuarto de 8 x 5 x 2.5 metros (100 m³) lleno de vapor de agua a 15°C, dentro de éste habrá poco más de un kilogramo de vapor saturado; esto es, $100 \text{ m}^3 \div 77.97 \text{ m}^3/\text{kg} = 1.283 \text{ kg}$.

Tabla 1.3.1 Propiedades del vapor de agua saturado.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 168)

Temp. de Saturación °C	Presión de Vapor (Absoluta)		Volumen Específico m³/kg	Peso del Vapor			Entalpia kcal/kg		
	kPa	psia		Densidad kg/m³	Humedad Absoluta		Sensible	Latente	Total
					g/m³	granos/pie³			
0	0.61	0.0885	206.32	0.004847	4.84	2.11	0	597.66	597.66
1	0.65	0.0945	194.10	0.005152	5.15	2.25	1	596.87	597.87
2	0.7	0.1023	179.58	0.005569	5.57	2.43	2	596.28	598.28
3	0.76	0.1098	168.18	0.005946	5.95	2.60	3	595.68	298.68
4	0.81	0.1179	157.40	0.006353	6.35	2.77	4	595.09	599.09
5	0.87	0.1265	147.14	0.006796	6.79	2.97	5	594.53	599.53
6	0.93	0.1356	137.74	0.007260	7.26	3.18	6	593.93	599.93
7	1.00	0.1452	129.04	0.007750	7.75	3.38	7	593.37	600.37
8	1.07	0.1556	120.95	0.008268	8.27	3.61	8	592.79	600.79
9	1.15	0.1664	113.39	0.008819	8.82	3.85	9	592.25	601.25
10	1.23	0.1780	106.37	0.009401	9.40	4.10	10	292.03	602.03
11	1.31	0.1903	99.90	0.01001	10.01	4.37	11	591.10	602.10
12	1.40	0.2033	93.82	0.01066	10.66	4.66	12	590.56	602.56
13	1.50	0.2187	88.13	0.01135	11.35	4.96	13	589.98	602.98
14	1.60	0.2317	82.85	0.01207	12.07	5.27	14	589.41	603.41
15	1.70	0.2472	77.97	0.01283	12.83	5.60	15	588.87	603.87
16	1.82	0.2636	73.35	0.01363	13.63	5.96	16	588.31	604.31
17	1.94	0.2809	69.09	0.01447	14.47	6.32	17	587.72	604.72
18	2.06	0.2992	65.07	0.01537	15.37	6.72	18	587.18	605.18
19	2.20	0.3186	61.32	0.01631	16.31	7.13	19	586.59	605.59
20	2.33	0.3390	57.81	0.01730	17.30	7.56	20	586.03	606.03
21	2.48	0.3606	54.54	0.01834	18.34	8.01	21	585.48	606.48
22	2.64	0.3834	51.48	0.01943	19.43	8.48	22	584.89	606.89
23	2.83	0.4102	48.60	0.02058	20.58	8.99	23	584.34	607.34
24	2.98	0.4327	45.91	0.02178	21.78	9.52	24	583.76	607.76
25	3.16	0.4593	43.38	0.02305	23.05	10.07	25	583.20	608.20
26	3.36	0.4875	41.02	0.02438	24.38	10.65	26	582.65	608.65
27	3.56	0.5171	38.80	0.02577	25.77	11.26	27	582.09	609.09
28	3.78	0.5482	36.72	0.02723	27.23	11.90	28	581.45	609.45
29	4.00	0.5810	34.76	0.02876	28.76	12.57	29	580.93	609.93
30	4.24	0.6154	32.91	0.03038	30.38	13.27	30	580.43	610.43
31	4.49	0.6517	31.18	0.03207	32.07	14.01	31	579.87	610.87
32	4.75	0.6897	29.56	0.03383	33.83	14.78	32	579.28	611.28
33	5.03	0.7297	28.03	0.03568	35.68	15.59	33	578.74	611.74
34	5.32	0.7717	26.59	0.03761	37.61	16.43	34	578.15	612.15
35	5.62	0.8157	25.23	0.03964	39.64	17.32	35	577.59	612.59
36	5.94	0.8619	23.96	0.04174	41.74	18.24	36	576.99	612.99
37	6.27	0.9104	22.88	0.04370	43.70	19.09	37	576.45	613.45
38	6.63	0.9612	21.62	0.04625	46.25	20.21	38	575.87	613.87
39	6.99	1.0144	20.55	0.04866	48.66	21.26	39	575.30	614.30
40	7.38	1.0700	19.54	0.05118	51.18	22.36	40	574.70	614.70
41	7.78	1.1285	18.58	0.05382	53.82	23.52	41	574.16	615.16
42	8.08	1.1723	17.69	0.05653	56.53	24.70	42	573.59	615.59
43	8.64	1.2536	16.83	0.05942	59.42	25.97	43	573.08	616.08
44	9.10	1.3204	16.03	0.06238	62.38	27.26	44	572.42	616.42
45	9.58	1.3903	15.27	0.06549	65.49	28.62	45	571.87	616.87
46	10.09	1.4634	14.55	0.06873	68.73	30.03	46	571.27	617.27
47	10.62	1.5398	13.88	0.07205	72.05	31.48	47	570.72	617.72
48	11.17	1.6196	13.02	0.07680	76.80	33.56	48	570.13	618.13
49	11.75	1.7024	12.42	0.08052	80.52	35.18	49	569.59	618.59

Otra manera de calcularlo es utilizando el valor de la densidad. En la quinta columna tenemos los valores de la densidad en kg/m^3 ; así que, el peso de 100 m^3 de vapor saturado a $15 \text{ }^\circ\text{C}$ es de 1.283 kg ($100 \text{ m}^3 \times 0.01283 \text{ kg/m}^3$). Como ya sabemos, el volumen específico es la inversa de la densidad, y viceversa.

En la sexta y séptima columnas, tenemos el peso del vapor de agua en dos unidades: en gramos por metro cúbico (g/m^3) en el sistema internacional, y en "granos" por pie cúbico (granos/pie^3) en el sistema inglés. La cantidad de vapor de agua que contiene el aire, es tan pequeña, que para fines prácticos, se utilizan gramos en lugar de kilogramos o "granos" en lugar de libras. El "grano" (grain) es una unidad comúnmente utilizada para cálculos psicrométricos en aire acondicionado. Es una unidad tan pequeña, que se requieren 15,415 granos para formar un kilogramo. Para fines prácticos, se considera que una libra contiene 7,000 granos. Para visualizarlo mejor, un grano es casi del tamaño de una "gotita" de agua. Así que, en el espacio de 100 m^3 del cuarto de nuestro ejemplo, habrá $1,283 \text{ gramos}$ de agua ($100 \text{ m}^3 \times 0.01283 \text{ kg/m}^3 \times 1,000$), lo que equivale a $12.83 \text{ gramos por m}^3$, tal como se indica en la tabla. La densidad es igual a peso por volumen, así que, podríamos decir que el vapor de agua tiene una densidad 12.83 g/m^3 ó 0.01283 kg/m^3 .

Para que el vapor de agua dentro del cuarto se mantenga saturado a $15 \text{ }^\circ\text{C}$, como suponemos que lo hace, el espacio completo de 100 m^3 en el cuarto, tendría que permanecer a $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Si hubiese aire en el cuarto como sería lo normal, éste también tendría que estar a $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Obviamente, hay 100 m^3 de aire en el cuarto, igual que hay 100 m^3 de vapor de agua. Con una presión total de 101.3 kPa , encontramos que la presión del aire es solamente 99.6 kPa ($101.3 - 1.70$).

En la tabla 1.2.1, se tiene el volumen específico para el aire seco, pero basado en una presión de 101.3 kPa ; mientras que el aire en el cuarto de nuestro ejemplo, está a 99.6 kPa . Por lo tanto, el aire del cuarto está menos denso, ya que está a menor presión, y consecuentemente, tendrá un volumen específico mayor que el mostrado en la columna 2 de la tabla 1.3.1.

De acuerdo a la ley de Boyle, sabemos que el volumen de un gas varía inversamente con la presión, si la temperatura permanece constante, lo que en este caso es cierto.

1. 4 AIRE SATURADO.

Hasta ahora, hemos supuesto que el vapor de agua en el cuarto está saturado. El cuarto está también lleno de aire seco, así que esta condición se refiere a "aire seco saturado con humedad", o algunas veces solamente a "aire saturado".

Ninguno de estos términos es correcto, porque el aire en sí permanece seco, solamente está mezclado con el vapor de agua saturado. Pero estos términos son convenientes, y pueden usarse, si tenemos en mente la verdadera condición que representan.

Si en nuestro ejemplo hemos supuesto que el aire está saturado con humedad, no será difícil suponer tampoco que haya presente un abastecimiento continuo de agua, de tal forma, que el aire pueda estar todo el tiempo saturado, aun cuando cambie la temperatura. Así pues, imaginemos que en el piso del cuarto hay una gran charola con agua, y que al igual que el aire y el vapor, están todos a la misma temperatura de 15 °C. Supongamos que de alguna manera aplicamos calor suficiente, para que los tres componentes aumenten su temperatura a 21 °C, y se mantenga así. Algo del agua se evaporaría, y este vapor, también a 21 °C, ocuparía todo el espacio del cuarto, mezclándose con el vapor ya existente. Todo el vapor de agua ahora se volverá más denso y a más alta presión; de la tabla 13.3, su presión será 2.48 kPa y su volumen específico será 54.54 m³/kg (en lugar de 77.97 que tenía a 15 °C). El peso del vapor de agua también aumenta, siendo ahora de 1.834 kg (100 ÷ 54.54), o sea, 18.34 g/m³ en lugar de 12.83 que tenía a 15 °C.

Por su parte, el aire por ser un gas altamente sobrecalentado, se expande al ser calentado. El volumen específico a 21 °C, es 0.8329 m³/kg a la presión atmosférica, así que calcularemos su volumen en la mezcla a la nueva presión, tal como lo hicimos a 15 °C.

$$V = \frac{0.8329 \times 101.3}{98.82} = 0.8535 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Así, cuando el aire se calienta de 15 a 21 °C, éste se expande, así que también tenemos que suponer que el cuarto no está sellado y algo del aire se escapa. El volumen interno del cuarto es de 100 m³, así que si el volumen específico del aire ha aumentado de 0.8298 a 0.8538 m³/kg, algo del aire tiene que escapar, de otra manera se acumularía presión en el cuarto. De aquí, podemos calcular también que el peso del aire seco en el cuarto es de 117.12 kg (100 ÷ 0.8538).

De lo anterior, se puede notar que el peso del aire seco en el cuarto, tiene un peso real de casi 64 veces el peso del vapor de agua, aún con el vapor saturado; esto es, reteniendo toda la humedad que puede a esa temperatura.

En algunas épocas del año, el aire atmosférico contiene más humedad que en otras. En realidad, la máxima variación en el contenido de humedad, nunca pasa de más de unos cuantos gramos por metro cúbico, lo que es una fracción extremadamente pequeña del peso total del aire y humedad en la atmósfera (a menos que esté lloviendo).

Sin embargo, aunque la cantidad de agua en la atmósfera sea muy pequeña, como lo es su variación de una estación a otra, es muy importante para el confort de los seres humanos. Una diferencia de tan sólo unos cuantos gramos por metro cúbico, puede significar la diferencia entre un placentero confort y un desagradable malestar.

Como vimos en nuestro ejemplo, a 15 °C había en el cuarto 12.83 g/m³ de vapor de agua. A 21 °C este aumentó hasta 18.34. Los 5.51 gramos aumentados provienen de la charola, para poder mantener el espacio saturado a temperaturas más altas.

Si ahora dejamos de aplicar calor, el aire, el agua y el vapor se enfriarán gradualmente. El aire disminuirá su volumen, así que, algo de aire exterior entrará al cuarto para compensar la diferencia. Supongamos que el aire exterior está perfectamente seco.

La densidad del vapor de agua disminuirá gradualmente, o como se dice algunas veces, aunque no es lo apropiado, "el aire perderá algo de su capacidad para retener humedad". En realidad, el aire nada tiene que ver con eso. La temperatura del espacio es lo que cuenta.

Al alcanzar nuevamente la temperatura de 15 °C, la densidad del vapor será de 12.83 g/m³, los 5.51 g/m³ restantes se condensarán en agua líquida, y la presión de vapor también disminuirá gradualmente de 2.48 a 1.70 kPa, de tal forma, que al llegar a los 15 °C, las condiciones habrán regresado exactamente a las mismas antes de aplicar calor. Es importante hacer la observación de que en todo momento, durante el calentamiento y nuevamente al enfriar, el vapor de agua estaba en una condición de saturación.

Si retiramos la charola de agua y enfriamos el cuarto a menos de 15 °C, el vapor saturado se condensa gradualmente. El agua condensada se acumula en el suelo, pero el vapor de agua que queda, está en una condición de saturación, y sus nuevas características (presión, volumen, densidad y otras) son las que se encuentran en la tabla 1.3.1.

Ahora, si partimos de la temperatura de 15 °C, y calentamos el cuarto, pero sin un abastecimiento de agua, el aire seco se expande y su volumen aumenta, igual que cuando había una reserva de agua. Como vemos, el aire seco se expande y se contrae al calentarlo o enfriarlo, haya o no haya agua o vapor de agua presentes en el cuarto.

En cambio, el vapor de agua no se comporta como lo hizo antes, ya que si se calienta arriba de 15 °C, como no hay reserva de donde absorber más vapor, el aumento de temperatura no causa incremento en su densidad como anteriormente. El aumento de temperatura de 15 a 21 °C, sobrecalienta el vapor

de agua, y algo muy importante, su presión de vapor permanece la misma no sólo a 21 °C, sino más arriba.

1. 5 CONCEPTOS DE HUMEDAD

1. 5. 1 HUMEDAD RELATIVA,

La humedad relativa (hr), es un término utilizado para expresar la cantidad de humedad en una muestra dada de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a la misma temperatura de la muestra. La humedad relativa se expresa en porcentaje, tal como 50%, 75%, 30%, etc.

De acuerdo a la ASHRAE, una definición más técnica de la hr, sería la relación de la fracción mol del vapor de agua presente en el aire, con la fracción mol del vapor de agua presente en el aire saturado, a la misma temperatura y presión.

Volviendo a nuestro ejemplo, para comprender mejor el significado de humedad relativa, decíamos que el vapor de agua a 15 °C estaba saturado, y a 21 °C estaba sobrecalentado. Para conocer la humedad relativa del aire en el cuarto a 21 °C, se puede calcular usando los valores de la densidad del vapor de agua saturado (15°C) y la del vapor de agua sobrecalentado (21 °C), que en este caso sería 0.01834 kg/m³ (de la tabla 1.3.1).

$$hr = 0.01283 \div 0.01834 \times 100 = 69.95\%$$

Esto significa que en el espacio del cuarto a 21 °C, la humedad es el 69.95% de la que tendría si estuviera en condiciones de saturación. Este porcentaje es la "humedad relativa".

El otro método para calcularla, es utilizando los valores de la presión del vapor, en lugar de los de la densidad. Es más preciso y es el que se recomienda utilizar; ya que la presión de vapor, es la que realmente determina la velocidad de la evaporación, y por lo tanto, en el acondicionamiento de aire es lo que directamente afecta el confort, la conservación de alimentos y la mayoría de los demás procesos.

La presión del vapor de agua saturado a 21 °C, es 2.48 kPa, y la del vapor de agua sobrecalentado es de 1.70 kPa; ya que su presión de vapor es la misma que tenía a 15 °C, no aumentó al ser sobrecalentado.

La humedad relativa será:

$$hr = 1.70 \div 2.48 \times 100 = 68.55\%$$

Este resultado es algo diferente que el cálculo utilizando las densidades del vapor, pero es más preciso. La diferencia no afecta en la mayoría de los cálculos de aire acondicionado.

1. 5. 2 HUMEDAD ABSOLUTA

El término "humedad absoluta" (ha), se refiere al peso del vapor de agua por unidad de volumen. Esta unidad de volumen, generalmente es un espacio de un metro cúbico (o un pie cúbico). En este espacio, normalmente hay aire también, aunque no necesariamente. La humedad relativa está basada en la humedad absoluta, bajo las condiciones establecidas; es decir, la humedad relativa es una comparación con la humedad absoluta a la misma temperatura, si el vapor de agua está saturado.

Tanto la humedad absoluta, como la relativa, están basadas en el peso del vapor de agua en un volumen dado.

En nuestro ejemplo, a 15 °C la humedad relativa es del 100%, ya que el espacio (o el aire, si preferimos llamarlo así) está saturado con humedad. Al calentar el aire sin agregarle humedad, su humedad relativa disminuye hasta que a 21 °C, es 68.55%; esto es, el aire retiene solamente un 68.55% de la humedad que podría tener a 15 °C.

Si se continúa calentando el aire, la humedad relativa se vuelve aún menor, hasta que a 27 °C, es de 47.75% ($1.70 \div 3.56 \times 100$), ya que la presión del vapor de agua a 27 °C de saturación, es 3.56 kPa. A 32 °C la hr sería 35.79%; a 40 °C, sería 23.03%, y así sucesivamente. Decimos que el aire está "más seco", ya que a más altas temperaturas se incrementa su capacidad de absorber más y más agua, pero la cantidad real de vapor de agua por metro cúbico (su humedad absoluta) no ha cambiado, como tampoco ha cambiado su presión de vapor de 1.70 kPa.

Esta habilidad para retener más agua a más altas temperaturas, no depende del aire. Se conoce el hecho de que las densidades y presiones del vapor de agua saturado, son mayores a más altas temperaturas que a bajas temperaturas.

Para ilustrar aún más esto, volvamos a nuestro ejemplo del cuarto con aire sobrecalentado a 21 °C y a una hr de 68.55%. Si colocamos dentro del cuarto algún abastecimiento de agua a cualquier temperatura arriba de 15 °C, digamos 27 °C; ya sea tela húmeda, frutas, carne, vegetales, flores, un rociador de agua, etc., la presión de vapor del agua de cualquiera de estos objetos sería 3.56 kPa, correspondientes a la temperatura de saturación de 27 °C.

Esta presión es casi el doble de la presión en el cuarto (1.70 kPa), así que el vapor de agua sería obligado a salir de la tela, alimentos, etc., hacia el vapor de agua en el cuarto, por la diferencia de presiones.

El agua de la tela o alimentos se evapora hacia el cuarto, y esta evaporación agregará agua al aire del cuarto, aumentando gradualmente su humedad relativa, así como la presión de vapor de la humedad en el cuarto. Esto continuará hasta que la hr sea del 100%; en ese momento, la presión de vapor de la humedad en el cuarto, será de 2.48 kPa, correspondiente a la temperatura de 21 °C, con el entendido de que aún hay suficiente humedad para saturar el aire.

Si entra una persona al cuarto cuando la humedad relativa es de 68.55%, la humedad de su piel se evaporará hacia el aire del cuarto. La temperatura corporal normal de una persona es de 36.5 °C, pero la de la piel es un poco menor, aproximadamente 35 °C. Si la humedad de su piel está a 35 °C, su presión de vapor es de 5.62 kPa. Esto es más de tres veces que la presión de vapor en el cuarto a 21 °C, con una humedad relativa de 68.55%; así que, su mayor presión de vapor, provoca que la humedad de la piel se evapore rápidamente hacia el aire del cuarto.

Cuando se calentó el aire, decimos que se "secó". En realidad no se ha secado el aire, ya que no se le quitó humedad. Solamente está teniendo a 21 °C la misma humedad que tenía a 15 °C, pero se le ha incrementado su capacidad para retener humedad; así que, "relativamente" o comparativamente está más seco.

1. 5. 3 HUMEDAD ESPECÍFICA

La humedad específica, o también llamada contenido de humedad, es el peso de vapor de agua en gramos por kilogramo de aire seco (o bien, granos por libra).

La humedad específica, se refiere a la cantidad de humedad en peso, que se requiere para saturar un kilogramo de aire seco, a una temperatura de saturación (punto de rocío) determinada. En las columnas cuarta y quinta de la tabla 1.5.1, se muestran estos valores en gramos por kilogramo de aire seco (en el sistema internacional), y en granos por libra de aire seco (en el sistema inglés). La humedad específica es muy similar a la humedad absoluta, excepto que esta última, está basada en gramos por metro cúbico, y la humedad específica, está basada en gramos de humedad por kilogramo de aire seco.

Tabla 1.5.1 Propiedades de mezclas de aire seco y vapor de agua saturado,
a la presión atmosférica (101.3 KPa)
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 173)

TEMP. °C	Volumen Específico m³/kg	Densidad kg/m³	Contenido de Humedad		Entalpía (cont. de calor) kcal/kg		
			g/kg	granos/lb	aire seco (sensible)	humedad (latente)	Total
-10	0.7472	1.3383	0.725	11.19	1.8778	0.9613	2.8391
-9	0.7501	1.3332	0.793	12.24	2.1179	1.0512	3.1691
-8	0.7515	1.3307	0.841	12.98	2.3580	1.1467	3.5047
-7	0.7561	1.3228	0.945	14.58	2.5980	1.2522	3.8502
-6	0.7595	1.3167	1.026	15.83	2.8391	1.3623	4.2014
-5	0.7628	1.3110	1.124	17.35	3.0835	1.4835	4.5670
-4	0.7656	1.3062	1.224	18.89	3.3235	1.6124	4.9359
-3	0.7690	1.3004	1.333	20.57	3.5636	1.7556	5.3192
-2	0.7720	1.2953	1.450	22.38	3.8035	1.9102	5.7137
-1	0.7751	1.2902	1.577	24.34	4.0447	2.0757	6.1204
0	0.7785	1.2845	1.716	26.48	4.2892	2.2557	6.5449
1	0.7812	1.2801	1.845	28.47	4.5292	2.4246	6.9538
2	0.7846	1.2745	1.983	30.60	4.7692	2.4879	7.2571
3	0.7880	1.2690	2.13	32.87	5.0148	2.7890	7.8038
4	0.7913	1.2637	2.287	35.29	5.2548	2.9957	8.2505
5	0.7947	1.2583	2.454	37.87	5.4948	3.2113	8.7061
6	0.7981	1.253	2.632	40.62	5.7404	3.4402	9.1806
7	0.8014	1.2478	2.823	43.56	5.9804	3.6832	9.6639
8	0.8048	1.2425	3.024	46.67	6.2204	3.9436	10.1640
9	0.8082	1.2373	3.239	49.98	6.4615	4.2203	10.6818
10	0.8116	1.2321	3.467	53.50	6.7060	4.5114	11.2174
11	0.8154	1.2264	3.708	57.22	6.9460	5.1414	12.0874
12	0.8189	1.2212	3.967	61.22	7.1860	5.1581	12.3441
13	0.8250	1.2121	4.237	65.38	7.3983	5.5359	12.9342
14	0.8263	1.2102	4.529	69.89	7.6716	5.8715	13.5431
15	0.8303	1.2044	4.835	74.61	7.9116	6.2671	14.1787
16	0.8336	1.1996	5.161	79.64	8.1183	6.7204	14.8387
17	0.8376	1.1939	5.408	83.45	8.3972	7.1260	15.5232
18	0.8416	1.1882	5.873	90.63	8.6372	7.5961	16.2333
19	0.8458	1.1823	6.260	96.60	8.8772	8.0917	16.9689
20	0.8496	1.1770	6.672	102.96	9.1228	8.6117	17.7345
21	0.8541	1.1708	7.109	109.71	9.3628	9.1662	18.5290
22	0.8583	1.1651	7.438	114.78	9.6028	9.7507	19.3535
23	0.8625	1.1594	8.055	124.30	9.8484	10.3651	20.2135
24	0.8670	1.1534	8.573	132.30	10.0706	11.0385	21.1091
25	0.8715	1.1474	9.117	140.69	10.3284	11.7119	22.0403

Tabla 1.5.1 Propiedades de mezclas de aire seco y vapor de agua saturado, a la presión atmosférica (101.3 KPa) (continuación)
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 173)

26	0.8765	1.1409	9.696	149.63	10.5740	12.4453	23.0193
27	0.8811	1.1349	10.306	159.04	10.7640	13.2698	24.0338
28	0.8858	1.1289	10.949	168.96	11.0540	14.0320	25.0860
29	0.8908	1.1228	11.632	179.50	11.2996	14.8887	26.1883
30	0.8958	1.1163	12.351	190.60	11.5396	15.7955	27.3351
31	0.9014	1.1094	13.114	202.38	11.7796	16.7589	28.5385
32	0.9071	1.1024	13.919	214.80	12.0252	17.7657	29.7919
33	0.9127	1.0957	14.768	227.90	12.2652	18.8346	31.0998
34	0.9183	1.0890	15.662	241.70	12.5052	19.9591	32.4643
35	0.9239	1.0824	16.611	256.34	12.7564	21.1402	33.8968
36	0.9302	1.0750	17.613	271.80	12.9908	22.3981	35.3889
37	0.9364	1.0679	18.669	288.10	13.2308	23.7216	36.9524
38	0.9429	1.0608	19.783	305.29	13.4764	25.1165	38.5925
39	0.9496	1.0531	20.961	323.47	13.7164	26.5828	40.2992
40	0.9570	1.0449	22.204	342.65	13.9620	28.1351	42.0971
41	0.9643	1.0370	23.524	363.02	14.2020	29.7730	43.9750
42	0.9715	1.0293	24.912	384.44	14.4020	31.5032	45.9452
43	0.9802	1.0202	26.381	407.11	14.6820	33.3311	48.0131
44	0.9872	1.0130	27.846	429.72	14.9276	35.2467	50.1743
45	0.9957	1.0043	29.575	456.40	15.1676	37.2802	52.4478
46	1.0040	0.9960	31.289	482.85	15.4132	39.3870	54.8002
47	1.0131	0.9871	33.122	511.14	15.6532	41.6927	57.3459
48	1.0227	0.9778	35.063	541.09	15.8955	44.0783	59.9738
49	1.0323	0.9687	36.901	569.46	16.1400	46.5840	62.7240

1. 6 PUNTO DE ROCIO

El punto de rocío se define como: la temperatura debajo de la cual el vapor de agua en el aire, comienza a condensarse. También es el punto de 100% de humedad. La humedad relativa de una muestra de aire, puede determinarse por su punto de rocío. Existen varios métodos para determinar la temperatura del punto de rocío.

Un método para determinar el punto de rocío con bastante precisión, es colocar un fluido volátil en un recipiente de metal brillante; después, se agita el fluido con un aspirador de aire. Un termómetro colocado dentro del fluido indicará la temperatura del fluido y del recipiente. Mientras se está agitando, debe observarse cuidadosamente la temperatura a la cual aparece una niebla por fuera del recipiente de metal. Esto indica la temperatura del punto de rocío. La niebla por fuera del recipiente, no es otra cosa que la humedad en el aire, que comienza a condensarse sobre el mismo. No deben emplearse fluidos inflamables o explosivos para esta prueba.

Otro medio para determinar el punto de rocío indirectamente, es con un instrumento llamado Psicrómetro, el cual se describirá más adelante. Este método se basa en las temperaturas de "bulbo húmedo" y la de "bulbo seco", las cuales también se definirán más adelante.

Durante la temporada de invierno, una ventana ofrece un buen ejemplo del punto de rocío. En la tabla 1.6.1 se muestran las temperaturas de superficie, las cuales causarán condensación (punto de rocío) para varias condiciones de humedad. Las temperaturas interiores utilizadas son 21 y 27 °C.

Volviendo a nuestro ejemplo del cuarto, y partiendo de las condiciones a 21 °C con el aire sobrecalentado, con una humedad relativa de 68.55% y en esta ocasión sin abastecimiento de agua, si enfriamos el espacio dentro del cuarto, su humedad relativa disminuye gradualmente, pero su presión de vapor permanece igual, hasta que al llegar a 15 °C, la humedad relativa será del 100% y estará en su punto de saturación. Si tratamos de enfriarlo a menos de 15 °C, encontramos que la humedad comienza a condensarse. La temperatura a la que esto sucede se le llama «punto de rocío»; ya que, en la naturaleza a la humedad que se condensa se le llama rocío.

Tabla 1.6.1 Temperaturas de superficie a las que habrá condensación (Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 172)

HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE %	TEMPERATURA DE BULBO SECO DE LA SUPERFICIE CUANDO SE INICIA LA CONDENSACION	
	TEMP. DEL AIRE DEL CUARTO	
	21°C	27°C
100	21	27
90	19	25
80	18	23
70	15	20
60	13	18
50	10	15
40	7	12
30	3	8
20	-2	2

Si continuamos enfriando el aire por abajo de su punto de rocío, la humedad continuará condensándose y la presión de vapor se reducirá también, de acuerdo a los valores de la segunda columna en la tabla 1.3.1, correspondiente a cada temperatura.

A 10 °C, el vapor sigue siendo saturado con una humedad relativa = 100%, pero su volumen específico es ahora 106.37 m³/kg, su densidad de 0.0094 kg/m³ y su humedad absoluta de 9.4 g/m³. Es decir, al bajar de 15 a 10 °C, perdió 3.43 g/m³ de humedad, lo que significa un 26.7% ($3.43 \div 12.83 \times 100$), pero sigue siendo un vapor saturado y su humedad relativa es del 100%.

Al enfriar este aire de 15 a 10 °C, algo del vapor de agua se condensa, separándose de la mezcla de aire y vapor. En realidad, de alguna manera se ha secado el aire; sin embargo, como el aire a 10 °C sigue siendo saturado, y su humedad relativa es de 100%, aunque en realidad, se haya «secado» casi un 27%, no puede absorber más humedad, a menos que se caliente arriba de 10 °C y reduzca así su humedad relativa. Relativamente hablando, en cuanto a su habilidad para absorber humedad, el aire a 10 °C no está más seco que lo que estaba a 15 °C, aunque tenga casi una tercera parte menos de humedad que a 15°C, ya que a ambas temperaturas sigue estando saturado.

Así que, arriba del punto de rocío, la humedad relativa siempre es menor al 100%. Se puede calentar para que relativamente este más seco, o enfriarse, para que relativamente esté más húmedo; pero mientras se mantenga arriba del punto de rocío, con enfriarlo o calentarlo, ni se le quita ni se le agrega nada.

No se remueve humedad del aire, a menos que se enfríe por abajo del punto de rocío. Lo anterior es cierto, pero sólo cuando se refiere al volumen completo del aire. Se puede remover humedad si una parte de ese volumen de aire, entra en contacto con un objeto más frío que el punto de rocío, que en este ejemplo es de 15 °C.

Si se coloca un bloque de metal o de madera, o de cualquier otro material; un trozo de carne, una lata de leche, jugo o cualquier otro líquido; o cualquier cosa que tenga una temperatura menor a los 15 °C, digamos 10 °C, la humedad en el aire que entre en contacto con ese objeto frío, se condensará sobre el mismo, como agua líquida. Es común escuchar decir que el objeto está «sudado», lo cual es un término incorrecto, ya que esta agua viene de la humedad del aire, y no de adentro del objeto.

Así que, cualquier objeto a una temperatura menor a la del punto de rocío del aire, condensará algo de agua de ese aire. Su tamaño y temperatura determinarán qué tanta humedad removerá del aire. Si es muy grande, en relación con la cantidad de aire en el cuarto, puede ser que «seque» todo el aire, hasta un punto de rocío correspondiente a su temperatura, pero no más abajo.

Cuando se habla de la temperatura de punto de rocío del aire, generalmente, se refiere a su temperatura promedio. Si a una pequeña porción de aire se le remueve calor (se calienta o se enfría), el contenido total de humedad y su temperatura promedio, eventualmente se verán afectadas, después que la circulación del aire lo haya mezclado completamente de nuevo.

1. 7 TERMOMETRO DE BULBO SECO Y BULBO HUMEDO.

El confort humano y la salud, dependen grandemente de la temperatura del aire. En el acondicionamiento de aire, la temperatura del aire indicada es normalmente la temperatura de «bulbo seco» (bs), tomada con el elemento sensor del termómetro en una condición seca. Es la temperatura medida por termómetros ordinarios en casa.

Hasta este punto, todas las temperaturas a que nos hemos referido han sido temperaturas de bulbo seco, tal como se leen en un termómetro ordinario, excepto donde nos hemos referido específicamente a la temperatura del punto de rocío.

Básicamente, un termómetro de bulbo húmedo no es diferente de un termómetro ordinario, excepto que tiene una pequeña mecha o pedazo de tela alrededor del bulbo. Si esta mecha se humedece con agua limpia, la evaporación de esta agua disminuirá la lectura (temperatura) del termómetro. Esta temperatura se conoce como de «bulbo húmedo» (bh). Si el aire estuviese saturado con humedad (100% hr), la lectura de la temperatura en el termómetro de bulbo húmedo, sería la misma que la del termómetro de bulbo seco. Sin embargo, la hr normalmente es menor de 100% y el aire está parcialmente seco, por lo que algo de la humedad de la mecha se evapora hacia el aire. Esta evaporación de la humedad de la mecha, provoca que la mecha y el bulbo del termómetro se enfríen, provocando una temperatura más baja que la del bulbo seco.

Mientras más seco esté el aire, más rápida será la evaporación de la humedad de la mecha. Así que, la lectura de la temperatura del bulbo húmedo, varía de acuerdo a qué tan seco esté el aire.

La precisión de la lectura del bulbo húmedo, depende de qué tan rápido pase el aire sobre el bulbo. Las velocidades hasta de 1,500 m/min (90 km/hr), son mejores pero peligrosas, si el termómetro se mueve a esta velocidad. También, el bulbo húmedo deberá protegerse de superficies que radien calor (sol, radiadores, calentadores eléctricos, calderas, etc.). Se pueden tener errores hasta del 15% si el movimiento de aire es muy lento, o si hay mucha radiación presente.

Cuando la hr es de 100% (saturación), las temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y del punto de rocío son todas la misma. Abajo de 100% de hr, la

temperatura del bulbo húmedo es siempre algo menor que la del bulbo seco y mayor que el punto de rocío.

En la figura 1.7.1 se ilustran los termómetros de bulbo seco y bulbo húmedo. "A" representa la temperatura de bulbo seco, "B" la temperatura de bulbo húmedo y "C" la mecha que envuelve al bulbo húmedo. Nótese que la temperatura mostrada en el termómetro de bulbo húmedo, es considerablemente menor que la del termómetro de bulbo seco.

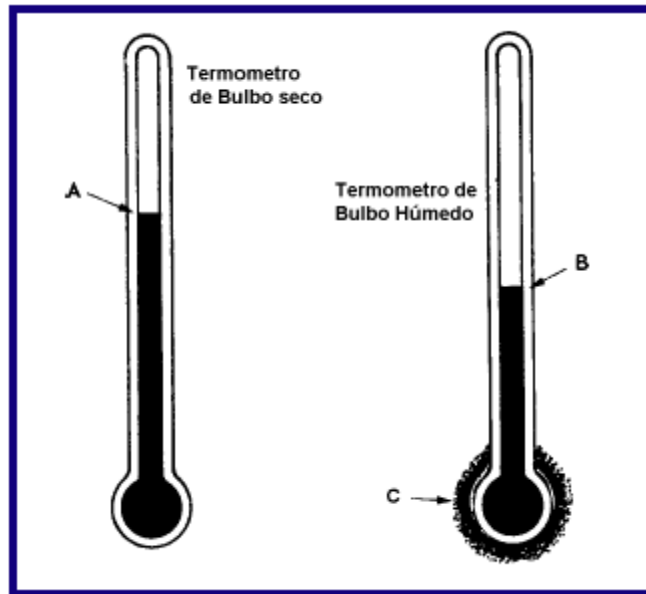


Figura 1.7.1 Termómetros de bulbo seco y bulbo húmedo.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 176)

También, la temperatura de bulbo húmedo varía de acuerdo a la temperatura del cuarto; así que, es afectada tanto por el calor sensible del aire en el cuarto, como por el calor latente de la humedad del aire. Por lo tanto, la temperatura de bulbo húmedo, es una indicación del calor total en el aire y la humedad.

1. 8 PSICRÓMETRO.

Para asegurarse que la temperatura del bulbo húmedo registrada sea precisa, el flujo de aire sobre el bulbo húmedo debe ser bastante rápido. El dispositivo diseñado para girar un par de termómetros, uno de bulbo seco y otro de bulbo húmedo, se conoce como psicrómetro de onda. El instrumento consiste de dos termómetros, el de bulbo seco y el de bulbo húmedo. Para operarlo, la mecha se

satura sobre el bulbo húmedo con agua limpia, o de preferencia, con agua destilada y se gira.

Para tomar las lecturas con el psicrómetro de onda, se recomiendan los siguientes pasos:

1. Sumerja la mecha sobre el bulbo húmedo en el agua. Sólo una vez por cada determinación de la hora, pero nunca entre una lectura y otra. La evaporación progresiva de la humedad en la mecha, hasta que alcanza el equilibrio con la humedad en el aire, es el factor que determina la lectura de bulbo húmedo.
2. Gire el psicrómetro durante 30 segundos. Rápidamente tome las lecturas, primero en el termómetro de bulbo húmedo y luego en el de bulbo seco y anótelas. Gire de nuevo el psicrómetro, tomando lecturas a intervalos de 30 segundos durante cinco lecturas sucesivas, y anote las temperaturas en cada ocasión, o hasta que se haya obtenido la lectura más baja y que la última lectura revele una nivelación o curva de retorno. (Dos o más lecturas sucesivas casi idénticas).
3. Utilice las tablas o la carta psicrométrica para obtener la hr. Normalmente, los psicrómetros de onda vienen acompañados de una regla deslizable con las dos escalas de temperaturas (bulbo húmedo y bulbo seco) y su hr correspondiente.

Existen otros tipos de psicrómetros que se utilizan en los lugares donde es difícil girar el psicrómetro de onda, por lo estrecho del pasadizo, etc. Uno de ellos es el psicrómetro de aspiración. Con este instrumento, la muestra de aire es soplada sobre los bulbos de los termómetros, por medio de una sección creada por una bomba de aire manual.

Otro modelo de psicrómetro de aspiración, en lugar de bomba de aire manual, utiliza un pequeño ventilador operado por un motorcito de baterías, con lo cual se impulsa el aire, forzándolo a pasar sobre los bulbos de los termómetros.

En la práctica, cualquier temperatura que se mencione, se supone que es la temperatura de bulbo seco, a menos que se refiera específicamente como la temperatura de bulbo húmedo (bh).

En párrafos anteriores, se estableció que la temperatura del punto de rocío podía sacarse indirectamente de la temperatura de bulbo seco. Por ejemplo, en un cuarto con una temperatura de bulbo seco de 21 °C, si utilizamos el psicrómetro de onda y obtenemos una temperatura de bulbo húmedo de 17.5 °C, en la columna 8 de la tabla 13.5, el contenido de calor total es aproximadamente de 15.88 kcal/kg (promedio entre 16.23 y 15.52). Puesto que la temperatura de bulbo húmedo es la indicación de la entalpía total del aire y la humedad, entonces, en

este ejemplo, la entalpía total del aire y la humedad a una temperatura de bulbo seco de 21 °C, y de bulbo húmedo de 17.5 °C, es de 15.88 kcal/kg.

Los valores de esta tabla se basan en un kilogramo de aire, y en la columna 6, encontramos que el calor sensible de este kilogramo de aire seco a 21 °C es de 9.363 kcal. Esto deja 6.517 kcal (15.88 - 9.363) como el calor latente de la humedad mezclada con un kilogramo de aire seco. Si seguimos por la columna 7 hacia arriba, encontramos que este valor de calor latente de 6.517, corresponde a una temperatura de 15.6 °C.

El calor latente depende de la cantidad de humedad en la mezcla, y la cantidad de humedad depende de la temperatura del punto de rocío de la mezcla; así que, 15.6°C es el punto de rocío de esta mezcla, cuyo calor latente es 6.517 kcal/kg de aire seco parcialmente saturado con humedad.

Así pues, encontrando las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo con un psicrómetro, podemos determinar la temperatura del punto de rocío. Conocer esta temperatura, nos permite determinar la humedad específica o la relativa, ya que la humedad específica se saca a partir de las presiones de vapor, a las temperaturas de bulbo seco y del punto de rocío (columna 2 de la tabla 1.3.1), y el porcentaje de humedad, se saca de los gramos de humedad por kilogramos de aire seco (columna 4 de la tabla 1.8.1), a las temperaturas de bulbo seco y del punto de rocío.

Además, los demás valores de las tablas psicrométricas (tablas 1.2.1, 1.3.1 y 1.5.1) también pueden sacarse, conociendo las temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y punto de rocío.

1. 9 PSICROMETRÍA Y CARTA PSICROMÉTRICA.

La ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) define el acondicionamiento del aire como: "El proceso de tratar el aire, de tal manera, que se controle simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, para que cumpla con los requisitos del espacio acondicionado".

Como se indica en la definición, las acciones importantes involucradas en la operación de un sistema de aire acondicionado son:

1. Control de la temperatura.
2. Control de la humedad.
3. Filtración, limpieza y purificación del aire.
4. Circulación y movimiento del aire.

El acondicionamiento completo de aire, proporciona el control automático de estas condiciones, tanto para el verano como para el invierno. El control de temperatura en verano se logra mediante un sistema de refrigeración, y en invierno, mediante una fuente de calor. El control de humedad en verano requiere de deshumidificadores, lo que se hace normalmente al pasar el aire sobre la superficie fría del evaporador. En el invierno, se requiere de humidificadores, para agregarle humedad al aire en el sistema de calentamiento. La filtración del aire, en general, es la misma en verano que en invierno.

El acondicionamiento de aire en casas, edificios o en industrias, se hace por dos razones principales: proporcionar confort al humano, y para un control más completo del proceso de manufactura; el control de la temperatura y la humedad, mejora la calidad del producto terminado.

Para acondicionar aire en un espacio, se requiere tener conocimientos básicos de las propiedades del aire y la humedad, del cálculo de cargas de calentamiento y de enfriamiento, manejo de las tablas o carta psicrométrica, y del cálculo y selección de equipo. También se requiere del conocimiento y manejo de instrumentos, como termómetros de bulbo seco y de bulbo húmedo (psicrómetro), el higrómetro, tubo de pitot, registradores, manómetros y barómetros.

La Psicrometría se define como la medición del contenido de humedad del aire. Ampliando la definición a términos más técnicos, psicrometría es la ciencia que involucra las propiedades termodinámicas del aire húmedo, y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y el confort humano. Ampliando aún más, incluiríamos el método de controlar las propiedades térmicas del aire húmedo. Lo anterior, se puede llevar a cabo a través del uso de tablas psicrométricas de la carta psicrométrica.

Las tablas psicrométricas ofrecen una gran precisión, ya que sus valores son hasta de cuatro decimales; sin embargo, en la mayoría de los casos, no se requiere tanta precisión; y con el uso de la carta psicrométrica, se puede ahorrar mucho tiempo y cálculos.

Las propiedades del aire atmosférico se pueden representar en tablas o en forma de gráficas. A la forma gráfica se le llama "Carta Psicrométrica". Su empleo es universal porque presenta una gran cantidad de información en forma muy sencilla y porque ayuda a estudiar los procesos de acondicionamiento de aire.

Una carta psicrométrica, es una gráfica de las propiedades del aire, tales como temperatura, hr, volumen, presión, etc. Las cartas psicrométricas se utilizan para determinar, cómo varían estas propiedades al cambiar la humedad en el aire.

Las propiedades psicrométricas del aire que se describen en las ilustraciones de las tablas 1.2.1, 1.3.1 y 1.5.1, han sido recopiladas a través de incontables

experimentos de laboratorio y de cálculos matemáticos, y son la base para lo que conocemos como la Carta Psicrométrica.

Aunque las tablas psicrométricas son más precisas, el uso de la carta psicrométrica puede ahorrarnos mucho tiempo y cálculos, en la mayoría de los casos donde no se requiere una extremada precisión.

Como se mencionó al inicio de este párrafo, la carta psicrométrica es una gráfica que es trazada con los valores de las tablas psicrométricas; por lo tanto, la carta psicrométrica puede basarse en datos obtenidos a la presión atmosférica normal al nivel del mar, o puede estar basada en presiones menores que la atmosférica, o sea, para sitios a mayores alturas sobre el nivel del mar.

Existen muchos tipos de cartas psicrométricas, cada una con sus propias ventajas. Algunas se hacen para el rango de bajas temperaturas, algunas para el rango de media temperatura y otras para el rango de alta temperatura. A algunas de las cartas psicrométricas se les amplía su longitud y se recorta su altura; mientras que otras son más altas que anchas y otras tienen forma de triángulo. Todas tienen básicamente la misma función; y la carta a usar, deberá seleccionarse para el rango de temperaturas y el tipo de aplicación.

En este texto, utilizaremos una carta psicrométrica basada en la presión atmosférica normal, también llamada presión barométrica, de 101.3 kPa ó 760 mmHg. Esta carta cubre un rango de temperaturas de bulbo seco (bs) de -10 °C hasta 55 °C, y un rango de temperaturas de bulbo húmedo (bh) desde -10 °C hasta 35 °C.



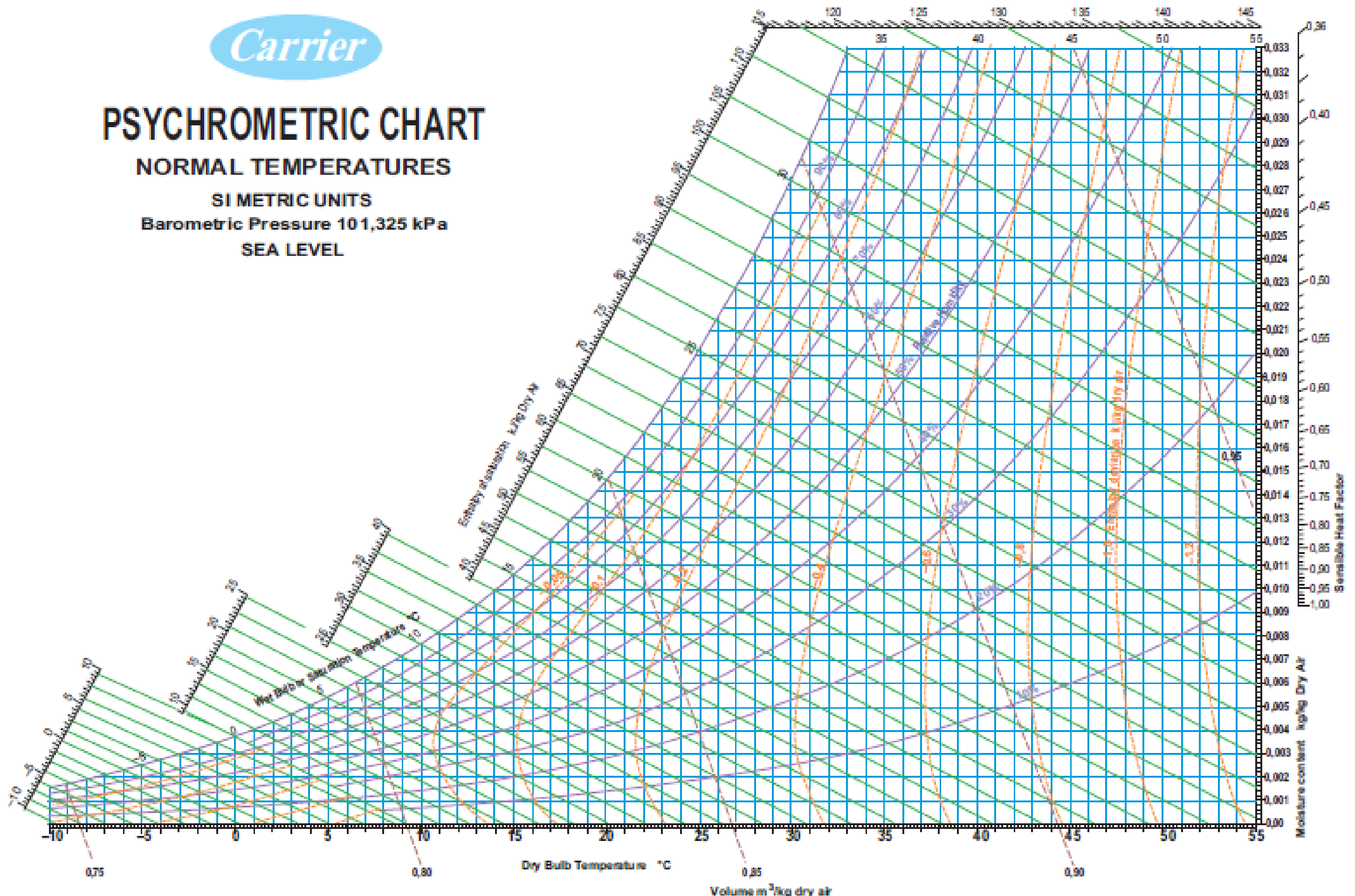
PSYCHROMETRIC CHART

NORMAL TEMPERATURES

SI METRIC UNITS

Barometric Pressure 101,325 kPa

SEA LEVEL



Below 0°C, Properties and Enthalpy Deviation Lines Are For Ice

En la figura 1.9.1, se muestra una carta psicrométrica básica. Está hecha con datos basados a la presión atmosférica normal de 101.325 kPa, y las unidades son las del Sistema Internacional, S.I. Las temperaturas están en grados centígrados; el volumen en m^3/kg ; la humedad relativa en porcentajes; el contenido de humedad en g/kg aire seco; la entalpía y la entropía están en kilo Joules (kJ) por kg de aire seco. Un $\text{kJ}/\text{kg} = 0.239 \text{ kcal}/\text{kg} = 0.430 \text{ btu}/\text{lb}$.

En una carta psicrométrica se encuentran todas las propiedades del aire, de las cuales las de mayor importancia son las siguientes:

1. Temperatura de bulbo seco (bs).
2. Temperatura de bulbo húmedo (bh).
3. Temperatura de punto de rocío (pr)
4. Humedad relativa (hr).
5. Humedad absoluta (ha).
6. Entalpía (h).
7. Volumen específico.

Conociendo dos de cualquiera de estas propiedades del aire, las otras pueden determinarse a partir de la carta.

1. TEMPERATURA DE BULBO SECO (bs):

En primer término, tenemos la temperatura de bulbo seco. Como ya sabemos, es la temperatura medida con un termómetro ordinario. Esta escala es la horizontal (abscisa), en la parte baja de la carta, según se muestra en la figura 1.9.2. Las líneas que se extienden verticalmente, desde la parte baja hasta la parte alta de la carta, se llaman líneas de temperatura de bulbo seco constantes, o simplemente «líneas de bulbo seco». Son constantes porque cualquier punto a lo largo de una de estas líneas, corresponde a la misma temperatura de bulbo seco indicada en la escala de la parte baja. Por ejemplo, en la línea de 40 °C, cualquier punto a lo largo de la misma, corresponde a la temperatura de bulbo seco de 40 °C.

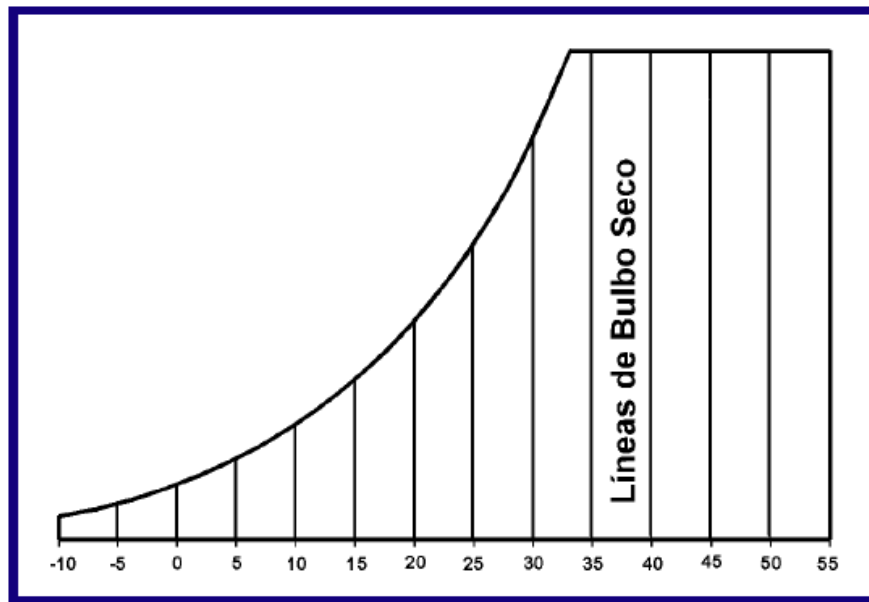


Figura 1.9.2 líneas de temperatura de bulbo seco °C
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 182)

2. TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO:

Es la segunda propiedad del aire de nuestra carta psicrométrica. Corresponde a la temperatura medida con un termómetro de bulbo húmedo. Como ya se explicó en la sección anterior, es la temperatura que resulta cuando se evapora el agua de la mecha, que cubre el bulbo de un termómetro ordinario.

La escala de temperaturas de bulbo húmedo, es la que se encuentra del lado superior izquierdo, en la parte curva de la carta psicrométrica, como se muestra en la figura 1.9.3. Las líneas de temperatura de bulbo húmedo constantes o líneas de bulbo húmedo, corren diagonalmente de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, en un ángulo de aproximadamente 30° de la horizontal. También se les dice constantes, porque todos los puntos a lo largo de una de estas líneas, están a la misma temperatura de bulbo húmedo.

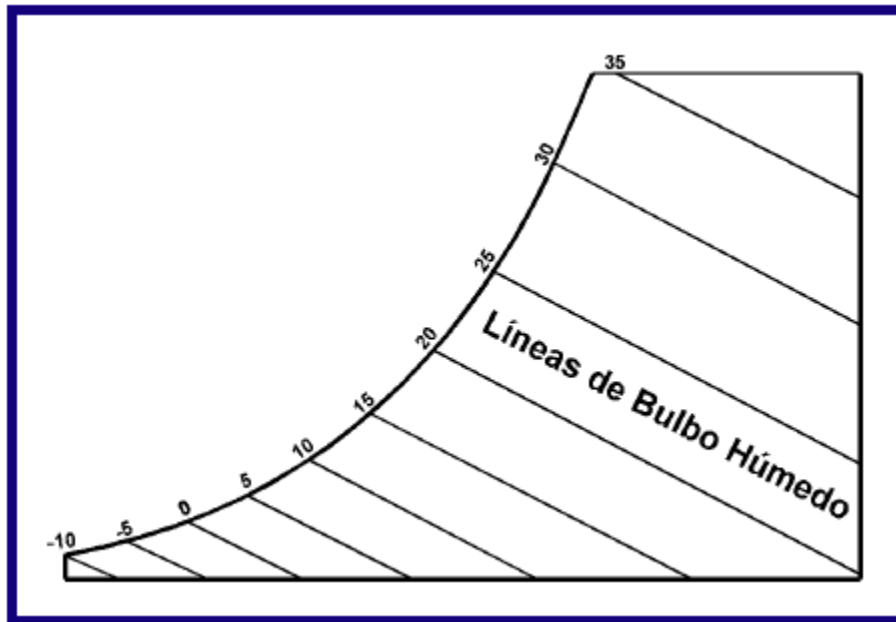


Figura 1.9.3 líneas de temperatura de bulbo húmedo °C
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 182)

3. TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO:

Es otra propiedad de aire incluida en una carta psicrométrica. Esta es la temperatura a la cual se condensará la humedad sobre una superficie. La escala para las temperaturas de punto de rocío es idéntica que la escala para las temperaturas de bulbo húmedo; es decir, es la misma escala para ambas propiedades. Sin embargo, las líneas de la temperatura de punto de rocío, corren horizontalmente de izquierda a derecha, como se ilustra en la figura 1.9.4, no en forma diagonal como las de bulbo húmedo (ver figura 1.9.3).

Cualquier punto sobre una línea de punto de rocío constante, corresponde a la temperatura de punto de rocío sobre la escala, en la línea curva de la carta.

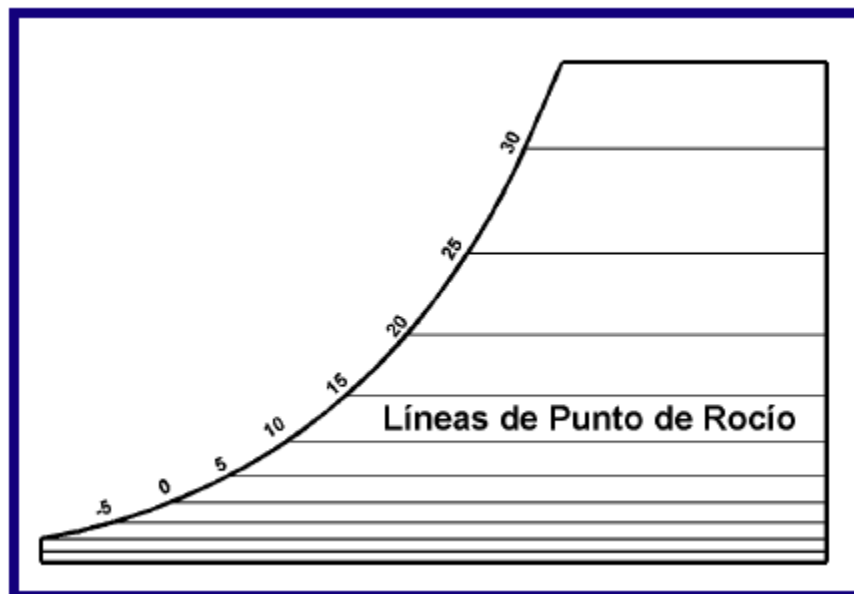


Figura 1.9.4 líneas de temperatura de punto de rocío °C
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 182)

4. HUMEDAD RELATIVA:

En una carta psicrométrica completa, las líneas de humedad relativa constante, son las líneas curvas que se extienden hacia arriba y hacia la derecha. Se expresan siempre en porciento, y este valor se indica sobre cada línea.

Como ya hicimos notar previamente, la temperatura de bulbo húmedo y la temperatura de punto de rocío, comparten la misma escala en la línea curva a la izquierda de la carta. Puesto que la única condición donde la temperatura de bulbo húmedo y el punto de rocío, son la misma, es en condiciones de saturación; esta línea curva exterior, representa una condición de saturación o del 100% de humedad relativa. Por lo tanto, la línea de 100% de hr, es la misma que la escala de temperaturas de bulbo húmedo y de punto de rocío.

Las líneas de hr constante, disminuyen en valor al alejarse de la línea de saturación hacia abajo y hacia la derecha, como se ilustra en la figura 1.9.5.

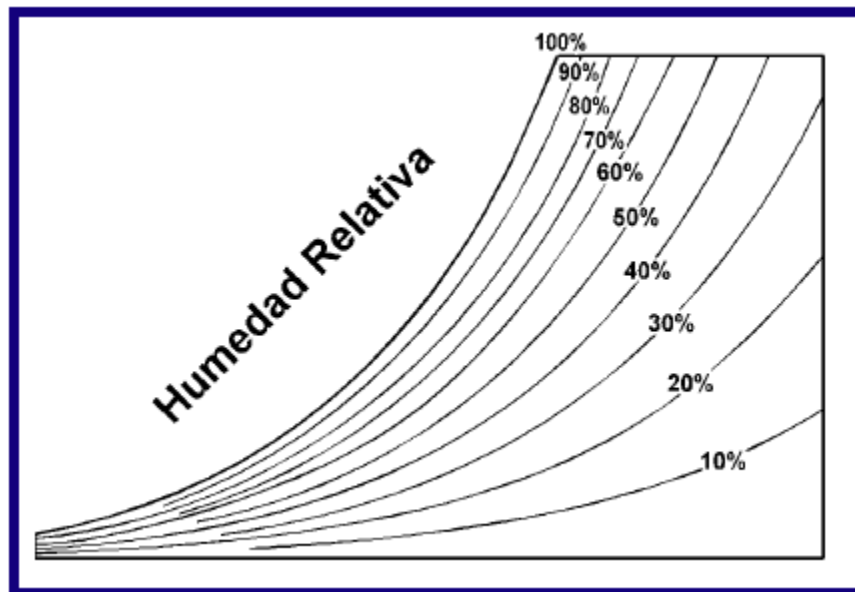


Figura 1.9.5 líneas de humedad relativa %
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 183)

5. HUMEDAD ABSOLUTA:

La humedad absoluta, es el peso real de vapor de agua en el aire. También se le conoce como humedad específica. La escala de la humedad absoluta, es la escala vertical (ordenada) que se encuentra al lado derecho de la carta psicrométrica, como se indica en la figura 13.16.

Los valores de esta propiedad se expresan, como ya sabemos, en gramos de humedad por kilogramo de aire seco (g/kg), en el sistema internacional, y en granos por libra (gr/lb), en el sistema inglés.

Las líneas de humedad absoluta, corren horizontalmente de derecha a izquierda, y son paralelas a las líneas de punto de rocío y coinciden con éstas. Así pues, podemos ver que la cantidad de humedad en el aire, depende del punto de rocío del aire.

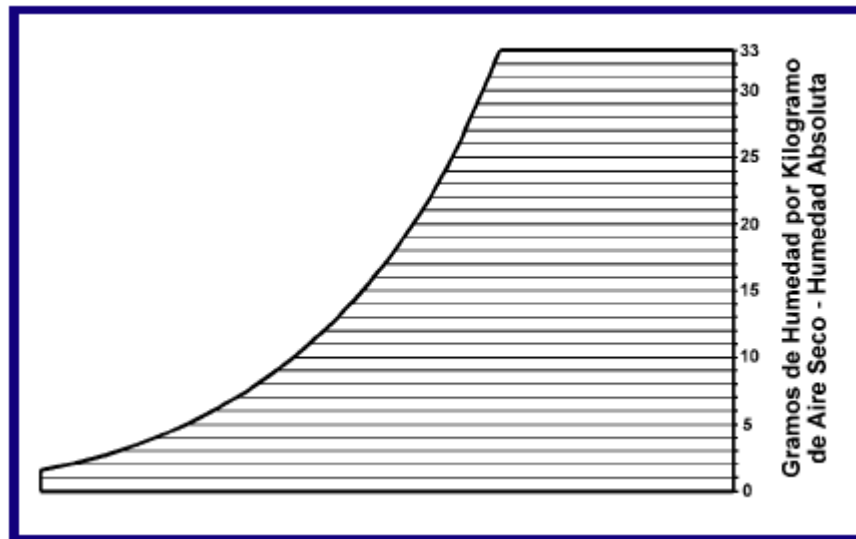


Figura 1.95 líneas de humedad absoluta en gramos/Kg
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 183)

CAPITULO 2

INFORMACION PARA LA CARGA TERMICA

2. 1 ANALISIS DEL LOCAL

La función principal del acondicionamiento de aire es mantener, dentro de un espacio determinado, condiciones de confort y sanitarias (conservación de la salud y prevención de enfermedades), o bien las necesarias para la conservación de un producto o para un proceso de fabricación. Para conseguirlo debe instalarse un equipo acondicionador de capacidad adecuada y mantener su control durante todo el año. La potencia del equipo se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real o efectiva; el tipo de control a utilizar dependerá de las condiciones que deben mantenerse durante las cargas máxima y parcial. Generalmente, es imposible medir las cargas reales máxima o parcial en un espacio dado, por lo que es preciso hacer un cálculo estimativo de dichas cargas. En la primera parte de este libro se han reunido los datos y tablas necesarias para evaluarlas.

Antes de hacer la estimación de la carga es necesario realizar un estudio completo que garantice la exactitud de evaluación de las componentes de carga. Si se examinan minuciosamente las condiciones del local y de la carga real instantánea, podrá proyectarse un sistema económico, de funcionamiento uniforme y exento de averías.

"Ganancia o pérdida de calor" es la cantidad instantánea de calor que entra o sale del espacio a acondicionar. "Carga real o efectiva" es, por definición, la cantidad instantánea de calor añadida o eliminada por el equipo. La ganancia instantánea y la carga real rara vez serán iguales debido a la inercia térmica o efecto de almacenamiento o acumulación de calor en las estructuras del edificio que rodean el espacio acondicionado.

2. 1. 1 CARACTERISTICAS DEL LOCAL Y FUENTES DE CARGA TERMICA.

Para una estimación realista de las cargas de refrigeración y de calefacción es requisito fundamental el estudio riguroso de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado. Es indispensable en la estimación que el estudio sea preciso y completo, no debiendo subestimarse su importancia. Forman parte de este estudio los planos de detalles mecánicos y arquitectónicos, croquis sobre el terreno y en algunos casos fotografías de aspectos importantes del local. En todo caso deben considerarse los siguientes aspectos físicos:

1. Orientación del edificio y situación del local a acondicionar con respecto a:
 - Puntos cardinales: efectos de sol y viento.
 - Estructuras permanentes próximas: efectos de sombra.
 - Superficies reflectantes: agua, arena, lugares de estacionamiento, etc.
2. Destino del local: oficina, hospital, local de ventas, fábrica, taller de montaje, etc.
3. Dimensiones del local o locales: largo, ancho y alto.
4. Altura de techo: de suelo a suelo, de suelo a techo, espacio entre el cielo raso y las vigas.
5. Columnas y vigas: tamaño, profundidad y cartelas o riostras angulares.
6. Estructura de los cerramientos y materiales utilizados.
7. Condiciones del entorno: edificios o estructuras, vecinos, condiciones térmicas de los espacios o recintos colindantes, cerramientos enterrados o no, etc.
8. Ventanas: dimensiones y situación, marcos de madera o metal, cristal simple o múltiple, tipo de persiana, dimensiones de los salientes de las ventanas y distancia situados en la cara exterior de la pared.
9. Puertas: situación, tipo, dimensiones y frecuencia de empleo.
10. Escaleras y huecos verticales.
11. Ocupantes: número, tiempo de ocupación, naturaleza de su actividad, alguna concentración especial. Algunas veces es preciso estimar los ocupantes a base de metros cuadrados por persona o promedio de circulación.
12. Alumbrado: potencia en la hora punta. Tipo: incandescente, fluorescente, directo o indirecto. Si se carece de información exacta se recurre a hacer un cálculo de la iluminación en vatios por metro cuadrado.
13. Motores: situación, potencia nominal y régimen de trabajo. Este último dato es muy importante y debe valorarse cuidadosamente.
14. Equipos y utensilios diversos que funcionan dentro del recinto (ordenadores, cafeteras, cocinas, etc.). Debe conocerse, con la mayor

precisión posible, sus características de funcionamiento: potencia eléctrica, potencia térmica, emisión de vapor de agua, emisión de otros gases o polvo, régimen de trabajo, etc. Los datos concretos serán suministrados por el fabricante o bien podrán extraerse de la experiencia en casos análogos.

15. Ventilación necesaria en función de la función del recinto y del nivel de bienestar deseado, respetando las condiciones mínimas exigidas por la normativa vigente. Pueden expresarse en caudal por persona o en caudal por metro cuadrado de superficie ocupada.
16. Almacenamiento térmico: comprende el horario de funcionamiento del sistema (12, 16 ó 24 horas al día) con especificación de las condiciones punta exteriores, variación admisible de temperatura en el recinto durante el día, alfombras en el suelo, naturaleza de los materiales superficiales que rodean el espacio acondicionado.
17. Funcionamiento continuo o intermitente: si el sistema debe funcionar cada día laborable durante la temporada de refrigeración o solamente en ocasiones, como ocurre en las iglesias y salas de baile. Si el funcionamiento es intermitente hay que determinar el tiempo disponible para la refrigeración o calefacción previa.

2. 1. 2 UBICACIÓN DEL EQUIPO Y SERVICIOS

El análisis del local debe incluir también la información que permita al ingeniero seleccionar el equipo y planificar los sistemas de distribución de aire y agua. A continuación se da una guía para obtener esta información:

1. ESPACIOS DISPONIBLES: ubicación de cubos de escalera, de ascensor, chimeneas en desuso, huecos de conductos, montacargas, etcétera, y espacios para unidades de ventilación, equipos de aire acondicionado, torres de enfriamiento, bombas y servicios.
2. POSIBLES OBSTRUCCIONES: situación de las conducciones eléctricas, tuberías o interferencias en general que pueden estar situadas en el recorrido de los conductos.
3. SITUACIÓN DE LOS TABIQUES Y CORTAFUEGOS.
4. SITUACIÓN DE LAS ENTRADAS DE AIRE EXTERIOR: en relación con la calle, otros edificios, dirección del viento, suciedad y desvío de contaminadores nocivos.

5. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA: situación, capacidad, limitaciones de corriente, tensión, fases y frecuencias, tres o cuatro hilos, forma de incrementar la potencia en caso necesario y dónde.
6. SUMINISTRO DE AGUA: situación, dimensiones de tuberías, capacidad, presión, temperatura máxima.
7. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DEL LOCAL: para seleccionar las salidas de aire que se va a impulsar.
8. EQUIPO Y CONDUCTOS DE AIRE EXISTENTES: para su posible empleo.
9. DESAGÜES: situación y capacidad, disposición de la red de drenaje.
10. ESTRUCTURA EN SUELO, PLATAFORMAS, O LOSAS DE AZOTEA: para saber si soportan el peso de la maquinaria o deben reforzarse.
11. REQUISITOS DE CONDICIONES SONORAS Y CONTROL DE VIBRACIONES: relación entre la ubicación de los equipos de aire acondicionado y ventilación y las zonas críticas.
12. ACCESIBILIDAD DEL EQUIPO AL LUGAR DEL MONTAJE: ascensores, escaleras, puertas, acceso desde la calle por medio de grúa.
13. REGLAMENTOS LOCALES Y NACIONALES: líneas de utilización, desagüe, suministros de agua, aire acondicionado y refrigeración, construcción de las salas de máquinas, conductos, ventilación de los locales en general y de las salas de máquinas en particular.

2. 2 ESTIMACION DE LA CARGA DEL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE

Debe estimarse la carga de refrigeración o calefacción de un recinto para poder dimensionar correctamente la instalación: potencia de los equipos, conductos de aire, tuberías de agua, sistema de control, etc.

Para ello deben escogerse unas condiciones interiores y exteriores de cálculo, que vienen determinadas por el reglamento de calefacción y refrigeración del país, que es de obligado cumplimiento. Deberá ponerse extremo cuidado en tener en cuenta todas las cargas, tanto interiores como exteriores, régimen de funcionamiento de las instalaciones y utilización del recinto que debe climatizarse.

Si en algún aspecto, como por ejemplo radiación solar incidente, el reglamento no especifica nada, el proyectista deberá tener en cuenta las condiciones más desfavorables que puedan presentarse a lo largo de la temporada de calefacción o refrigeración. El sistema de climatización debe diseñarse de forma tal que, para un

día y una hora de máxima carga, sea capaz de mantener las condiciones de bienestar deseadas.

2. 2. 1 CARGAS EXTERIORES E INTERIORES

A) LAS CARGAS EXTERIORES CONSISTEN EN:

1. RADIACIÓN SOLAR QUE ENTRA A TRAVÉS DE CERRAMIENTOS TRANSPARENTES. Debe tenerse en cuenta: la radiación incidente, factores de amortiguación debidos a persianas o cortinas y calidad del vidrio y sombras proyectadas por elementos exteriores. Debido a que una parte no despreciable del calor solar que entra en el recinto se utiliza para calentar la estructura del mismo y los objetos situados en su interior, calor que luego se devuelve al ambiente interior, en un cálculo más afinado de la carga instantánea puede tenerse en cuenta el efecto de este almacenamiento de calor.
2. RADIACIÓN SOLAR SOBRE CERRAMIENTOS OPACOS. En régimen de verano, el calor penetra en la pared a través de su cara exterior debido a la acción combinada del aire exterior y de la radiación solar, con lo cual la pared se va calentando progresivamente desde fuera hacia dentro y cuando el aporte de calor desde el exterior disminuye, la pared se enfría también desde dentro hacia fuera. En definitiva hay almacenamiento de calor en la pared y un retraso en la llegada de la demanda de calor en el interior, esto hace que la demanda real no coincida con la instantánea calculada a partir de las condiciones interiores y exteriores.
3. TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR. Una temperatura del exterior más alta que la del interior hace que el calor fluya a través de las ventanas, tabiques y suelos.
4. PRESIÓN DEL VAPOR DE AGUA. El vapor de agua pasa a través de la mayoría de los materiales utilizados en la construcción de paredes y forjados, y su flujo depende de la diferencia de su presión parcial a ambos lados de la pared y circula en el sentido de mayor a menor presión. Imaginemos una situación de verano en que el aire exterior este a elevada temperatura y alto grado de humedad y el aire interior de una cámara frigorífica a muy baja temperatura, la presión parcial de vapor de agua del aire exterior será mucho mayor que la del aire interior y el vapor pasará desde el exterior al interior si no se instala una barrera que lo impida.
5. VIENTO QUE SOPLA CONTRA UNA PARED DEL EDIFICIO. El viento hace que el aire exterior se infiltre a través de las rendijas de puertas y ventanas. Debido a que las condiciones de temperatura y humedad del aire

exterior no coinciden con las del interior, esta infiltración se traduce en carga térmica que puede ser sensible y/o latente.

6. AIRE EXTERIOR NECESARIO PARA LA VENTILACIÓN. Generalmente, se necesita aire exterior para renovar parte del interior a fin de mantener las condiciones de salubridad y bienestar. Como en el caso de las infiltraciones, esta sustitución de aire interior por exterior, impone una carga que puede ser muy importante y que deberá tenerse en cuenta.

B) LAS CARGAS INTERIORES:

La carga interna o calor generado en el local depende de la aplicación. En cada caso habrá que aplicar a todas las cargas internas el correspondiente factor de utilización o diversidad.

Fuentes de calor internas:

1. PERSONAS: El cuerpo humano, debido a su metabolismo, genera calor en su interior y lo cede por radiación, convección y evaporación desde su superficie, y por convección y evaporación a través del sistema respiratorio. La cantidad de calor generado y disipado depende de la temperatura ambiente y del grado de actividad de la persona.
2. ILUMINACIÓN: los elementos de iluminación convierten la energía eléctrica en calor y luz.
3. UTENSILIOS Y HERRAMIENTAS: Los restaurantes, hospitales, laboratorios y determinados establecimientos (salones de belleza) tienen aparatos eléctricos, de gas o de vapor que desprenden calor.
4. APARATOS ELECTRÓNICOS Y EQUIPOS DE COMPUTO: Consultar los datos de fábrica para valorar su disipación de calor. Si no se conoce, una opción prudente es aceptar que es igual a la potencia eléctrica multiplicada por un factor de utilización.
5. MOTORES ELÉCTRICOS: los motores eléctricos constituyen una carga muy importante en las instalaciones industriales, por lo que debe hacerse un cuidadoso análisis que tenga en cuenta: potencia, horas de funcionamiento y carga parcial.
6. TUBERIAS DE CONDUCCIÓN DE FLUIDOS: Por algunos recintos climatizados pueden pasar conducciones a temperatura distinta de la del aire ambiente, en consecuencia cederán o captarán calor en función de la diferencia del salto térmico entre la tubería y el aire y del estado de reposo o movimiento del mismo. En la mayoría de los casos, los conductos que

transportan fluidos a temperatura distinta del ambiente, están aislados térmicamente y el aporte o absorción de calor es poco importante.

7. DIVERSAS FUENTES DE CALOR: Pueden existir otras fuentes de calor y de humedad dentro del espacio acondicionado, como por ejemplo: escapes de vapor en máquinas de lavar y planchar, ventiladores y bombas del propio sistema de acondicionamiento del aire y otros, que también deberán tenerse en cuenta en el cálculo riguroso de la carga sensible y latente.

2. 2. 2 SELECCIÓN DEL EQUIPO

Después de hacer la evaluación de la carga, debe elegirse el equipo cuya capacidad sea suficiente para neutralizar esta carga. El aire impulsado hacia el espacio acondicionado debe tener las condiciones necesarias para satisfacer las cargas de calor sensible y latente que han sido estimadas.

2. 3 MANEJO BASICO DE PROGRAMA DE CARGAS TERMICAS E-20 HAP (HOURLY ANALYSIS PROGRAM)

La ASHRAE reconoce la vigencia de cuatro métodos de cálculo de cargas térmicas para seleccionar la capacidad de los equipos de aire acondicionado. Los cuales se nombran a continuación:

MÉTODO DE FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA (TMF)

Uno de los procedimientos mayormente utilizados es el Método de Función de Transferencia (TMF). Una versión simplificada de este método con aplicaciones para diferentes tipos de construcción fue publicada en el manual de fundamentos ASHRAE de 1977.

Este método tiene como fundamento el estimar las cargas de enfriamiento hora por hora, predecir las condiciones del espacio para varios sistemas, establecer programas de control y programas de operación.

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

MÉTODO DE CÁLCULO DE CARGAS POR TEMPERATURA DIFERENCIAL Y FACTORES DE CARGA DE ENFRIAMIENTO

El método de Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento (CLTD / CLF). Es el método que debe ser aplicado al considerarse como la primera alternativa de procedimiento de cálculo manual.

El Método de Temperatura Diferencial para Carga de Enfriamiento es simplificado, por utilizar un factor "U" para calcular la carga de enfriamiento para techos y paredes, presentando resultados equivalentes. Así, la ecuación básica para carga de enfriamiento en superficies exteriores es: $q = U * A$ (CLTD).

MÉTODO DE CÁLCULO DE CARGA POR TEMPERATURA DIFERENCIAL

El Método de Cálculo de Carga por Temperatura Diferencial se basa en la suposición de que el flujo de calor a través de un techo o pared puede ser obtenido por multiplicar la temperatura diferencial (exterior - interior) por los valores tabulados "U" de techos y paredes, respectivamente.

VALORES DE TEMPERATURA DIFERENCIAL TOTAL EQUIVALENTE Y TIEMPO PROMEDIO (TETD / TA).

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

Para calcular la carga de enfriamiento de un espacio usando la convención del TETD / TA, aplican los mismos procedimientos generales empleados para el TFM. El cuarto método publicado es un capítulo especial de CLTD / CLF, utilizado para cálculo de cargas en residencias.

El aplicar el procedimiento TETD / TA en forma manual, especialmente el cálculo de promedio de tiempo, resulta tedioso en la práctica. Este hecho más el interés creciente en el TFM condujo a la ASHRAE a desarrollar el proyecto de investigación RP-158, con el objetivo original de comparar las diferencias y similitudes entre estos métodos (TEDT y TFM), para establecer un procedimiento común para ambos. Se obtuvieron técnicas automatizadas, que al utilizar el TETD / TA provee resultados aproximados a la precisión del TFM con menor esfuerzo en cuanto a cómputos se refiere.

La técnica del CLTD evoluciona como una operación manual que involucra menos cálculos matemáticos y reemplaza el procedimiento de TETD / TA, Para cálculos manuales; pero requiere el uso de tablas de factores precalculados. Proyectos de

investigación subsiguientes (ASHRAE 1984, 1988) aclaran el alcance de aplicación efectiva de los factores utilizados para el método de CLTD.

El Programa de Análisis por Horas de Carrier E-20 Versión 4.41 (HAP) es una herramienta de computadora que ayuda a los ingenieros a diseñar sistemas HVAC para edificios comerciales. HAP es dos herramientas en una. En primer lugar es una herramienta para estimar cargas y diseñar sistemas. En segundo lugar, es una herramienta para simular el uso de energía del edificio, y calcular costos de energía. HAP utiliza el método de función de transferencia para cálculos de carga, avalado por ASHRAE, y técnicas detalladas de simulación de 8760 hora-por-hora para el análisis de energía.

Este programa son dos productos separados, pero similares. El programa “HAP System Design Load” provee características de diseño de sistema y estimación de cargas. El programa completo “HAP” brinda las mismas capacidades de diseño de sistema además de propiedades de análisis de energía.

El HAP estima cargas de diseño de enfriamiento y calefacción para determinar los tamaños de componentes de sistemas HVAC requeridos. En esencial, el programa provee la información necesaria para selección de equipos. Específicamente, el programa lleva a cabo las siguientes tareas:

1. Calcula cargas de diseño de enfriamiento y calefacción para espacios, zonas y serpentines en el sistema HVAC.
2. Determina los valores de caudal de aire necesarios para espacios, zonas y el sistema.
3. Dimensiona los serpentines de enfriamiento y calefacción.
4. Dimensiona los ventiladores de circulación de aire.
5. Dimensiona los enfriadores y calderas

Para la utilización del Programa de Análisis por Horas de Carrier E-20 Versión 4.41 (HAP) se deberá contar con el conocimiento y experiencia en el manejo del mismo, para determinar cómo y dónde colocar la información adecuada, ya que, si se colocan datos de manera equivocada, el programa nos brindará información errónea.

2. 3. 1 EL HAP PARA DISEÑAR SISTEMAS

Esta sección describe brevemente, en términos conceptuales, cómo utilizar el HAP para diseñar sistemas y plantas. Toda tarea de diseño requiere el mismo procedimiento general de cinco pasos:

1. Defina el Problema. Primero defina el alcance y objetivos del análisis de diseño. Por ejemplo, ¿de qué tipo de edificio se trata? ¿Qué tipo de sistemas y equipos se

requieren? ¿Qué requerimientos especiales influirán en las propiedades del sistema?

2. Reúna Datos. Antes de que los cálculos de diseño puedan ser realizados, se debe reunir información acerca del edificio, su entorno y su equipo HVAC. Este paso incluye extraer datos de los planos del edificio, evaluar el uso del mismo y estudiar las necesidades del sistema HVAC. Los tipos específicos de información necesaria incluyen:

- Datos climáticos para la locación del edificio.
- Datos de materiales de construcción de muros, techos, ventanas, puertas, dispositivos de oscurecimiento exteriores y pisos, y para particiones interiores entre regiones acondicionadas y regiones no acondicionadas.
- Datos acerca del tamaño del edificio y su disposición, incluyendo superficies de muros, techos, ventanas, puertas, orientaciones expuestas y propiedades del oscurecimiento exterior.
- Características de la carga interna determinada por los niveles y horarios de ocupación, sistemas de iluminación, equipamiento de oficina, artefactos y maquinarias dentro del edificio.
- Datos concernientes al equipo HVAC, controles y componentes a ser utilizados.

3. Ingrese Datos al HAP. A continuación, utilice el HAP para ingresar datos climáticos, del edificio y del equipo HVAC. Cuando utiliza el HAP, su base de operación es la ventana principal del programa (que se describe en mayor detalle en la Sección 1.4). Desde la ventana principal del programa en primer lugar genere un nuevo proyecto o abra un proyecto existente. Luego defina los siguientes tipos de datos que son necesarios para la tarea del diseño del sistema:

- a. Ingrese Datos Climáticos. Los datos del clima definen las condiciones de temperatura, humedad y radiación solar que el edificio encontrará durante el curso de un año. Estas condiciones juegan un importante rol influyendo cargas y operación del sistema. Para definir datos climáticos, se puede seleccionar una ciudad de la base de datos climáticos del programa, o pueden ingresarse directamente los parámetros. Los datos del clima son ingresados utilizando el formulario de ingreso de datos climáticos.
- b. Ingrese Datos del Espacio. Un espacio es una región del edificio comprendida por uno o más elementos de caudal de calor y servida por una o más terminales de distribución de aire. Generalmente un espacio representa una única habitación. Sin embargo, la definición de un espacio

es flexible. Para algunas aplicaciones es más eficiente que un espacio represente un conjunto de habitaciones, o incluso un edificio entero.

Para definir un espacio deben describirse todos los elementos que afecten el caudal de calor en el mismo. Los elementos incluyen muros, ventanas, puertas, techos, claraboyas, pisos, ocupantes, iluminación, equipos eléctricos, diversas fuentes de calor, infiltraciones y particiones.

Al definir un espacio se necesita información acerca de la construcción de muros, techos, ventanas, puertas y dispositivos de oscurecimiento exteriores, así como también información acerca de los cronogramas horarios para las ganancias de calor internas. Estos datos sobre la construcción y los cronogramas pueden ser especificados directamente desde el formulario de ingreso de espacio (mediante los vínculos a los formularios de construcción y cronogramas), o alternativamente pueden ser definidos antes de ingresar los datos de espacio.

La información de espacio es almacenada en la base de datos del proyecto y es más tarde vinculada a zonas en un sistema de aire.

- c. Ingrese Datos del Sistema de Aire. Un Sistema de Aire es el equipo y los controles utilizados para proveer refrigeración y calefacción a una región del edificio. Un sistema de aire sirve a una o más zonas. Las zonas son grupos de espacios que tienen un único control termostático. Ejemplos de sistemas incluyen tratadoras de aire de estación central, unidades roof-tops compactas, unidades compactas verticales, sistemas split, fan coils DX compactos, fan coils hidrónicos, y bombas de calor de fuente de agua. En todos los casos, el sistema de aire también incluye los conductos asociados, las terminales de alimentación y los controles.

Para definir un sistema de aire, los componentes, controles y zonas asociados con el mismo deben ser definidas, así como también el criterio de dimensionado del sistema. Estos datos son ingresados en el formulario de ingreso de sistema de aire.

- d. Ingrese Datos de Planta. Una planta es el equipo y los controles utilizados para proveer refrigeración o calefacción a las serpentinas en uno o más sistemas de aire. Los ejemplos incluyen plantas enfriadoras, plantas de caldera de agua caliente, y plantas de caldera de vapor.

Este paso es opcional; sólo es necesario si usted está utilizando plantas heladoras o calderas. Para definir una planta para propósitos de diseño, el tipo de planta y los sistemas de aire a los cuales sirve deben ser definidos. Estos datos son ingresados en el formulario de ingreso de planta.

4. Utilice el HAP para generar Reportes de Diseño. Una vez que los datos de clima, espacio, sistema de aire y planta han sido ingresados, el HAP puede ser utilizado para generar reportes de diseño de planta y de sistema.

Para generar reportes de diseño, vaya a la ventana principal del programa y seleccione los sistemas de aire o las plantas deseados. A continuación, elija la opción "Print/View Design Data" (Imprimir/Visualizar Datos de Diseño) de la barra de menú, de la barra de herramientas, o del menú desplegable. Para sistemas, esto despliega el formulario de Reporte de Diseño de Sistemas, para plantas, despliega el formulario Reporte de Diseño de Planta. Seleccione las opciones de diseño deseadas en este formulario. Si se necesitan cálculos para proveer datos para estos reportes, el programa automáticamente hará correr estos cálculos antes de generar los reportes. Si todos los datos necesarios para los reportes ya existen, los reportes son generados inmediatamente.

5. Seleccione el Equipo. Finalmente, utilice los datos de los reportes que Usted generó para seleccionar el equipo de enfriamiento y calefacción adecuado de los catálogos de productos o software de catálogos electrónicos. Los reportes de diseño de sistemas y plantas proveen la información necesaria para seleccionar todos los componentes de su sistema HVAC, incluyendo tratadoras de aire, equipos compactos, terminales de alimentación, sistemas de conductos, sistemas de tuberías y equipo de planta.

CAPITULO 3

DISTRIBUCION DE AIRE

3. 1 UBICACIÓN Y TIPO DE EQUIPOS

La mayoría de los equipos de aire acondicionado se reducen a 30 tipos genéricos, simples, que van de unidades terminales a equipos centrales, de paquetes a industriales, todo agua, todo aire, combinado aire agua, y expansión directa. Las imágenes permiten una imagen mental de cada uno. Nótese en cada uno su amplitud de capacidad, los componentes que lo forman, configuración del sistema, posibilidad de obtener ventilación y las opciones de control. Ver anexo A.

3. 2 DUCTOS RECTANGULARES DE AIRE

La misión de un sistema de conductos es transmitir el aire desde el aparato acondicionador hasta el espacio que va a ser acondicionado.

Para cumplir esta misión de forma práctica, el sistema debe proyectarse dentro de ciertas limitaciones establecidas de antemano relativas al espacio disponible y fugas.

3. 2. 1 GENERALIDADES

Los sistemas de conductos de impulsión y de retorno se clasifican atendiendo a la velocidad y presión del aire dentro del conducto.

Para la conducción del aire en los sistemas de aire acondicionado, se emplean tubería especiales llamadas "ductos", los cuales se construyen generalmente de lámina galvanizada o de aluminio, en este último caso se emplea el temple semi-duro, especificación 2s-H14.

En general el material más empleado para ductos de acondicionamiento de aire es la lámina de acero galvanizado. En años recientes también se han comenzado a utilizar ductos moldeados de fibra de vidrio. Cuando el aire que se conduce es corrosivo, se usan materiales más resistentes a la corrosión, como acero inoxidable, cobre o aluminio. Las chimeneas de las cocinas y de laboratorios químicos son ejemplos de que se usan materiales especiales. La SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association) ha establecido normas para la fabricación de ductos. Estas normas especifican los espesores (calibres) de la lámina, los métodos de sujetar y reforzar el ducto para evitar el derrumbamiento o colgamiento, y los métodos para empalmar las secciones. Las normas dependen de la presión del aire en el ducto. Los sistemas de alta presión

necesitan de una constitución más resistente. En las publicaciones de la SMACNA pueden encontrarse los detalles recomendados para la construcción de ductos. Los ductos de fibra de vidrio sólo se recomiendan para sistemas de baja presión.

El ducto rectangular de lámina se usa con más frecuencia en aplicaciones de baja presión (hasta 3 in de agua, presión estática). Para sistemas de alta velocidad y alta presión, se usa mucho el ducto redondo, fabricado a máquina, aunque también se usa ducto rectangular de mayor espesor. Con frecuencia se hacen las conexiones finales a los difusores de aire con ducto redondo y flexible, porque con ello se permite que el contratista haga pequeños ajustes en la localización del difusor.

El ducto rectangular de lámina se fabrica en general sobre pedido para cada trabajo. El ducto redondo se fabrica con maquinaria en diámetros estándar. Por esta razón y porque el ducto redondo es de lámina menos gruesa, es más económico que el ducto rectangular para sistemas de alta presión.

Las conexiones para ducto rectangular resultan muy costosas porque llevan mucha mano de obra, y deben ser lo más sencillas posible, a menos que sea importante una mínima pérdida de presión.

3. 2. 2 VELOCIDAD

Existen dos tipos de sistemas de transmisión de aire empleados en el acondicionamiento del aire. Los de pequeña velocidad, o sistemas convencionales, y los de gran velocidad. La línea divisoria entre estos dos sistemas es imprecisa. A modo de orientación tenemos que:

1. Acondicionamiento del aire para locales comerciales:

- Baja velocidad: hasta 12 m/s (2,363 ft/min). Normalmente entre 6 y 12 m/s (1,181 ft/min y 2,363 ft/min)
- Alta velocidad: más de 12 m/s (2,363 ft/min)

2. Acondicionamiento de aire para locales industriales:

- Baja velocidad: hasta 12 m/s (2,363 ft/min). Normalmente entre 11 y 12 m/s (2,165 ft/min y 2,363 ft/min)
- Alta velocidad: de 12 a 15 m/s (2,363 ft/min a 2,953 ft/min)

Normalmente, los sistemas de retorno de aire, tanto para baja como para alta velocidad de impulsión, se proyectan siempre como sistemas de pequeña velocidad. En aplicaciones comerciales e industriales, las velocidades empleadas en estos sistemas de retorno son:

1. Acondicionamiento del aire para locales comerciales:

- Baja velocidad: hasta 10 m/s. (1,969 ft/min) Normalmente entre 8 y 10 m/s (1,575 ft/min y 1,969 ft/min)

2. Acondicionamiento de aire para locales industriales:

- Baja velocidad: hasta 12 m/s (2,363 ft/min). Normalmente entre 10 y 12 m/s (1,969 ft/min y 2,363 ft/min)

3. 2. 3 PRESION

Los sistemas de distribución de aire se dividen en tres categorías en cuanto a la presión del aire en el conducto: Baja, media y alta presión. Ésta clasificación corresponde a la misma que utilizan los ventiladores, que clasificamos como clase I, clase II y clase III, en la forma siguiente:

1. Baja presión, o clase I - hasta 90 mm c.a. (3.54 in c.a.)

2. Media presión, o clase II - desde 90 mm hasta 180 mm c.a. (3.54 in c.a. hasta 7.08 in c.a.)

3. alta presión, o clase III - desde 180 mm hasta 300 mm c.a. (7.08 in c.a. hasta 11.81 in c.a.)

Las presiones indicadas son presiones totales, incluyendo las pérdidas de carga dentro del equipo acondicionador, conductos y bocas de impulsión.

3. 2. 4 ESPACIOS

Tanto el espacio disponible para los conductos de impulsión y de retorno, como el aspecto decorativo, presentan con frecuencia limitaciones que obligan a adoptar un determinado sistema en los conductos. En los hoteles y locales de oficinas, donde el espacio es tan importante, la solución más práctica será la de un sistema de alta velocidad para unidades de inducción, empleando pequeños conductos circulares.

En algunos casos el conducto tiene que ser visible (expuesto), y estar acostado al techo, como ocurre en locales de venta u oficinas construidas de antemano. En éstos casos lo más adecuado son los conductos rectangulares de líneas aerodinámicas. Este tipo de conductos se construye de forma que presente exteriormente un aspecto uniforme, mientras las uniones de los conductos se realizan por el interior del mismo. El conducto se construye con un mínimo de reducciones en su sección para mantener un aspecto exterior agradable, en forma de haz.

La colocación y el aspecto exterior de los conductos en los locales industriales suele tener importancia secundaria. En tales casos el sistema más económico será probablemente el de conductos rectangulares a pequeña velocidad.

3. 2. 5 GANANCIA Y PERDIDA DE CALOR

Tanto las ganancias como las pérdidas de calor en los conductos de impulsión y de retorno, pueden ser considerables. Esto ocurre, no solamente cuando el conducto atraviesa un local no acondicionado, sino incluso cuando los conductos son de gran longitud y atraviesan espacios acondicionados. El calor se transmite de fuera a dentro cuando se está refrigerando un local, y dentro a fuera cuando se impulsa aire caliente a través del conducto.

Cuando el conducto atraviesa un espacio no acondicionado debe tenerse en cuenta ésta circunstancia al calcular la carga térmica. El resultado del método de incrementar la carga es que, al aumentar las ganancias de calor, se necesita mayor cantidad de aire o menor temperatura de impulsión, e incluso algunas veces ambas cosas.

Para compensar el efecto de enfriamiento o calentamiento de la superficie del conducto es preciso, a veces, hacer una redistribución del aire hacia las bocas de impulsión en el trayecto inicial del sistema de conductos.

Para que el proyectista pueda comprender los distintos factores que influyen en el trazado de los conductos, se exponen las siguientes reglas de carácter general:

1. Cuando la relación entre el lado mayor y el lado menor de la sección del conducto es grande, se tiene más ganancia de calor que cuando es pequeña, para un mismo caudal de aire.
2. Los conductos que transportan pequeñas cantidades de aire a baja velocidad tienen mayores ganancias de calor.
3. El aislamiento de los conductos disminuye estas ganancias; por ejemplo, aislando con un material cuya conductibilidad térmica sea de $0,6 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ la ganancia de calor disminuye un 90%.

Por lo tanto es una buena norma proyectar sistemas que tengan secciones rectangulares de conducto con una pequeña relación entre sus dimensiones y grandes velocidades de aire para disminuir al máximo las ganancias de calor en los conductos. Si éstos han de atravesar locales no acondicionados, es imperativo aislarlos.

3. 2. 6 RELACION DE FORMA

Llamaremos relación de forma a la relación entre las dimensiones mayor y menor de la sección de un conducto rectangular. Esta relación es un factor importante a tener en cuenta en el proyecto inicial. Aumentando ésta relación, aumenta no solamente el precio de costo, sino también los gastos de explotación.

El precio de compra de la instalación de conductos depende de la cantidad de material que se utilice y de la dificultad en la fabricación y colocación del conducto.

La clase del conducto es una representación de su precio de coste. Cuanto mayor es la clase, más caro es el conducto. Si la clase aumenta pero la sección y capacidad del conducto sigue siendo la misma, esto puede implicar un aumento en:

1. Semiperímetro y superficie de conductos.
2. Peso del material.
3. Espesor del metal.
4. Cantidad de aislamiento necesario.

Por lo tanto, desde el punto de vista económico, debe proyectarse el sistema de conductos de forma que tenga la clase más baja posible y la relación de forma más pequeña.

Cuando la relación de forma aumenta de 1:1 a 8:1, la superficie de los conductos y el aislamiento aumenta hasta un 70%, y el peso del metal aumenta tres veces y media. Por lo tanto, para que el precio del costo sea lo más bajo posible, el sistema de conductos debe proyectarse para la clase más baja, relación de forma más pequeña y espesor de material más ligero recomendado.

La sección usual en estos conductos es preferiblemente la rectangular y en menor grado, la cuadrada; la sección circular solamente se usa en el caso de sistemas de alta velocidad.

La sección circular presenta varias desventajas:

- a) Requiere personal especializado para el trazo de las piezas, incrementando en consecuencia el costo de la mano de obra.
- b) Su construcción es mucho más laboriosa, con el aumento en costo.
- c) Presenta mayor dificultad en su colocación y forma de soportarlo.
- d) Deja espacios inútiles alrededor del ducto.

La construcción más usual es la sección rectangular, porque presenta mayores ventajas para su colocación, debiendo construirse sus lados en la relación de 1:1.5.

La construcción es mucho más sencilla, ya que sus uniones son "engargoladas", no requiriendo en lo absoluto soldar ninguna parte de ellos.

3. 2. 7 TIPOS DE ACOPLAMIENTOS.

En general, los acoplamientos pueden ser de clase A (accesorios sin guía) y clase B (accesorios con guía). Cuando se desea un precio de costo bajo es preferible el empleo de los de clase A, puesto que los de clase B exigen un tiempo de fabricación que es aproximadamente 2.5 veces el de los de clase A.

TRANSFORMACIONES

Se emplean las transformaciones para unir dos conductos de diferente forma o sección recta. Cuando se modifica la forma del conducto rectangular, permaneciendo igual su sección recta, se recomienda una pendiente del 15% para las piezas laterales de la transformación. Si ésta pendiente no pudiera realizarse, no deberá sobrepasarse un máximo de 25%, ver Figura 3.2.7.1.

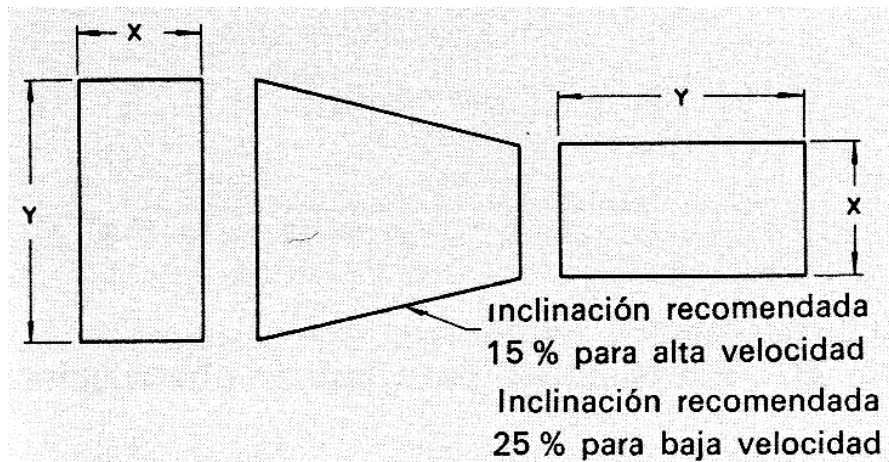


Figura 3.2.7.1 Porcentaje de inclinación en transformaciones (Manual de Aire acondicionado, Carrier, Marcombo, pag. 2-25)

Con frecuencia debe reducirse el tamaño de los conductos para salvar un obstáculo; en este caso es una buena norma no reducir su sección más de un 20%. La pendiente más recomendable para reducir la sección del conducto es la de 15%. Cuando sea imposible llegar a este valor, puede aumentarse la inclinación hasta un máximo de 25%. Si la sección del conducto aumentase, la pendiente de la transformación no debe pasar del 15%, ver Figura 3.2.7.1.

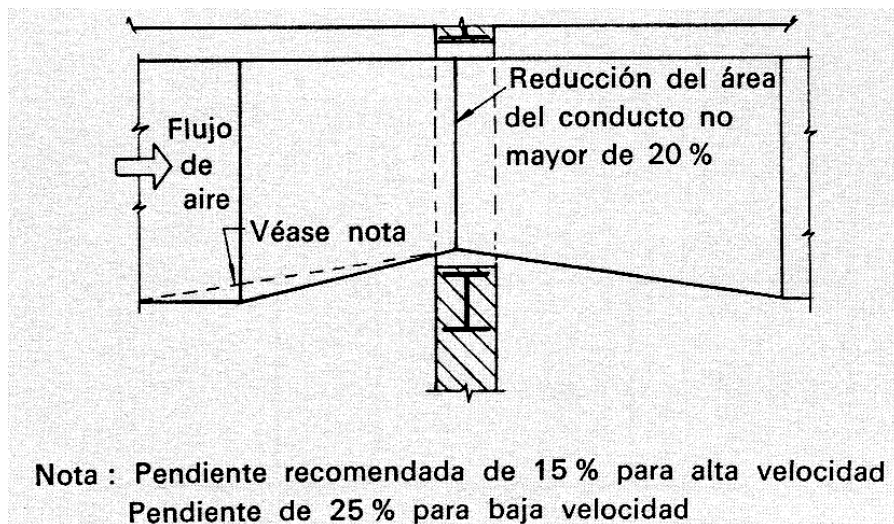


Figura 3.2.7.2 Porcentaje de inclinación en transformaciones para obstáculos. (Manual de Aire acondicionado, Carrier, Marcombo, pag. 2-25)

En algunos sistemas de distribución de aire se colocan en el interior del conducto elementos, tales como serpentines de calefacción.

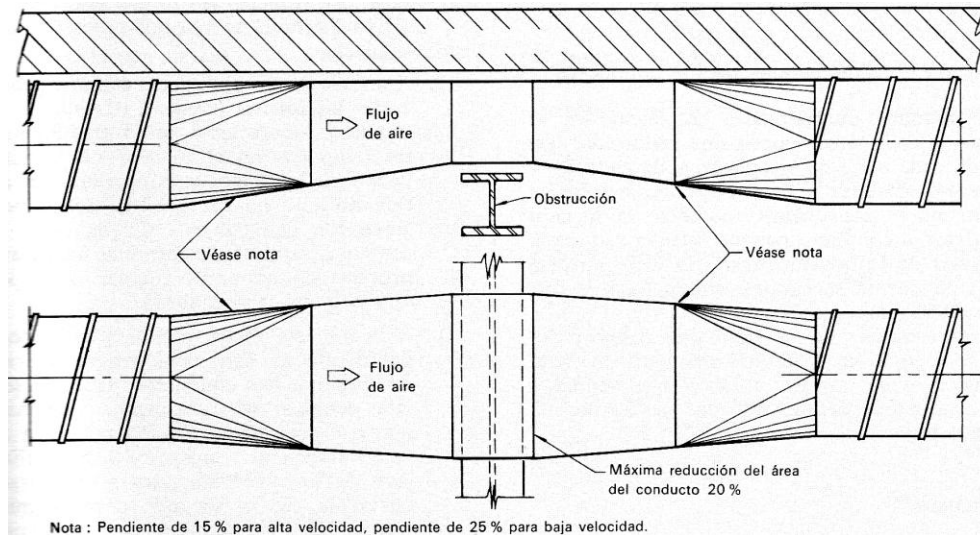


Figura 3.2.7.3 Transformaciones de circular a cuadrado.
(Manual de Aire acondicionado, Carrier, Marcombo, pag. 2-25)

Normalmente, las dimensiones de estos elementos son mayores que las del conducto y, en consecuencia, debe aumentarse su sección. En tales casos la transformación situada antes del elemento, en el sentido de la corriente, debe tener una limitación de 30°, mientras que la que está situada a continuación del elemento no debe superar los 45°, ver Figura 3.2.7.3

REDUCCIONES

Los métodos normalmente empleados en el cálculo de conductos, exigen una reducción después de cada boca de impulsión y de cada derivación. No obstante si ésta reducción es inferior a 5 cm., no es conveniente modificar la sección de gastos de instalación primitiva del conducto porque pueden reducirse los gastos de instalación hasta un 25% aprovechando la misma sección de conducto para distintas salidas de aire.

Las dimensiones de los conductos deben reducirse de 5 en 5 cm., preferentemente en una sola dimensión y el tamaño mínimo recomendable para conductos prefabricados es de 20 por 25 centímetros.

OBSTÁCULOS

Las tuberías, conducciones eléctricas, elementos estructurales y otros obstáculos, deben evitarse siempre en el interior de los conductos, especialmente en los codos y las "T". En los conductos de gran velocidad deben evitarse toda clase de obstáculos. Éstos originan unas pérdidas de carga innecesarias y, en los sistemas de alta velocidad, pueden ser fuente de ruidos en la corriente de aire.

En aquellos casos en que forzosamente dichos obstáculos deban atravesar un conducto, deberán tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Cubrir todas las tuberías y obstáculos circulares de diámetro mayor que 10 cm. con una cubierta de forma aerodinámica.
2. También deben protegerse con una cubierta todas las formas planas o irregulares cuya anchura supere los 8 cm. Todos los soportes o apoyos en el interior del conducto deben ser paralelos a la corriente del aire. Cuando esto no sea posible, deben protegerse con una cubierta.
3. Si la cubierta obstruye el 20% de la sección del conducto, éste debe transformarse o dividirse en dos conductos. Tanto si se divide como si se transforma, debe mantenerse el área de la sección recta.
4. Si un obstáculo presenta dificultades sólo en la esquina de un conducto, se transforma esta parte para evitar el obstáculo, teniendo en cuenta que la reducción no sobrepase el 20% del área de la sección primitiva.

CODOS

En los conductos circulares y rectangulares pueden establecerse distintos tipos de codos. Los más comunes son los siguientes:

CONDUCTO RECTANGULAR

1. Codo ordinario.
2. Codo reducido con aletas directrices.
3. Codo recto con aletas.

CONDUCTO CIRCULAR

1. Codo suave.
2. Codo de tres piezas.
3. Codo de cinco piezas.

Los codos se han enumerado por orden de su mínimo coste. Este orden no indica necesariamente que también sea mínima la pérdida de carga o caída de presión en el codo.

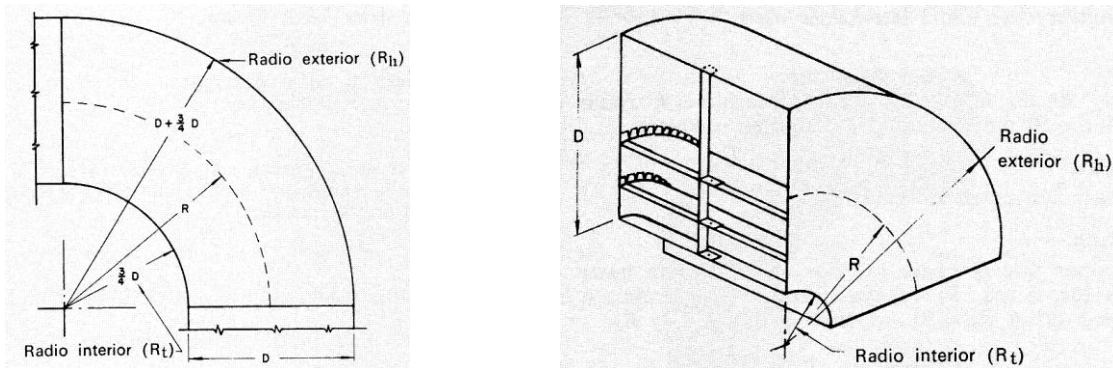


Figura 3.2.7.4 Radios para trazados de codos con y sin guías.
(Manual de Aire acondicionado, Carrier, Marcombo, pag. 2-27)

Los codos ordinarios se construyen con el radio menor o igual a los $\frac{3}{4}$ de la dimensión del conducto en la dirección del giro. Un codo con este radio menor tiene una relación R/D de 1,25. Ésta relación se considera óptima, ver Figura 3.2.7.4.

Aunque lo recomendable es dar a los codos una curvatura interna, en ocasiones es necesario suprimirla.

Un codo rectangular puede tener guías de doble espesor o sencillas. Los codos rectos de doble espesor se utilizan en aquellos sitios donde, por limitaciones de espacio, no se pueden instalar codos curvos. Este tipo de codo no sólo es más caro, sino que tiene una caída de presión mayor que el codo reducido y el codo ordinario ($R/D = 1,25$).

En los conductos que se construyen con tubo Spiro se recomienda la instalación de codos suaves. Un codo suave de 90° con una relación de R/D de 1,5 es normal en todos los codos que se realizan con tubo Spiro, o en los tubos de sección circular.

El codo de tres piezas tiene la misma relación R/D que el codo suave, pero su caída de presión es mayor, y también mayor que la del codo de cinco piezas. Este tipo de codo es el que se recomienda cuando hay imposibilidad de colocar codos suaves. El codo de 5 piezas es el más caro de los tres y se usa solamente cuando al colocar uno de tres piezas nos encontramos con una excesiva caída de presión y no podemos instalar un codo suave.

DERIVACIONES

En los conductos rectangulares se pueden instalar varios tipos de derivaciones. A éstas se pueden aplicar las mismas consideraciones hechas respecto de los codos.

La Figura 3.2.7.5a es una derivación que utiliza un codo ordinario. Tanto en la figura 36a como en la 36b los radios interior y exterior arrancan de distintos puntos, puesto que en D es mayor que D_1 . La principal diferencia entre las Figuras 3.2.7.5a y 3.2.7.5b consiste en que ésta última la derivación parte de dentro del conducto y no hay ninguna reducción en el conducto principal.

La Figura 3.2.7.5a c presenta una derivación que no forma parte del conducto principal. Este tipo es muy utilizado cuando la cantidad de aire que se deriva es pequeña. La derivación de ángulo recto (Figura 3.2.7.5d), utilizando un codo rectangular, es la menos adecuada, no sólo por su coste, sino por una mayor caída de presión. Su empleo se limita a los casos en los que no se puede instalar un codo ordinario.

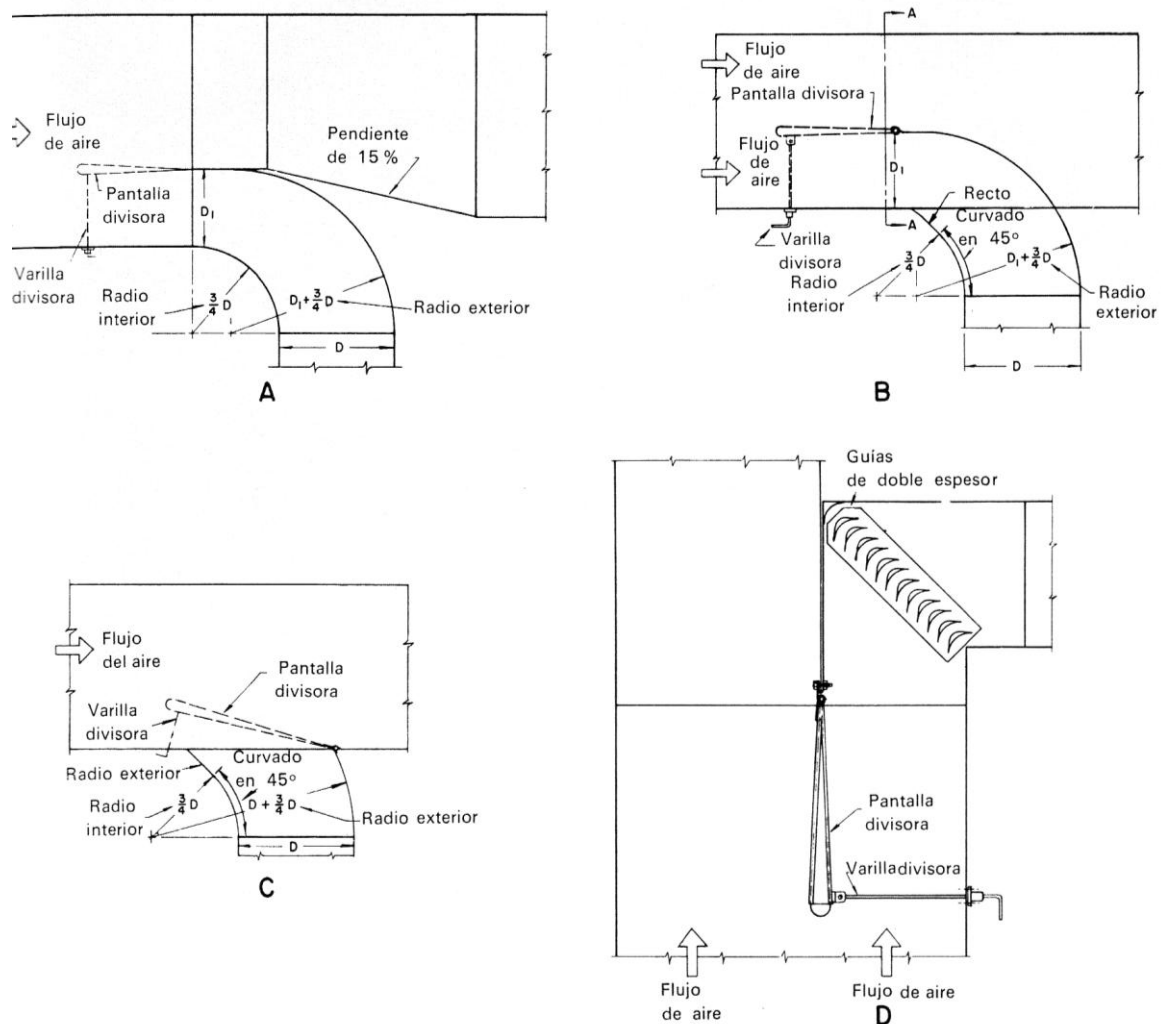


Figura 3.2.7.5 Derivaciones típicas
(Manual de Aire acondicionado, Carrier, Marcombo, pag. 2-31)

La derivación perpendicular al conducto, rara vez se utiliza para tener un ramal secundario. No obstante, se usa en aquellos casos en que el ramal no tiene más que una boca de impulsión. Para controlar mejor que el aire a la salida puede añadirse una compuerta.

En los conductos circulares y tubos Spiro pueden hacerse dos clases de derivaciones:

La "T" de 90° y la "T" cónica de 90°.

La "T" cónica de 90° se utiliza cuando la velocidad del aire es mayor que 20 m. por segundo, o cuando se requiere tener una caída de presión menor que en una derivación perpendicular o "T" de 90°.

Cuando se proyecta el sistema de conductos, puede presentarse el problema de reducir el tamaño de los mismos en ciertas derivaciones. Ésta reducción puede realizarse en la misma derivación o inmediatamente después de ella. Lo recomendable es hacer la reducción en la misma derivación, ya que de éste modo se evita un acoplamiento.

COMPUERTAS

En los sistemas de distribución de baja velocidad, la corriente de aire hacia los ramales se regula por medio de una compuerta (comúnmente tipo bandera). La posición de la compuerta se establece por medio de una varilla. A veces se montan compuertas giratorias en vez de compuertas divisorias; éstas se utilizan de preferencia en los sistemas de baja velocidad. Mientras que las giratorias se emplean más en los de alta velocidad. En estos últimos sistemas las compuertas giratorias reguladoras de caudal, o equilibradoras, son indispensables en las unidades de tratamiento de aire para la regulación del caudal, ver Figura 3.2.7.6.

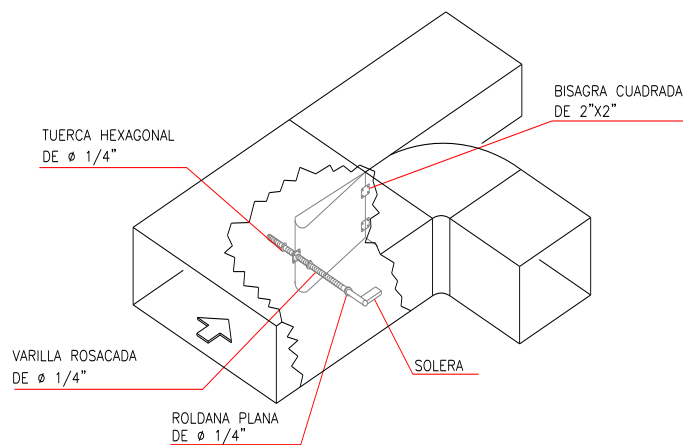


Figura 3.2.7.6 Compuerta tipo bandera
(ver PLANO 7 en ANEXO C)

3. 2. 8 AISLAMIENTO

Los conductos que llevan aire frío o caliente se cubren con aislamiento térmico para reducir las pérdidas de calor. Además, el aislamiento se recubre con una barrera de vapor para evitar la condensación de agua en ductos fríos. Como aislamiento se usa fibra de vidrio o algún material con alta resistencia térmica. La barrera de vapor en general es de hoja de aluminio. El aislamiento se suministra, ya sea como tablero rígido o como colchoneta. El tablero rígido es más costoso y solo se usa cuando el ducto queda expuesto y es importante la apariencia o los posibles abusos.

Los ductos con frecuencia se aíslan internamente con aislamiento acústico, para absorber el sonido. En este caso, el aislamiento acústico actúa también como aislamiento térmico.

Actualmente, los ductos de inyección y retorno de un sistema de aire acondicionado que se instalan en la intemperie, se les aplica un aislamiento térmico de fibra de vidrio de 2" de espesor, recubiertos con lámina de acero galvanizado calibre 24. Esto con el fin de garantizar mejores condiciones de suministro de aire frío y prolongar la vida útil del ducto, aunque esto provoca un mayor costo de instalación en material y mano de obra.

3. 3 CÁLCULO DE DUCTOS RECTANGULARES

El objeto del cálculo de las redes de ductos es, en primer lugar, determinar la sección de cada uno de los diferentes tramos para proceder a su construcción; en segundo, estimar el peso del material requerido para la fabricación de la red, tanto para conocer su costo, como para suministrarlo al proyectista de la estructura para considerar esta carga en el cálculo de la misma; en tercer lugar, para la determinación de la caída de presión, la cual se empleará en la selección del motor del equipo y, finalmente, determinar la cantidad de material aislante térmico e impermeabilizante requerido para cubrir los ductos.

Este último concepto es importante, no solo por la transmisión de calor, la cual afectaría el estado psicrométrico del aire y no llegaría a los locales en la condición calculada; el impermeabilizante es básico, especialmente en lugares húmedos por la condensación y producción de gotas, las que dañarían muros y plafones.

3. 3. 1 GENERALIDADES

En esta parte se proporcionan datos necesarios para el cálculo de conductos de baja y alta velocidad. Estos datos comprenden los gráficos de pérdida de cargas normales, las velocidades recomendadas, las pérdidas de carga en los codos y

acoplamientos, y los métodos normales para el cálculo de sistemas de distribución de aire.

En la actualidad se cuenta con ductuladores electrónicos, que proporcionan gran precisión en el resultado de los datos requeridos:

- Diámetro equivalente,
- Área de paso,
- Velocidad del fluido,
- Número de Reynolds,
- Factor de fricción,
- Presión de velocidad,
- Caída de presión.

Esta información se modifica de acuerdo al volumen de aire que se maneja con respecto a la caída de presión y velocidad en el sistema.

El ductulador electrónico de uso común es el **Desing Tools DuctSizer Versión 6.4. McQuay** que se puede bajar del Internet.

Las fórmulas que se presentan a partir de los puntos 3.3.3 y 3.3.4 justifican los resultados que se obtienen con el ductulador electrónico antes mencionado.

3. 3. 2 VOLUMEN DE AIRE

A través del calor sensible, calor latente o el calor total, se obtiene el volumen de aire necesario para acondicionar el área deseada.

CALOR SENSIBLE:

$$Q_s = 1.1 (CFM) (\Delta t)$$

Donde:

Q_s = calor sensible (BTUH)

CFM = flujo volumétrico del aire (CFM = ft³/min),

Δt = diferencia de temperatura de bulbo seco de aire de entrada y temperatura de bulbo seco de aire de salida (°F).

CALOR LATENTE:

$$Q_L = 0.69 (CFM) (\Delta w)$$

Donde:

Q_L = calor latente (BTUH)

CFM = flujo volumétrico del aire (CFM = ft³/min),

Δw = granos de humedad en el aire de entrada menos granos de humedad en el aire de salida (granos/lb de aire seco).

CALOR TOTAL:

$$Q_T = 4.5 (CFM) (\Delta h)$$

Donde:

Q_T = calor total (BTUH)

CFM = flujo volumétrico del aire (CFM = ft³/min),

Δh = diferencia de entalpía de aire de entrada y entalpía de aire de salida (BTU/Lb de aire seco).

3. 3 VELOCIDAD DEL AIRE

Para establecer la velocidad del sistema de distribución de aire, hay que atender las limitaciones respecto al ruido, precio de compra y gastos de explotación.

La figura 3.3.4 proporciona las velocidades recomendadas para conductos de inyección y de retorno en un sistema de baja velocidad, y también las presiones dinámicas correspondientes a dichas velocidades.

La utilización de las siguientes fórmulas permite obtener parámetros de diseño de ductería:

DIÁMETRO EQUIVALENTE:

$$D_{eq} = 1.265 \left[\frac{(a \times b)^3}{(a + b)} \right]^{0.2}$$

Donde:

D_{eq} = Diámetro equivalente (in),

a = Lado mayor del ducto (in),

b = Lado menor del ducto (in).

ÁREA DE PASO:

$$\text{Área} = \frac{0.7854 (D_{eq})^2}{144}$$

Donde:

Área= área de paso (ft²),

Deq= Diámetro equivalente (in).

VELOCIDAD DEL AIRE:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Volumen de Aire}}{\text{Área}}$$

Donde:

Velocidad = velocidad del aire en el ducto (ft/min),

Volumen de aire = flujo volumétrico del aire (CFM = ft³/min),

Área = área de paso (ft²),

En los sistemas de alta velocidad, los conductos de impulsión se limitan generalmente a una velocidad máxima de 25 m/s. Por encima de esta velocidad se plantean problemas de ruidos y los gastos de explotación, como consecuencia de las pérdidas de carga, pueden resultar excesivos. La selección de la velocidad es por tanto, un problema de economía. Una velocidad muy alta requiere conductos más pequeños, y por lo tanto menor precio de costo, pero en cambio los gastos de explotación será mayores y posiblemente hará falta un ventilador mayor con un motor más potente. Si se emplea una velocidad menor, los conductos serán mayores, pero los gastos de explotación son inferiores.

Los conductos de retorno de un sistema de gran velocidad tienen las mismas limitaciones que los sistemas de pequeña velocidad, a no ser que se disponga de amortiguadores de sonido para emplear mayores velocidades.

3. 3. 4 CAIDA DE PRESION

La caída de presión o pérdida de carga se da en milímetros de columna de agua (mm c.a.) o pulgadas de columna de agua (in c.a.) por metro de longitud equivalente del conducto.

Un sistema estable de aire acondicionado, comúnmente se diseña como un sistema a baja presión con un coeficiente de fricción de 0.1" c.a. por 100 pies de ducto.

Los ductos de inyección y retorno de aire se diseñarán en base al método de fricción constante.

Utilizando la fórmula siguiente se obtiene la caída de presión:

$$hf = 2.74 \frac{(Vel/1000)^{1.9}}{(Deq)^{1.2}}$$

Donde:

hf = caída de presión (in c.a.),
vel = velocidad del aire en el ducto (ft/min),
Deq = Diámetro equivalente (in).

Las caídas de presión en conexiones de ductos, que resultan de cambios de dirección, se pueden expresar en dos formas. Una de ellas es el método de la longitud equivalente, igual al que se usa para las conexiones de tuberías. Otro procedimiento se llama el método de coeficiente de pérdidas.

Cuando se usa este método, la caída de presión a través de una conexión se puede calcular como sigue:

$$H_f = C \times H_v = C \left(\frac{V}{4000} \right)^2$$

Donde:

H_f = caída total de presión a través de la conexión (in c.a.),
C = coeficiente de pérdida,
H_v = presión de velocidad en la conexión (in c.a.),
V = velocidad (ft/min).

Las caídas a través de las conexiones dependen de la forma, de la cual pueda haber muchas variaciones. En el ASHRAE Fundamentals se puede encontrar una lista más extensa.

La caída de presión en las conexiones de transición se calcula del mismo modo. Con las transiciones convergentes, se usa la velocidad corriente abajo, mientras que con las transiciones divergentes es la velocidad corriente arriba.

La conversión entre presión de velocidad y presión estática que se lleva a cabo en una transición es independiente del efecto de caída de presión. El efecto de la caída de presión es una disminución en la presión total y presión estática. La conversión entre velocidad y presión estática origina un aumento en esta última en una transición divergente, y una disminución en la presión estática para una transición convergente. Se suman algebraicamente los efectos separados para calcular el efecto neto sobre la presión estática.

Donde en un sistema de ductos se encuentra una transición y ramal combinados, la caída de presión en el ducto recto principal y en el ramal son separadas, y el valor de cada una depende de la forma. Si es importante mantener al mínimo las pérdidas, la forma debe ser como la Figura 3.3.4.1. En este caso, en general, se puede omitir la caída de presión por el tramo recto, y se calcula la caída de presión en el ramal, como si fuera un codo.

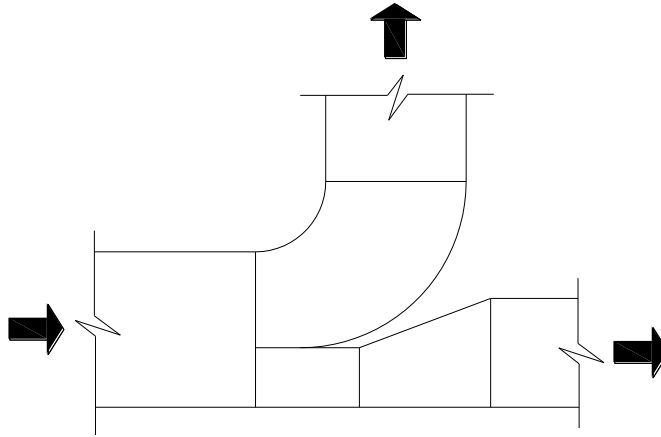


Figura 3.3.4.1 Ramal con caída de presión baja.
(Acondicionamiento de Aire Principios y Sistemas, Edward G. Pita, pag. 248)

Para reducir el costo de fabricación de las conexiones, se construyen con frecuencia como se muestra en la Figura 3.3.4.2. En este caso la presión por el ramal es apreciable, en especial a grandes velocidades.

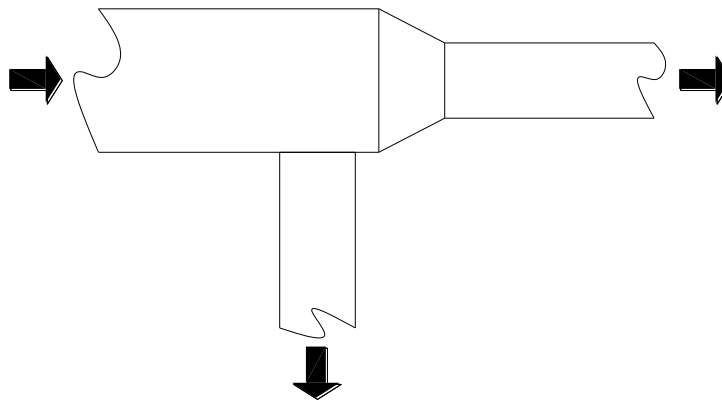


Figura 3.3.4.2 Ramal con caída de presión alta
(Acondicionamiento de Aire Principios y Sistemas, Edward G. Pita, pag. 248)

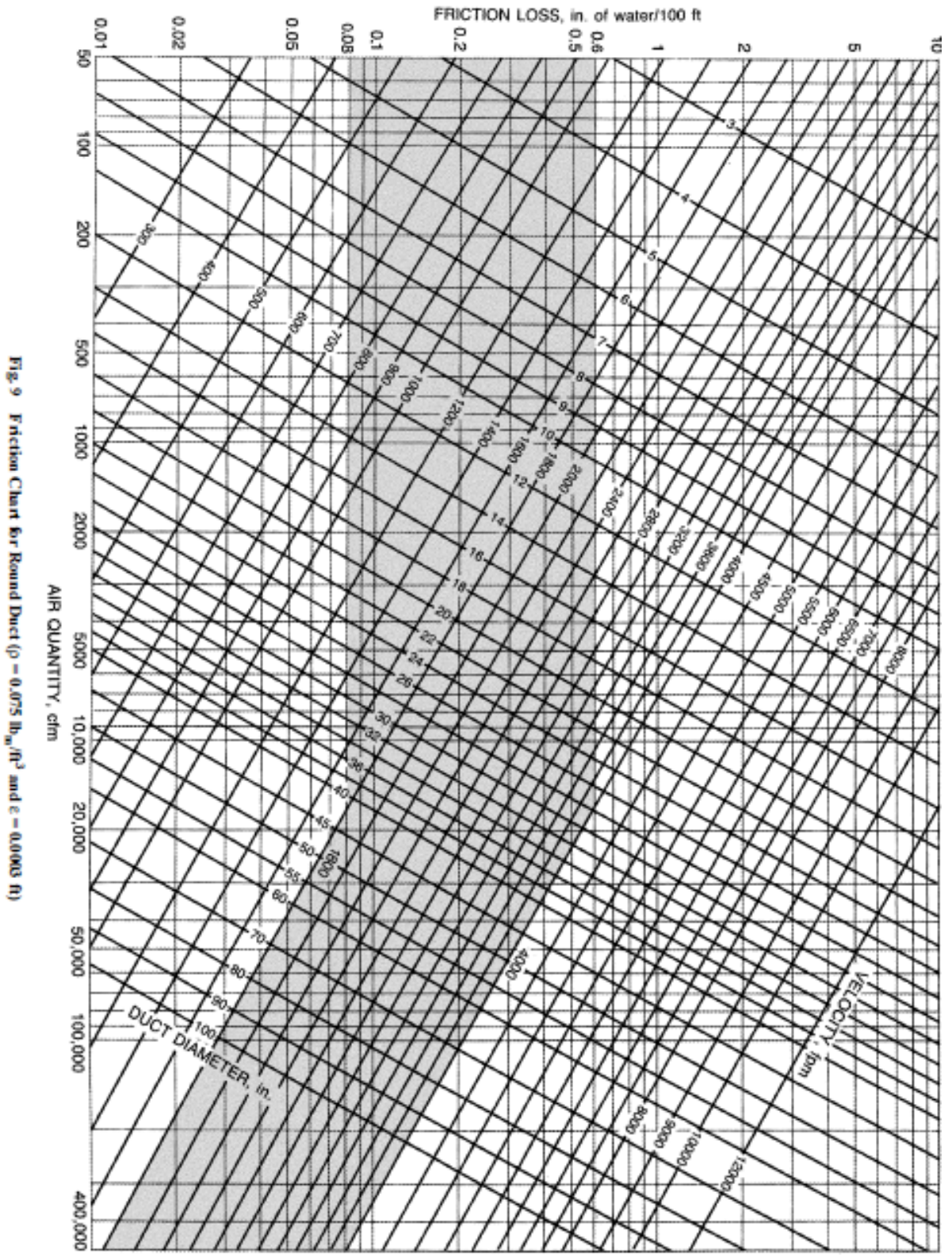


Fig. 9 Friction Chart for Round Duct ($f = 0.075 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$ and $e = 0.0005 \text{ ft}$)

Figura 3.3.4.1 Pérdidas por fricción para flujo de aire en ductos redondos.

3. 3. 4. 1 DEFINICION

Se deben calcular las pérdidas de presión en ductos para determinar la capacidad de los ventiladores, verificar el funcionamiento del sistema y balancear las cantidades de aire. Se define a la pérdida total de presión del sistema como la pérdida total a través del trayecto del ducto que tiene las mayores pérdidas de presión. Este trayecto es con frecuencia el más largo, pero puede ser uno más corto que contenga un número apreciable de conexiones con grandes pérdidas de presión.

Es más sencillo trabajar con la pérdida total de presión en lugar de la pérdida de presión estática, cuando se analizan las pérdidas de presión en ductos. Esto proporciona una mejor comprensión de la presión total disponible en cada punto del sistema, en caso de surgir problemas. Para calcular la pérdida total de presión en el sistema, se suman las pérdidas para cada sección de ducto recto y cada conexión en el trayecto que se haya elegido. Se deben incluir las pérdidas de presión a través de cualquier equipo (serpentines, filtros, difusores, etc). El fabricante proporciona estos datos.

3. 3. 4. 2 POR MEDIO DE SELECCIÓN DE VELOCIDADES

Este procedimiento consiste en fijar la velocidad de circulación del aire en cada tramo y con el gasto correspondiente determinar la sección; presenta el inconveniente de ser muy laborioso, corriendo el riesgo de que existan pérdidas dinámicas fuertes por turbulencia excesiva en algunos tramos del sistema, requiriendo por tanto cierta experiencia para determinar las velocidades adecuadas; por lo anterior se recomienda principalmente para sistemas pequeños.

3. 3. 4. 3 POR CAIDA DE PRESION MAXIMA

Consiste en fijar una pérdida máxima de rozamiento y calcular los diferentes tramos en tal forma que no se rebase el valor fijado previamente por el rozamiento. Sus inconvenientes son similares al anterior, aunque con mayor riesgo.

3. 3. 4. 4 POR MEDIO DE IGUAL ROZAMIENTO

El procedimiento más rápido y sencillo es el llamado “de igual rozamiento” por unidad de longitud, el cual, como su nombre lo indica, requiere que cualquier ramal del sistema, independientemente del gasto que conduzca, tendrá la misma pérdida de presión por unidad de longitud.

3. 4 CUANTIFICACIÓN DE LÁMINA CON AISLAMIENTO

Cuando se proyecta un sistema de distribución de aire para altitudes mayores de 600 metros, por debajo de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ o por encima de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, debe ser corregido para la densidad del aire el factor de rozamiento. Cuando el sistema funciona en emplazamiento de elevada altitud y a una temperatura que cae fuera de la gama normal, habrá que multiplicar por ambos factores.

3. 4. 1 LÁMINA PARA DUCTOS

LÁMINA GALVANIZADA

Una lámina galvanizada es una lámina de acero que ha sido sometido a un proceso de inmersión en caliente que recubre la lámina al 100% de zinc, con la finalidad de prevenir la corrosión.

Las láminas de acero galvanizado tienen un sin número de aplicaciones, en construcción, automóviles fabricación de herramientas.

La corrosión que se evita con el proceso de galvanizado es causada por la exposición del acero a otros metales en presencia de un electrolito o al oxígeno y agua. Al poner una barrera para cubrir el acero, el galvanizado es capaz de resistir mejor las fuerzas destructivas que puedan actuar contra el acero.

Aunque esta capa de galvanizado se puede deteriorar con el tiempo es un recurso útil para prolongar la vida del acero.

El proceso de producción de una lámina de acero galvanizado por lo general implica nada más que esa hoja de inmersión en zinc muy caliente. Después de que el acero es galvanizado, el recubrimiento de zinc reacciona con el oxígeno para crear óxido de zinc, que reacciona con agua, produciendo hidróxido de zinc. Con el tiempo, hidróxido de zinc reacciona con el dióxido de carbono y el carbonato de zinc forma una capa gris que ayuda a disminuir la velocidad de reacción del zinc y ayuda a proteger el acero

El grueso o calibre de las hojas metálicas (Ver tabla 3.4.1.1) empleadas en los conductos y sus refuerzos, depende las condiciones de presión existentes en el sistema.

Tabla 3.4.1.1 Pesos de lámina galvanizada.
(Catalogo: Casa Ortiz Ferretería, pag. 95)

Calibre mm.	Espesor kg/m ²	Peso kg/m ²	0.91x1.82 (3' x 6') Kg./hoja	0.91x2.44 (3' x 8') Kg./hoja	0.91x3.05 (3' x 10') Kg./hoja	1.22x2.44 (4' x 8') Kg./hoja	1.22x3.05 (4' x 10') Kg./hoja
10	3.42	27.041	45.925	61.234	76.542	81.600	102.000
12	2.66	21.367	35.721	47.628	59.535	63.500	79.400
14	1.90	15.262	25.515	34.000	42.525	45.400	56.700
16	1.52	12.210	20.412	27.216	34.020	36.300	45.400
18	1.21	9.768	16.330	21.773	27.216	29.000	36.300
20	0.91	7.326	12.247	16.330	20.412	21.700	27.200
22	0.76	6.105	10.206	13.608	17.010	18.200	22.700
24	0.61	4.884	8.165	10.886	13.608	14.500	18.200
26	0.45	3.663	6.124	8.165	10.206	10.900	13.700
28	0.38	3.052	5.103	6.804	8.505		
30	0.30	2.442	4.082	5.443	6.804		

DUCTO RECTANGULAR:

Dimensión mayor del ducto.

Calibre de la Lámina

Hasta 76.2 cm (30")
De 78.78 cm (31") a 152.5 cm. (60")
De 154.94 cm (61") a 228.6 cm. (90")
De 231.14 cm (91") en adelante

Calibre No. 24
Calibre No. 22
Calibre No. 20
Calibre No. 18

La construcción de los ductos deberá ser de acuerdo a las normas estipuladas por ASHRAE y/o SMACNA y en general según la tabla siguiente:

Ductos de 46 cm. o menos

Cañuela plana.

Junta de plegado saliente 2.5 cm. con gancho deslizante de 1.14 m. de centro a centro como máximo.

Ductos de 47 a 130 cm.

Junta de plegado saliente de 3.75 cm. con gancho deslizante de 1.14 m. de centro a centro como máximo.

Ductos de 131 a 215 cm.

Junta de plegado saliente de 3.75 cm. con refuerzo de solera de 2.54 por 0.3 cm. de 1.14 m. de centro a centro como máximo.

Ductos de 216 cm. en adelante

Junta de plegado de 3.75 cm. saliente con refuerzo de solera de 3.5 cm. por 0.3 cm. de 1.14 m. de centro a centro como máximo.

3. 4. 2 TIPO DE ENGARGOLADOS

Existen varios tipos de juntas y engargolados para formar los conductos, que igualmente depende de las condiciones de presiones en el sistema.

En la Figura 3.4.2.1 se muestran el tipo de engargolados de lámina Galvanizada para ductos de aire acondicionado que actualmente se trabajan.

Se describe los más utilizados:

- En "B" y "C" la unión de las paredes verticales de las mismas dos fracciones, utilizando un elemento adicional en forma de "s" de longitud igual a la altura.
- La lámina se dobla en rectángulo, a las dimensiones definitivas. Los dos extremos toman los dobleces mostrados en "K".
- En "A" se muestra la unión de los extremos superior e inferior de dos fracciones de conducto, utilizando las piezas en forma de "c" que tiene la longitud de la base.

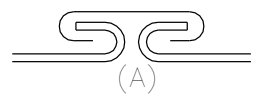

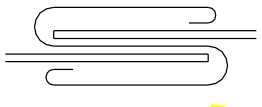
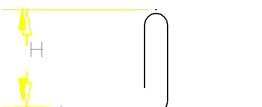
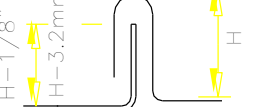
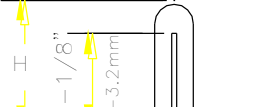
JUNTAS EN BASE A DIMENSION DUCTO			
DIMENSION MAYOR DE UN LADO DEL DUCTO	CALIBRES	ENGARGOLADOS	
		LAMINA NEGRA O GALVANIZADA	
		 <p>(A) GRAPA O CAÑUELA PLANA DESLIZABLE</p>	 <p>(B) "S" PLANA DESLIZABLE</p>
		 <p>(C) "S" PLANA DOBLE DESLIZABLE</p>	 <p>(D) "S" REFORZADA DESLIZABLE</p>
		 <p>(E) JUNTA DE COSTILLA O CAJA FIJOS</p>	 <p>(K) CIERRE DE BOLSILLO</p>
HASTA 30" HASTA 762 mm	24	A-B-K	C-E
31" HASTA 60" 787 a 1 524 mm	22	K	E-G-K
61" HASTA 90" 1 549 a 2 286 mm	20	---	---
MÁS DE 91" MÁS DE 2 311 mm	18	---	---

Figura 3.4.2.1 Tipos principales de engargolados

3. 4. 3 CUANTIFICACIÓN DE LÁMINA Y AISLAMIENTO

Para determinar las cantidades de lámina y de aislamiento requeridas en las instalaciones de ductería para la construcción del aire, a parte de las dimensiones de los ductos, hay necesidad de conocer el peso unitario de la lámina de diversos calibres.

Aunque la selección de los calibres se basa frecuentemente en recomendaciones o normas norteamericanas, hay que hacer notar que en los Estados Unidos el Instituto Americano de Normas Nacionales establece en su norma ANSI 832.3 que los espesores de las láminas ya no se identifiquen por un número de calibre, sino por el grueso en milímetros.

A este respecto hay un Manual de Equipos de 1979 editado por la Sociedad Americana de Ingeniero de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire (ASHRAE) puede verse en la página 1.2, tabla 1 los espesores en milímetros que sustituyen a los antiguos calibres del No. 10 al No. 18.

La tabla mencionada indica, por ejemplo, que los calibres 26, 24, 22, 20, 18 y 16, quedan sustituidas, para lámina negra, por espesores de 0.50, 0.60, 0.80, 1.0, 1.4 y 1.6 respectivamente, más 0.1 mm para lámina galvanizada.

Los fabricantes mexicanos de lámina galvanizada especifican números de calibres, espesores y pesos unitarios menores que los norteamericanos, ya que incluyen el zinc del galvanizado.

AMERIC, A.C., por su parte, ha establecido las NORMAS AMERIC NAM 001-AA-83 y NAM-002-AA-83 para cuantificación de lámina y aislamiento para conductos de aire regulares, fundándose en datos y mediciones de numerosos casos reales diferentes. La formulación de estas normas es, en efecto, el resultado de los análisis efectuados de la 1ª y 2ª mesas redondas para sistemas de cuantificación de lámina y aislamiento.

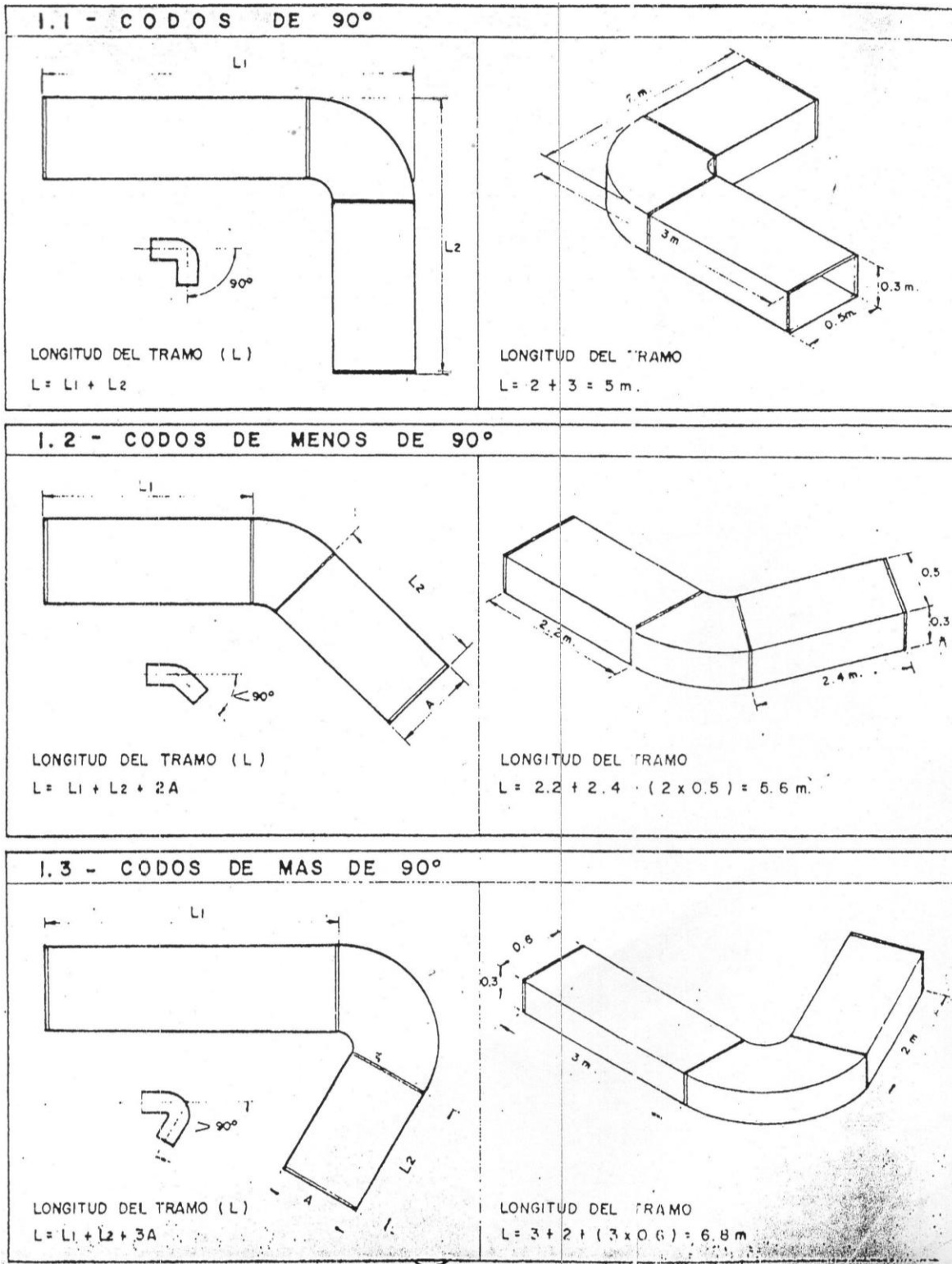


Figura 3.4.3.1 Método de medición de ductos-codos
(NORMAS AMERIC NAM 001-AA-83 y NAM-002-AA-83, pag. 22)

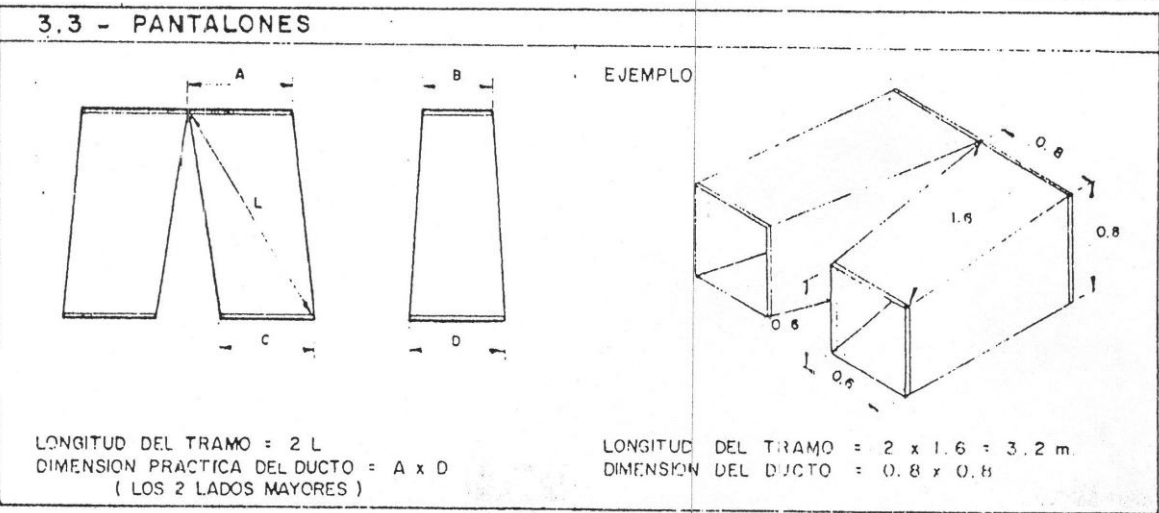
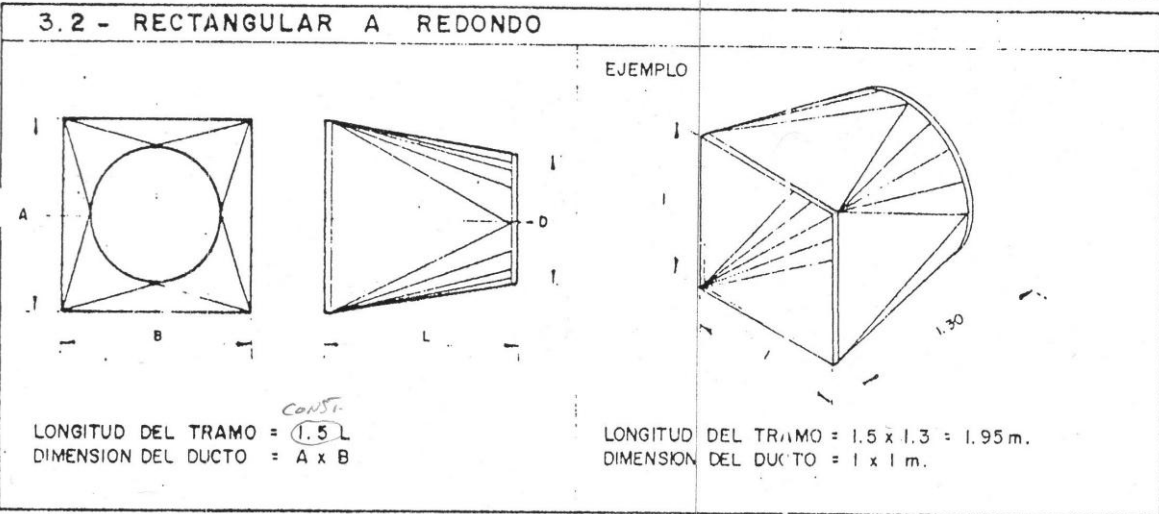
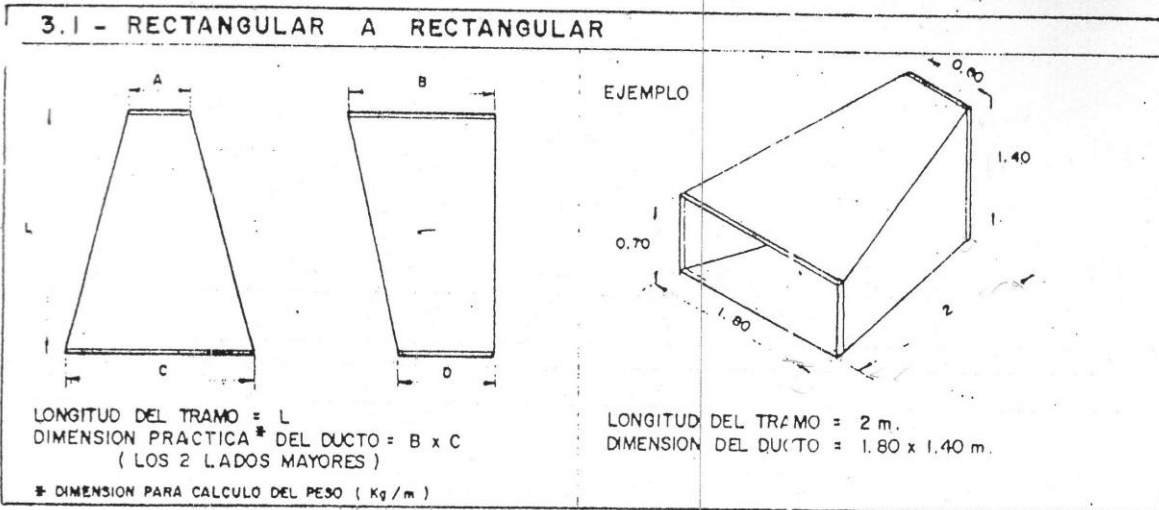


Figura 3.4.3.2 Método de medición de ductos-transformaciones
 (NORMAS AMERIC NAM 001-AA-83 y NAM-002-AA-83, pag. 23)

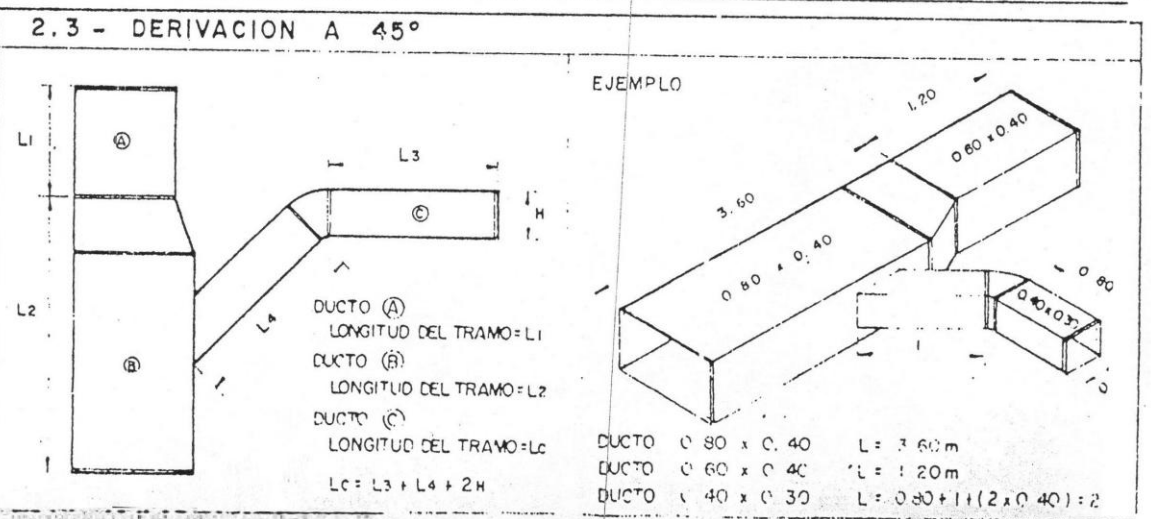
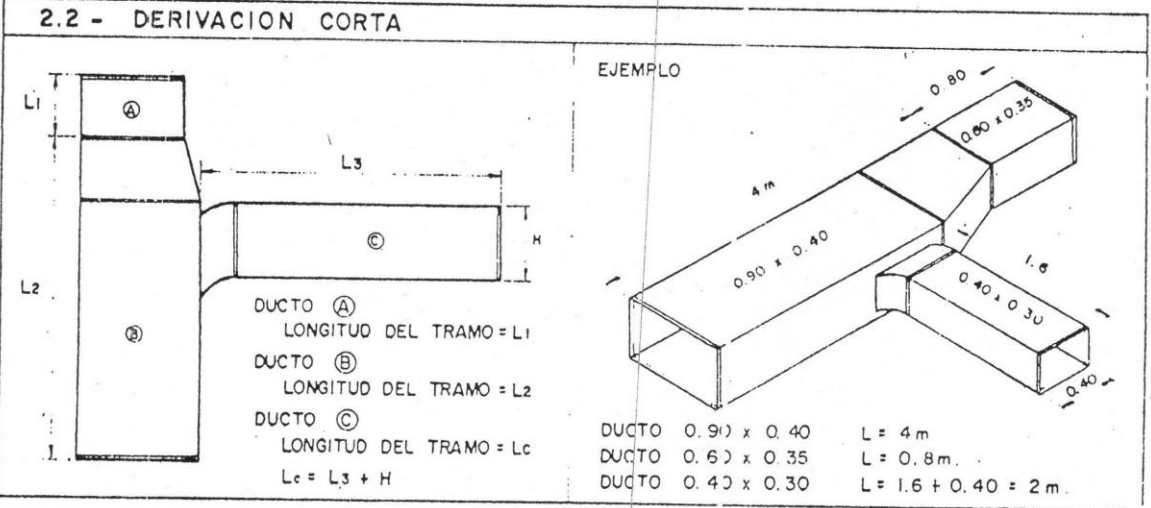
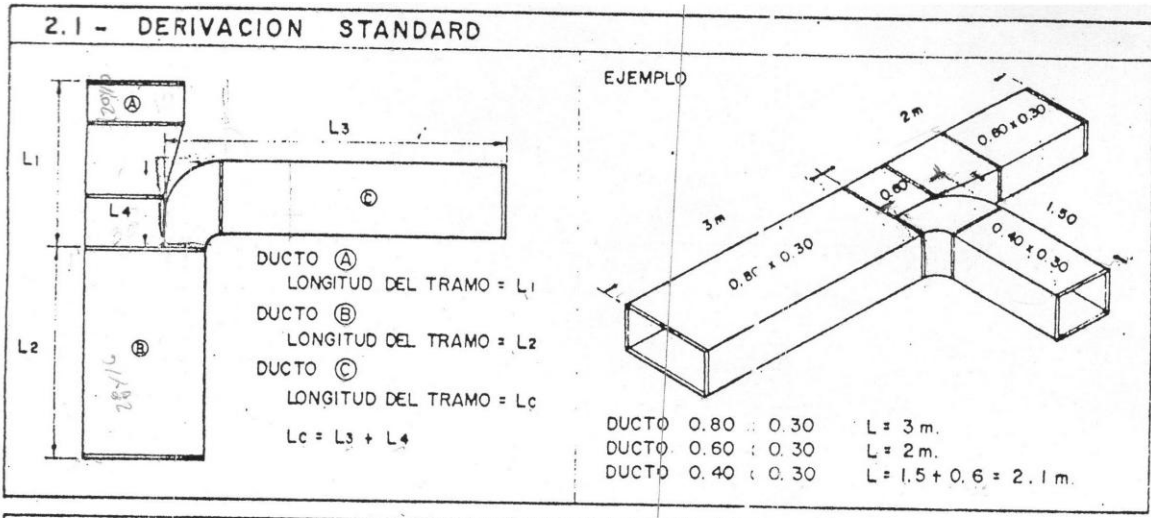


Figura 3.4.3.3 Método de medición de ductos-derivaciones (NORMAS AMERIC NAM 001-AA-83 y NAM-002-AA-83, pag. 24)

Las normas AMERIC para cuantificación de lámina y aislamiento, consiste en aplicar las fórmulas que a continuación se indican, para obtener kilogramos de lámina y metros cuadrados de aislamiento por cada metro lineal de ducto-

NAM-001-AA-83

1. Si el semiperímetro del ducto de lados (a) y (b) se da en metros y es menor de 1.50 m, la cantidad de lámina requerida por cada metro lineal de ducto, incluyendo engargolados, zetas, grapas, cejas y cañuelas es en kilogramos de lámina:

$$2.63875 (a + b)(1.12e^u)(1.30 - 0.01(C))(w) = \text{kg/m}$$

Siendo $u = (1.50 - (a + b))/1.20$ el exponente de 1.12, (C) el número de calibre de la lámina y (w) el peso de la lámina de ese calibre en kilogramos por metro cuadrado, debiendo agregar al resultado de la fórmula entre un 5% y 10%, según el grado de dificultad del diseño, a fin de cubrir desperdicios no aprovechables.

Así, por ejemplo, para un ducto de 500 mm x 300 mm, el exponente de la fórmula es $u = (1.50 - (0.50 + 0.30))/1.20 = 7/12$ y con lámina cal. 24, que pesa $w = 4.65 \text{ kg/m}^2$ se requerirán:

$$2.63875 (0.50 + 0.30)(1.12e^{7/12})(1.30 - 0.01(24))(4.65) = 11.116 \text{ kg/m}$$

Más un 5% o 10%, lo que daría entre 11.672 kg/m y 12.228 kg/m, según la complejidad del diseño.

2. Cuando el semiperímetro de un ducto rectangular es de 1.50 m o mayor, la cantidad de lámina en kilogramos por metro lineal de ducto de lados (a) y (b), con engargolados, zetas, grapas, cejas y cañuelas, sin desperdicio no aprovechable es:

$$2.63875 (a + b) (1.30 - 0.01(C))(w) = \text{kg/m}$$

Como, por ejemplo, si se tiene un ducto de 1200 mm x 800 mm, con lámina cal. 22 que pesa 6.49 kg/m^2 el resultado será:

$$2.63875 (1.2 + 0.8) (1.30 - 0.01(22))(6.49) = 36.991 \text{ kg/m}$$

Más un 5% o 10%, o sea 38.841 y 40.690 kg/m, contando desperdicio no aprovechable, según la complejidad del diseño.

3. Para obtener la cantidad de aislamiento, en metros cuadrados por metro lineal de ducto de semiperímetro (a + b) dado en metros y espesor (e) del

aislamiento también en metros, la fórmula, con 12% de margen para recortes, o sea con un factor de 1.12, es:

$$(a + b + 2(e))(2.24) = m^2/m$$

De tal manera que, para los ductos de los ejemplos 1 y 2, el aislamiento requerido será para el de 500 mm x 300 mm, con espesor de 25.4 mm:

$$(0.5 + 0.3 + 2(0.0254))(2.24) = 1.9058 \text{ m}^2/m$$

Para el ducto de 1200 mm x 800 mm. Suponiendo que tuviera aislamiento de 50.8 mm de espesor, el resultado sería:

$$(1.2 + 0.8 + 2(0.0508))(2.24) = 4.7076 \text{ m}^2/m$$

NAM-002-AA-83

4. La lámina requerida incluyendo engargolados, zetas, grapas, cejas, y cañuelas, cuando el semiperímetro del ducto se dá en pulgadas y es menor de 60", se obtiene mediante la fórmula:

$$0.06702425 (a'' + b'')(1.12e^u)(1.30 - 0.01(C))(w) = \text{kg/m}$$

Siendo $u = (60'' - (a + b))/48$ el exponente de 1.12, (C) el número de calibre de la lámina y (w) el peso de la lámina de ese calibre en kilogramos por metro cuadrado, debiendo agregar al resultado de la fórmula entre un 5% y 10%, según el grado de dificultad del diseño, a fin de cubrir desperdicios no aprovechables.

Si se toma como ejemplo, un ducto de 24" x 14", con lámina cal. 24, que pesa $w = 4.65 \text{ kg/m}^2$ al aplicar la fórmula se obtiene:

$$0.06702425 (24'' + 14'')(1.12e^{11/24})(1.30 - 0.01(24))(4.65) = 13.223 \text{ kg/m}$$

Más un 5% o 10%, lo que daría entre 13.844 kg/m y 14.515 kg/m, según la complejidad del diseño.

5. Si el semiperímetro de un ducto rectangular es de 60" o más, la fórmula sin desperdicio no aprovechable pero con engargolados, zetas, grapas, cejas y cañuelas es:

$$0.06702425 (a'' + b'')(1.30 - 0.01(C))(w) = \text{kg/m}$$

Más de un 5% a un 10% por desperdicios no aprovechables, según la complejidad del diseño.

Se tendría, por ejemplo, el caso de un ducto de 48" x 32", con lámina cal. 22 que pesa 6.49 kg/m² que la cantidad de lámina requerida sería:

$$0.06702425 (48" + 32")(1.30 - 0.01(22))(6.49) = 37.583 \text{ kg/m}$$

Más del 5% a 10% por desperdicios inaprovechables, según lo complejo del diseño, o sea entre 39.462 y 41.341 kg/m.

6. El aislamiento necesario, en metros cuadrado por metro lineal de ducto de lados (a) y (b) en pulgadas y espesor (e) del aislante en pulgadas, se obtiene mediante la fórmula siguiente en la que se ha considerado un margen del 12% sobre la dimensión geométrica, o sea un factor de 1.12:

$$0.056896 (a" + b" + 2(e")) = \text{m}^2/\text{m} \text{ o sea}$$

$$1.12 \times 0.0508 (a" + b" + 2(e")) = \text{m}^2/\text{m}$$

De tal manera que, para los ductos de los ejemplos 4 y 5, resultaría que para un ducto de 24" x 14", con 2" de aislamiento

$$0.056896(24" + 14" + 2(2)) = 2.3896 \text{ m}^2/\text{m}$$

Y para el de 48" x 32" con 1" de espesor tendría que el aislamiento necesario es:

$$0.056896(48" + 32" + 2(1)) = 4.6655 \text{ m}^2/\text{m}$$

AISLAMIENTO PARA DUCTOS EXTERIORES

Los ductos que se instalan a la intemperie contarán con las siguientes características:

- Pegamento Resikón 1178.
- Colchoneta de fibra de vidrio de 2" de espesor de 1 LB/Ft³ de densidad.
- Sellador Ci-Mastik.
- Barrera de vapor de papel foil de aluminio.
- Sobreducto o camisa de lámina galvanizada calibre 24.

Actualmente los ductos de inyección y retorno de un sistema de aire acondicionado, instalados a la intemperie, se aíslan con fibra de vidrio de 2" de espesor y papel foil de Aluminio con sobreducto de lámina galvanizada calibre 24. Dejando a tras el aislamiento con manta cruda o cemento monolítico.

El sistema con sobreducto es más costoso que el que emplea manta cruda o cemento monolítico, aunque mantiene mejor las condiciones del aire acondicionado, también prolonga la vida útil del arreglo de ducteria, ver Figura 3.4.3.4.

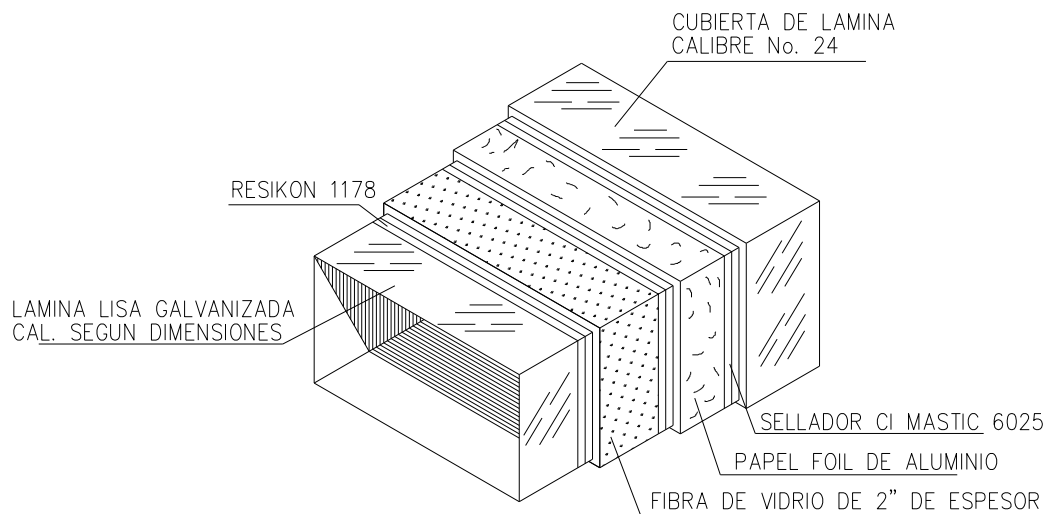


Figura 3.4.3.4 Aislamiento para Ductos Exteriores
(ver PLANO 7 en ANEXO C)

AISLAMIENTO PARA DUCTOS INTERIORES

Los ductos que se encuentran en áreas interiores sin plafón, no serán aislados.

Los ductos que se encuentran en áreas interiores entre plafón y techo, serán aislados con fibra de vidrio de 1" de espesor y papel foil de aluminio, ver Figura 3.4.3.5.

Los ductos sin aislamiento deberán pintarse a dos manos, ya sea con pistola o brocha, al tono que indique el cliente, para lo cual hay que evitar primeramente la grasa de la lámina galvanizada, así como la aplicación de fondo de primer en el caso de ductos instalados en la intemperie.

- Pegamento Resikón 1178.
- Colchoneta de fibra de vidrio de 1" de espesor de 1 LB/Ft3 de densidad.
- Sellador Ci-Mastik.
- Barrera de vapor de papel foil de aluminio.

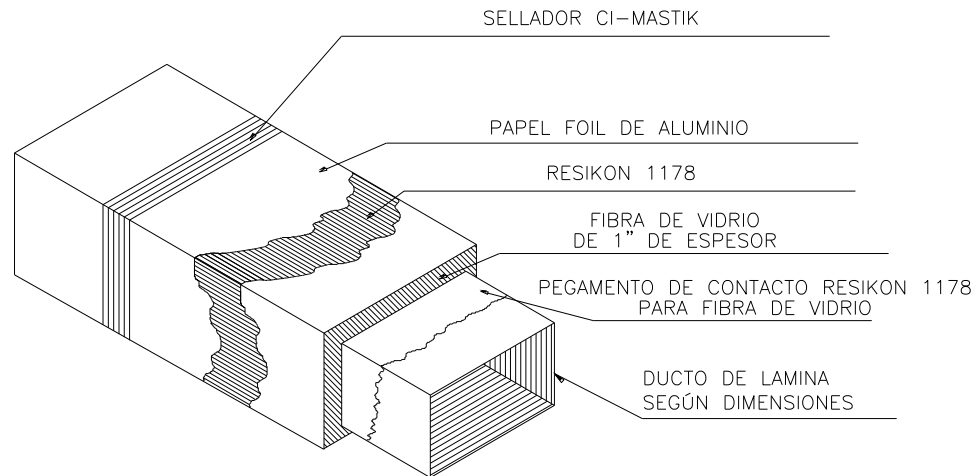


Figura 3.4.3.5 Aislamiento para Ductos Interiores
(ver PLANO 7 en ANEXO C)

3. 5 SOPORTERIA DE DUCTERIA EXTERIOR E INTERIOR

3. 5. 1 SOPORTERIA EXTERIOR

La soportería exterior es necesaria para absorber vibraciones, posicionar, nivelar y conducir la ductería de inyección y retorno de manera horizontal en losa o vertical por muros y cubos de instalaciones, ver Figuras 3.5.1.1 y 3.5.1.2

Se debe tener cuidado de no dañar el acabado de la azotea (principalmente el impermeabilizante) al instalar la soportería, ya que se pueden provocar infiltraciones de agua, ya sea en ejecuciones de mantenimiento o tiempo de lluvias.

Se deberán sellar perfectamente los huecos de pasos para ducterías, que se hagan en la losa, además de contar con un botaguas de lámina galvanizada calibre 24 fabricada en campo, ver Figuras 3.5.1.3.



No	Descripcion	Cant	Unid
1	Fierro Angulo de 2" x 1/4"	7.07	Mt
2	Taquete tipo Hilty de 3/8"	4	Pzas
3	Tornillos de 3/8" x 1 1/2"	4	Pzas
4	Tuercas de 3/8"	4	Pzas
5	Roldanas de 3/8"	4	Pzas
6	Pintura esmalte negro	0.3556	Lts
7	Thiner de 1era	0.2667	Lts
8	Soldadura 6013	0.1428	Kg

Figura 3.5.1.1 Soportería tipo portería para ductos mayores a 30"



No	Descripcion	Cant	Unid
1	Fierro Angulo de 1/8" x 1 1/4"	3.51	Mts
2	Taquetes de expansión tipo hilty de 1/4" Diam	2	Pzas
3	Tornillos cuerda corrida de 1/4" x 1" largo	2	Pzas
4	roldanas planas de 1/4"	2	Pzas
5	Pijas del no 10 x 1"	8	Pzas
6	pintura negra esmalte	0.1111	Lts
7	Thiner de 1era	0.0833	Lts

Figura 3.5.1.1 Soportería tipo omega para ductos verticales en muro.

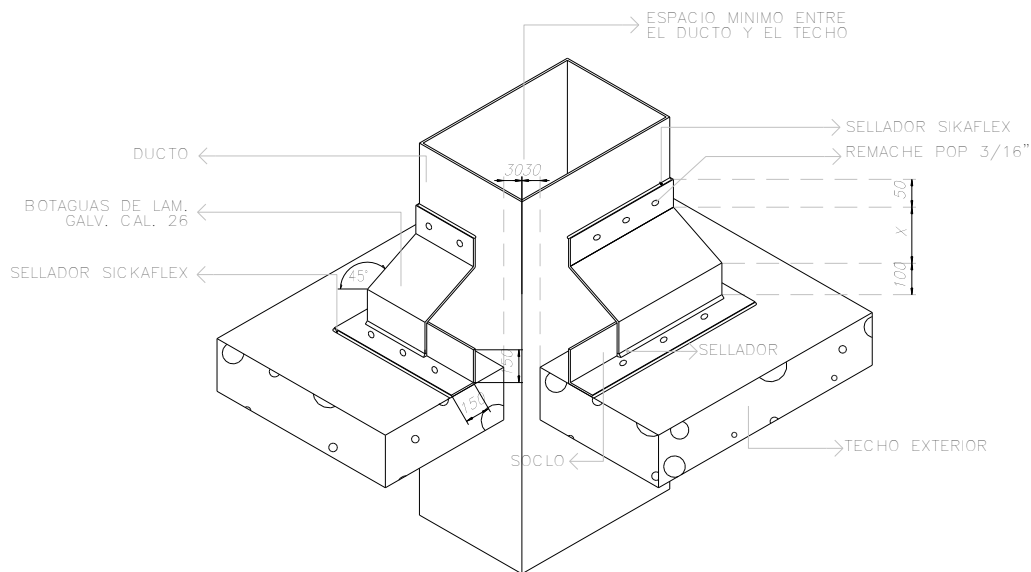


Figura 3.5.1.3 Botaguas para ducteria en azotea.
(ver PLANO 7 en ANEXO C)

3. 5. 2 SOPORTERIA INTERIOR

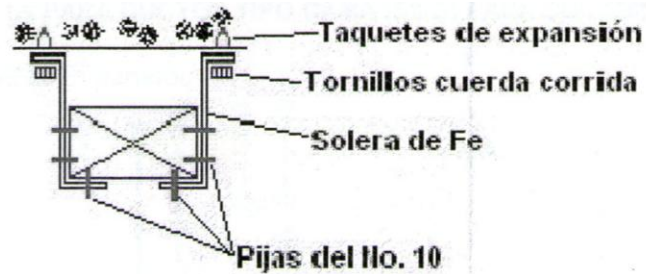
Los soportes de la ductería de inyección y retorno es necesaria para cargar el peso de ésta y el aire contenido. La ductería vertical puede sostenerse en la parte inferior, o en uno de los puntos a lo largo de su longitud. Los soportes pueden o no servir como anclas. Los ductos horizontales se sostienen mediante colgantes. Se deben tener soporte a intervalos lo suficientemente frecuentes, no solo para sostener el peso, sino para evitar colgamientos de los ductos.

La soportería para ductos menores de 30" de planta, normalmente consisten de taquetes de expansión, solera de acero, tornillos de cuerda corrida y pijas, ver Figura 3.5.2.1.

La soportería para ductos de 31" a 50" de planta, normalmente consisten de taquetes de expansión, varillas roscadas, fierro ángulo, tuercas y roldanas planas, ver Figura 3.5.2.2.

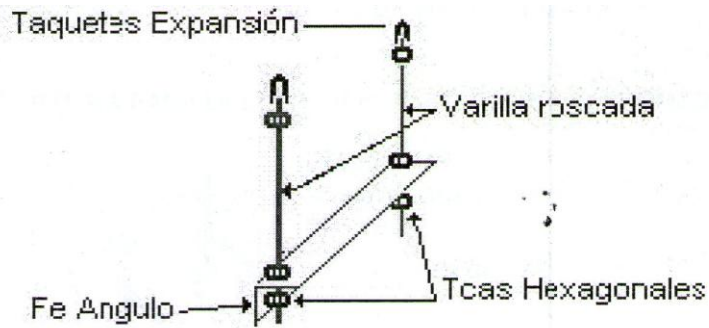
La soportería para ductos mayores de 50" de planta, normalmente consisten de taquetes de expansión, varillas roscadas, fierro ángulo, tuercas, roldanas planas y soldadura, ver Figura 3.5.2.3.

Si la losa de piso es de concreto, se instalan los taquetes, del colgante antes de colar el concreto. Esto necesita de planeación cuidadosa y de coordinación entre los ingenieros de aire acondicionado y los de estructura. Si se necesitan colgantes adicionales después de terminar la construcción se pueden insertar taquetes en la losa de concreto mediante una herramienta parecida a las pistolas.



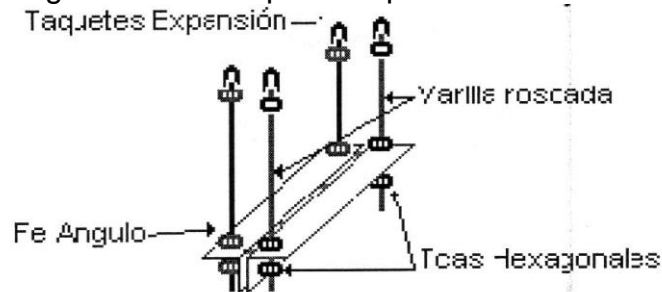
No	Descripcion	Cant	Unid
1	Solera de Fierro de 1/8" x 3/4"	3	Mt
2	Taquetes de expansión tipo Hilti de 1/4"	2	Pzas
3	Tornillos de 1/4" diam x 1"	2	Pzas
4	Roldanas Planas de 1/4" diam	2	Pzas
5	Pijas del No 10 x 1"	6	Pzas
6	Pintura esmalte Negro	0.0286	Lts
7	Thiner de 1era	0.0214	Lts

Figura 3.5.2.1 Soportería para ductos menores a 30"



No	Descripcion	Cant	Unid
1	Fierro angulo de 1 1/2" X 1/8"	1.0	Mt
2	Varilla roscada de 1/4" x 3 Mts	2	Pzas
3	Taquetes de expansión tipo Hilty de 1/4"	2	Pzas
4	Tuercas hexagonales de 1/4"	4	Pzas
5	Roldanas Planas de 1/4" diam	4	Pzas
6	Pintura esmalte Negro	0.0381	Lts
7	Thiner de 1era	0.0286	Lts

Figura 3.5.2.2 Soportería para ductos de 31" a 50"



No	Descripcion	Cant	Unid
1	Fierro angulo de 3/16" x 1 1/2"	3	Mt
2	Varilla roscada de 1/4" x 3 Mts	4	Pzas
3	Taquetes de expansión tipo Hilty de 1/4"	4	Pzas
4	Tuercas hexagonales de 1/4"	8	Pzas
5	Roldanas Planas de 1/4" diam	8	Pzas
6	Pintura esmalte Negro	0.2286	Lts
7	Thiner de 1era	0.1715	Lts
8	Soldadura 6013	0.0357	Kg

Figura 3.5.2.3 Soportería para ductos mayores a 51"

3. 6 REJILLAS DE INYECCION Y RETORNO

El aire acondicionado que se suministra a cada recinto se debe distribuir en el espacio de determinada forma; si no es así, se tendrán condiciones poco confortables. Este es un aspecto de los sistemas de control ambiental que con frecuencia se omite, porque parece sencillo. El aire se puede suministrar con el flujo volumétrico y las condiciones adecuadas, y aun así los ocupantes pueden sentirse bastante incómodos. Esto se debe que el aire no se distribuye correctamente en el recinto.

Una buena distribución de aire en el recinto necesita de las siguientes características para proporcionar confort, ver Figura 3.6.1:

- Las temperaturas en la zona ocupada del recinto debe estar a ± 2 °F (1°C) de la temperatura de diseño. Las fluctuaciones de temperaturas mayores a la citada en general ocasionan incomodidad. La zona ocupada en la mayoría de los recintos se considera desde el piso hasta la altura de 6 ft (1.83 mts). Más allá de esta altura se permiten fluctuaciones mayores de temperatura.
- Las velocidades de aire en la zona ocupada (llamadas velocidades residuales) deben ser de 25 a 35 ft/min (0.13 a 0.18 m/s) para las aplicaciones donde las personas permanezcan sentadas. Altas velocidades (corrientes) causan incomodidad, así como las velocidades más bajas, producen en general una sensación de pesadez. En aplicaciones donde la gente se mueve y la ocupación es por periodos cortos, como en las tiendas departamentales, se puede aceptar velocidades más altas de 50 a 70 ft/min. (0.26 a 0.36 m/s).

Ejemplo de lectura:
 Con una temperatura seca de $t_s = 26\text{ }^\circ\text{C}$, una temperatura húmeda de $t_h = 23\text{ }^\circ\text{C}$ y una velocidad del aire de $v = 1\text{ m/s}$ resulta una temperatura efectiva de $23\text{ }^\circ\text{C}$, confortable en verano y demasiado alta en invierno. Humedad relativa correspondiente 77%.

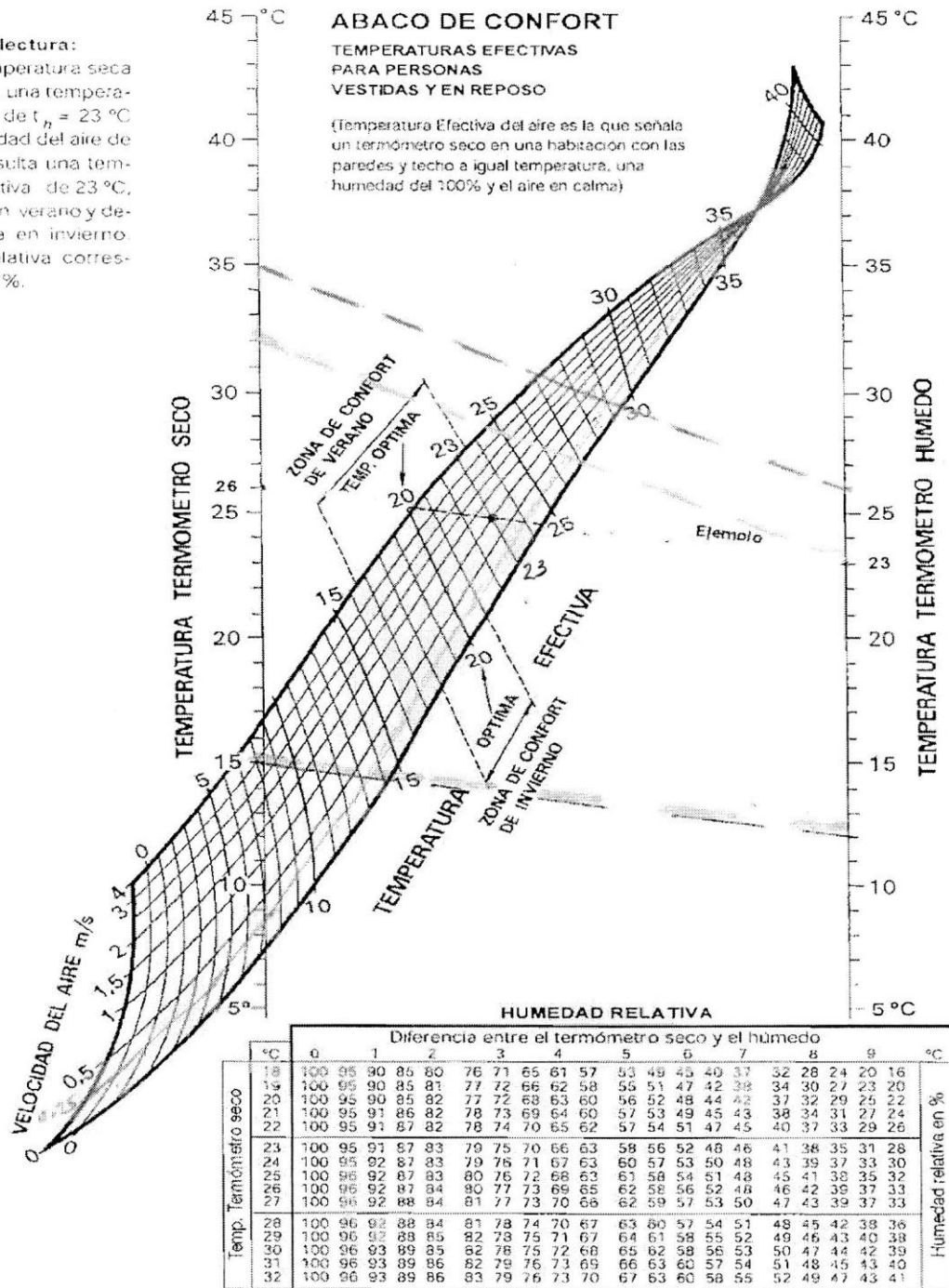


Figura 3.6.1. Gráfica de confort.
 (Acondicionamiento de Aire Principios y
 Sistemas, Edward G. Pita, pag. 9)

Las rejillas de inyección y retorno consisten en un marco y barras paralelas, que pueden ser fijas o ajustables. Las barras sirven para desviar el suministro de aire en la dirección en que se disponga, y si son ajustables, para el alcance y dispersión del aire. Existen rejillas con dos juegos de barras en ángulo recto entre sí, que se llaman rejillas de doble deflexión. Permiten el control de la distribución de aire en ambas direcciones, si es necesario. Las rejillas con compuertas de control de flujo detrás de las barras se llaman registros, ver Figura 3.6.2.

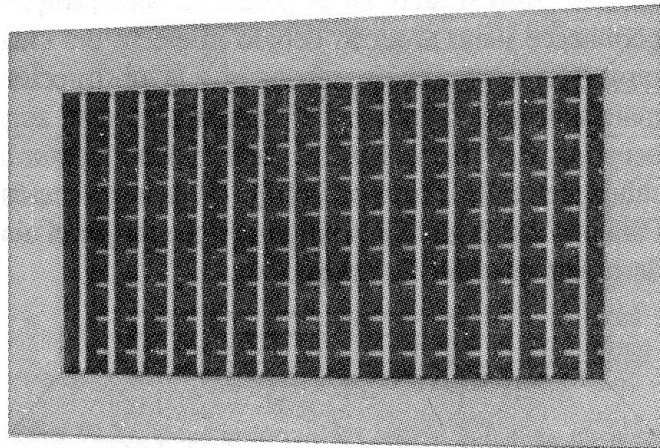


Figura 3.6.2. Rejilla de Inyección o Retorno.
(Acondicionamiento de Aire Principios y
Sistemas, Edward G. Pita, pag. 298)

Cuando se emplean para enfriar, se recomienda ubicarlas en lugares altos. El aire se puede dirigir ligeramente hacia arriba y a continuación seguirá por el techo, debido al efecto de cielo raso, mezclándose bien con el aire secundario inducido. De esta forma la temperatura del aire mezclado no será demasiado baja comparada con la del recinto, antes que descienda a la zona ocupada. Cuando se usan como calefacción con aire tibio, la salida alta provocará una estratificación del aire caliente. Sin embargo, una selección cuidadosa del alcance de la salida, la dispersión vertical y las ubicaciones de retorno de aire podrían hacer satisfactoria una instalación en climas templados. De cualquier modo, debe tenerse precaución.

Las rejillas y registros, también pueden usarse en cielos rasos con resultados semejantes a las unidades altas de pared, sin embargo, no se instalan con tanta frecuencia, porque se considera que su aspecto no es muy agradable. Para una dirección adecuada de aire se usan persianas móviles de deflexión. Para calefacción de aire tibio, lo ideal en climas fríos es una ubicación perimetral bajo las ventanas, descargando directamente hacia arriba desde el piso. Con ello

no solo se tiene buena mezcla del aire primario y secundario, sino que se “protege” al vidrio del aire caliente, compensando las corrientes frías descendentes. Esta ubicación se acostumbra mucho en instalaciones residenciales. En general, ocasionan bajos costos de instalación, porque la ductería en el sótano es relativamente sencilla. Cuando se usan para enfriar, debe ser adecuada la velocidad de la descarga de aire para compensar el efecto de la gravedad sobre el aire más denso.

CAPITULO 4

TUBERÍAS DE REFRIGERACIÓN

Una instalación de tubería de refrigerante requiere las mismas consideraciones generales de proyecto que cualquier otro sistema de conducción de fluidos. Sin embargo, existen factores suplementarios que influyen de una manera crítica en el proyecto de la instalación:

1. La instalación debe proyectarse para una caída de presión mínima, toda vez que las pérdidas de presión disminuyen la capacidad térmica e incrementan la potencia necesaria en el sistema de refrigeración.
2. El fluido empleado cambia de estado en el interior de la tubería.
3. Siendo el aceite lubricante miscible con los refrigerantes, deben tomarse medidas para:
 - Reducir al mínimo la acumulación de refrigerante, en fase líquida, en el cárter del compresor.
 - Hacer posible el retorno del aceite al compresor.

4. 1 GENERALIDADES

Las instalaciones de tuberías de refrigerante deben ser proyectadas de modo que satisfagan los requisitos siguientes:

1. Asegurar la alimentación adecuada a los evaporadores.
2. Dimensionar la tubería de forma que las pérdidas de carga se reduzcan a valores aceptables.
3. Proteger a los compresores:
 - Evitando la acumulación del aceite lubricante en cualquier parte de la instalación.
 - Reduciendo al mínimo las pérdidas de aceite lubricante del compresor.
 - Evitando que, tanto en marcha como con el compresor parado, penetre el refrigerante en fase líquida en el cárter del compresor.

Al calcular la sección óptima de la tubería debe tenerse en cuenta el costo de las mismas y las pérdidas de carga compatibles con una velocidad suficiente del fluido que asegure el retorno del aceite.

Considerando únicamente el factor costo, se calcularían secciones de tubería que provocarían pérdidas de carga excesivas y una disminución inadmisibles de las potencias frigoríficas totales y específicas de la instalación. Por otra parte, en la sección de tubería correspondiente a la fase líquida una pérdida de carga excesiva puede provocar una vaporización parcial (flash) del refrigerante, motivando un funcionamiento defectuoso de la válvula de expansión.

Se adoptarían las pérdidas de carga más convenientes teniendo en cuenta el precio de costo de la tubería, pero asegurándose que las velocidades del refrigerante en la tubería son suficientes para arrastrar el aceite en las condiciones más desfavorables.

La elección de la caída de presión en las secciones de tubería de fase líquida no es tan crítica como en las líneas de succión y descarga, pero no debe ser ni tan elevada que pueda producir vaporización parcial del líquido, ni tan baja que no permita una alimentación correcta. Normalmente puede admitirse una pérdida de carga que corresponda aproximadamente a 1 °C sobre la temperatura de saturación.

La caída de presión por rozamiento en la línea de líquido incluye los accesorios, tales como la válvula solenoide, válvula de termo expansión, filtro deshidratador, indicador de líquido humedad y las válvulas de paso así como la tubería y accesorios desde la salida del recipiente hasta el dispositivo de alimentación de refrigerante en el evaporador.

La caída de presión en la tubería de succión significa una pérdida en la potencia frigorífica de la instalación porque obliga al compresor a trabajar a una presión de aspiración más baja para obtener una temperatura dada en el evaporador. Generalmente la tubería de succión se calcula para una caída de presión equivalente a la variación de 1 °C sobre la temperatura de saturación, lo que significa una pérdida de carga aproximada, para una temperatura de evaporación de 5 °C.

Cuando sea necesaria una reducción de la sección del tubo para proporcionar la suficiente velocidad de gas que permita el arrastre hacia arriba del aceite en las tuberías verticales a cargas parciales, a plena carga se producirá una excesiva caída de presión. Para evitarlo puede resultar suficiente, aumentar ligeramente la sección del resto de la tubería, con el fin de que la pérdida de carga total sea la adecuada.

Es importante reducir al mínimo la pérdida de presión en las líneas de descarga o de gas caliente, porque estas pérdidas hacen necesario incrementar la potencia del compresor disminuyendo su potencia frigorífica específica. Normalmente se calculan para una caída de presión equivalente a una variación de 0.5 a 1 °C sobre la pérdida de carga.

El espesor de pared del tubo de cobre se especifica mediante letras: tipo K, L, y M. el tipo K tiene la pared más gruesa y se usa con altas presiones y para refrigerantes. El tipo L tiene espesor de pared intermedio. En general es adecuado para tuberías de sistemas hidrónicos. El tipo M se usa para trabajos de plomería con baja presión. El diámetro exterior es el mismo para los tres tipos; el diámetro interior es el que varía.

4. 2 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS DE LÍQUIDO Y SUCCIÓN.

Para el dimensionamiento de las tuberías de refrigeración es importante revisar de manera adecuada los catálogos de equipos, donde, cada fabricante, recomienda los diámetros de tuberías dependiendo de la longitud entre unidad exterior y unidad interior.

Para seleccionar adecuadamente las tuberías se puede emplear la siguiente fórmula:

$$h = f \left[\frac{L}{D} \right] \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Donde:

f = factor de rozamiento

L = longitud del tubo en metros

D = diámetro del tubo en metros

V = velocidad del fluido en m/s

g = aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

TUBERIAS DE LÍQUIDO

El aceite utilizado en los compresores frigoríficos es suficientemente miscible con los refrigerantes en la fase líquida para permitir una adecuada mezcla que asegure el regreso del aceite al compresor. Por lo tanto las velocidades bajas y los sifones en las líneas de líquido no originan problemas en el retorno del aceite.

La pérdida de carga admisible en estas tuberías dependen del número de grados de subenfriamiento del líquido, que suele ser de 1 a 3 °C, al salir del condensador. Las líneas de líquido no deben dimensionarse para una caída de más de 1 °C en circunstancias normales. Además, es recomendable que las tuberías que pasan a través de espacios extremadamente calientes estén aisladas térmicamente.

Si la pérdida de carga en la línea de líquido es elevada, o si la válvula de expansión está situada por encima del condensador (desnivel importante), puede ser necesario, para evitar una vaporización parcial del líquido, recurrir a un subenfriamiento suplementario.

En las instalaciones importantes y, cuando el costo esté justificado, puede emplearse una bomba de líquido para vencer la presión estática.

SUBENFRIAMIENTO DEL LÍQUIDO

En donde se requiere el subenfriamiento del líquido se utiliza una de las siguientes disposiciones, o, simultáneamente las dos:

1. Instalando un intercambiador de calor de líquido-vapor (cierta cantidad de calor pasa del líquido al gas de la succión, sin que exista intercambio con el exterior del sistema).
2. Instalación de serpentines de subenfriamiento del líquido en los condensadores evaporadores y condensadores enfriados por aire (el calor se disipa exteriormente hacia la atmósfera).

La cantidad necesaria de subenfriamiento de líquido puede ser determinada mediante gráficas o por cálculo.

TUBERÍAS DE SUCCIÓN

Las líneas de succión son las más críticas desde el punto de vista del proyecto. La tubería de succión debe ser dimensionada de forma que permita el retorno del aceite del evaporador al compresor, aún durante funcionamiento con carga mínima.

El aceite que sale del compresor y pasa fácilmente a través de las líneas de suministro de líquido a los evaporadores, está casi completamente separado del vapor refrigerante. En el evaporador se produce un proceso de destilación que continúa hasta que se alcanza un punto de equilibrio, siendo el resultado una mezcla de aceite y refrigerante, rica en líquido. Por lo tanto, la mezcla que es separada del vapor refrigerante, puede ser devuelta al compresor sólo por arrastre con el gas de retorno.

El arrastre de aceite con el gas de retorno en una línea horizontal se cumple fácilmente con las velocidades de diseño normales. Por lo tanto las líneas horizontales pueden y deben ser tendidas sin inclinación alguna.

La mayoría de los sistemas de tuberías de refrigeración contiene un tramo vertical de succión. La circulación de aceite en el sistema sólo puede conseguirse en sentido ascendente por arrastre mediante el gas de retorno.

El aceite que llega al tramo vertical asciende por la superficie interior del tubo debido a la velocidad del gas en la superficie de la pared. Cuanto mayor sea el diámetro del tubo, mayor será la velocidad necesaria en el eje del tubo para mantener una velocidad en la superficie interior que permita el arrastre mencionado.

De todo lo dicho se desprende que los tramos verticales deben ser objeto de un análisis especial, dimensionándose para velocidades que aseguren el retorno de aceite con mínima carga. El tramo vertical seleccionado bajo esta base puede resultar de diámetro menor que la derivación o que la propia línea principal de succión y, en consecuencia, puede haber una caída de presión relativamente más elevada en el tramo vertical.

Esta consecuencia desfavorable debe tenerse en cuenta al hallar la caída total de presión de la línea de succión. Las líneas horizontales deben ser dimensionadas de modo que se mantenga la caída de presión total, dentro de los límites prácticos.

Como los compresores modernos tienen dispositivos para reducción de velocidad, a menudo es difícil mantener las velocidades de gas necesarias para las distintas cargas.

4. 3 ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE LÍQUIDO

En los principios de la refrigeración mecánica, los sistemas no eran tan sensibles a los materiales extraños como lo son ahora. Los sistemas modernos están diseñados para operar a temperaturas más altas, usando compresores que trabajan a mayor velocidad y que son construidos con espacios más reducidos. Bajo estas condiciones, los contaminantes pueden causar problemas serios y sobre todo, reparaciones muy costosas.

En cualquier sistema de refrigeración, el refrigerante y el aceite recorren el circuito cientos de veces cada día. Si existen contaminantes dentro del sistema, éstos circularán con el refrigerante y el aceite y, tarde o temprano, se presentarán problemas como fallas en el funcionamiento de la válvula de expansión, obstrucción del tubo capilar o daños al compresor, ya que estos componentes son los más afectados por los contaminantes. El refrigerante y el aceite deben mantenerse todo el tiempo limpios y libres de humedad o de cualquier otro contaminante. La mejor manera, y la única, de proteger estos componentes, es instalando filtros deshidratadores en el sistema. Esto es particularmente más importante con los motocompresores, en los cuales el embobinado del motor y las partes internas del compresor están expuestos a los contaminantes que pueda haber en el sistema.

Los contaminantes son sustancias presentes en los sistemas de refrigeración, los cuales no tienen ninguna función útil y son dañinos para el funcionamiento adecuado del equipo. Pueden existir en cualquiera de los tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Los contaminantes más comunes en los sistemas de refrigeración son:

1. Sólidos: Polvo, mugre, fundente, arena, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras, etc.
2. Líquidos: Agua, resina, cera, solventes y ácidos.
3. Gaseosos: Aire, ácidos, gases no condensables y vapor de agua.

Además del estado en que se encuentran, los contaminantes pueden clasificarse como orgánicos e inorgánicos y pueden ser solubles o insolubles en el refrigerante, en el aceite o en una mezcla de ambos.

Los contaminantes inorgánicos son principalmente las partículas metálicas, óxidos, arena, sales, ácidos y gases no condensables. Los orgánicos están compuestos mayormente de carbono, oxígeno e hidrógeno, tales como resinas, ceras, fundentes, lodos, solventes, etc.

4. 3. 1 FILTRO DESHIDRATADOR

Un filtro deshidratador por definición, es un dispositivo que contiene material desecante y material filtrante para remover la humedad y otros contaminantes de un sistema de refrigeración (Figura 4.3.1.1).

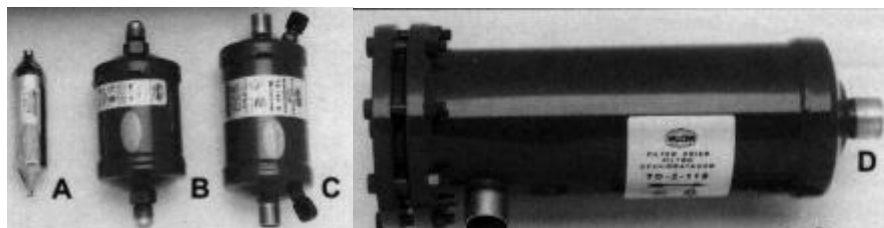


Figura 4.3.1.1 Tipos de filtros deshidratadores.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 9)

La aplicación de los desecantes en los sistemas de refrigeración, se hace encapsulándolos en unos dispositivos mecánicos llamados filtros deshidratadores. Un filtro deshidratador está diseñado para mantener seca la mezcla de refrigerante y aceite, adsorbiendo los contaminantes líquidos disueltos, tales como humedad y

ácidos; y también, para retener por medio de filtración todas las partículas sólidas que estén siendo arrastradas a través del sistema por la mezcla de refrigerante aceite. No debe haber ningún misterio asociado con la operación de un filtro deshidratador. Todas las funciones de diseño y compuestos que se integran para fabricar estos dispositivos, son conceptos claros y fáciles de entender.

El uso de los filtros deshidratadores en los sistemas de refrigeración, es la mejor manera de proteger los componentes en el muy probable caso de que estos contaminantes estuvieran presentes en el sistema, ya que la válvula de termo expansión, el tubo capilar y el compresor, son los componentes más afectados por los contaminantes.

Los desecantes son materiales usados principalmente para remover la humedad excesiva contenida en la mezcla refrigerante-aceite, tanto en forma de vapor como líquida, ya sea en equipos nuevos o ensamblados en el campo.

La eliminación de humedad se logra de dos maneras: por adsorción y por absorción. En el proceso de absorción, el desecante reacciona químicamente con la humedad, combinando sus moléculas para formar otro compuesto y removiendo de esta manera la humedad. En el proceso de adsorción, no hay reacción química entre el desecante y la humedad. El desecante es muy poroso, y por lo tanto, tiene una superficie muy grande expuesta al flujo. Y es en estos poros donde de una manera mecánica se atrapa y se retiene la humedad.

Por lo anterior, en un sistema de refrigeración conviene más usar desecantes que remuevan la humedad por el proceso de adsorción.

A continuación se da una breve descripción de los tres desecantes más comunes.

1. ALÚMINA ACTIVA.- Un sólido duro de color blanco, comúnmente en forma granular que no es soluble en agua. Además de su capacidad para retener agua, también tiene una excelente capacidad para retener ácidos. Generalmente no se utiliza en forma granular, sino que se tritura y se moldea en forma de bloque poroso, combinada con otro desecante para incrementar su capacidad de agua. Así, además de una gran capacidad para retener agua y ácidos, se proporciona filtración.
2. SÍLICA GEL.- Un sólido con aspecto de vidrio que puede tener forma granular o de perlas. No se disuelve en agua y tiene poco desprendimiento de polvo cuando se utiliza suelta. Tiene una capacidad aceptable para retener humedad. También se puede usar mezclada con otros desecantes para incrementar su capacidad de retención de agua, en forma granular (suelta) o moldeada en forma de bloque poroso.

3. TAMIZ MOLECULAR.- Es el más nuevo de los tres desecantes y ha tenido muy buena aceptación en la industria. Es un sólido blanco que no es soluble en agua. Su presentación común es en forma granular o esférica. Tiene una excelente capacidad de retención de agua, aunque menor que la de la alúmina activada para retener ácidos. Debido a lo anterior, es muy común combinar estos dos desecantes para balancear estas dos características: retener agua y ácidos. Esta mezcla generalmente es en forma de bloques porosos moldeados.

4. 3. 2 INDICADOR DE LÍQUIDO-HUMEDAD

El indicador de líquido y humedad es un accesorio ampliamente utilizado en los sistemas de refrigeración, principalmente en refrigeración comercial y aire acondicionado. Es un dispositivo de metal con una mirilla de vidrio, que permite observar la condición del refrigerante. Anteriormente, se utilizaba como indicador de líquido únicamente, una simple mirilla. Posteriormente, surgió la idea de aprovechar esa ventana al interior para indicar humedad, y en la actualidad, todos los fabricantes lo hacen con ese doble propósito (Figura 4.3.2.1).

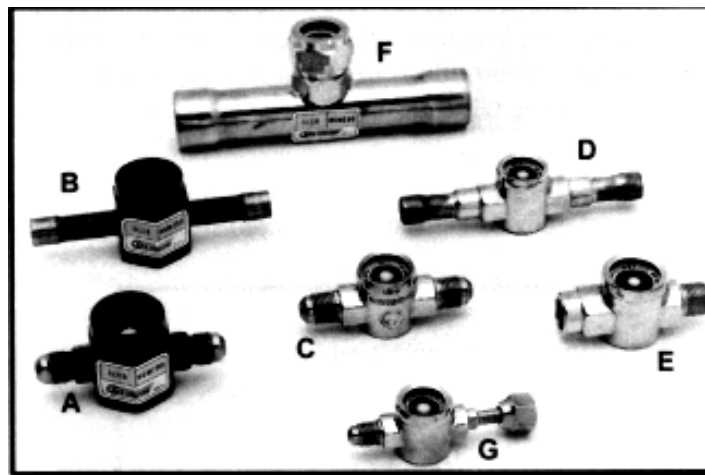


Figura 4.3.2.1 Tipos de filtros deshidratadores.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 26)

- A. Cuerpo de acero, conexiones flare.
- B. Cuerpo de acero con extensiones de tubo de cobre soldables.
- C. Cuerpo de latón forjado, conexiones flare.
- D. Cuerpo de latón forjado, con extensiones de cobre soldables.
- E. Cuerpo de latón forjado, conexiones flare hembra y macho.
- F. Cuerpo de tubo de cobre soldable.
- G. Cuerpo de latón con conexión flare macho y tuerca. Cuerpo de acero, conexiones flare.

Un indicador de líquido y humedad, es en realidad, la herramienta de mantenimiento preventivo más barata, que se puede instalar en el sistema de manera permanente. El indicador de líquido y humedad elimina la incertidumbre, de que el contenido de humedad del sistema pueda estar abajo de un nivel seguro, o lo suficientemente alto para causar problemas. También indica si falta refrigerante al sistema, o si hay alguna caída de presión en la línea de líquido.

La función más importante de un indicador de líquido y humedad, es revelar la presencia de exceso de humedad en el refrigerante, el cual puede ser nocivo para el dispositivo de expansión y al sistema completo.

La otra función, es observar a través del cristal el paso de refrigerante, el cual debe estar totalmente líquido.

Para realizar la primera función, o sea, indicación de humedad, cuentan con un elemento indicador. Este elemento sensor de humedad, consiste generalmente de un papel filtro poroso, impregnado con una sal anhidra de cobalto. Esta sal es única, en que tiene la capacidad de cambiar de color en presencia o ausencia de pequeñas cantidades de humedad. Este elemento está protegido contra aceite, lodo y suciedad, para que no pierda su propiedad; sin embargo, un exceso de humedad "libre" o una temperatura alta, pueden decolorarlo o dañarlo permanentemente. También, un exceso de aceite en el sistema, puede cambiar el color del elemento al color del aceite. El elemento indicador está calibrado para que cambie de color, de acuerdo con lo que se consideran niveles seguros o inseguros de humedad. Como ya sabemos, los niveles de seguridad de humedad varían con cada tipo de refrigerante, y por lo tanto, los puntos de cambio de color en el indicador de humedad, también varían con cada refrigerante.

Es importante mencionar que todos los indicadores de humedad operan sobre el principio de saturación relativa, por lo tanto, debe considerarse la temperatura del refrigerante al evaluar el color del elemento indicador.

Es obvio también, que el indicador de humedad sólo muestra si un sistema contiene más o menos de cierta cantidad de humedad. "Qué tanta menos", no importa, puesto que el sistema está seguro. "Cuanta más", tampoco lo muestra el indicador, sólo que el sistema está húmedo o inseguro y se deben seguir los pasos para remover el exceso de humedad.

El elemento indicador de humedad debe tener la característica de reversibilidad de color, es decir, que marque "húmedo" cuando haya humedad, y que retorne a "seco" al eliminar la humedad. Esta capacidad debe operar cuantas veces sea necesario, y con la mayoría de los refrigerantes halogenados. Hay algunas marcas de indicadores de líquido y humedad, cuyos elementos indicadores no lo son en realidad, y sólo colocan un papel de color para competir en el mercado.

4. 3. 3 VÁLVULAS DE PASO

En los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, además de las válvulas de control automáticas operadas por presión, por temperatura o eléctricamente, también se utilizan válvulas manuales, de las cuales hay una variedad ilimitada de tipos y formas y hechas de diferentes materiales. Estas válvulas son de tipo totalmente cerradas o totalmente abiertas.

Los cuerpos de las válvulas pueden ser de fundición, forjados, o maquinados de barras. Los materiales que se utilizan para la fabricación de válvulas manuales para refrigeración son: acero, bronce, latón y cobre.

Las conexiones pueden ser: roscadas (Flare, F.P.T.), soldables (con o sin extensión) y bridadas.

Por su forma, las válvulas manuales pueden ser de globo, de esfera, de diafragma, de ángulo, de retención, de acceso, etc.

En un sistema de refrigeración o aire acondicionado, se puede instalar cualquier cantidad de válvulas manuales, tantas como lo permita el tamaño del sistema o la caída de presión. Algunas de las características que se requieren en las válvulas manuales son: confiabilidad, baja caída de presión, diseño a prueba de fugas, materiales compatibles con el refrigerante y el aceite.

En los sistemas de refrigeración las válvulas manuales se instalan en puntos claves, y sirven no sólo para regular el flujo de líquido, sino también para aislar algún componente o parte del sistema para darle mantenimiento, sin tener que interrumpir otros componentes o accesorios. El diseño de la válvula deberá ser tal, que sus superficies sellantes no se distorsionen o se desalineen con los cambios de temperatura, la presión y el esfuerzo de la tubería a la que está conectada. Las superficies sellantes (asientos) deberán ser de diseño y materiales, tales que la válvula permanezca cerrada herméticamente, por un período de servicio razonable.

Su función principal es controlar el flujo de líquido y la presión. Las válvulas de paso instaladas en un sistema, deben estar totalmente abiertas o totalmente cerradas. Se utilizan para aislar componentes en el sistema. Las válvulas de paso que más comúnmente se utilizan en refrigeración, son las de tipo globo. Existen dos tipos de válvulas de globo: con empaque y sin empaque. Las válvulas de paso deben ser de un diseño que evite cualquier fuga de refrigerante.

En la figura 4.3.3.1, se muestra una válvula de paso típica con empaque, con diseño de globo y recta.

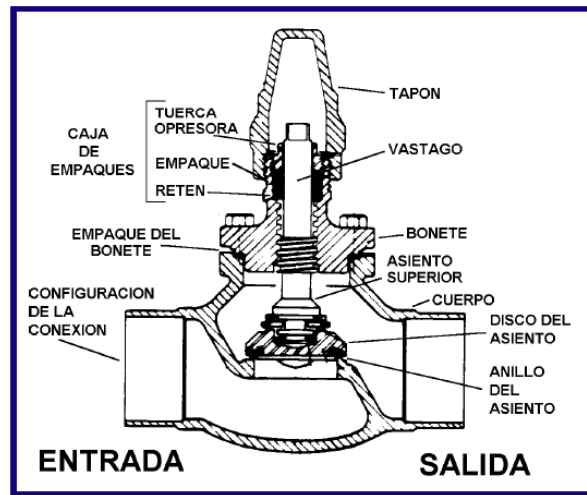


Figura 4.3.3.1 Válvula de paso tipo globo.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 96)

En la figura 4.3.3.2, se muestra una válvula de globo angular. Puesto que los refrigerantes son difíciles de retener, las válvulas con empaque generalmente están equipadas con tapones de sellamiento. Algunos de estos tapones están diseñados para que al quitarlos, sirvan de herramienta para abrir o cerrar la válvula.

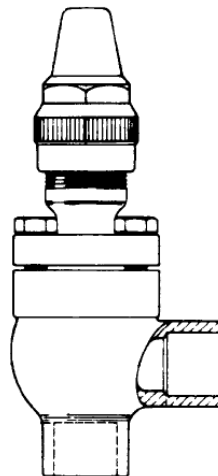


Figura 4.3.3.2 Válvula de paso tipo globo angular.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 97)

En la figura 4.3.3.3, se muestra una válvula de paso con diseño de globo sin empaques, normalmente conocidas como válvulas de diafragma. A continuación, examinaremos con más detalle los componentes de las válvulas de globo.

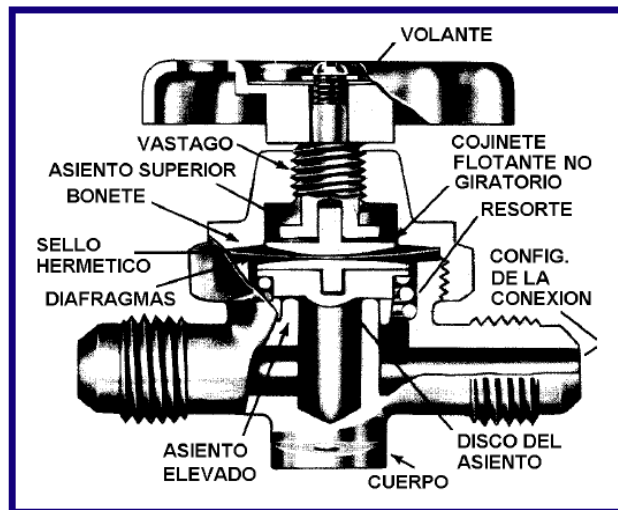


Figura 4.3.3.3 Válvula de paso tipo globo sin empaque (diafragma).
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 97)

CUERPO: Es la parte más grande de la válvula. Actúa como la porción de la válvula que contiene la presión. En la válvula de globo que se muestra, un armazón separa la entrada y salida del cuerpo de la válvula.

Cualquier falla en el cuerpo puede causar que pare el sistema, o posiblemente una pérdida total. Consecuentemente, el cuerpo debe tener un diseño que cumpla con los códigos y normas de seguridad existentes. El diseño debe soportar variaciones en la presión y temperatura del sistema. Debe evaluarse la resistencia a un ataque químico o a la corrosión, tanto en el interior como en el exterior.

Al diseñar los cuerpos de las válvulas de paso, se considera generalmente un valor de 5; esto es, el cuerpo debe resistir 5 veces la presión de diseño sin fallar. Por ejemplo, una válvula clasificada para 400 psi (2,860 kPa), no debe fallar abajo de 2,000 psi (13,890 kPa).

Los materiales con que se fabrican los cuerpos de las válvulas de paso para refrigeración son variados. Para refrigerantes halogenados, generalmente se usan de bronce fundido, de latón forjado, de barra de latón maquinada y de barra de acero maquinada. Para amoníaco, se hacen generalmente de hierro gris fundido (semi-acero) o de hierro dúctil (nodular). Las válvulas soldables se hacen parcial o totalmente de acero, esto permite que la válvula sea soldada directamente a la línea.

BONETE: Al igual que el cuerpo, es un componente para contener la presión. Dentro del bonete están contenidos el vástago y todos los componentes sellantes alrededor del vástago.

Los bonetes pueden ser atornillados (figura 4.3.3.1) o roscados (figura 4.3.3.3). Esta designación se refiere al método de fijarlo al cuerpo de la válvula. Los diseños roscados se usan generalmente en válvulas hasta de una pulgada (25.4 mm). Los bonetes atornillados, como su nombre lo implica, utilizan tornillos para fijarlos al cuerpo. Generalmente se usan cuatro tornillos, aunque pueden ser más.

Para refrigerantes halogenados, el material más común es el latón forjado. Para amoníaco el material empleado es el hierro, ya sea fundido, dúctil o maquinado de barra.

VÁSTAGO: Esta es la parte mediante la cual se opera la válvula. Este transmite una fuerza que imparte movimiento al disco del vástago, cerrando o abriendo la válvula. Puede ser operado por una llave (figura 4.3.3.1) o por un volante (figura 4.3.3.3). La clase de vástagos mostrados en estas figuras son del tipo que se elevan; esto es, al abrir la válvula el vástago sube. Al cerrar la válvula, el vástago baja hacia el cuerpo de la misma. Existen válvulas que emplean un sistema con vástago que no se eleva externamente, y se les llama simplemente diseños de vástago no saliente.

Los materiales con que se fabrican los vástagos son de suma importancia, deben ser resistentes a la corrosión para que en cualquier momento que se requiera abrir o cerrar la válvula, el vástago no se pegue.

Para refrigerantes halogenados, los vástagos salientes se fabrican de latón o hierro, con un recubrimiento de cromo o níquel. Para uso en amoníaco, en algunos casos se rolan en frío con recubrimiento de acero; aunque el material preferido es el acero inoxidable, por su excelente resistencia a la corrosión.

CAJA DE EMPAQUES: En las válvulas de paso con empaque, éste es el término general que abarca todas las partes requeridas para sellar el vástago y evitar fugas de refrigerante.

Se utilizan varios arreglos para sellar el vástago. Dos se pueden llamar empaques convencionales, mientras que una utiliza sellos a base de anillos "O".

Al cambiar los empaques o anillos "O", asegúrese de haber reducido la presión del sistema hasta 0 psi (101.3 kPa). Algunas válvulas se fabrican con vástago con asiento superior (doble asiento), lo que permite reempacar las válvulas bajo presión en la línea (ver figura 5.3.3.1). Debe saberse qué tipo de empaque tiene la válvula antes de proceder a reempacar.

Los empaques se pueden fabricar de una amplia variedad de materiales: asbestos grafitados, asbestos impregnados de teflón, trenza de teflón, teflón, etc.

Los anillos "O" y empaques de hule se han llegado a utilizar también como material de empaque.

Si se detecta una fuga en el área del empaque, intente apretar el opresor. Si esto no resuelve el problema, entonces se necesita cambiar el empaque o los anillos "O". Algunas veces como reparación temporal, puede agregarse un poco de aceite de refrigeración al empaque o a los anillos "O". Sin embargo, esto debe considerarse temporal y el sello debe repararse.

En las válvulas de paso sin empaques (tipo diafragma), el vástago no va empacado, ya que el sello contra fugas lo hacen los diafragmas, mismos que a su vez sirven para transmitir el movimiento al disco del asiento, para que abra o cierre la válvula.

CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN: Este es un término general que designa cómo se va a fijar la válvula a la tubería del sistema. Estas configuraciones varían con el diseño de la válvula. En la figura 5.3.3.4 se muestran diferentes tipos de configuraciones de conexiones, tanto para refrigerantes halogenados, como para amoníaco.

Las conexiones integrales son las que llevan maquinados los extremos del cuerpo de la válvula, figura 4.3.3.4 A, B, C, D, y E. En esta última, a la conexión para brida se le pueden unir bridas removibles por medio de tornillos y tuercas, figura 4.3.3.4 G, H, I y J. Las extensiones soldables de tubo de cobre, se utilizan generalmente en válvulas de paso soldables, en las que un exceso de calor pudiera dañar alguna de las partes internas (figura 4.3.3.4).

Las válvulas de paso convencionales pueden ser de diseño integral o con bridas. La gran mayoría de válvulas de paso son de globo. Donde sea posible y lo permita la configuración de la tubería, se puede usar una válvula angular. El tipo de válvula de ángulo recto ofrece menos resistencia al flujo (menor caída de presión).

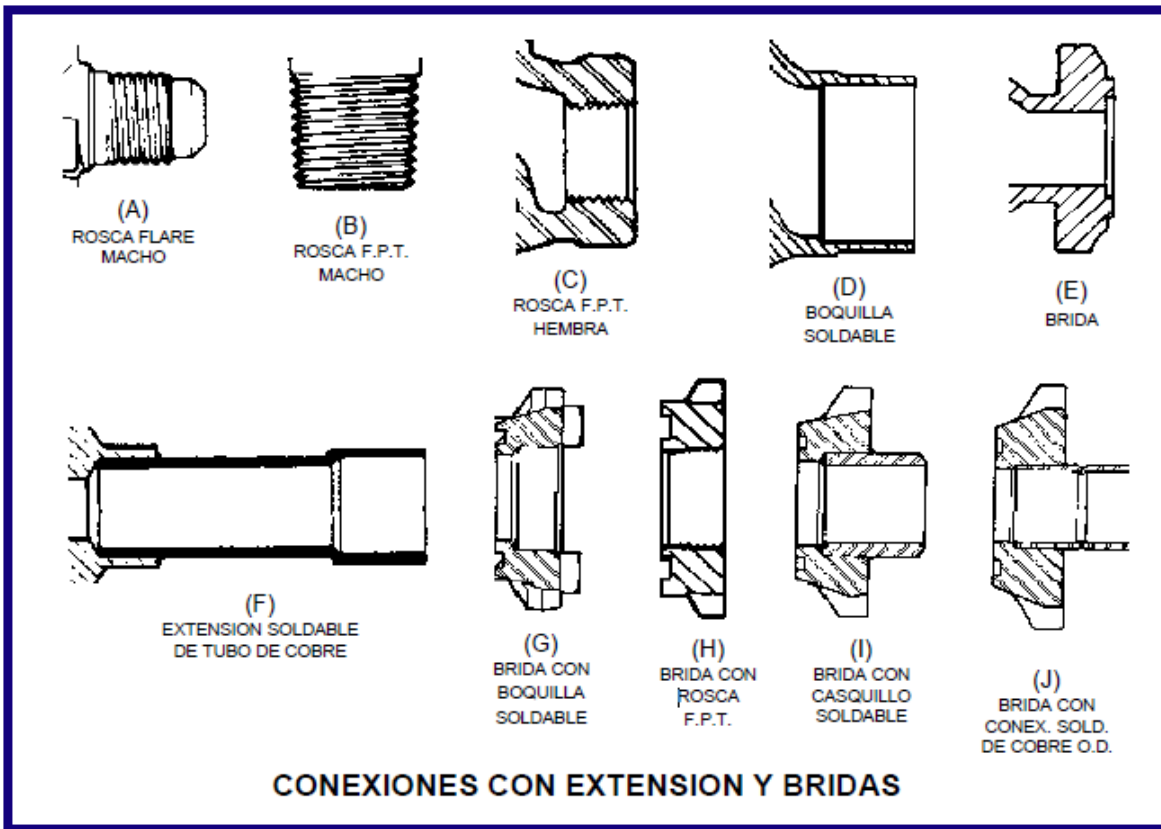


Figura 4.3.3.4 Diferentes tipos de conexiones de válvulas de paso.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 98)

ASIENTOS: Los asientos en las válvulas de paso empacadas, pueden ser sólidos o de piezas múltiples, con asiento sencillo o doble, figura 4.3.3.5. Al asiento de piezas múltiples, se le conoce también como disco giratorio y se compone de varias piezas, con el objeto de que al cerrar la válvula, el disco se alinee solo, sin girar, haciendo el sello sobre el asiento del cuerpo de la válvula.

El asiento sólido se maquina completo al vástago y, generalmente, este tipo de asiento se usa en válvulas pequeñas de hasta una pulgada (25.4 mm). Los materiales que se usan en los asientos para cerrar la válvula, pueden ser acero, plomo (babitt), nylon o teflón. El teflón se ha vuelto más popular gracias a su facilidad para cerrar. En válvulas con asiento de teflón, debe tomarse la precaución de no sobreapretar al cerrarla. El teflón fluye en frío, así que tenga cuidado. Los asientos de las válvulas de paso con diafragma, también son de piezas múltiples (figura 4.3.3.3), y el material sellante, generalmente, es de nylon.

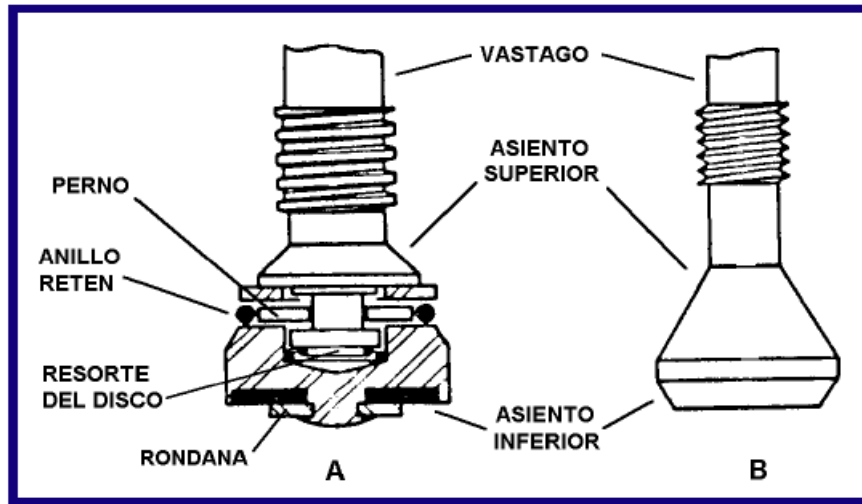


Figura 4.3.3.5 Asientos de válvulas de paso empacadas
(A) de múltiples piezas, (B) vástago sólido.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 98)

INSTALACIÓN: Se recomienda que las válvulas de paso se instalen con la presión debajo del asiento. Esto proporciona una acción limpiadora, que mantiene al asiento libre de partículas extrañas. Las válvulas funcionan mejor en posición normal, con el vástago hacia arriba. Cualquier otra posición del vástago, desde vertical hasta horizontal, es satisfactoria y es un compromiso. Instalar una válvula con el vástago hacia abajo, no es una buena práctica. En esta posición invertida, el bonete actúa como una trampa para el sedimento, lo que puede cortar y dañar el vástago. Dicha posición para una válvula en una línea de líquido sujeta a temperaturas de congelación, es mala, porque el líquido atrapado en el bonete puede congelarse y romperlo.

4. 3. 4 VÁLVULA DE TERMO-EXPANSIÓN

Debido a su capacidad para controlar el refrigerante y a su adaptabilidad a las muchas y variadas aplicaciones del ciclo de refrigeración, la válvula de expansión termostática ha jugado un papel importante en el continuo progreso de la industria de refrigeración y aire acondicionado y su tecnología.

Como muchos otros componentes del sistema, el desarrollo de la válvula de expansión termostática, ha sido un resultado de la evolución técnica. En los primeros días de la refrigeración mecánica, el control del refrigerante se hacía con una válvula de aguja operada manualmente, la cual se sigue utilizando en la actualidad, sobre todo en sistemas de refrigeración con amoníaco. Mientras que este dispositivo proporcionaba alguna medida de control en aplicaciones donde la carga era constante, no respondía a otras condiciones que afectaban la cantidad

de refrigerante que pasa a través de ella, tales como cambios de presión en el líquido causados por variaciones en la presión de descarga del compresor. De conformidad con esto, el uso de la válvula de expansión manual, Figura 4.3.4.1, requiere supervisión constante donde una carga variable podría producir condiciones de falta de refrigerante en el evaporador, o una excesiva alimentación de líquido.

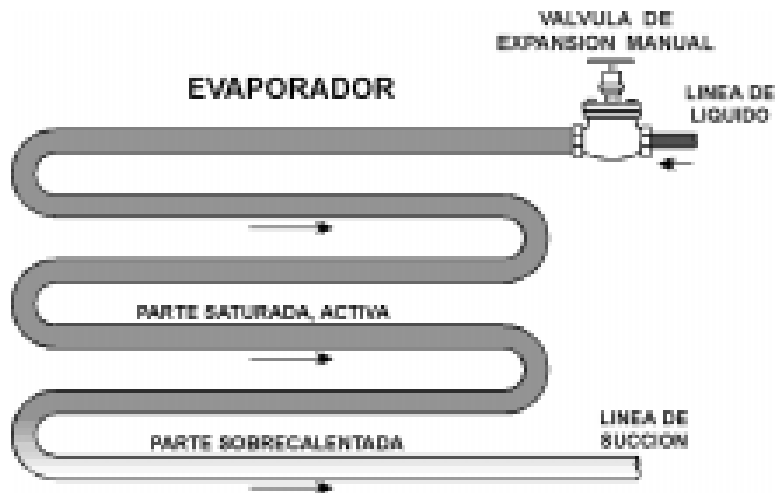


Figura 4.3.4.1 Evaporador con válvula de expansión manual. (Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 54)

El subsecuente desarrollo de un medio para superar esta dificultad, produjo lo que se conoció como la válvula de expansión automática. La descripción más precisa de este dispositivo sería: una válvula de control de la presión constante del evaporador, ya que mantenía una presión constante en la salida, a pesar de los cambios en la presión del líquido a la entrada, la carga u otras condiciones, según se muestra en la Figura 4.3.4.2.

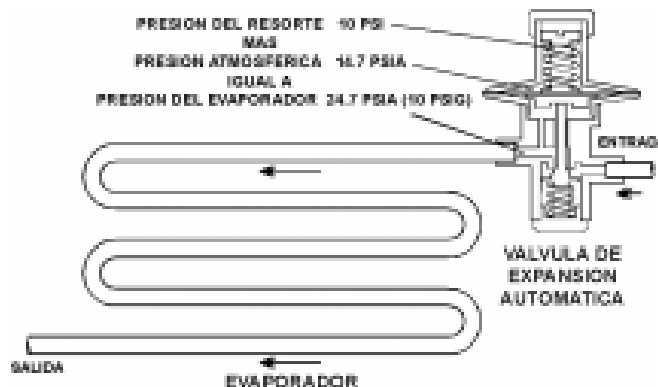


Figura 4.3.4.2 Evaporador con válvula de expansión automática. (Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 54)

La válvula de expansión automática fue un decidido progreso sobre la válvula de expansión manual. Mantenía la temperatura más constante y controlaba mejor la escarcha en la línea del evaporador. También, cerraba la línea de líquido cuando paraba el compresor, y evitaba el flujo excesivo al arrancar el mismo. Sin embargo, este dispositivo también tenía sus desventajas y limitaciones. Tendía a sobrealimentar refrigerante al evaporador cuando la carga térmica era baja, o a no alimentar suficiente cuando la carga térmica era alta. Por lo tanto, la disminución de la temperatura era lenta; ya que no se aprovechaba el área completa del evaporador ni su capacidad, al arrancar el ciclo de refrigeración.

A fines de la década de los 20's, se desarrolló un dispositivo que superaba las limitaciones que tenían los otros dos tipos de válvulas de expansión, la manual y la automática. A este dispositivo se le llamó válvula de expansión termostática. Originalmente, el propósito era que controlara el flujo de refrigerante líquido hacia el evaporador, de tal manera que lo mantuviera todo el tiempo activo; es decir, que el evaporador estuviera todo el tiempo lleno de refrigerante líquido para aprovechar al máximo la extracción de calor latente, aún con las variaciones de la carga térmica, y también, que cuando el compresor parara, se cerrara la válvula.

Obviamente, si el evaporador está todo el tiempo lleno de líquido, no se tendría vapor sobrecalentado y ese líquido estaría regresando al compresor. En la actualidad sabemos que esto no es conveniente, y que a la salida del evaporador, el refrigerante debe de estar en forma de vapor y a una temperatura mayor que la de saturación. Esta es una de las funciones de la válvula de expansión termostática, mantener un sobrecalentamiento constante a la salida del evaporador.

La válvula de expansión termostática o válvula de termoexpansión, es un dispositivo de medición diseñado para regular el flujo de refrigerante líquido hacia el evaporador, en la misma proporción en que el refrigerante líquido dentro del evaporador se va evaporando. Esto lo logra manteniendo un sobrecalentamiento predeterminado a la salida del evaporador (línea de succión), lo que asegura que todo el refrigerante líquido se evapore dentro del evaporador, y que solamente regrese al compresor refrigerante en estado gaseoso. La cantidad de gas refrigerante que sale del evaporador puede regularse, puesto que la termo válvula responde a:

1. La temperatura del gas que sale del evaporador y,
2. La presión del evaporador.

En conclusión, las principales funciones de una válvula de termo expansión son: reducir la presión y la temperatura del líquido refrigerante, alimentar líquido a baja presión hacia el evaporador, según la demanda de la carga, y mantener un sobrecalentamiento constante a la salida del evaporador.

Debido a que en el nombre dado a este dispositivo se incluye la palabra «termo», se tiene la falsa idea de que se utiliza para controlar directamente la temperatura, y muchos técnicos intentan erróneamente controlar la temperatura del refrigerador, moviendo el ajuste de la válvula. El propósito de este capítulo es informar al lector sobre lo más importante relacionado con estos dispositivos: el principio del sobrecalentamiento - que es una de las funciones de la válvula de termo expansión, así como la teoría de operación, selección y aplicación adecuadas de estos dispositivos. Antes de estudiar en detalle las válvulas de termo expansión, es conveniente recordar algunos conceptos de refrigeración que están asociados con su funcionamiento:

LÍNEA DE SUCCIÓN: Es el tramo de tubería que une al evaporador con el compresor y por donde circula el vapor sobrecalentado o «Gas de Succión».

LÍNEA DE LÍQUIDO: Es el tramo de tubería que une al condensador con la VTE, y en el cual circula refrigerante líquido a alta presión.

TEMPERATURA DE SATURACIÓN: Es la temperatura a la que se evapora el refrigerante dentro del evaporador. También se le conoce como temperatura de evaporación; en ese punto, el vapor y el líquido tienen la misma temperatura.

CALOR LATENTE DE EVAPORACIÓN: Es el calor recogido por el refrigerante al pasar de líquido a vapor. No hay aumento en la temperatura.

CALOR SENSIBLE: Es el calor utilizado por el refrigerante para aumentar su temperatura, ya sea que esté en fase líquida o de vapor; es decir, por abajo o arriba de su temperatura de saturación. Cuando está en forma de vapor, este calor le ocasiona el sobrecalentamiento al refrigerante.

EVAPORACIÓN COMPLETA: Es el punto dentro del evaporador en el que el refrigerante líquido se convierte a vapor. Este punto lo determina la cantidad de líquido que entra al evaporador. Después de este punto, el calor que recoge el vapor es calor sensible y es sobrecalentado.

PARTES PRINCIPALES

Las partes principales de una válvula de termo expansión son: el bulbo remoto, el diafragma, las varillas de empuje, el asiento, la aguja, el resorte, la guía del resorte y el vástago de ajuste. La Figura 4.3.4.3, es un dibujo de corte transversal de una VTE típica, mostrando la ubicación de estas partes principales. El vástago de ajuste sirve para variar la presión del resorte. Si se gira en el sentido del reloj, aumenta la tensión del resorte, y por lo tanto, su presión; si se gira en el sentido contrario, disminuye la presión del resorte.

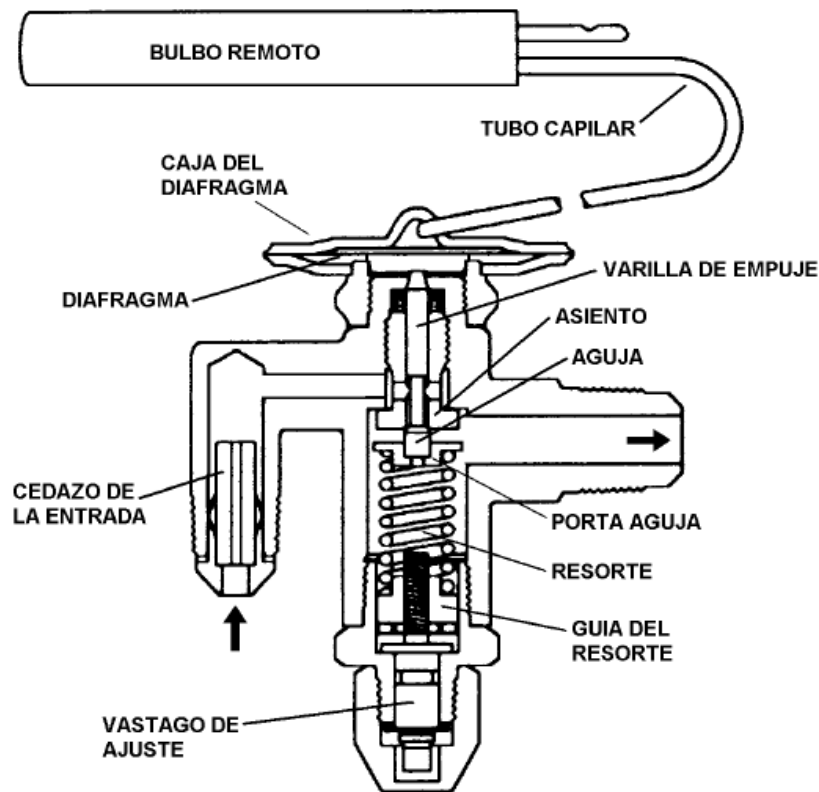


Figura 4.3.4.3 Corte de una válvula de termostato de expansión típica y sus partes principales.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 58)

PRINCIPIOS DE OPERACIÓN:

El bulbo remoto se conecta a la parte superior de la VTE mediante un tubo capilar. El bulbo se ubica en la línea de succión, justo a la salida del evaporador. El bulbo y el capilar contienen un fluido (carga) que puede ser líquido o gaseoso, el cual «siente» la temperatura del gas de succión que pasa por este punto. En esta posición, el bulbo y el fluido dentro de éste, tienen aproximadamente la misma temperatura del gas de succión. Los cambios de temperatura causan que aumente o disminuya la presión del fluido dentro del bulbo. Observando ahora la Figura 4.3.4.3, la presión del bulbo es ejercida sobre la parte superior del diafragma; éste a su vez, transmite ese movimiento a la parte superior del porta aguja mediante las varillas de empuje. Por otro lado, un resorte ejerce una fuerza en la parte inferior de la porta aguja, la cual se opone a la del bulbo.

Una vez en operación, el funcionamiento de la VTE es de la siguiente manera: cuando aumenta la presión del bulbo, el diafragma es empujado hacia abajo, las varillas de empuje «empujan» el porta aguja, vencen la fuerza del resorte y alejan

la aguja del asiento, abriendo de esta manera la válvula y permitiendo el paso de líquido hacia el evaporador. Cuando disminuye la presión del bulbo, la fuerza del resorte es mayor que la del bulbo y empuja el porta aguja acercando la aguja al asiento, con lo cual se cierra la válvula y disminuye el flujo de líquido hacia el evaporador.

Por lo anterior, pudiera deducirse que en la operación de una válvula de termo expansión actúan dos presiones: la del bulbo oponiéndose a la del resorte. En realidad, en la operación de una válvula de termo expansión intervienen tres presiones fundamentales: la presión del bulbo, la presión del resorte y la presión del EVAPORADOR. En la Figura 4.3.4.4, se ilustra cómo actúan estas tres presiones fundamentales. La presión del bulbo actúa en la parte superior del diafragma y tiende a abrir la válvula, la presión del resorte y la del evaporador actúan en la parte inferior del diafragma y tienden a cerrar la válvula. Para que haya un equilibrio entre estas tres presiones, la presión del bulbo debe ser igual a la suma de las presiones del evaporador y del resorte.

Como se mencionó arriba, la carga del bulbo está a la misma temperatura que el gas de succión, y si el gas de succión está sobrecalentado, entonces la temperatura de la carga es mayor que la de saturación; es decir, la temperatura de la carga del bulbo es la suma de la temperatura de saturación más la del sobrecalentamiento. De esta manera, la presión del bulbo (P_1) es mayor que la del evaporador (P_2). Si el sobrecalentamiento es lo suficientemente alto, la presión del bulbo superará a la del resorte (P_3) y abrirá la válvula.

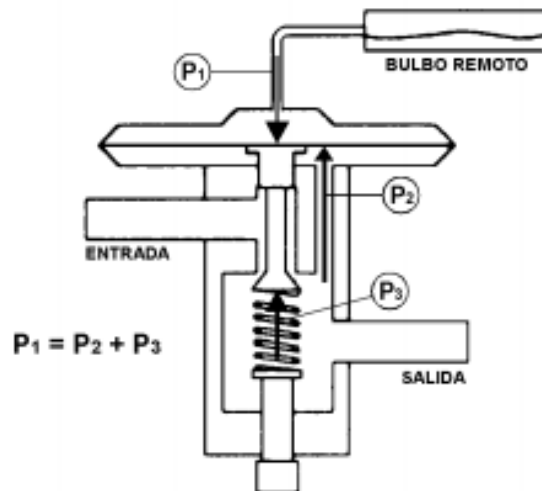


Figura 4.3.4.4 Las tres presiones fundamentales de una válvula de termo expansión.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 59)

Aquí podemos ver que la presión de saturación aparece tanto sobre el diafragma (en la presión del bulbo), como debajo de éste (presión del evaporador). Y, puesto que estas presiones se oponen una contra otra y son equivalentes, se cancelan. Por lo tanto, es evidente que los dos factores que actúan para regular la válvula de termo expansión, son la presión del resorte y el sobrecalentamiento.

Estos dos factores que se oponen, mantienen un delicado balance de presiones en ambos lados del diafragma, permitiendo que la válvula opere con cargas ligeras, al igual que con cargas pesadas en el evaporador. En la práctica, la válvula de termo expansión es, en efecto, un regulador del sobrecalentamiento.

Es muy frecuente oír decir a los técnicos «abrí» o «cerré» la válvula de expansión, refiriéndose a que movieron el vástago de ajuste. Como ya se mencionó, al girar el vástago en el sentido del reloj aumenta la presión del resorte, venciendo a la del bulbo y la válvula tiende a cerrar; por lo que se requiere más sobrecalentamiento para aumentar la presión del bulbo y contrarrestar la del resorte, para que de ésta manera abra la válvula. Inversamente, cuando se gira el vástago en el sentido contrario del reloj, disminuye la presión del resorte, siendo superada por la del bulbo y la válvula tiende a abrir, y para que cierre, se requiere que disminuya el sobrecalentamiento.

Cuando aumenta la carga térmica en el evaporador, el refrigerante alimentado por la válvula no es suficiente y se sobrecalienta, esto aumenta la presión del bulbo y hace que la válvula abra más, permitiendo que pase más líquido. Por el contrario, si la carga térmica en el evaporador disminuye, el refrigerante que está alimentando la válvula no se alcanza a evaporar y disminuye su sobrecalentamiento; esto hace que reduzca la presión del bulbo, se cierre la válvula y se reduzca el flujo de líquido. Es importante mencionar que al variar la carga térmica del evaporador, también varía la presión dentro del mismo. Si aumenta la carga, disminuye la presión, y si disminuye la carga, se reduce la presión.

4. 3. 5 VÁLVULA SOLENOIDE

En la mayoría de las aplicaciones de refrigeración es necesario abrir o detener el flujo, en un circuito de refrigerante, para poder controlar automáticamente el flujo de fluidos en el sistema. Para este propósito, generalmente se utiliza una válvula de solenoide operada eléctricamente. Su función básica es la misma que una válvula de paso operada manualmente; pero, siendo accionada eléctricamente, se puede instalar en lugares remotos y puede ser controlada convenientemente por interruptores eléctricos simples. Las válvulas de solenoide pueden ser operadas por interruptores termostáticos, de flotador, de baja presión, de alta presión, por reloj, o cualquier otro dispositivo que abra o cierre un circuito eléctrico, siendo el

interruptor termostático el dispositivo más común utilizado en sistemas de refrigeración

La válvula de solenoide es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada. A diferencia de las válvulas motorizadas, las cuales son diseñadas para operar en posición moduladora, la válvula de solenoide no regula el flujo aunque puede estar siempre completamente abierta o completamente cerrada. La válvula de solenoide puede usarse para controlar el flujo de muchos fluidos diferentes, dándole la debida consideración a las presiones y temperaturas involucradas, la viscosidad del fluido y la adaptabilidad de los materiales usados en la construcción de la válvula.

La válvula de solenoide es una válvula que se cierra por gravedad, por presión o por la acción de un resorte; y es abierta por el movimiento de un émbolo operado por la acción magnética de una bobina energizada eléctricamente, o viceversa.

Una válvula de solenoide consiste de dos partes accionantes distintas, pero integrales: un solenoide (bobina eléctrica) y el cuerpo de la válvula.

Un electroimán es un imán en el cual las líneas de fuerza son producidas por una corriente eléctrica. Este tipo de imanes es importante para el diseño de controles automáticos, porque el campo magnético puede ser creado o eliminado al activar o desactivar una corriente eléctrica.

El término "solenoide" no se refiere a la válvula misma, sino a la bobina montada sobre la válvula, con frecuencia llamada "el operador". La palabra "solenoide" se deriva de las palabras griegas "solen", que significa canal, y "oide" que significa forma. La bobina proporciona un canal, en el cual se crea una fuerte fuerza magnética al energizar la bobina.

El solenoide es una forma simple de electroimán que consiste de una bobina de alambre de cobre aislado, o de otro conductor apropiado, el cual está enrollado en espiral alrededor de la superficie de un cuerpo cilíndrico, generalmente de sección transversal circular (carrete). Cuando se envía corriente eléctrica a través de estos devanados, actúan como electroimán, tal como se ilustra en la Figura 4.3.5.1. El campo magnético que se crea, es la fuerza motriz para abrir la válvula. Este campo atrae materiales magnéticos, tales como el hierro y muchas de sus aleaciones. Dentro del núcleo va un émbolo móvil de acero magnético, el cual es jalado hacia el centro al ser energizada la bobina.

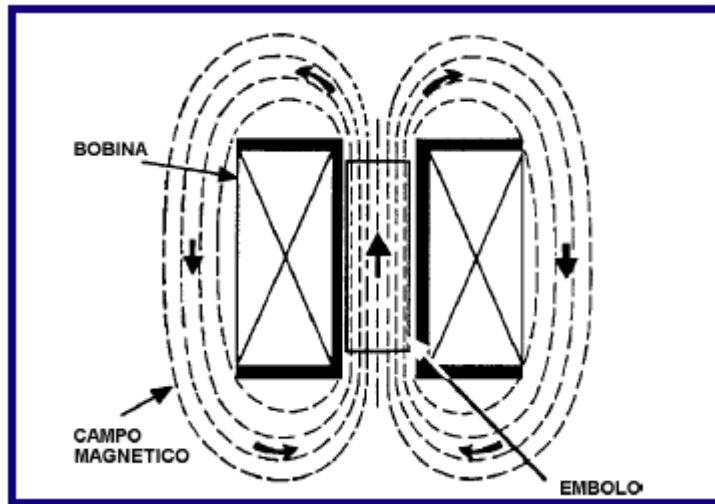


Figura 4.3.5.1 Solenoide energizado
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 82)

El cuerpo de la válvula contiene un orificio (puerto), a través del cual fluye el líquido cuando está abierta. La aguja o vástago que abre y cierra el puerto de la válvula, se une directamente a la parte baja del émbolo, en el otro extremo. El vástago o aguja tiene una superficie sellante (asiento). De esta forma, se puede abrir o detener el flujo al energizar o desenergizar la bobina solenoide. Este principio magnético, constituye la base para el diseño de todas las válvulas solenoide.

PRINCIPIOS DE OPERACIÓN

En la Figura 4.3.5.2 pueden apreciarse las partes principales ya integradas de una válvula de solenoide típica. La aguja de la válvula está unida mecánicamente a la parte inferior del émbolo. En esta válvula en particular, cuando se energiza la bobina, el émbolo es levantado hacia el centro de la bobina, levantando la aguja del orificio donde está sentada, permitiendo así el flujo. Cuando se desenergiza la bobina, el peso del émbolo hace que caiga por gravedad y cierre el orificio, deteniendo el flujo. En algunos tipos de válvulas, un resorte empuja el émbolo para que cierre la válvula; esto permite que la válvula pueda instalarse en otras posiciones diferentes a la vertical.

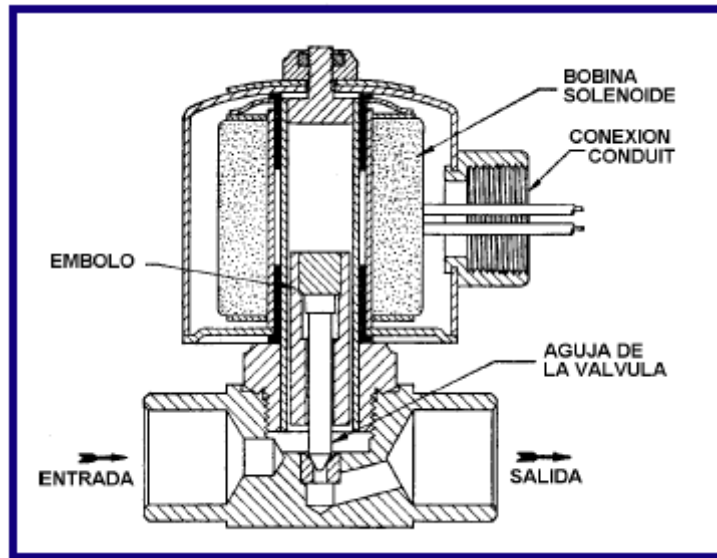


Figura 4.3.5.2 Válvula solenoide típica de acción directa normalmente cerrada de dos vías. (Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 83)

TIPOS DE VÁLVULAS DE SOLENOIDE

Existe una amplia variedad de tipos de válvulas solenoide, los cuales se pueden dividir de acuerdo a su aplicación, su construcción y su forma. Entre los fabricantes de válvulas no existe un consenso para diferenciar los tipos por orden de importancia. Aunque recientemente, la práctica más generalizada es dividirlos primeramente, de acuerdo a su aplicación; es decir, a la capacidad del sistema donde va a ser instalada la válvula. Con base en esto, las válvulas solenoide pueden dividirse de manera general, en dos tipos: 1) De acción directa, y 2) Operadas por piloto.

También por su construcción, las válvulas solenoide pueden ser: 1) Normalmente cerradas, 2) Normalmente abiertas y 3) De acción múltiple. Por su forma, hay tres tipos de válvulas solenoide de uso común: 1) de dos vías, 2) de tres vías y 3) de cuatro vías o reversibles.

Puede haber válvulas solenoide con combinaciones de los tipos mencionados arriba. Por ejemplo, hay válvulas operadas por piloto normalmente abiertas y también normalmente cerradas. La válvula que se muestra en la figura 4.3.5.2, es una válvula de acción directa, de dos vías, normalmente cerrada.

SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE SOLENOIDE

La selección de una válvula de solenoide para una aplicación de control en particular, requiere la siguiente información:

1. Fluido a controlar (refrigerante).
2. Servicio (líquido, gas de descarga o gas de succión).
3. Capacidad del equipo (en T.R.).
4. Caída de presión permisible. Esto se refiere a que la caída de presión a través de la válvula, esté dentro del rango del MOPD al cual se requiere que abra (las normalmente cerradas) o cierre (las normalmente abiertas).
5. Temperatura del evaporador.
6. Conexión (tamaño y estilo).
7. Características eléctricas (voltaje y hertz).
8. Opciones (presión segura de trabajo SWP, angular o recta, normalmente cerrada o abierta, con o sin vástago manual, etc.).

Las capacidades de las válvulas de solenoide para un servicio normal con refrigerante líquido o gas de succión, están dadas en toneladas de refrigeración a alguna caída de presión nominal y condiciones normales. El catálogo del fabricante proporciona tablas de capacidad extendida, que cubren casi todas las condiciones de operación para los refrigerantes comunes. Se deberán seguir las recomendaciones de selección del fabricante. No seleccione una válvula basándose en el diámetro de la línea, siempre deberá basarse en la capacidad del flujo requerida. Para su operación, las válvulas operadas por piloto requieren una caída de presión mínima entre la entrada y la salida de la válvula, la cual deberá mantenerse todo el tiempo durante la operación. Seleccionar una válvula de mayor tamaño, hará que la operación sea errática, ya sea al abrir o hasta una falla total. Seleccionar una válvula de menor tamaño, dará como resultado una caída de presión excesiva.

La válvula de solenoide seleccionada, deberá tener una clasificación de Diferencial Máximo de Presión de Apertura (MOPD), igual o mayor, que el diferencial máximo posible contra el cual debe abrir la válvula. El MOPD toma en consideración ambas presiones, la de entrada y la de salida de la válvula. Si una válvula tiene una presión a la entrada de 500 psi (35 kg/cm²) y una presión de salida de 250 psi (17.6 kg/cm²), y su clasificación de MOPD es de 300 psi (21 kg/cm²), ésta sí operará, puesto que la diferencia (500 - 250) es menor de 300. Si la diferencia de presión es mayor que el MOPD, la válvula no abrirá.

Para una operación apropiada y segura, también es importante la consideración de la presión de trabajo seguro (SWP) requerida. No deberá usarse una válvula de solenoide en una aplicación donde la presión es mayor que la SWP.

De acuerdo a normas de los Underwriters' Laboratories (UL), la presión de trabajo seguro (SWP) para las válvulas de solenoide, es de 500 psig (35.5 Bar), y la presión de ruptura es cinco veces la presión de trabajo, es decir, 2,500 psig (163.15 Bar).

Las válvulas de solenoide se diseñan para tipos de líquido y aplicaciones específicas, de tal manera que los materiales de construcción sean compatibles con dichos líquidos y sus aplicaciones. En válvulas de solenoide para uso en amoníaco, se emplean metales ferrosos o acero y aluminio. Para servicio en altas temperaturas o temperaturas extremadamente bajas, se pueden utilizar materiales especiales o sintéticos para el asiento. Para líquidos corrosivos se requieren materiales especiales.

Las características eléctricas también requieren de una atención especial. Para asegurar la selección adecuada, es necesario especificar el voltaje y la frecuencia requeridos.

Las válvulas de solenoide deben usarse con las características de corriente correctas, para las cuales fueron diseñadas. Un sobrevoltaje momentáneo normalmente no es dañino, pero un sobrevoltaje constante de más del 10%, en condiciones desfavorables, puede causar una quemadura de la bobina solenoide. Una baja de voltaje es dañina para las válvulas operadas con corriente alterna, si causan la reducción suficiente en la fuerza de operación, como para evitar que la válvula abra cuando la bobina esté energizada. Esta condición puede causar la quemadura de una bobina de corriente alterna.

A fin de evitar una falla en la válvula por el bajo voltaje, la bobina solenoide no deberá ser energizada por los mismos contactos o en el mismo instante, en que una carga de motor pesado, sea conectada a la línea de abastecimiento eléctrico. La bobina solenoide puede ser energizada antes o después que el motor.

Las válvulas para servicio en Corriente Directa (CD), con frecuencia son de construcción interna diferente que las válvulas para aplicación en la Corriente Alterna (CA); por lo tanto, es importante estudiar cuidadosamente la información del catálogo del fabricante.

INSTALACIÓN

Las válvulas de solenoide convencionales, están hechas para instalarse con la bobina en la parte superior y en líneas horizontales solamente. Algunas válvulas de solenoide se hacen para instalarse en líneas verticales o en cualquier posición; estas válvulas generalmente están cargadas con un resorte. Debe respetarse el sentido del flujo indicado por una flecha en el cuerpo de la válvula. También, debe instalarse un filtro adecuado antes de cada válvula de solenoide, para evitar que le lleguen partículas o materias extrañas.

Al instalar una válvula de solenoide con conexiones soldables, no aplique demasiado calor y dirija la flama lejos del cuerpo de la válvula. Permita que se enfríe antes de ensamblar las partes internas, para asegurarse que con el calor no se dañen el material del asiento y los empaques. Durante el proceso de soldadura, se recomienda el uso de trapos o estopas mojadas. Son necesarios para mantener la válvula fría, y para que el cuerpo de la válvula no se deforme. Al ensamblar de nuevo la válvula, asegúrese de no sobreapretar las tuercas.

4. 4 REFRIGERANTE R410A

HISTORIA DE LOS REFRIGERANTES

La práctica de la refrigeración, probablemente ha existido desde la época de las cavernas. Con frecuencia, en la historia se menciona el uso de hielo y nieve naturales para fines de enfriamiento. Los chinos, y después los romanos, los usaban para enfriar sus bebidas. En algunos lugares donde sólo tienen hielo en el invierno, lo almacenaban en fosos para usarlo en el verano. En lugares desérticos donde no disponían de hielo o nieve en ninguna época del año, como en Egipto, se utilizaba la evaporación del agua para el enfriamiento de bebidas, y hasta algunos dispositivos ingeniosos para hacer la estancia más confortable.

El agua fue el primer refrigerante, con una larga historia de uso, continuando hasta nuestra época. Con el paso del tiempo, se han hecho mejoras en cuanto a su manejo y almacenamiento, pero aún se utiliza el hielo natural por todo el mundo. El uso histórico y fundamental del hielo, ha sido reconocido en una unidad de refrigeración: la tonelada de refrigeración, la cual se define como la cantidad de calor que se requiere para fundir dos mil libras de hielo en 24 hrs.

En refrigeración se dio un gran paso adelante, allá por el año 1600, cuando se descubrió que una mezcla de hielo con sal, producía temperaturas más bajas que el hielo solo. En cierta manera, ésta fue la primera mejora sobre la naturaleza en el campo de la refrigeración.

Por muchos años (desde 1876), al amoníaco se le han encontrado excelentes propiedades como refrigerante, y desde entonces, ha sido el refrigerante más utilizado comúnmente. Aún en la actualidad, ha demostrado ser satisfactorio, sobre todo en refrigeración industrial en grandes plantas.

En las décadas siguientes, la atención fue orientada hacia el mejoramiento del diseño mecánico y la operación de los equipos. A principios del siglo XX, se desarrollaron las unidades domésticas y los refrigerantes en uso en ese tiempo, padecían de una o más propiedades riesgosas. Algunos eran tóxicos, otros

inflamables, y otros más operaban a muy altas presiones; por lo que para estos equipos más pequeños, los ingenieros se enfocaron al refrigerante de más baja presión de operación: el bióxido de azufre. Este refrigerante tiene algunas fallas serias, como la formación de ácido sulfuroso cuando se combina con el agua; es muy corrosivo y ataca las partes del sistema. Adicional a esto, cuando se fuga aún en pequeñísimas cantidades, causa tos violenta y ahogamiento. Estas cualidades indeseables, obligaron a los fabricantes a hacer las unidades menos propensas a fugas y a tener precaución de secarlas, logrando reducir los requerimientos de servicio hasta un punto, donde las desventajas del refrigerante no eran tan grandes. Literalmente, se construyeron millones de esas unidades que utilizaban bióxido de azufre, las cuales operaban satisfactoriamente.

En la Figura 4.4.1-A, se muestra la fórmula estructural de la molécula de tetracloruro de carbono, usada para fabricar algunos de los refrigerantes halogenados. Comparándola con la molécula de metano en la Figura 4.4.1-B, se ve que las dos son similares, excepto que el metano tiene 4 átomos de hidrógeno y el tetracloruro tiene 4 átomos de cloro. Reemplazando un átomo de cloro por un átomo de flúor, se tiene otro compuesto más estable llamado tricloromonofluorometano o R-11, como se muestra en la Figura 4.4.1-C. Si se reemplazan dos átomos de cloro por dos de flúor, se obtiene el diclorodifluorometano o R-12, como se muestra en la Figura 4.4.1-D.

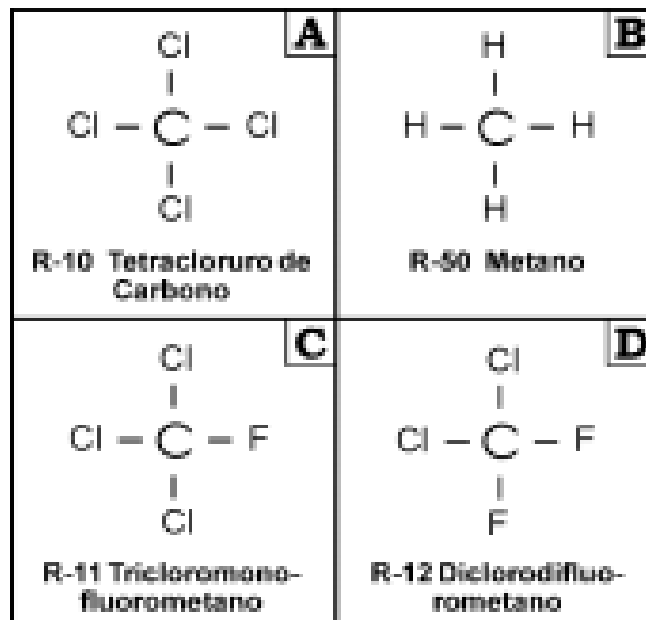


Figura 4.4.1 Fórmulas estructurales del R10, R-50, R11 y R-12.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 137)

DESCRIPCIÓN

De manera general, un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Los refrigerantes son los fluidos vitales en cualquier sistema de refrigeración mecánica. Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, va a tener una aplicación útil comercialmente.

Existe un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables; sin embargo, sólo unos cuantos son utilizados en la actualidad. Algunos se utilizaron mucho en el pasado, pero se eliminaron al incursionar otros con ciertas ventajas y características que los hacen más apropiados. Recientemente, se decidió discontinuar algunos de esos refrigerantes antes del año 2000, tales como el R-11, R-12, R-113, R-115, etc., debido al deterioro que causan a la capa de ozono en la estratósfera. En su lugar, se van a utilizar otros refrigerantes como el R-123, el R-134a y algunas mezclas ternarias. Los grandes fabricantes de refrigerantes, siguen trabajando en el desarrollo de nuevos productos.

Se agrega la información general por la empresa "DUPONT", fabricante del refrigerante R-410A, que es el utilizado en la actualidad por las marcas más reconocidas de equipos de aire acondicionado a nivel nacional e internacional en el ANEXO B.

CÓDIGO DE COLORES PARA LOS CILINDROS DE REFRIGERANTES

Los contenedores utilizados para el manejo de refrigerantes ya sea a granel, en tambores, latas o cilindros retornables o desechables, se codifican con algún color. Hace algunas décadas no había unificación de colores por parte de los fabricantes de refrigerantes. Posteriormente, se estandarizó un código de colores adoptado mundialmente por los fabricantes, aunque no era un método oficialmente reconocido para identificar el contenido del cilindro, como sucedía con otros gases industriales, tales como el nitrógeno, el acetileno, el oxígeno, etc.

En años recientes, con el surgimiento de una gran cantidad de nuevos refrigerantes para reemplazar a los CFC's y algunos HCFC's, la codificación de colores no se hace arbitrariamente. La mayoría de los fabricantes se apegan a los lineamientos establecidos por el ARI (Air Conditioning and Refrigeration Institute), para la asignación de colores a los contenedores de refrigerantes.

Esta codificación, permite a los técnicos y contratistas identificar rápida y fácilmente el refrigerante, por el color del contenedor, evitando mezclar accidentalmente diferentes refrigerantes en un sistema. Pero siempre se debe leer la etiqueta e identificar el contenido, antes de utilizarlo. A continuación, en la Tabla 4.4.2, se muestra una lista de los refrigerantes más populares que incluye algunos que ya están descontinuados, y también algunos de los nuevos.

Tabla 4.4.2 Código de colores para los contenedores de algunos refrigerantes comunes.
(Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 163)

REFRIG. N°	COLOR	PMS *
R-11	NARANJA	021
R-12	BLANCO	---
R-13	AZUL CLARO / BANDA AZUL OSCURO	2975
R-22	VERDE	352
R-123	GRIS CLARO (PLATA)	428
R-134a	AZUL CLARO (CELESTE)	2975
R-401A (MP-39)	ROJO-ROSADO (CORAL)	177
R-401B (MP-66)	AMARILLO-CAFE (MOSTAZA)	124
R-402A (HP-80)	CAFE CLARO (ARENA)	461
R-402B (HP-81)	VERDE ACEITUNA	385
R-404A (HP-62)	NARANJA	021
R-407C (AC-9000)	GRIS	---
R-500	AMARILLO	109
R-502	MORADO CLARO (ORQUIDEA)	251
R-503	AZUL-VERDE (ACQUA)	3268
R-507 (AZ-50)	MARRON	167
R-717	PLATA	877

* Sistema comparativo PANTONE.

Tabla 4.4.3 Guía de aplicaciones de algunos refrigerantes sustitutos que están disponibles comercialmente. (Manual Técnico VALYCONTROL, pag. 163)

REFRIG. ANTERIOR	REFRIGERANTE SUSTITUTO				LUBRICANTE	APLICACION TÍPICA	REEMPLAZO						
	NO. DE ASHRAE	NOMBRE COMERCIAL	FABRICANTE	TIPO			INTERINO	LARGO PLAZO					
R-11	R-123	Suva Centri-LP	DuPont	Compuesto Puro	Aquil Benceno o Aceite Mineral	*Enfriadores de Agua con Compresores Centrifugos.		X					
		Genetrón 123	Quimobásicos										
		Forane-123	Elf Atochem										
R-12	R-134a	Suva Cold MP	DuPont	Compuesto Puro	Poliol Ester	*Equipos Nuevos y Reacondicionamientos. *Refrigeración Doméstica y Comercial (Temp. de Evaporación arriba de -7 °C). *Aire Acond. Residencial y Comercial.		X					
		Genetrón 134a	Quimobásicos										
		Forane 134a	Elf Atochem										
		Klea 134a	ICI										
	R-401A	Suva MP39	DuPont	Mezclas Zeotrópicas (Blends)	Aquil Benceno	*Reacondicionamientos en Refrigeración Comercial (arriba de -23 °C).	X						
		Genetrón MP39	Quimobásicos										
	R-401B	Suva MP66	DuPont						Mezclas Zeotrópicas (Blends)	Aquil Benceno	*Reacondicionamientos en Refrigeración Comercial (abajo de -23 °C). *Transportes Refrigerados.	X	
		Genetrón MP66	Quimobásicos										
	R-409A	Genetrón 409A	Quimobásicos						Mezclas Zeotrópicas (Blends)	Aquil Benceno	*Reacondicionamientos.	X	
		FX-66	Elf Atochem										
R-13	Sin	Suva 95	DuPont						Mezcla Azeot.	Poliol Ester	*Muy Baja Temperatura.		X
R-22	R-410A	Genetrón AZ-20	Quimobásicos						Mezclas Azeotrópicas	Poliol Ester	*Sistemas Unitarios de Aire Acondicionado.		X
	R-410B	Suva 9100	DuPont						Mezclas Azeotrópicas	Poliol Ester			X
	R-407C	Suva 9000	DuPont						Mezcla Zeotrópica (Blend)	Poliol Ester	*Aire Acondicionado Residencial y Comercial. *Bombas de Calor. (Equipos Nuevos y Reacondicionamientos).		X
		Genetrón 407C	Quimobásicos										
	Klea 66	ICI											
R-507	Genetrón AZ-50	Quimobásicos	Azeótropo	Poliol Ester	*Refrigeración Comercial (Temp. Media y Baja).		X						
R-502	R-402A	Suva HP80	DuPont	Mezclas Zeotrópicas (Blends)	Aquil Benceno	*Refrigeración Comercial (Temp. Media y Baja). (Principalmente en Reacondicionamientos).	X						
		Genetrón HP80	Quimobásicos										
	R-402B	Suva HP81	DuPont		Aquil Benceno	*Máquinas de Hielo y Otros Equipos Compactos.	X						
	R-404A	Suva HP-62	DuPont		Mezclas Zeotrópicas (Blends)	Poliol Ester	*Refrigeración Comercial (Temp. Media y Baja). (Equipos Nuevos y Reacondicionamientos).		X				
		Genetrón 404A	Quimobásicos										
	FX-70	Elf Atochem											
	R-407A	Klea 60	ICI		Poliol Ester			X					
R-408A	FX-10	Elf Atochem	Aquil Benceno			X							
R-507	Genetrón AZ-50	Quimobásicos	Azeótropo	Poliol Ester			X						
R-503	Sin	Suva 95	DuPont	Mezcla Azeot.	Poliol Ester	*Muy Baja Temperatura.		X					

4. 5 AISLAMIENTO

Los materiales de aislamiento pueden tanto combatir como generar problemas en interiores de edificios (IAQ). Sobre todo con los materiales que se aplican a las tuberías de refrigeración y agua helada, donde la función del aislamiento va más allá de evitar la ganancia de calor. También debe resistir la condensación y penetración de humedad. Ello rige igualmente para los sistemas de tratamiento de aire donde el aislamiento no sólo debe resistir la humedad, sino también garantizar que el aire que pasa por el aislamiento se mantenga sin polvo ni fibra.

La humedad proveniente de la condensación es un problema en cualquier sistema frío o de tratamiento de aire. Puede a largo plazo causar fallas en el sistema, reparaciones, desperdicio de energía, moho e incluso el cierre del inmueble. No cualquier aislamiento está diseñado para estas aplicaciones. Sólo un material con

células cerradas como la espuma elastomérica está diseñado para prevenir estos problemas.

La humedad puede invadir un sistema de agua helada de diversas formas:

1. Si el sistema no cuenta con suficiente aislamiento. Ello hará que el vapor de agua se condense en la superficie de la tubería debido a que la temperatura desciende por debajo del punto de rocío o de saturación.
2. Si un aislamiento está sellado incorrectamente.
3. Si la barrera de vapor de un aislamiento de células abiertas se daña o perfora, lo cual permitirá que la humedad penetre y se propague por todo el sistema.

La principal consecuencia de la penetración de la humedad, además de la pérdida de rendimiento térmico y desperdicio de energía, es que tanto el aislamiento como las tuberías pueden convertirse en cultivo para las esporas de moho.

El moho puede desarrollarse imperceptiblemente detrás de los muros y en las cámaras debido a tuberías o aislamientos húmedos. Las esporas se propagan fácilmente, y mucho más si están presentes en los sistemas de tratamiento de aire. Las contaminaciones han provocado el cierre de escuelas y edificios en todo EE.UU. y han significado costosos litigios para muchos en la industria de la construcción.

El aislamiento con estructura celular cerrada es la mejor prevención.

Desde el punto de vista histórico, evitar el problema de la condensación en el campo del frío fue el principal reto que debía superar un aislamiento térmico. Por esto, el objetivo de cualquier especificador en instalaciones de refrigeración y climatización que funcionan con temperaturas de fluido inferiores a la del rocío del ambiente es conseguir que la superficie del aislamiento permanezca seca. En instalaciones que no están aisladas correctamente, las gotas de agua de la condensación perturbarían sensiblemente el funcionamiento, causando daños importantes.

La condensación es un fenómeno físico que se produce en una superficie con temperatura inferior a la del rocío del ambiente.

El aire caliente puede contener mayor cantidad de vapor de agua que el aire frío. Al enfriarlo se produce un aumento de la humedad relativa que puede llegar al 100%. La temperatura a la cual se alcanza esta saturación se llama "punto de rocío".

A temperatura inferior a la del punto de rocío, el vapor de agua condensa en forma de gotas o escarcha.

Si el espesor del aislamiento es muy pequeño, se seguirá formando escarcha si la temperatura superficial es inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o gotas de rocío si esta temperatura está entre $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la temperatura de rocío. Con el espesor adecuado se obtiene una temperatura superficial superior a la de rocío y no se produce condensación.

Un buen aislamiento térmico puede conseguir de forma continua y permanentemente, que la temperatura superficial se mantenga por encima de la de rocío del ambiente, con lo que se evita la condensación, por lo que el aislamiento térmico debe reunir los requisitos adecuados de acuerdo con la característica técnica del material y su comportamiento en la práctica.

SELECCIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

Los factores más importantes que intervienen para la selección del correcto espesor del aislamiento térmico, son los siguientes:

1. La temperatura ambiente θ_a
2. La humedad relativa HR.
3. La temperatura de la instalación θ_i .
4. El coeficiente de conductividad térmica λ
5. El coeficiente superficial de transmisión de calor h.

LA TEMPERATURA AMBIENTE θ_a

Es un dato que puede obtenerse en varias fuentes. Por ejemplo, los laboratorios meteorológicos disponen de valores de las localidades más importantes. En la norma UNE 100-01: climatización, condiciones climáticas para proyectos, aparece un resumen de estos valores.

Para asegurarse que el valor de cálculo garantiza la prevención de condensación, el especificador deberá escoger los valores máximos para la temperatura ambiente.

LA HUMEDAD RELATIVA HR

Las mismas fuentes anteriormente citadas proveen de datos sobre la humedad relativa, si bien hemos de tener en cuenta que, a menudo, la instalación está en sala de máquinas, sótanos y zonas poco ventiladas, por lo que escogeremos la humedad relativa más alta de entre las posibles para la temperatura ambiente antes elegida.

LA TEMPERATURA DE LA INSTALACIÓN θ_i .

Este valor suele ser conocido por el especificador que para cada instalación dispone de datos suministrados por el fabricante del equipo sobre temperaturas de inyección y retorno.

Algunas temperaturas interiores de referencia más usuales son:

- Agua fría sanitaria de 12-15 °C
- Agua de retorno en la climatización 10-12 °C
- Agua de inyección en la climatización 4-6 °C
- Frío comercial (línea blanca) hasta -24 °C

EL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA λ

Este valor también aparece entre los datos técnicos del fabricante, si bien convendría hacer algunas puntualizaciones, dado que está influenciado por diversos factores.

El coeficiente de conductividad aumenta con la temperatura, por lo que en un cálculo correcto hemos de usar el valor para una temperatura media entre la interior y la ambiente.

Este coeficiente aumenta considerablemente si el aislamiento se humedece, lo que ocurre cuando no se dispone de una efectiva barrera de vapor. Así pues, no solo hemos de considerar los valores de coeficiente de conductividad, sino que debemos tener muy en cuenta el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua. Cuanto mayor es este valor, menor es el riesgo de que el vapor de agua penetre en el aislamiento, humedeciendo la instalación y causando daño en las tuberías, además de disminuir sensiblemente el comportamiento térmico del material aislante.

4. 6 SOPORTERÍA EXTERIOR E INTERIOR

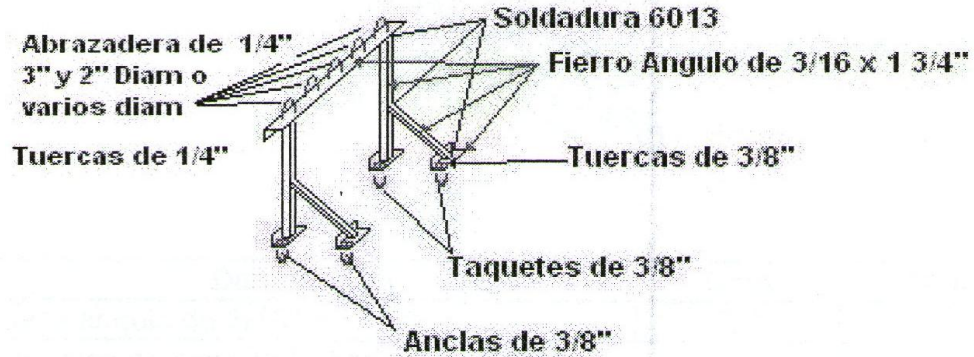
SOPORTERIA EXTERIOR

La soportería exterior es necesaria para absorber vibraciones, posicionar, nivelar y conducir las tuberías de agua helada, (suministro y retorno) o refrigeración (líquido y succión) de manera horizontal en losa o vertical por muros y cubos de instalaciones, ver Figuras 4.6.1.1 y 4.6.1.2.

Se debe tener cuidado de no dañar el acabado de la azotea (principalmente el impermeabilizante) al instalar la soportería, ya que se pueden provocar

infiltraciones de agua, ya sea en ejecuciones de mantenimiento o tiempo de lluvias.

Se deberán sellar perfectamente los huecos de pasos para tuberías, que se hagan en la losa, además de contar con un botaguas de lámina galvanizada calibre 24 fabricada en campo.



No	Descripcion	Cant	Unid
1	Fierro Angulo de 3/16" x 1 3/4"	5.2	Mt
2	Taquete tipo Hilty de 3/8"	4	Pzas
3	Anclas de 3/8"	4	Pzas
4	Soldadura 6013	0.009	Kg
5	Tuercas de 3/8"	4	Pzas
6	Roldanas de 3/8"	4	Pzas
7	Pintura esmalte negro	0.4	Lts
8	Abrazaderas tipo U de 1/4" de 3 " Diam	3	Pzas
9	Abrazaderas tipo U de 1/4" de 2" Diam	2	Pzas
10	Tuercas hexagonales de 1/4"	20	Pzas

Figura 4.6.1.1 Soportería para tubería eléctrica en azotea.
(Detalle de dominio general)

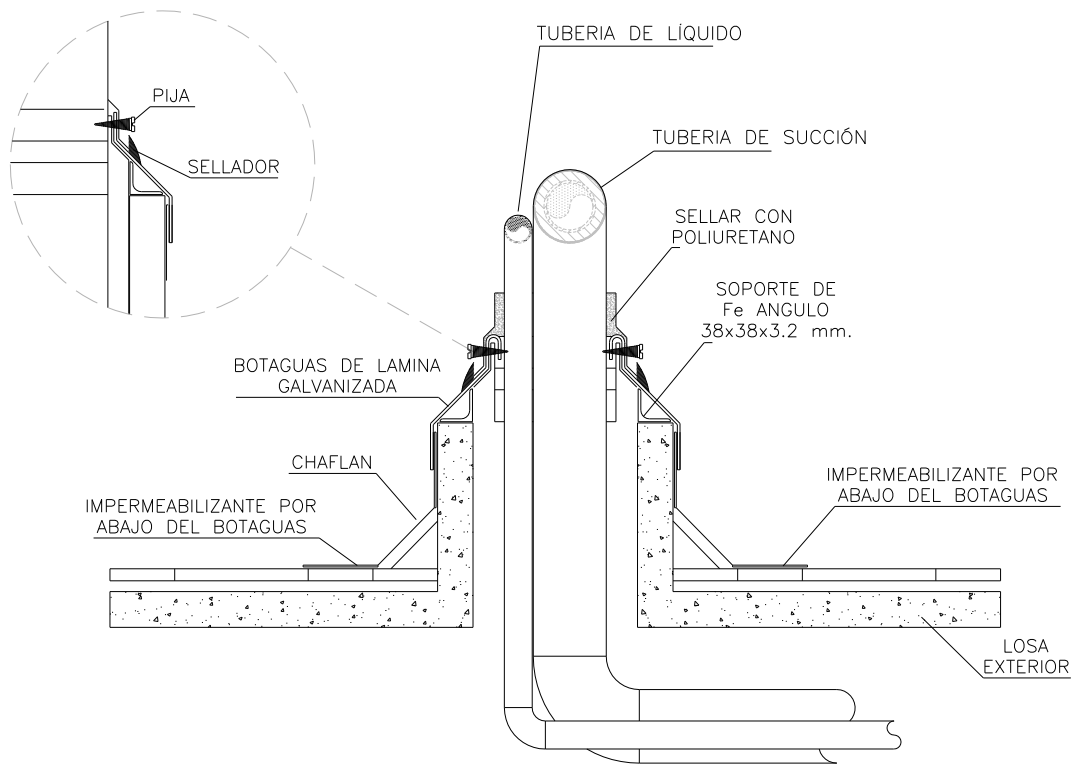
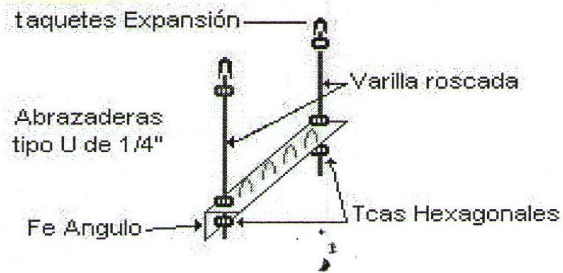


Figura 4.6.1.2 Botaguas para tuberías de refrigeración.
(Detalle de dominio general)

SOPORTERIA INTERIOR

Los soportes de la tubería es necesaria para cargar el peso de ésta y el agua o refrigerante contenida. El tubo vertical puede sostenerse en la parte inferior, o en uno de los puntos a lo largo de su longitud. Los soportes pueden o no servir como anclas. Los tubos horizontales se sostienen mediante colgantes. Se deben tener soporte a intervalos lo suficientemente frecuentes, no solo para sostener el peso, sino para evitar colgamientos del tubo. El colgante consiste normalmente de una taquetes de expansión, varillas roscadas, fierro ángulo, abrazaderas tipo “u” y tuercas, ver Figura 4.6.2.1.

Si la losa de piso es de concreto, se instalan los taquetes, del colgante antes de colar el concreto. Esto necesita de planeación cuidadosa y de coordinación entre los ingenieros de aire acondicionado y los de estructura. Si se necesitan colgantes adicionales después de terminar la construcción se pueden insertar taquetes en la losa de concreto mediante una herramienta parecida a las pistolas.



No	Descripcion	Cant	Unid
1	Fierro angulo de 3/16" x 1 1/2"	1.3	Mt
2	Varilla roscada de 1/4" x 3 Mts	2	Pzas
3	Taquetes de expansión tipo Hilty de 1/4"	2	Pzas
4	Tuercas hexagonales de 1/4"	4	Pzas
5	Pintura esmalte Negro	0.05	Lts
6	Roldanas Planas de 1/4" diam	4	Pzas
7	Abrazaderas tipo U de 1/4 de 2 1/2"	2	Pzas
8	Abrazaderas tipo U de 1/4 de 2"	2	Pzas
9	Tuercas hexagonales de 1/4"	16	Pzas

Figura 4.6.2.1 Soportería para tubería eléctrica colgada en losa.
(Detalle de dominio general)

CAPITULO 5

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE EQUIPO SELECCIONADO

Los factores que intervienen en la selección del motor de un equipo son las fuentes de energía eléctrica la velocidad y la potencia.

Es preciso tener un conocimiento de las características de carga de cada máquina. Las características mecánicas de funcionamiento comprenden las de los pares de arranque, de aceleración y de plena carga. El par de arranque, o par con el motor frenado, es el momento o par de rotación inicial que el motor produce para pasar del reposo al movimiento; el par de aceleración es el que permite conseguir la velocidad de régimen en un tiempo determinado. El par a plena carga es el esfuerzo sostenido del motor para mantener en movimiento la máquina, sometida a una carga de trabajo. El par necesario para el arranque, marcha y maniobra de un equipo dado debe ser suministrado por el motor, por lo que éste y sus elementos de control deben poseer características apropiadas.

5. 1 ACOMETIDA ELÉCTRICA E INTERCONEXIÓN DE FUERZA

La corriente eléctrica es producida por una fuerza electromotriz (fem); la unidad de tensión o potencial eléctrico (V) es el volt. La tensión eficaz es 0.707 de la tensión máxima, siendo el valor que se obtiene al medirla con un voltímetro de corriente alterna.

La unidad de intensidad de corriente (I), es decir, del caudal de corriente, es el amper. El valor eficaz es el que se mide por el medio de un amperímetro ordinario de corriente alterna.

Un conductor de electricidad presenta resistencia al paso de la corriente. La unidad empleada para medir la resistencia es el ohm. La resistencia es de un ohm cuando bajo una diferencia de potencial (tensión) de un volt deja pasar un amper. Para una resistencia dada la fuerza electromotriz tiene que variar para que varíe la intensidad de la corriente. Cuando se reduce la resistencia, sin variar la tensión, aumenta la intensidad.

La potencia eléctrica se mide en watts.

Un watt es el producto de la intensidad de un amperio eficaz por la tensión de un volt eficaz (VI) en un circuito que no contiene ni autoinducción ni capacidad.

En los circuitos de corriente alterna no inductivos, la tensión y la intensidad están en fase, alcanzando sus máximos y mínimos en el mismo instante. Cuando la tensión y la corriente están en fase la potencia consumida es:

En un sistema monofásico: $W = RI$
En un sistema bifásico: $W = \sqrt{2} VI = 1.41 VI$
En un sistema trifásico: $W = \sqrt{3} VI = 1.73 VI$

Donde:

W = Potencia (Watts)
 V = Voltaje (volts)
 I = Corriente (amperes)

FACTOR DE POTENCIA

El aspecto negativo de la potencia es el resultado del magnetismo: la corriente reactiva no realiza ningún trabajo: no obstante, proporciona el campo magnético necesario. La relación entre la potencia activa y la aparente (watts/volts amperes, KW/KVA) es el factor de potencia un factor de potencia igual a la unidad positiva es ideal; prácticamente solo existe en los circuitos que tienen resistencia. En las instalaciones en que existen motores de inducción es deseable que el factor de potencia sea lo más próximo posible a la unidad. Una disminución en el factor de potencia supone un aumento en la potencia reactiva para una carga activa determinada.

Existen varios métodos para mantener el factor de potencia lo más aproximado posible a la unidad. La potencia reactiva en los motores de inducción debe mantenerse dentro de la instalación que utiliza la potencia activa. Si no se realiza el control del factor de potencia, los efectos del retraso entre la intensidad y la tensión son muy perniciosos y de un interés vital tanto para la compañía que suministra la energía como para el consumidor, y esto por tres razones:

- Un factor de potencia bajo significa más corriente por Kilo Watt utilizado, por lo tanto, cuesta más la transmisión de potencia útil a expensas de la potencia aparente.
- Un bajo factor de potencia reduce la capacidad de línea para el transporte de la energía; la línea debe ser de mayor sección para transmitir una carga de Kilo Watts determinada. Los gastos de suministro de energía son mayores por cada kw de carga.
- Un bajo factor de potencia produce una disminución de la tensión con la siguiente reducción en la salida de los aparatos eléctricos. Esto reduce el rendimiento de la planta del consumidor.

CORRIENTE DEL MOTOR

A causa de la pequeña resistencia del circuito del motor, cuando éste está en reposo, la intensidad de arranque es de 4 a 6 veces mayor que la intensidad del motor trabajando a plena carga. A veces puede ser hasta 10 veces mayor. La cifra inferior es la normal para la mayoría de los motores proyectados para satisfacer las exigencias de las compañías de flujo eléctrico en cuanto se refiere a las perturbaciones son debidas a posibles factores de potencia excesivamente bajos en el momento del arranque. Normalmente el usuario es ligeramente afectado por este fenómeno, puesto que esta sobreintensidad es solo momentánea. No obstante, en el caso en que se producen frecuentes arranques o largos periodos de aceleración, se acumula la demanda durante un periodo de tiempo (generalmente 15 minutos) y puede producirse una demanda excesiva. La misma intensidad que en el arranque, se absorbe cuando un motor se frena a causa de una sobrecarga mecánica.

RENDIMIENTO

El rendimiento del motor es una medida de su aptitud para convertir la energía eléctrica en energía mecánica, y se expresa en tantos por ciento de la potencia de entrada:

$$\text{Rendimiento en \%} = \text{Potencia útil (100)/potencia absorbida}$$

POTENCIA Y CORRIENTE

Los detalles relativos de cada motor se especifican en los catálogos de los fabricantes. En el proyecto de aire acondicionado es fundamental seleccionar correctamente tanto los motores como sus elementos de control, ya que ambos forman parte del equipo de la instalación. el funcionamiento de un sistema, así como su aceptación, pueden depender del equipo eléctrico que se haya seleccionado.

5. 1. 1 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

La instalaciones de aire acondicionado son de baja tensión, por lo que alguna veces utilizan interruptores manuales en la medida que lo permiten los reglamentos locales. Existen varias clases de ellos:

Seccionadores empleados para aislar un circuito. No tiene asignados valores nominales y no deben ser manipulados con carga en la línea.

Interruptores para intensidades de hasta 600 amperes en corriente continua. Pueden ser abiertos con carga en la línea y se emplean principalmente en la entrada de la línea.

Interruptores de seguridad protegidos, con o sin fusibles, que se utilizan para servicio ligero con corriente alterna de hasta 600 amperes y 240 volts, para servicio normal hasta 1200 amperes y 600 volts y para servicios industriales hasta 1200 amperes y 600 volts

La protección para un sistema eléctrico no solamente debe asegurar los equipos en todas las condiciones a que son expuestos si no que debe asegurar la continuidad del servicio.

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado (M), tiende a abrir el contacto C, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad I que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (representada en rojo) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito. Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

El dispositivo descrito es un interruptor magnetotérmico unipolar, por cuanto sólo corta uno de los hilos del suministro eléctrico. También existen versiones bipolares y para corrientes trifásicas, pero en esencia todos están fundados en los mismos principios que el descrito.

Se dice que un interruptor es de corte omnipolar cuando interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.

Las características que definen un interruptor termomagnético son el amperaje, el número de polos, el poder de corte y el tipo de curva de disparo ver Figura 5.1.1.1.

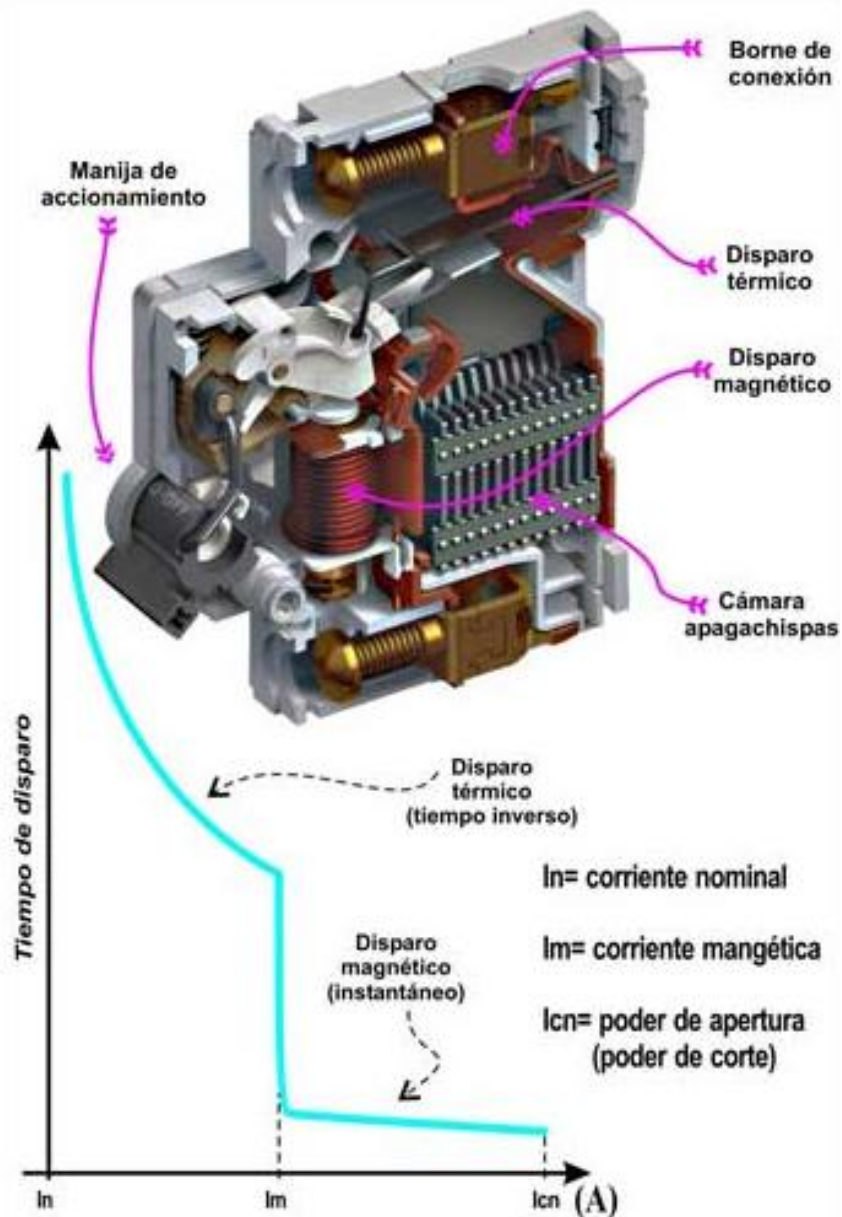


Figura 5.1.1.1. Interruptor termomagnético.
(Detalle de dominio general)

El interruptor termomagnético se determina de la siguiente manera:

- a) El amperaje del motor del compresor mayor del equipo, multiplicado por un factor de seguridad (comúnmente 1.5),
- b) Al punto a) se suma el amperaje de los demás accesorios del equipo.
- c) Verificar si se requiere un interruptor monofásico, bifásico o trifásico.
- d) El amperaje del punto b) se redondea siempre al inmediato superior dependiendo de la marca y tipo de interruptor.

5. 1. 2 CÁLCULO POR CAIDA DE TENSION

Para el cálculo de la acometida eléctrica por caída de tensión se debe tener en cuenta que la longitud entre el Tablero de Distribución General (T.D.G.) y el Centro de Control de Motores (C.C.M.) sea mayor de 30 mts.

Se trabaja con el amperaje corregido, el cual se obtiene de aplicarle un factor del 25% al amperaje del motor del compresor mayor, para posteriormente, sumar el amperaje de los demás accesorios del equipo.

La caída de tensión se entiende como la pérdida de potencial en la conducción de corriente eléctrica en un conductor, originada por la distancia o la sección transversal del mismo, y que se refleja como aumento de corriente y disminución de voltaje. Ésta no debe ser mayor al 3.0 %.

$$\xi_{(\%)} = (3.46 L I) / (\vartheta \Phi)$$

Donde:

ξ = Caída de tensión en % (no mayor del 3.0%)

L = Longitud total del recorrido, incluyendo cambios de dirección,

I = Corriente en Amperes

ϑ = Voltaje en Volts

Φ = sección del conductor en milímetros cuadrados ver Tabla 5.1.2.1.

SELECCIÓN POR AMPERAJE

En la Tabla 5.1.2.1 se pueden obtener los amperajes que consumen los motores de inducción a diferentes voltajes. Esta información la ocuparemos cuando el motor del equipo no está a una distancia mayor de 25 ó 30 m entre el equipo y el interruptor termomagnético.

Tabla 5.1.2.1 Corriente que consume un motor en voltajes de 115, 220 y 440.
(Tabla de dominio general)

HP	KW	I	FUS	PROT	I	FUS	PROT	I	FUS	PROT
		115	115	115	220	220	220	440	440	440
1/6	0.12	4.4	8.0	16.0						
1/4	0.19	5.8	10.0	16.0						
1/3	0.25	7.2	16.0	20.0						
1/2	0.37	9.8	20.0	25.0	2.2	4.0	6.0	1.1	2.0	4.0
3/4	0.56	13.8	25.0	40.0	3.2	6.0	10.0	1.6	4.0	4.0
1	0.75	16.0	32.0	40.0	4.2	8.0	10.0	2.1	4.0	6.0
2	1.12	20.0	40.0	50.0	6.0	10.0	16.0	3.0	6.0	10.0
2	1.49	24.0	50.0	63.0	6.8	16.0	20.0	3.4	6.0	10.0
3	2.24	34.0	63.0	82.0	9.6	20.0	25.0	4.8	8.0	16.0
5	3.73	56.0	100.0	150.0	15.2	32.0	40.0	7.6	16.0	20.0
8	5.60	80.0	160.0	200.0	22.0	40.0	63.0	11.0	20.0	32.0
10	7.46	100.0	200.0	250.0	28.0	50.0	80.0	14.0	25.0	40.0
15	11.20	131.0	250.0	350.0	42.0	80.0	125.0	21.0	40.0	63.0
20	14.90				54.0	100.0	150.0	27.0	50.0	82.0
25	18.70				68.0	125.0	175.0	34.0	63.0	100.0
30	22.40				80.0	160.0	200.0	40.0	80.0	100.0
40	29.80				104.0	200.0	300.0	52.0	100.0	150.0
50	37.30				130.0	250.0	300.0	65.0	125.0	175.0

TIERRA FÍSICA

Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo en la fuente de suministro de los sistemas derivados independientes. Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo de la acometida, se deben hacer según los siguientes incisos:

- a) En sistemas puestos a tierra. La conexión se debe hacer conectando el conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor de la acometida puesto a tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

- b) En sistemas no-puestos a tierra. La conexión se debe hacer conectando el conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor del electrodo de puesta a tierra.

En las condiciones especificadas en los siguientes incisos, se considera que las partes metálicas no-conductoras de equipo están eficazmente puestas a tierra.

- a) Equipos sujetos a soportes metálicos puestas a tierra: Los equipos eléctricos sujetos y en contacto eléctrico con bastidores o con estructuras metálicas diseñados para su soporte y puestas a tierra, no se debe usar la estructura metálica de un edificio como conductor de puesta a tierra de equipo de c.a.
- b) Estructura de ascensores metálicos: Las estructuras de ascensores metálicos sujetos a cables metálicos que los elevan, unidos o que circulan sobre carretes o tambores metálicos de las máquinas de los ascensores puestas a tierra por alguno de los métodos indicados.

Equipos conectados con cordón y clavija. Cuando haya que conectarlas a tierra, las partes metálicas no-conductoras de equipo conectado con cordón y clavija se deben poner a tierra por alguno de los métodos indicados a continuación:

- a) A través de la envolvente metálica: A través de la envolvente metálica de los conductores que suministran energía a dicho equipo, si se usa una clavija con terminal de puesta a tierra y tiene un contacto fijo para puesta a tierra, para poner a tierra la envolvente y si la envolvente metálica de los conductores se sujeta al contacto de la clavija y al equipo mediante conectadores aprobados.

Excepción: Se permite un contacto de tierra auto-armable en receptáculos con toma de tierra utilizados en el extremo del cordón de aparatos eléctricos portátiles, accionados a mano o en herramientas manuales.

- b) A través del conductor de puesta a tierra de equipo. A través del conductor de puesta a tierra de equipo instalado junto con los conductores de alimentación en un cable o cordón flexible debidamente terminado en una clavija terminal de puesta a tierra, y un contacto de tierra fijo. Se permite que haya un conductor de puesta a tierra sin aislar, pero, si se aísla, el forro debe ser de acabado exterior continuo y color verde, o verde con una o más tiras amarillas.

Excepción: Se permite un contacto de tierra auto-armable en clavijas con terminal de puesta a tierra utilizada en el extremo del cordón de aparatos eléctricos portátiles, accionados a mano o aparatos eléctricos y herramientas manuales.

- c) A través de un cable o alambre independiente. A través de un cable flexible o alambre independiente, desnudo o aislado, protegido en la medida de lo posible contra daño físico, cuando forme parte del equipo.

Tabla 5.1.2.2 Características de cables conductores de cobre.
(NOM-001-SE-1994 pag. 84.)

Calibre del Conductor	Sección Transversal	Número de Hilos	Diámetro Nominal de los Hilos	Diámetro del Conductor	Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior	Peso
AWG-MCM	mm ²		mm	mm	mm	mm	kg/km
CONDUCTOR SÓLIDO							
18	0.821	1	1.024	1.02	0.6	2.22	11.5
16	1.310	1	1.290	1.29	0.6	2.49	16.5
14	2.080	1	1.628	1.63	0.7	3.03	25.0
12	3.310	1	2.052	2.05	0.8	3.65	38.5
10	5.260	1	2.588	2.59	0.8	4.20	58.0
8	8.370	1	3.264	3.26	1.0	5.26	92.0

CONDUCTOR CABLEADO CONCÉNTRICO							
14	2.08	7	0.615	1.85	0.7	3.25	26.5
12	3.31	7	0.775	2.33	0.8	3.93	41.0
10	5.26	7	0.980	2.94	0.8	4.54	61.5
8	8.37	7	1.234	3.70	1.0	5.70	97.0
6	13.30	7	1.555	5.67	1.0	6.70	147.0
4	21.15	7	1.961	5.88	1.2	8.28	232.0
2	33.63	7	2.474	7.42	1.2	9.82	356.0
1	42.41	7	2.776	8.33	1.4	11.10	450.0
1/0	53.51	19	1.892	9.46	1.4	12.30	555.0
2/0	67.44	19	2.126	10.63	1.4	13.40	690.0
3/0	85.02	19	2.388	11.94	1.6	15.10	873.0
4/0	107.20	19	2.680	13.40	1.6	16.60	1086.0
250	126.70	37	2.088	14.62	1.8	18.20	1288.0
300	152.00	37	2.286	16.00	1.8	19.60	1529.0
350	177.40	37	2.472	17.30	2.0	21.30	1794.0
400	202.70	37	2.642	18.49	2.2	22.90	2055.0
500	253.40	37	2.950	20.65	2.4	25.45	2561.0

Dependiendo del amperaje corregido para calcular la caída de tensión, se selecciona el cable para la puesta a tierra, para mayor información ver la norma NOM-001-SE-1994 pag. 84.

Cuando el amperaje corregido sea menor al indicado en la columna uno, a éste le corresponderá el calibre del cable a tierra indicado en la columna dos ver Tabla 5.1.2.3.

Tabla 5.1.2.3 Características de cables de tierras físicas
(NOM-001-SE-1994 pag. 84.)

Capacidad Nominal ó Ajuste del Dispositivo de Protección Contra Sobrecorriente Ubicado Antes del Equipos y/o Conductor	Calibre del Conductor de Puesta a Tierra (AWG ó MCM)
Columna uno	Columna dos
No mayor de (amperes)	Calibre
15	14
20	12
30	10
40	10
60	10
100	8
200	6
300	4
400	3
500	2
600	1
800	1/0
1000	2/0
1200	3/0
1600	4/0
2000	250 MCM
2500	350 MCM
3000	400 MCM
4000	500 MCM
5000	700 MCM
5500	750 MCM
6000	800 MCM

CAPITULO 6

CARACTERISTICAS DE FILTRACIÓN DE AIRE

El aire, especialmente el de las ciudades, contiene gran cantidad de polvo de distinta finura y composición. Una gran parte procede de la enorme cantidad de ceniza y hollín lanzadas por las bocas de las chimeneas; otro origen es la erosión y desgaste de los pavimentos y neumáticos de los vehículos. Finalmente, existe una infinidad de sustancias orgánicas e inorgánicas productoras de polvo.

Las operaciones industriales producen a menudo polvos especiales, algunos de los cuales, debido a su forma angulosa, actividad química o naturaleza infecciosa, resultan sumamente perjudiciales cuando se respiran.

Se ha propuesto la siguiente clasificación de las impurezas contenidas en el ambiente, basándose en el tamaño de las partículas:

- Polvos: son partículas de diámetro comprendido entre 1 y 150 micrones. Estas partículas son lanzadas al aire cuando se efectúan operaciones mecánicas, tales como el amolado, la molturación, taladrado, desbardado, etc.
- Vapores: son partículas comprendidas entre 0.2 y 1 micrones, procedentes de operaciones tales como destilaciones, oxidaciones completas o incompletas de humos metálicos y reacciones químicas propiamente dichas, como por ejemplo: cloruro amónico, vapores de mercurio y plomo, óxido de zinc y mezclas de ácido sulfúrico.
- Humos: son partículas inferiores a 0.3 micrones, generalmente resultantes de la combustión incompleta de materias carbonosas, como son el carbón, los aceites pesados, la brea y el tabaco.

El control de la pureza del aire consiste en eliminar o reducir el contenido de partículas sólidas o de gases indeseables contenidos en el aire suministrado a un local acondicionado. La limpieza del aire constituye una de las funciones del sistema de acondicionamiento, aunque generalmente solo se procura eliminar las partículas.

Los limpiadores de aire, empleados eficazmente, pueden reducir substancialmente los gastos de explotación y aumentar la productividad. Los beneficios que reportan incluyen:

- La reducción de los costos de limpieza del local, lo que de otro modo implicaría un 40% de los gastos totales del funcionamiento.

- La reducción de bajas por enfermedad de los empleados, a consecuencia de la eliminación de bacterias, virus y agentes alérgenos del aire.
- Aumento del rendimiento.
- Aumento de la calidad de los productos.
- Aumento de la duración o vida útil de la maquinaria o del equipo.

Los limpiadores de aire atmosférico (conocidos por filtros de aire) se clasifican en función de su eficiencia (interceptabilidad), resistencia a la corriente de aire y capacidad de polvo. Los tres factores más críticos en el comportamiento son los siguientes:

- Variación de la resistencia del filtro con el flujo de aire.
- Variación de la resistencia del filtro con la carga de polvo y el flujo de aire de proyecto.
- Efecto de las cargas de polvo en el flujo de aire de proyecto sobre el rendimiento del filtro.

La resistencia del filtro aumenta con el flujo de aire (velocidad frontal) o con la carga de polvo en el flujo de proyecto. El rendimiento de un filtro en particular varía no solo con la carga del polvo sino también con las características de las partículas contaminantes.

La capacidad de un filtro es una medida de su vida útil o duración de servicio antes de renovarlo o limpiarlo.

Normalmente se pueden obtener del fabricante secciones de filtros construidas tanto para filtros de alta velocidad como para los de baja velocidad.

Si hay que utilizar filtros de alta velocidad en una sección de filtros de baja velocidad, no es necesario que los de alta velocidad cubran toda el área de flujo del aire, sino que se pueden instalar piezas ciegas o en blanco, disminuyendo así el área efectiva. Dicha piezas deben ser colocadas uniformemente en vez de concentrarlas.

El tamaño del filtro suele determinarse por el caudal nominal de aire por unidad o panel indicado por el fabricante. Estos caudales nominales se establecen a base de las velocidades adoptadas en la práctica de acuerdo con las características del medio empleado. Puede ser admisible una sobrecarga del 10 al 15%, según el medio filtrante y la construcción del filtro.

Las caídas de presión son indicio de que los filtros están parcialmente gastados y debe tenerse en cuenta para el cálculo de la presión estática del ventilador, de acuerdo con las indicaciones de los fabricantes de filtros.

Frecuentemente, la causa de que los dispositivos de limpieza del aire no funcionen satisfactoriamente se debe a que su instalación

Los sistemas de acondicionamiento que hacen circular aire en general tienen la posibilidad de eliminar alguno de los contaminantes. La mayor parte de los sistemas cuentan con dispositivos que eliminan las partículas de polvo o tierra, que se originan principalmente por la contaminación industrial. A veces también se eliminan gases cuyo olor es desagradable.

La limpieza del aire con frecuencia se trata casuísticamente cuando se diseña o se opera un sistema de acondicionamiento de aire. Se puede escoger el tipo incorrecto de filtro, o bien los filtros no se conservan en forma correcta. Esta negligencia es grave, porque se trata de un asunto de contaminación de aire y salud humana. Es necesaria la limpieza adecuada del aire por las siguientes razones:

1. *Protección de la salud y el confort humano.* Las partículas de polvo se relacionan con serios problemas respiratorios (enfisema y asma).
2. Mantenimiento de la limpieza de las superficies y muebles del recinto.
3. *Protección del equipo* de acondicionamiento de aire. Algunos equipos no trabajan correctamente o se gastan con mayor rapidez sin la limpieza adecuada. Algunos procesos de fabricación son especialmente sensibles.
4. *Protección de la maquinaria de acondicionamiento de aire.* El polvo que se acumula en los serpentines aumenta su resistencia a la transferencia de calor.

Los limpiadores de aire pueden eliminar el polvo de tres formas principales:

1. *Impacto:* las partículas de polvo en la corriente de aire chocan con el medio filtrante y se detienen.
2. *Colado:* las partículas de polvo son mayores que el espacio entre las fibras adyacentes y por lo tanto no pasan a la corriente de aire.
3. *Precipitación electrostática:* a las partículas de polvo se les comunica una carga eléctrica. Al medio filtrante se le comunica la carga opuesta y por lo tanto las partículas son atraídas hacia el medio.

Un filtro puede eliminar polvo mediante uno o más de los métodos anteriores.

MÉTODOS DE PRUEBA DE FILTROS

Es importante la comprensión de cómo se evalúa el desempeño de los filtros de aire porque únicamente de este modo se puede seleccionar el filtro adecuado. Solo en años recientes se han desarrollado métodos reglamentarios de prueba. Sin estos procedimientos, no se pueden comparar los filtros entre sí. El problema es complicado, porque el funcionamiento de los filtros depende de la concentración y tamaños de las partículas de polvo en el aire. Varía mucho de un lugar a otro y a diferentes horas.

Las industrias aceptan y recomiendan en general, las siguientes pruebas:

- **PESO:** se mide el peso del polvo capturado por el filtro. Se usa un polvo estándar de concentración y tamaños de partícula fijos. Esta prueba es útil para comparar la capacidad para eliminar partículas grandes. No indica la capacidad para eliminar partículas pequeñas, porque estas representan una proporción muy baja del peso total del polvo atmosférico.
- **DECOLORACIÓN POR MANCHA DE POLVO:** en esta prueba se pasa el aire primero por un dispositivo limpiador de éste y a continuación por un papel filtro blanco. El grado al cual se decolora el papel es un indicador de la cantidad de partículas de polvo más pequeñas que no se eliminaron en el limpiador de aire. Es importante esta prueba debido a que esas partículas son el causante del ensuciamiento de las superficies del recinto.
- **PENETRACIÓN CON DOP (Di-Octil-Ftalato):** esta prueba se usa para medir la capacidad de los limpiadores de aire para eliminar partículas extremadamente pequeñas. Se genera químicamente una nube de partículas de una sustancia llamada DOP. El diámetro de esas partículas es 0.3 micras (una micra es una milésima de milímetro). La nube de partículas de DOP en la corriente de aire se hace pasar a través del limpiador. Se mide, corriente abajo del limpiador, la concentración de partículas que no se eliminaron, con la técnica de dispersión de luz. De éste se mide la eficiencia de eliminación de partículas muy pequeñas. Por ejemplo, las bacterias tienen diámetros de 0.3 a 30 micras, y el humo del cigarro de 0.01 a 1 micra. La prueba con DOP solo se usa en limpiadores de aire diseñados para una alta eficiencia de remoción de partículas muy pequeñas.
- **CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE POLVO:** las tres pruebas anteriores miden la eficiencia de un limpiador para eliminar partículas. Lo que no miden es cuánto aumenta la resistencia del filtro al paso del aire, con la acumulación de polvo. Es preferible un filtro que retenga gran cantidad de

polvo antes que aumente mucho su resistencia, a uno que tenga menor capacidad antes de la acumulación a una resistencia dada. La prueba de retención de polvo compara el peso del polvo retenido con el aumento en la resistencia del aire a través del filtro.

Tabla 6.1. Característica de filtros

EJ. DE CONTAMINANTES	APLICACIONES Y LIMITACIONES	MODELO DEL FILTRO AIR-CARE
DE MERV 1 A MERV 4		
>10.0 MICRAS FIBRA DE ALFOMBRA POLEN, FIBRAS TEXTILES POLVO DE PINTURA EN SPRAY POLVO DE LIJADO	MÍNIMA FILTRACIÓN RESIDENCIAL COMERCIAL / LIGERO PROTECCIÓN DE EQUIPO MÍNIMA	AIR- CARE DISPOFIBER (DESECHABLE) AIR- CARE METAL (METÁLICOS) AIR - CARE RING O LINK PANEL (PANEL DE POLIÉSTER) PAD DE POLIÉSTER / AIR - CARE MESH
DE MERV 5 A MERV 8		
3.0 - 10.0 MICRAS MOHO, ESPORAS, POLVO DE CEMENTO PROTECTOR DE TEXTILES / LECHE EN POLVO SPRAY DE CABELLO	EDIFICIOS COMERCIALES RESIDENCIAL / MEJOR ÁREAS DE TRABAJO INDUSTRIAL CAJETAS DE PINTURA	AIR- CARE ELECTROSTATIC (ELECTROSTÁTICO) AIR- CARE PLEATED (PLIEGUES) AIR - CARE METAL INDUSTRIAL (METÁLICO)
DE MERV 9 A MERV 12		
1.0 - 3.0 MICRAS HUMO DE SOLDADURA / GOTAS DE NEBULIZADOR EMISIONES AUTOMOTRICES / POLVO DE CARBÓN / HARINA MOLIDA / POLVO DE PLOMO DEL DESHUMIDIFICADOR / LEGIONELLA	RESIDENCIAL / SUPERIOR EDIFICIOS COMERCIALES / MEJOR LABORATORIOS HOSPITALES ÁREAS DE TRABAJO INDUSTRIALES / MEJOR	AIR- CARE PAK (BOLSA) AIR - CARE CELL (MINIPLATE)
DE MERV 13 A MERV 16		
0.3 - 1.0 MICRAS BACTERIAS / HUMO DE TABACO ACEITE DE COCINA / CASI TODO EL HUMO POLVO INSECTICIDA / TONER DE COMPUTADORA / POLVO FACIAL / PIGMENTOS DE PINTURA	EDIF. COMERCIALES / SUPERIOR HOSPITALES Y CLÍNICAS / CIRUGÍA GENERAL ÁREAS DE TRABAJO	AIR- CARE PAK (BOLSA) AIR - CARE CELL (RÍGIDO TIPO CELDA) AIR - CARE CELL II (MINIPLATE)
<p>LOS FILTROS HEPA (99.97% MÍNIMA EFICIENCIA A 0.3 MICRONES) O ULPA (99.999% A 0.10-0.20 MICRONES) SON UTILIZADOS PARA CUARTOS LIMPIOS, CONTROL DE MATERIALES RADIOACTIVOS, INDUSTRIA FARMACEUTICA Y QUIROFANOS.</p> <p>EL PROPÓSITO DE ESTA TABLA ES PROVEER UN COMPARATIVO APROXIMADO ENTRE LOS ESTÁNDARES ANSI/ASHRAE 52.1-1992, ANSI/ASHRAE 52.2 Y EL ESTÁNDAR EUROPEO EN 779-2002. EL ESTÁNDAR ANSI/ASHRAE 52.1 FUE RETIRADO EN EL 2009 Y SE INCLUYE SOLO COMO REFERENCIA. ESTOS ESTÁNDARES ESTAN BAJO CONSTANTE REVISIÓN. CONSULTAR LA ÚLTIMA VERSIÓN DE LOS ESTÁNDARES.</p>		

Tabla 6.1. Característica de filtros (continuación)

ESTANDAR 52.2–2007						
<ul style="list-style-type: none"> EL ESTANDAR ANSI/ASHRAE 52.2–2007, MÉTODO DE PRUEBA PARA LA EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN POR TAMAÑO DE PARTÍCULAS EN DISPOSITIVOS LIMPIADORES DEL AIRE EN VENTILACIÓN GENERAL, EXPRESA LA EFICIENCIA DE UN FILTRO, PARA CAPTURAR TAMAÑOS ESPECÍFICOS DE PARTÍCULAS. ASHRAE 52.2 REPORTA LA HABILIDAD MÍNIMA QUE TIENE EL FILTRO PARA REMOVER PARTÍCULAS. LA EFICIENCIA TOTAL DE LOS FILTROS PROBADOS CON EL 52.2 SE EXPRESA COMO UN MERV, ES DECIR, REPORTA UN VALOR DE EFICIENCIA MÍNIMA (1–16) ACOMPAÑADO DE LA VELOCIDAD DEL AIRE EN QUE FUERE REALIZADA LA PRUEBA. OTROS DATOS A LOS QUE HACE REFERENCIA EL 52.2 ES LA RESISTENCIA FINAL MÍNIMA, EL PROMEDIO DE LA ARRESTANCIA, LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE POLVO Y EL APÉNDICE INFORMATIVO J. LA INTENCIÓN DEL ESTANDAR 52.2 ES INDICAR ANTICIPADAMENTE LA EJECUCIÓN O DESEMPEÑO A TRAVÉS DE LA VIDA ÚTIL DEL FILTRO. 						
COMPARATIVO, NORMAS PARÁMETROS MERV Y PRODUCTOS AIR – CARE						
EST 52.2 VALOR MÍNIMO REPORTADO DE EFICIENCIA (MERV)	EFICIENCIA COMPUESTA PROMEDIO POR TAMAÑO DE PARTÍCULAS, % RANGO DE TAMAÑO, μm			EST. 52.1 % EFICIENCIA PROMEDIO	EST. 52.1 % ARRESTANCIA PROMEDIO	EN 779: 2002 CLASES
	0.3 A 1.0 E1	1.0 A 3.0 E2	3.0 A 10 E3			
1	N/A	N/A	E3<20	<20%	Aavg<20%	G1
2	N/A	N/A	E3<20	<20%	65%≤Aavg<70%	G2
3	N/A	N/A	E3<20	<20%	70%≤Aavg<75%	G2
4	N/A	N/A	E3<20	<20%	75%≤Aavg	G2
5	N/A	N/A	20≤E3<35	<20%	80% – 85%	G3
6	N/A	N/A	35≤E3<50	<20%	85% – 90%	G3
7	N/A	N/A	50≤E3<70	25% – 30%	>90%	G4
8	N/A	N/A	70≤E3	30% – 35%	>90%	G4
9	N/A	E2<50	85≤E3	40% – 45%	>90%	F5
10	N/A	50≤E2<65	85≤E3	50% – 55%	>95%	F5
11	N/A	65≤E2<80	85≤E3	60% – 65%	>95%	F6
12	N/A	80≤E2	90≤E3	70% – 75%	>95%	F6
13	E1<75	90≤E2	90≤E3	80% – 90%	>98%	F7
14	75≤E1<85	90≤E2	90≤E3	90% – 95%	>98%	F8
15	85≤E1<95	90≤E2	90≤E3	>95%	N/A	F9
16	95≤E1	95≤E2	95≤E3	N/A	N/A	

El propósito la tabla 6.1 es proveer un comparativo aproximado entre los estándares ANSI/ASHRAE 52.1-1992, ANSI/ASHRAE 52.2 y el estándar europeo en 779-2002. El estándar ANSI/ASHRAE 52.1 fue retirado en el 2009 y se incluye solo como referencia. Estos estándares están bajo constante revisión. Consultar la última versión de los estándares.

6. 1 FILTRADO AL 30%

El filtro metálico lavable es un filtro para remover polvo, tierra, pelusa u otros contaminantes aerotransportados. Puede operar a mayores velocidades de aire (500 FPM) entre más velocidad del aire mayor será la inercia de las partículas y su probabilidad de chocar con la fibra. Por su diseño y construcción ofrece alta capacidad de retención y baja resistencia al aire. Por sus materiales el filtro es muy durable y puede resistir muchas lavadas.

Este filtro puede utilizarse como filtro primario, cuando se requiera control moderado en la limpieza del aire. Como prefiltro, con la finalidad de proteger los filtros secundarios de mayor eficiencia, para lograr una mayor duración.

La media filtrante consiste de varias capas corrugadas de malla de hilos de aluminio de 0.22 Mm de diámetro acomodadas estratégicamente para aumentar su rendimiento y eficiencia en permitiendo una saturación completa del filtro al capturar las partículas más grandes, por la entrada del flujo del aire y una retención progresiva de las partículas más pequeñas, Un marco de aluminio o lámina galvanizada de ½”, 1” ó 2”, con orificios para desagüe y secado, rolado a las especificaciones exactas para crear un filtro sólido de una sola pieza retiene a la media filtrante la cual está protegida entre dos mallas lisas o corrugadas que dan soporte y rigidez al filtro. Reforzado con poliéster o poroflex para aumentar su capacidad de retención.

Los filtros metálicos lavables son unidades capaces de filtrar el polvo existente en el ambiente, los materiales en los que son construidos este tipo de filtros poseen rigidez. Los filtros pueden ser con marco de aluminio o lámina galvanizada, ambos filtros son diseñados para uso comercial, industria y enfriadores, ver tabla 6.1.

Los filtros metálicos lavables están construidos en lámina galvanizada o aluminio cal. 24; con malla de aluminio, 2 cribas en ambos lados y una media filtrante de poliéster.

Para el lavado del filtro se requiere agua tibia a presión media, con espuma de jabón (detergente), no es necesario ni recomendable utilizar productos químicos como limpiadores o desengrasantes.

6. 2 FILTRADO AL 60%

El filtro de pliegues, por su combinación perfecta entre eficiencia y baja caída de presión, son ideales para satisfacer necesidades de filtración de partículas en residencias, comercios e industria. Su configuración única de pliegues radiales asegura la utilización completa de la media filtrante maximizando la retención de polvo alargando la vida útil del filtro.

Son excelentes como filtros primarios o como prefiltros para extender la vida útil de los filtros finales. Ideales para utilizarse en la programación del servicio a filtros como mantenimientos preventivos, en su modelo original o en portafiltros metálicos. Nuestros modelos se ofrecen en distintos MERV's, ver tabla 6.1.

Los pliegues radiales son hechos de media filtrante 100% sintética hecha de fibras hidrofóbicas bondeadas térmicamente que no permiten el crecimiento microbial. Debido a que la humedad no afecta la estructura de la media se elimina la posibilidad de desprendimiento de fibras y se mantiene una alta eficiencia durante la vida útil del filtro.

La media filtrante es laminada a una malla desplegada de metal anticorrosivo la cual ayuda a mantener la rigidez y garantizar la configuración optima que permite una mayor capacidad de retención de polvo y menor resistencia. El marco de cartón es suajado y resistente a la humedad con doble pared unido a la media en todos los puntos de contacto para asegurar el espaciamiento apropiado de los pliegues. El elemento filtrante de pliegues es sellado al marco por la parte superior, inferior y lateral para eliminar el "bypass" de aire, lo que asegura la estabilidad del pliegue y la rigidez del filtro.

Algunas medidas se hacen con tiras en marcos en "u", que son grapadas en las cuatro esquinas en cuyo caso son reforzadas con cinta plástica y la media filtrante es adherida al interior del marco. Bajo pedido especial se puede fabricar con portafiltro metálico para intercambiar la media filtrante.

FILTROS DE BOLSA

Los filtros de bolsa de superficie extendida son diseñados para utilizarse en sistemas tanto comerciales como aire acondicionado que requieren de una mediana hasta una alta eficiencia de filtración. Los filtros de bolsa están disponibles en material sintético de con rangos promedio de eficiencia entre 80-85% y 90-95%, ver tabla 6.1.

Datos físicos:

- Material sintético microfino

- Refuerzo de poliéster no tejido
- Resina termoplástica como sellador
- Marco de lámina galvanizada Cal. 26

Los filtros están compuestos por bolsas individuales sujetas a una parrilla extra rígida de acero, sellada con un perfil de lámina galvanizada para evitar fugas de aire y proteger el extremo crítico por donde entra el aire dentro de un marco fabricado de una sola pieza. Las bolsas están fabricadas con media 100% sintética, desechable, diseñada para cada rango de eficiencia que incorpora un prefiltro no tejido altamente poroso para una capacidad de retención de polvo excepcional.

El filtro atrapa grandes cantidades de polvo protegiendo la capa primaria del filtro extendiendo así su vida. Todas las capas son bondeadas para formar una media filtrante tan fuerte, que resiste una presión de aire de hasta 4.0" W.G. antes de abrirse o romperse.

Cada bolsa se subdivide por costuras internas selladas con resina termoplástica en secciones tubulares para mantener las bolsas en forma controlada bajo diferentes condiciones durante la operación maximizando el uso de la media filtrante y alargando su vida útil. El largo de cada bolsa es sellado ultrasónicamente y/o cerrado con un sobrehilado de hasta 5 hilos para garantizar máxima durabilidad y seguridad.

6. 3 FILTRO MICRO D.O.P. (FILTRO ABSOLUTO HEPA):

Los filtros Micro D.O.P, (Di-Octil-Ftalato) de superficie extendida de alta eficiencia están diseñados para utilizarse en sistemas de ventilación en donde se requiere un aire ultra limpio y libre de partículas. Estos filtros tienen una capacidad de retención mínima del 99.97% en partículas de 0.3 micras que significa que de 10,000 partículas mayores de 0.3 micras solamente 3 partículas pasaran, ver tabla 6.1.

Cada filtro Micro D.O.P. es probado y escaneado individualmente con un aerosol mono disperso de DOP (dioctilftalato) o PAO (polyalphaolefin) según lo especifique el cliente antes de salir de la fábrica. El filtro se escanea individualmente con un fotómetro digital con microprocesador, a una velocidad de 2" por segundo con el fin de detectar alguna fuga (.01%) en la media filtrante antes de empacarse con el fin de asegurar su integridad. Se entrega un certificado.

Cada filtro está construido con media filtrante plisada de micro-fibra de vidrio submicrónica resistente a la humedad, sometida a un proceso único y específico para asegurar una filtración superior y rastreabilidad. Cada rollo de media es sometido a pruebas de penetración DOP, grosor Gurley, alargamiento, hidrofugación, peso, espesor y fuerza de tracción. La media es plisada para obtener una mayor superficie de filtración lo cual permite reducir la velocidad del aire siendo esto esencial para una filtración de ultra alta eficiencia. Cada pliegue es separado por aluminio corrugado para controlar el espacio entre cada uno, lo que genera un flujo laminar y la utilización al máximo de la media filtrante con una mínima resistencia.

El paquete de media filtrante se sujeta con precisión utilizando un adhesivo especial al marco el cual puede ser de madera aglutinada (3/4") o de lámina galvanizada (tipo caja, con brida(s) o ceja(s) hacia adentro o hacia fuera). Se instala un empaque de neopreno a la salida y/o entrada del aire para evitar fugas y que el filtro selle herméticamente al gabinete.

TERMINOLOGÍA IMPORTANTE EN FILTRACIÓN MECÁNICA:

ARRESTANCIA: Capacidad de un filtro para retener partículas de 5 micras y mayores, se expresa en porcentaje.

EFICIENCIA: Capacidad que tiene un filtro para retener partículas de 1 micra y mayores, se expresa en porcentaje.

EDIFICINECIA D.O.P.: Capacidad para retener partículas de 0.3 micras y mayores, se expresa en porcentaje.

MERV: Valor Reportado de Eficiencia Mínima

Esta prueba se basa en el estándar 52.2 de ASHRAE y evalúa la capacidad de un filtro para retener partículas en 3 rangos de tamaño: 0.3 1.0, 1.0 3.0 y 3.0 10.0 micras.

Se expresa como un número entero, entre más grande sea el número mayor es la eficiencia del filtro.

CAPITULO 7

DESARROLLO DEL PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO

7. 1 SOLICITUD DE VISITA

El cliente solicita a la empresa que desarrollará el proyecto, el o los nombres de las personas que ingresarán al interior del local.

El cliente proporciona a la empresa un pase de acceso (elaborado por él), que contiene:

- Fecha de elaboración del documento,
- Nombre o razón social de la empresa, contratista, subcontratista o proveedor,
- Descripción de los trabajos a realizar,
- Nombre del local donde se realizarán las actividades,
- Nombres de las personas que ingresarán a las instalaciones,
- Fecha de inicio y término de los trabajos,
- Horarios de trabajo o actividades a realizar,
- Relación de material o equipo que ingresara al local.

El cliente, por este medio, solicita la presencia del personal con la experiencia suficiente para llevar a cabo un recorrido al interior del inmueble, donde se externa la problemática ya sea de todo el local o únicamente una sección; se comentan posibles soluciones y se definen los alcances del proyecto.

7. 2 NECESIDADES DEL CLIENTE

La telefonía en México opera día y noche, y para poder dar este servicio, el equipo Telefónico requiere de una temperatura y humedad controlada, y únicamente se puede obtener instalando el equipo adecuado de aire acondicionado y calefacción, cuando se requiera, algunas de las causas principales por las que se requiere dicho acondicionamiento son: disipación de calor por equipo y personal, tipo de construcción y ubicación del edificio, temperatura exterior, época del año etc.

La necesidad imperante de un ambiente propio para el buen funcionamiento de los equipos de telefonía, obliga a la realización de un estudio de las condiciones del ambiente interior de las áreas consideradas que permitan establecer el diseño óptimo del Sistema de Aire Acondicionado requerido.

Los criterios de diseño a emplear, deben garantizar la estabilidad de las condiciones interiores por la naturaleza de las actividades desarrolladas, y que en ningún momento se modifiquen dada la importancia de las mismas.

Con estos criterios evaluamos un acondicionamiento para confort y óptima operación de los equipos localizados en dicha sala, estimando la carga térmica (ganancias de calor externa e interna), para eliminarla del interior de las áreas y se mantengan las condiciones ambientales (humedad y temperatura interna) propias para ejercer la actividad, antes mencionada.

El balance térmico ideal para el interior del local, bajo las condiciones exteriores reinantes en México Distrito Federal (30°C bulbo seco, 17°C bulbo húmedo); es el de mantener en el interior de la sala una temperatura de bulbo seco de 22°C ±1°C (constante, sensado por el termostato), con una humedad relativa de 50% ±5.

Debido a la prioridad de mantener las condiciones interiores del local, aunado a la sensibilidad de las tarjetas de las repisas de los gabinetes, es indispensable que estos locales nunca se queden sin acondicionar.

El cliente proporciona las siguientes consideraciones para el desarrollo del proyecto de aire acondicionado:

Velocidad de aire a través del serpentín de la U.M.A. de 550 a 700 ft/min

Área del serpentín:
$$\frac{\text{volumen de aire en CFM}}{\text{Velocidad de paso en el serpentín en ft/min}}$$

Velocidad real:
$$\frac{\text{volumen de aire en CFM}}{\text{Área real del serpentín en ft}^2}$$

El factor de calor sensible debe ser menor que 1

Temperatura de condensación:
$$\frac{\text{MBTU} \times K}{\text{FA} \times E} \quad \text{FA} = \text{área del serpentín}$$

$A = Q/V \quad 1 \text{ ft}^2 = 144 \text{ in}^2$

Carga debido al motor de la UMA:

$$\text{BTU/HR} = \frac{\text{HP} \times 2545}{0.85}$$

El ADP puede disminuirse, con lo cual se reduce el volumen de aire, enfriándolo más.

Para calcular lo kilowatts de las resistencias eléctricas consideramos el 50% de RSH:

$$KW = \frac{RSH \times 0.50}{3.415} \quad RSH = \text{Calor sensible}$$

Velocidad frontal en la rejilla de retorno, dependiendo con la velocidad a la que se inyecte: 500 y 600 ft/min

Velocidad frontal en la rejilla de paso en puerta: 500 ft/min

Velocidad frontal en la toma de aire exterior de 450 ft/min:

$$\text{Área} = \frac{\text{volumen de aire exterior}}{\text{Velocidad de aire exterior}}$$

Velocidad de inyección a la salida del ventilador de 1,500 a 1,700 ft/min

La velocidad de inyección en rejillas y difusores depende del modelo (dimensiones) de este y los cfm's que se quieran manejar.

Para salas automáticas:

- Ducto de inyección a 1,500 ft/min
- Ducto de retorno a 1,200 ft/min
- Caja de mezclas a 1,000 ft/min
- Compuertas de gravedad a 600 ft/min

Para oficinas

- Ducto de inyección a 1,200 ft/min
- Ducto de retorno a 1,000 ft/min
- Caja de mezclas a 800 ft/min
- Compuertas de gravedad a 600 ft/min

Rangos de velocidad para filtros planos

- 600 a 500 ft/min

Velocidad para rejilla de retorno

- 500 ft/min

Velocidad para rejilla de toma de aire exterior

- 500 ft/min

Velocidad de inyección a la salida del ventilador

- 1,500 a 1,700 ft/min

Caídas de presión en in. c.a

- Rejillas de inyección 0.03-0.05 in. c.a
- Rejillas de retorno 0.012 in. c.a
- Filtros finos 0.25-0.50 in. c.a
- Filtros climaflu 1.00 in. c.a

Ductos en conmutadores (volumen pequeño)

- 0.13 -0.16 por C/100 ft

Ductos en sala de equipos (volumen grande)

- 0.09 -0.12 por C/100 ft

Los codos se toman como si fueran tramos rectos de 10 ft de longitud equivalente. Las reparticiones se toman como si fuera tramos rectos de 8 ft de longitud equivalente.

Un motor reduce su potencia 1% por cada 100 m de altura Sobre el Nivel de Mar y en 1% por cada 5.5 °C de temperatura arriba de 15.5 °C.

7. 3 ALCANCES DEL PROYECTO

En esta sección se indica todo lo que abarca el proyecto, desde el levantamiento del estado físico de las instalaciones, hasta la entrega de puesta en marcha con pruebas previas de funcionamiento.

De manera general se anexan algunos puntos:

- Se acuerda, por parte del cliente y contratista, los pasos a seguir en tiempos de entrega de proyecto y tiempos de entrega de instalación, ésta última estará sujeta a facilidades de acceso por parte del cliente.
- Se tratan los desmontajes de equipos existentes, ducteria, en caso de que haya, para liberar espacios.
- Apertura de huecos ya sea en losa o en muro.
- Desmontaje de accesorios que no corresponden al proyecto como son, principalmente, luminarias y tirantes de charolas.
- La instalación de arrastres de concreto o material estructural para los equipos de aire acondicionado, por parte del cliente o a quien le corresponda.
- Acometidas eléctricas desde el Tablero de Distribución General (T.D.G) hasta el Centro de Control de Motores (C.C.M.) lo que implica saber en qué espacio se puede colocar el interruptor termomagnético.
- Espacios para maniobrar los equipos dentro y fuera de las instalaciones.
- El tipo de equipo que se recomienda.
- Puntos críticos a acondicionar y áreas de posible crecimiento.
- El dren para los equipos (coladera más cercana)

Se acuerda que los equipos que se instalarán serán dos sistemas de aire acondicionado tipo dividido de expansión directa en respaldo, sustituyendo cuatro sistemas a base de fan & coil de 5.0 T.R. c/u por obsolescencia.

Se procederá al desmontaje del sistema de ductería que se encuentra actualmente instalado, esto con el fin de liberar el espacio para la instalación del nuevo recorrido, ver PLANO 1 (ANEXO C): Plano de desmontaje.

Los equipos a desmontar incluirán la Unidad Exterior, Unidad Interior, tuberías de interconexión de fuerza y control, tuberías de refrigeración y ductería de inyección y retorno con rejillas. Al retirar estos sistemas quedará espacio libre para llevar por ahí los nuevos recorridos de ductería de inyección y retorno. Todo lo desmontado deberá depositarse en el lugar indicado por el supervisor del cliente.

Se acuerda la instalación de las unidades condensadoras, apoyadas en vigas tipo IPR, donde se encuentran actualmente la unidades condensadoras de los sistemas divididos de 5.0 T.R. La instalación de una plataforma (por otros), arriba de las unidades condensadoras, para la colocación de las Unidades Manejadoras de Aire; ya que se observa que no hay mejor posición que ésta.

Se realiza el cálculo correspondiente y se observa que la acometida actual cumple con las necesidades de operación, por lo cual será reutilizada desde el Tablero de Distribución General (T.D.G) hasta el Centro de Control de Motores (C.C.M). El C.C.M será reubicado y la nueva posición no afecta la longitud de la acometida, recordando que no se permite hacer empalmes.

7. 4 LEVANTAMIENTO FÍSICO DEL LOCAL

Una vez definida el área a acondicionar se realiza el dibujo arquitectónico del inmueble (siempre y cuando no haya planos físico proporcionados por el cliente), contemplando los siguientes puntos:

- a) Datos del cliente: es la información de las personas con las que se llevó a cabo el recorrido y definición de alcances de proyecto. Nombre, puesto, dirección, teléfono de oficina, número de celular, correo electrónico.
- b) Carta compromiso: es un reporte que se elabora en campo con la información de los alcances de proyecto y firmada por las personas correspondientes.
- c) Dirección: ubicación geográfica del inmueble.
- d) Orientación: registrar la posición del área a acondicionar respecto al norte. esta actividad puede realizarse con una brújula en campo o utilizando herramientas de internet como Google Maps, o Google heart.
- e) Muros: son los que limitan el área a acondicionar, y pueden ser de tabique normal o tabicón hueco con aplanado liso de cemento de 1" ó 2" y pintado de color blanco al exterior, y de tablaroca pintado de color blanco al interior.
- f) Colindancia: muros compartidos por dos o más zonas dentro del mismo inmueble, o bien el que limita el perímetro con otros predios. Es importante verificar edificios o locales que puedan proyectar sombra en cualquier momento del día.
- g) Columnas: son las que dan soporte y rigidez al inmueble de manera vertical y comúnmente son de concreto, en otras situaciones están reforzadas con estructura de acero.

- h) Castillos: son refuerzos de concreto ligero, para la estructura y muros con claros largos. Se debe tener cuidado de registrar su ubicación ya que pueden ser un problema al momento de pasar ductería a través de muros.
- i) Trabe: son durmientes de manera horizontal que refuerzan la losa, ya sea de azotea o de otro nivel y tienden a limitar la altura de la zona a acondicionar, así como el acceso con ductería.
- j) Gabinetes de telefonía: equipos al interior del local que cuentan con la infraestructura necesaria que permiten la comunicación en tiempo real entre personas que se encuentran en distintos lugares. Algunos gabinetes requieren de mayor demanda de enfriamiento, por lo que hay que ser preciso en el acondicionamiento y distribución del aire. Estos equipos trabajan las 24 hrs los 365 días del año.
- k) Luminarias: son lámparas que se emplean para el alumbrado del área a acondicionar y son fuentes de calor que transforman prácticamente toda la energía eléctrica que consumen, en calor. Es importante el número de luminarias, consumo y tiempo de operación
- l) Equipo de cómputo: algunos locales cuentan con equipo de monitoreo por lo que necesario tener el dato del consumo de energía y el tiempo de operación.
- m) Personas: operarios, gente de mantenimiento o contratistas a efectuar actividades de alta exigencia física, por lo que deben considerarse como una carga adicional para efectos de balance térmico.

Una vez que se especificaron los alcances del proyecto, es recomendable tener presente la clase de equipo que se propuso, para que al momento de realizar el levantamiento arquitectónico, se vaya plasmando la idea del proyecto nuevo.

En la medida de un buen levantamiento, se desarrollará un buen proyecto.

La posición de los equipos para el proyecto es importante, ya que de ahí parte todo lo relacionado a la soportería, estructura, ductería de inyección y retorno, acometida eléctrica, interconexión de fuerza y control y dren de los equipos.

En la sala de telefonía existe una distribución de gabinetes, unos que requieren ser acondicionados y otros que no lo necesitan, por lo que hay que identificar claramente, en compañía de personal del cliente, los gabinetes que requieran ser acondicionados y movimiento de luminarias, ya sea por parte del cliente o del personal que desarrollará la instalación. El movimiento de luminarias quedará asentado en el catálogo de conceptos a fin de determinar quién llevará a cabo dicha actividad.

Para cada tipo de gabinetes se manejan diferentes amperajes, y por la delicadeza de dichos gabinetes, es recomendable que el cliente proporcione la información correspondiente a cada uno, así como los que requieren o no ser acondicionados, ver tabla 7.4.1.

Los gabinetes operan a 48 o 52 volts, aunque para efectos de cálculo se consideran los 48 volts.

Tabla 7.4.1 Amperaje por gabinete proporcionado por el cliente

GABINETE	CANTIDAD	AMPERAJE	AMPERAJE TOTAL
ANILLOS	1	60	60
HUAWEI	1	76.3	76.3
7302 ISAM ALCATEL LUCENT	26	16	416
BDTD	27	0	0
TELLABS-TELSON	4	5	20
NEC	1	10	10
PHILLIPS	4	5	20
CIENA	3	70	210
FIBRA ÓPTICA	3	0	0
ERICSSON EDA 1200	1	10	10
EMERSON	1	5	5
PSS SCHMID	1	5	5
UNINET	1	25	25
CARRIER ETHERNET	1	36	36
		SUMATORIA	893.3

Con la idea clara del tipo de proyecto que se realizará, se debe tener presente los inconvenientes que se presentarán al momento de llevar a cabo la instalación.

El proyecto debe contener la idea principal de la manera de instalar los equipos, por lo que es sumamente importante, que los planos ofrezcan información clara y confiable de que se puede instalar los arreglos que resulten del proyecto.

Las Unidades Manejadoras de Aire se instalarán en una plataforma que deberá suministrar e instalar el cliente. Para esto se ha contemplado y acordado la posición de la plataforma como el mejor lugar para su ubicación y desarrollo del proyecto. Los equipos en plataforma quedarán por arriba de las unidades condensadoras que se muestran en la Imagen 7.4.2.



Imagen 7.4.2 Espacio para plataforma

Una vez visualizada la plataforma, se analiza la posición de las unidades condensadoras para los arreglos del proyecto.

Las Unidades Condensadoras se instalarán debajo de la plataforma. Para esto es necesario liberar el espacio ocupado por las unidades condensadoras de los sistemas actualmente instalados.

Las unidades condensadoras a desmontar se muestra en la Imagen 7.4.3



Imagen 7.4.3 Espacio a liberar para las nuevas Unidades Condensadoras.

Ya se tiene la posición de las Unidades Manejadoras de Aire y de las Unidades Condensadoras. Ahora se verifica el paso y los movimientos necesarios para el paso de la ductería que deberá entrar a la sala.

Se determinan los pasos para la ductería, con la visualización que se tiene presente para desarrollar el proyecto, y que así se realice la instalación. La imagen 7.4.4 y 7.4.5 muestran la única zona por la que se puede llevar la ductería desde el exterior hasta el interior de la sala. Probablemente el volumen de aire de los ductos de inyección y retorno en esta zona, lleven un poco más de velocidad, pero son riesgos que se deben correr ya que es la única parte por la cual se pueden instalar los ductos.



Imagen 7.4.4 Espacio por el que bajará la ductería

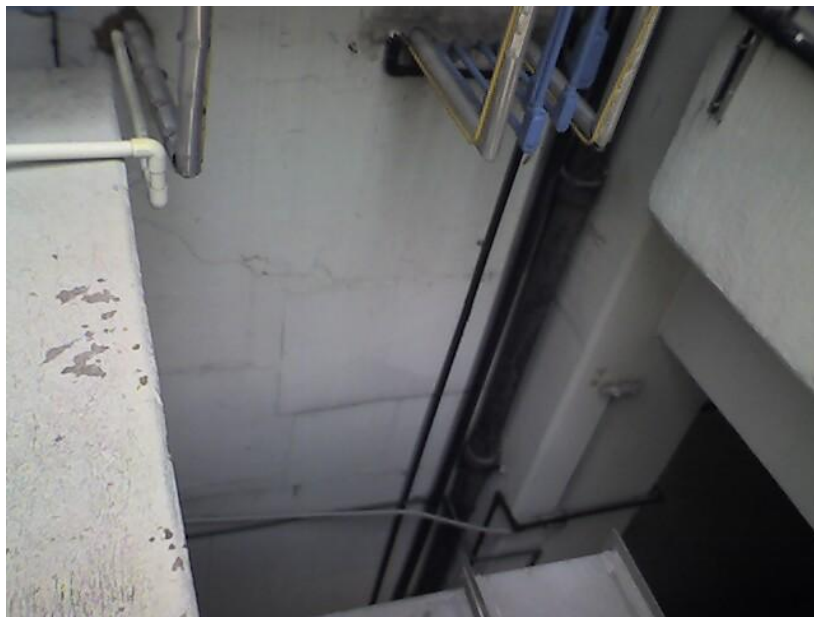


Imagen 7.4.5 Espacio por el que bajará la ductería

Al interior de la sala se debe tener mucho cuidado, ya que se encuentra llena de restricciones. Trabes ahogadas en los muros, lechos bajos de trabes, varillas roscadas de soporte de charolas de cables, tirantes antisísmicos, luminarias

colgadas de losa, charolas de cables, etc., son solo alguno de los obstáculos que limitan la modulación y trayectoria de la ductería de inyección y retorno.

La imagen 7.4.6 muestra el muro por donde entrarán los ductos de inyección y retorno, así mismo se aprecian charolas con cables, tirantes y parte de la ductería que deberá desmontarse para liberar espacio.



Imagen 7.4.6 Muro por donde entrará la ductería a la sala

La imagen 7.4.7 y 7.4.8 muestran uno de los cuatro sistemas que deberán ser desmontados dentro de la sala a fin de aprovechar los espacios que liberen estos sistemas.



Imagen 7.4.7 Un sistema de cuatro a desmontar al interior de la sala



Imagen 7.4.8 ductería de sistema a desmontar al interior de la sala

Las imágenes anteriores son de gran utilidad para el desarrollo del proyecto, ya que éstas muestran detalles difíciles de visualizar al momento de realizar el levantamiento del estado actual del inmueble.

En caso de no existir planos impresos con la arquitectura del inmueble proporcionados por el cliente, que faciliten el levantamiento, se procede a desarrollar, en papel, los dibujos correspondientes a las zonas de interés, con el fin de obtener la información necesaria y desarrollar el proyecto, para esto, los croquis deben ser lo más claros posibles y contar con la mayor información, ya que ésta debe ser lo más fácil de entender para el dibujante. Las Figuras 7.4.9., 7.4.10 y 7.4.11 representan el levantamiento en la parte exterior.

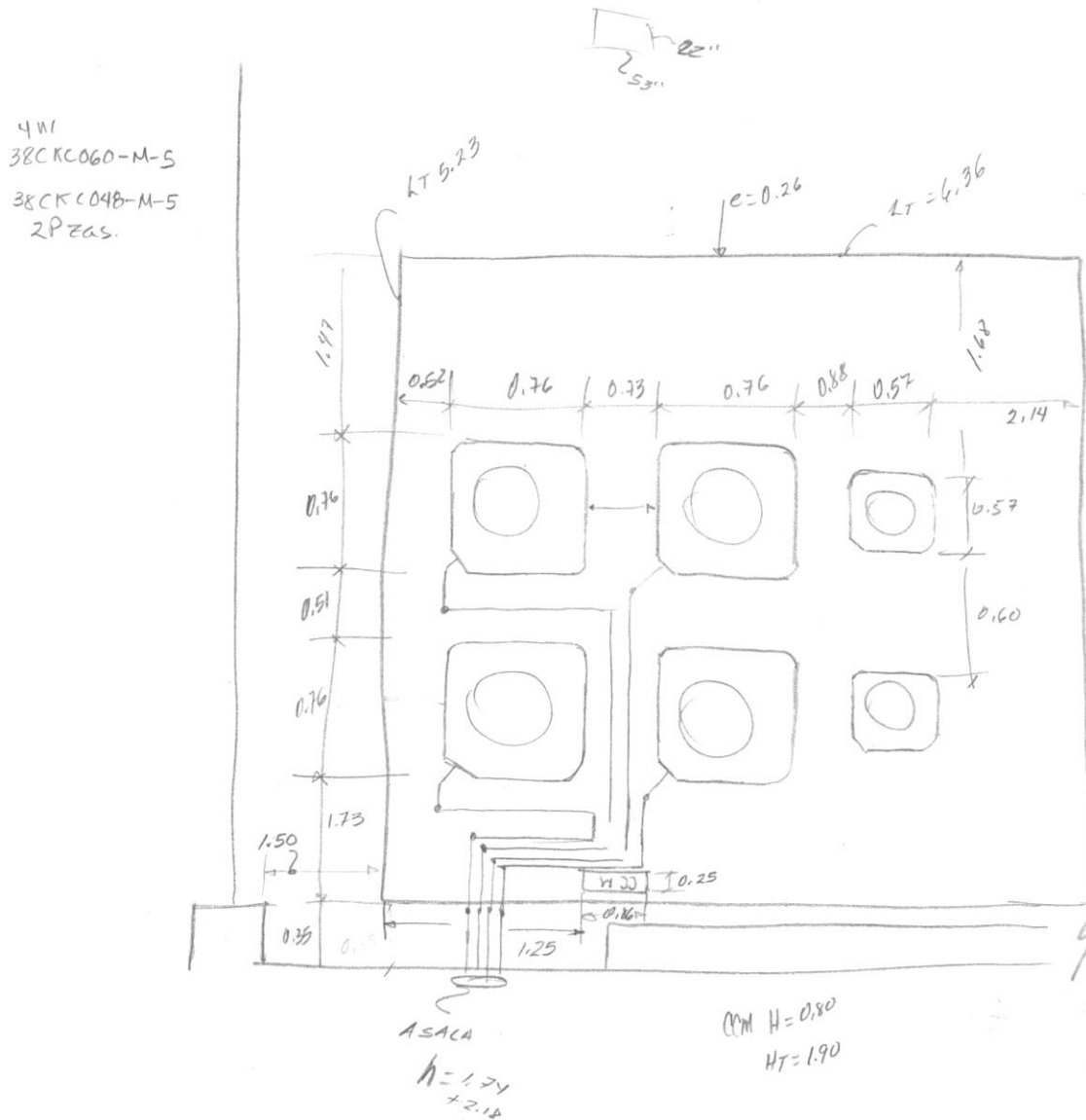


Figura 7.4.9. Levantamiento físico de Unidades Condensadoras

27/04/2011

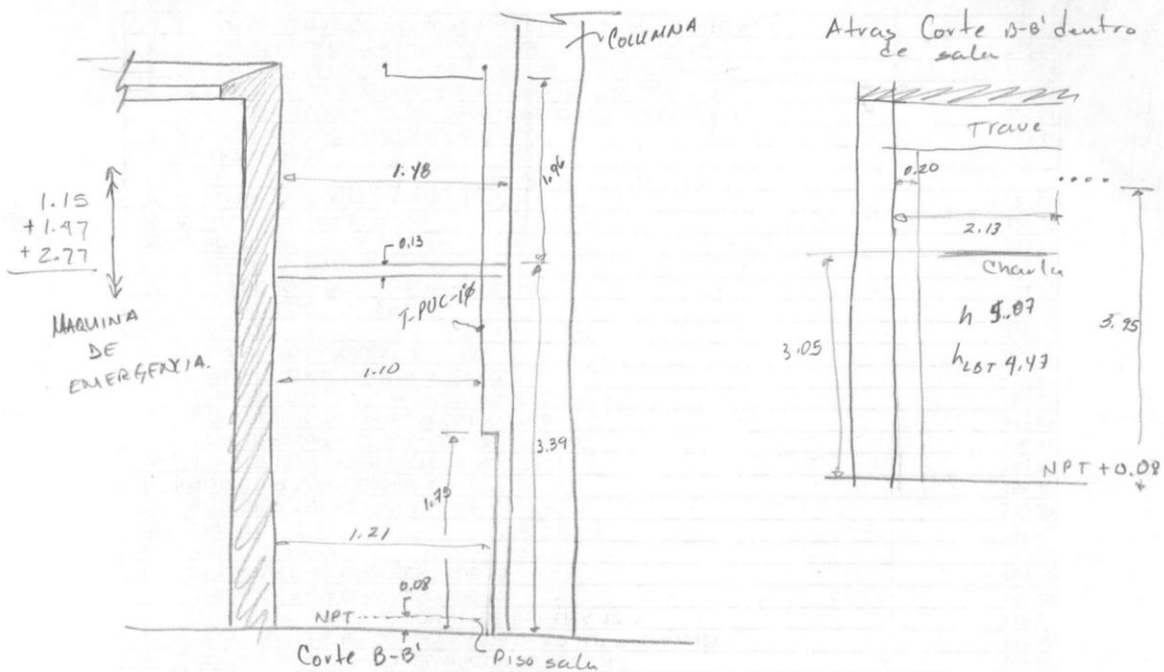


Figura 7.4.11. Levantamiento físico de Corte B-B' para pasos de ductería

Se requiere realizar el levantamiento de estado físico actual de los equipos al interior de la sala. Se cuenta con arquitectónico impreso proporcionado por el cliente, por lo que solo es necesario tomar puntos de referencia para posicionar los sistemas tal y como se indica en las Figuras 7.4.12, 7.4.13 y 7.4.14

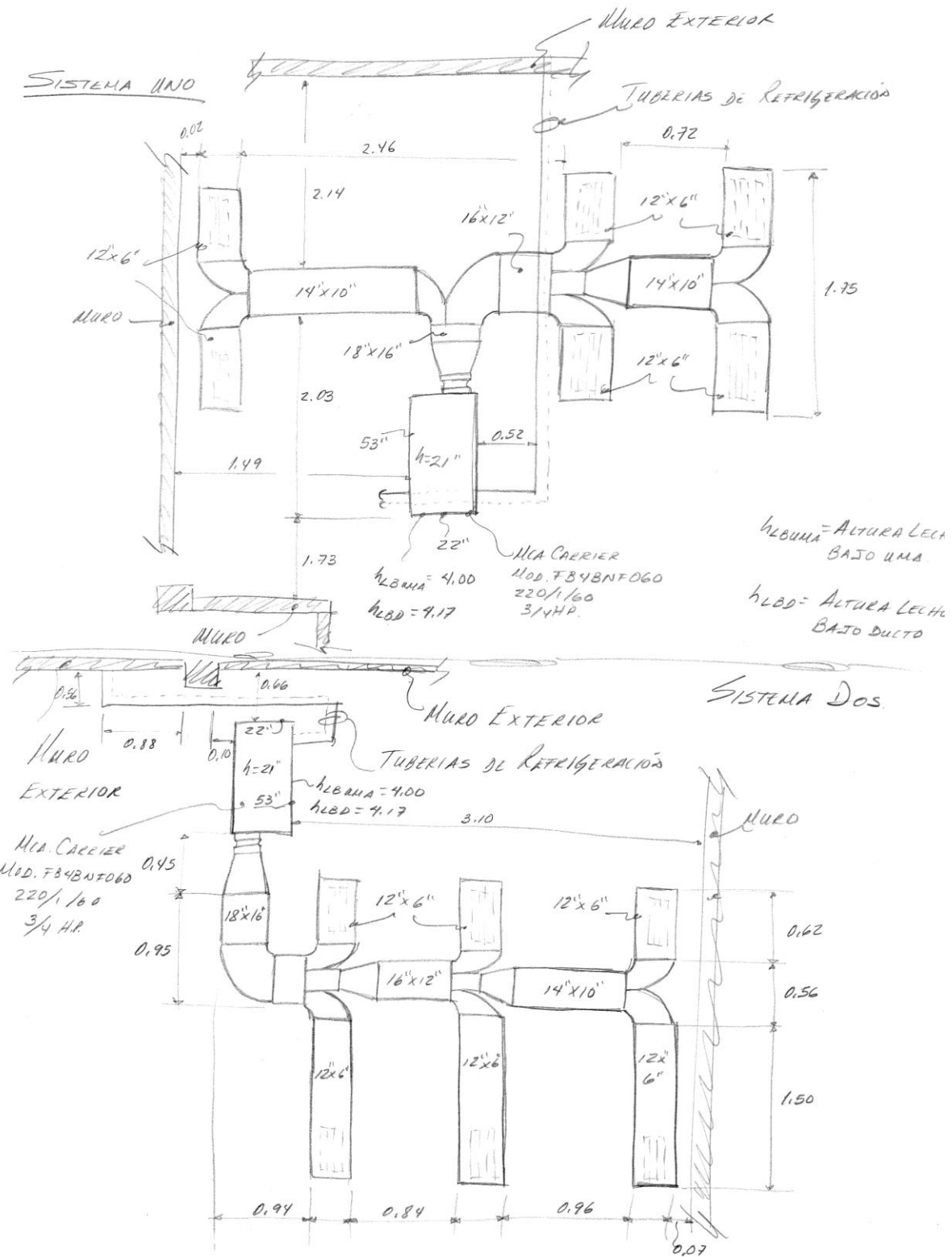
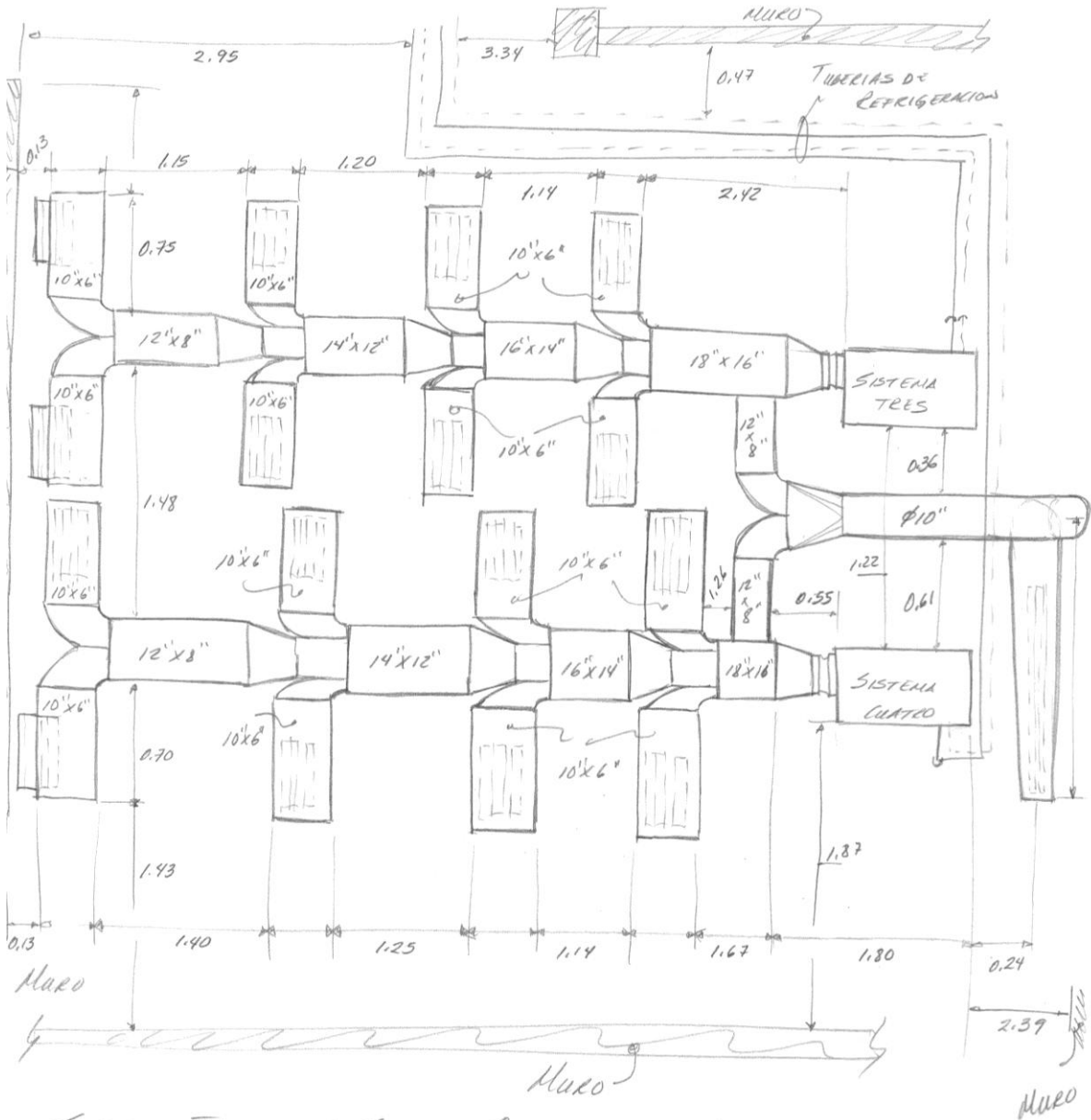


Figura 7.4.13. Levantamiento físico de los sistemas uno y dos



SISTEMA TRES
 MCA. CARRIER
 MOD. FB4BNF060
 220/1/60
 3/4 HP.
 $h_{LUNA} = 4.00$
 $h_{...} = 4.17$

SISTEMA CUATRO
 MCA. CARRIER
 MOD. FB4BNF060
 220/1/60
 3/4 H.P.
 $h_{LUNA} = 3.98$
 $h_{LD} = 3.55$

h_{LUNA} - ALTURA LECHO BAJO DE DUNA.
 h_{LD} - ALTURA LECHO BAJO DE DUCTO.

Figura 7.4.14. Levantamiento físico de los sistemas tres y cuatro

En la actualidad, el Ingeniero de Aire Acondicionado debe calcular, proyectar y seleccionar los equipos, así como manejar el programa de AutoCAD, cualquier versión, a fin de complementar su formación profesional.

7. 5 BALANCE TÉRMICO

Los cálculos generales se realizan mediante un programa de cálculo utilizado internacionalmente (HAP E-20 de Carrier), erogando un reporte en donde aparecen todos los componentes de la carga para Aire Acondicionado. El método que emplea el programa es el “método de función de transferencia”, dicho método es aprobado por el ASHRAE como el método más adecuado para el cálculo de las cargas térmicas.

Los resultados finales se dan en BTU/Hr y su equivalente en Toneladas de Refrigeración, se da también el volumen de aire necesario para cada zona en CFM (pies cúbicos por hora).

La sala queda dentro del edificio, por lo que no hay muros que suministren ganancia de calor al interior de la sala, pero si hay muros partición para el desarrollo del cálculo.

Los muros partición son aquellos muros de la sala a acondicionar que colindan con áreas no acondicionadas y que pueden generar alguna ganancia en carga térmica.

La figura 7.5.1 proporciona los resultados generales del balance térmico:

- Capacidad de Enfriamiento del equipo en Toneladas de Refrigeración (Tons),
- La carga total del recinto en miles de BTU's (MBH),
- La carga sensible en miles de BTU's (MBH),
- Volumen de aire a suministrar en CFM's.
- Volumen de aire a renovar en CFM's,
- El ADP del serpentín en °F,
- Factor de Bypass, adimensional,
- Humedad relativa en el recinto.

Air System Sizing Summary for SALA TRANSMISION P.B.		06/23/2011 04:45p.m.
Project Name: P-11-0XX		
Prepared by:		

Air System Information

Air System Name	SALA TRANSMISION P.B.	Number of zones	1
Equipment Class	SPLT AHU	Floor Area	1232.5 ft ²
Air System Type	SZCAV	Location	Mexico City, Mexico

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone CFM	Peak zone sensible load	Calculation Months	Jan to Dec
Space CFM	Individual peak space loads	Sizing Data	Calculated

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	16.1 Tons	Load occurs at	Jul 1600
Total coil load	193.3 MBH	OA DB / WB	88.9 / 62.8 °F
Sensible coil load	192.2 MBH	Entering DB / WB	73.9 / 59.4 °F
Coil CFM at Jul 1600	11879 CFM	Leaving DB / WB	54.2 / 52.8 °F
Max block CFM at Jul 1600	11879 CFM	Coil ADP	52.0 °F
Sum of peak zone CFM	11999 CFM	Bypass Factor	0.100
Sensible heat ratio	0.995	Resulting RH	46 %
ft ² /Ton	76.5	Design supply temp.	53.6 °F
BTU/(hr-ft ²)	156.8	Zone T-stat Check	1 of 1 OK
Water flow @ 10.0 °F rise	N/A	Max zone temperature deviation	0.0 °F

Supply Fan Sizing Data

Actual max CFM at Jul 1600	11879 CFM	Fan motor BHP	6.23 BHP
Standard CFM	9046 CFM	Fan motor kW	4.64 kW
Actual max CFM/ft ²	9.64 CFM/ft ²	Fan static	2.50 in wg

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow CFM	89 CFM	CFM/person	29.56 CFM/person
CFM/ft ²	0.07 CFM/ft ²		

Figura 7.5.1 Resultados Generales del Balance Térmico (HAP E-20)

La Figura 7.5.2 representa información en general de las características en el diseño del sistema de aire, para el recinto, donde proporciona:

- Volumen de aire para aire acondicionado y calefacción,
- Carga sensible del recinto para enfriamiento,
- Carga latente del recinto para enfriamiento,
- Carga sensible del recinto para calefacción,
- Carga latente del recinto para calefacción,
- Cargas que proporciona cada elemento que compone el recinto.

ZONE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
	COOLING OA DB / WB 88.9 °F / 62.8 °F			HEATING OA DB / WB 39.0 °F / 31.7 °F		
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	1232 ft²	1177	-	1232 ft²	0	-
Partitions	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Ceiling	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Overhead Lighting	1800 W	4923	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	3	713	1365	0	0	0
Infiltration	-	511	-108	-	44	1
Miscellaneous	-	168779	0	-	0	0
Safety Factor	1% / 2%	1741	25	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	175845	1284	-	44	1
Zone Conditioning	-	175273	1284	-	42	1
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	11879 CFM	0	-	11879 CFM	0	-
Ventilation Load	89 CFM	1100	-260	89 CFM	1852	57
Supply Fan Load	11879 CFM	15840	-	11879 CFM	-15840	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	1%	1758	-	1%	0	-
>> Total System Loads	-	193971	1024	-	-13945	59
Central Cooling Coil	-	192218	1032	-	-13946	0
>> Total Conditioning	-	192218	1032	-	-13946	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Figura 7.5.2 Diseño de carga del sistema de aire acondicionado (HAP E-20)

7. 6 DESARROLLO DE DUCTERIA DE INYECCIÓN Y RETORNO

Para el desarrollo de la ductería de inyección y retorno es necesario tener sembrado los equipos de aire acondicionado y las rejillas distribuidas de acuerdo a los requerimientos de volumen de aire por gabinete. Cabe mencionar que no todos los gabinetes de telefonía requieren de aire acondicionado, por lo que es importante determinar en el levantamiento que gabinetes se acondicionarán.

El volumen de aire por gabinete dependerá del amperaje con el que operen. Mientras mayor sea el amperaje, mayor será el volumen de aire que necesite, y por el contrario, a menor amperaje, menor volumen de aire.

Las rejillas de inyección y retorno dependen del volumen de aire que se suministre en el punto que requiere ser acondicionado

La selección de estos accesorios puede hacerse directamente del catálogo del fabricante o matemáticamente.

Del catálogo del fabricante, es necesario saber el volumen de aire y la velocidad a que éste deberá ser inyectado, para así determinar la rejilla que menor caída de presión genere. Es recomendable hacer uso de catálogos, ya que se seleccionan accesorios comerciales.

Posicionando las rejillas de inyección, se traza un recorrido por medio de líneas que nos permitan darle forma al diseño de la ductería de inyección y se hace lo mismo con las rejillas de retorno, aunque éstas serán más grandes ya que captarán mayor volumen de aire que las rejillas de inyección. En este recorrido unifilar se ha determinado que la instalación será con la menor cantidad de ajustes.

Se suman los volúmenes de aire de manera progresiva para el diseño de la ductería de inyección y retorno. Es recomendable que este procedimiento se desarrolle desde la rejilla de inyección más alejada, ya que la ductería crecerá conforme sea mayor el volumen de aire.

Se le llama ramal principal, a la ductería que sale desde el arreglo de equipos y reparte del aire a cada ramal secundario. Se llamará ramal secundario a aquella ductería que se deriva del ramal primario.

Se sumara todos y cada uno de los flujos desde los ramales secundarios hasta el ramal primario.

Tenemos la distribución del volumen de aire en un recorrido unifilar, ahora se determina el tamaño de la ductería de inyección y retorno con la ayuda del ductulador electrónico.

Se comienza con el volumen de aire total desde los equipos y la velocidad de aire recomendada por el cliente, con estos datos el ductulador electrónico nos proporciona la caída de presión, la cual procuraremos mantener a lo largo del recorrido unifilar, ver Figura 7.6.1.

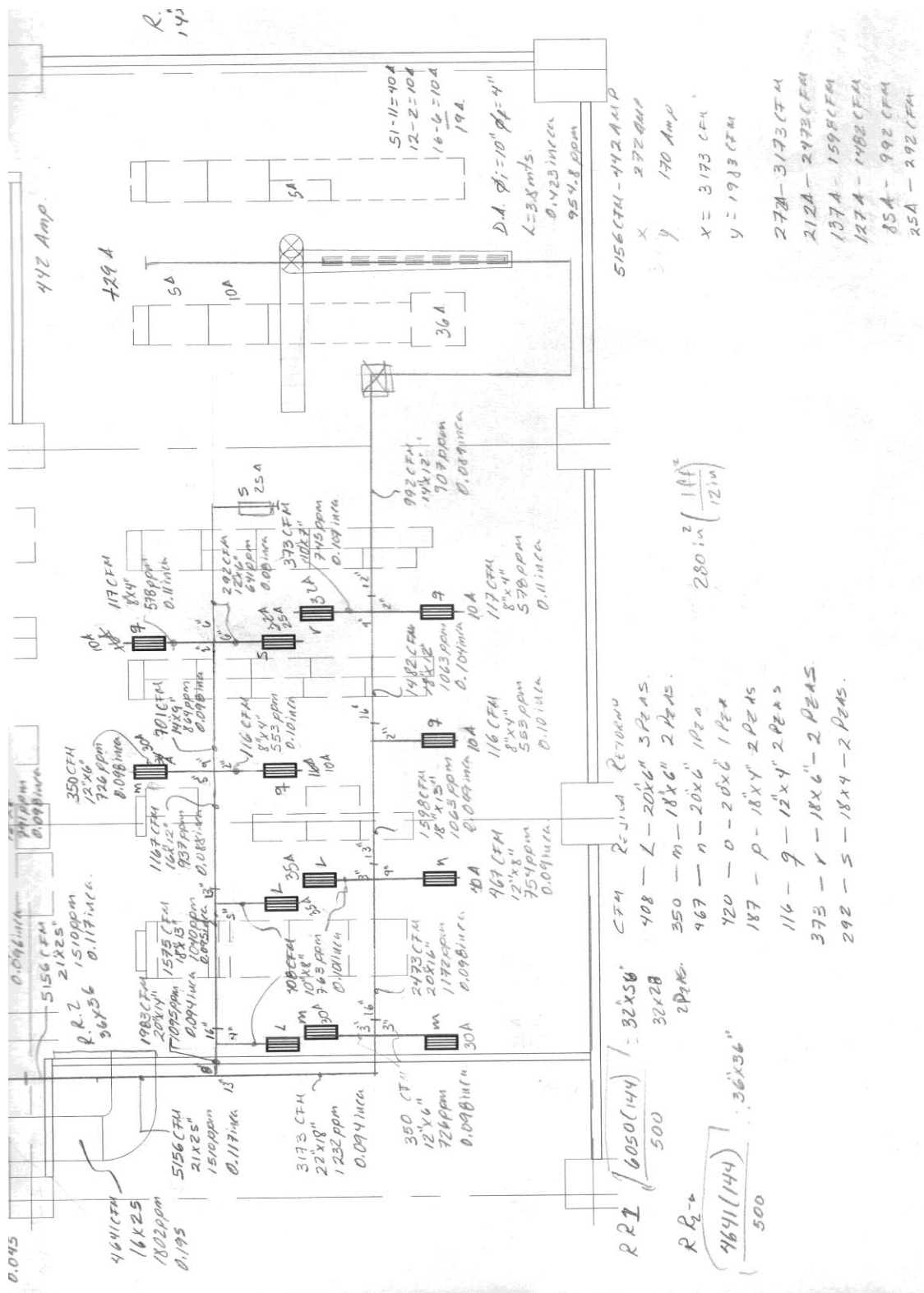


Figura 7.6.1. Diseño de ductería de inyección y retorno (continuación)

El cálculo de las compuertas de gravedad, banco de filtros, rejilla de toma de aire exterior y la caja de mezclas, se realiza según las características proporcionadas por el cliente. Estos accesorios comúnmente se representan en pulgadas.

COMPUERTAS DE GRAVEDAD: se determinan utilizando el volumen total de aire de inyección, multiplicado por el factor de conversión y el producto se divide entre la velocidad recomendada por el cliente. El resultado de esta operación, o se le aplica una raíz cuadrada, o se divide entre el valor en pulgadas que mejor se ajuste a las necesidades de proyecto, tal y como se muestra en la Figura 7.6.2.

BANCO DE FILTROS: se determina mediante la división del volumen total de aire de inyección entre 2,500 para obtener la cantidad de filtros. Al resultado de ésta operación se multiplica por el factor de conversión y se divide entre la velocidad recomendada por el cliente. El resultado de esta operación, o se le aplica una raíz cuadrada, o se divide entre el valor en pulgadas que mejor se ajuste a las necesidades de proyecto, tal y como se muestra en la Figura 7.6.2.

Resultan cuatro filtros en un arreglo de 2 x 2, lo que quiere decir que el banco de filtros deberá ser fabricado para alojar dos filtros en hilera con dos hileras. Por ejemplo, si el banco de filtros fuera de 4 x 2 éste debería ser fabricado para alojar cuatro filtros en hilera con dos hileras y así sucesivamente.

REJILLA DE TOMA DE AIRE EXTERIOR: se determina considerando el 10% del total del volumen de aire de inyección, multiplicado por el factor de conversión y se divide entre la velocidad recomendada por el cliente. El resultado de esta operación, o se le aplica una raíz cuadrada, o se divide entre el valor en pulgadas que mejor se ajuste a las necesidades de proyecto, tal y como se muestra en la Figura 7.6.2.

Este accesorio debe contar con una preparación para colocación y retiro de un filtro metálico lavable al 60% de eficiencia, tal y como se ilustra en el PLANO 7

CAJA DE MEZCLAS: este accesorio se determina con el volumen de aire que resulta de la resta del volumen de aire total, menos el volumen de aire para la rejilla de toma de aire exterior. El resultado de esta operación, y con la ayuda del ductulador electrónico se determina el tamaño que mejor se ajuste a las necesidades de proyecto, tal y como se muestra en la Figura 7.6.2.

Es importante obtener el tamaño de la boca de retorno del equipo, para determinar la altura de la caja de mezclas, tal y como se muestra en la Figura 7.6.2.

ARREGLO UNIFILAR
DE DUCTERIA P/UMAS.

CAJA DE HEZCLAS

$$11879 - 1188 = 10691 \text{ CFM}$$

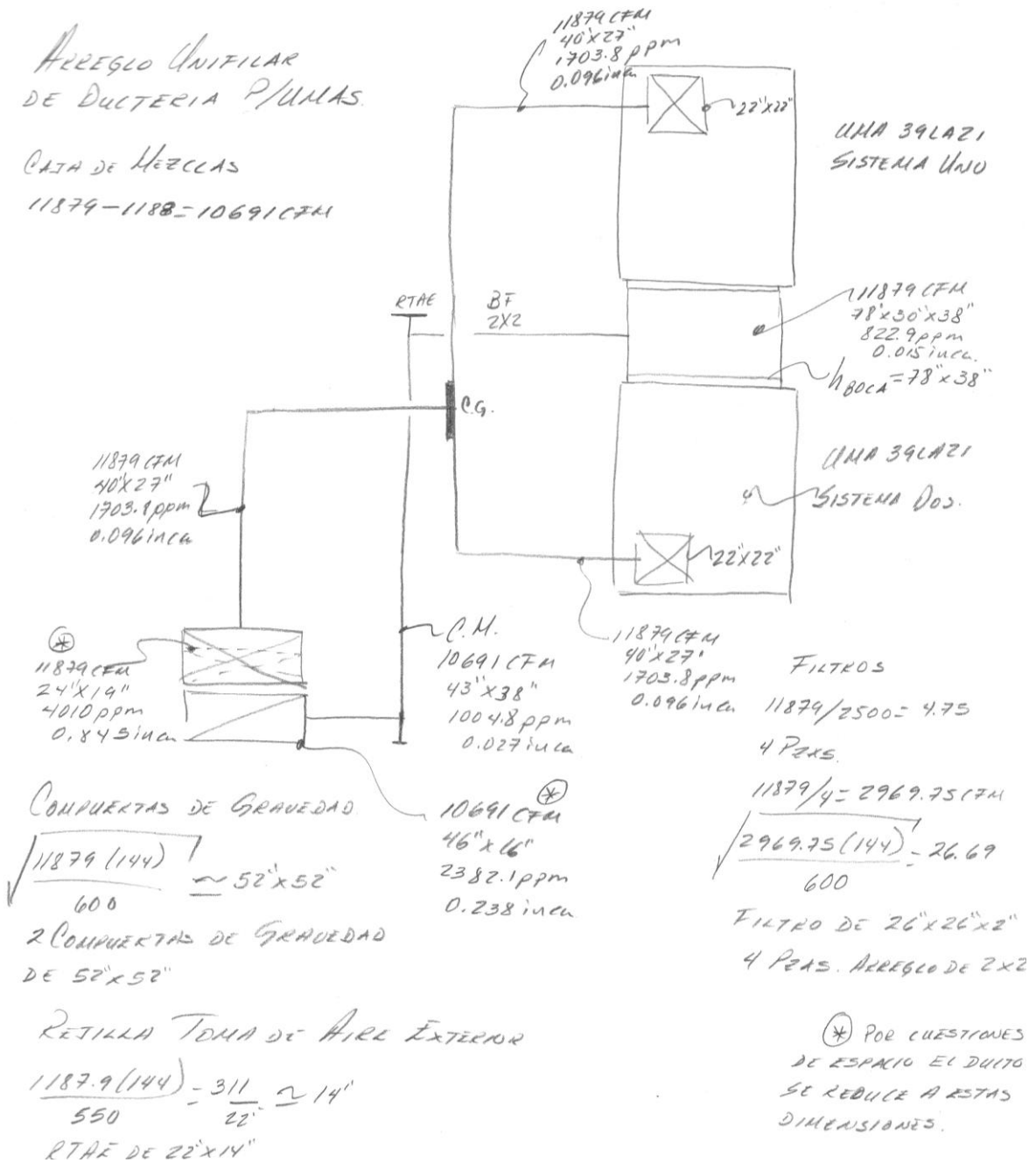


Figura 7.6.2 Diseño de ductería exterior y accesorios

7. 7 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Antes de comenzar con el desmontaje de los equipos se deberá instalar y probar los equipos de apoyo. Se sugiere que estos se coloquen dentro de la Sala de transmisión. Una vez instalado y probados los equipos de apoyo, se procederá con el desmontaje de las unidades existentes.

Con el equipo de apoyo funcionando, se procederá al desmontaje de las Unidades Tipo Fan & Coil y Unidades Condensadoras en conjunto con las tuberías de refrigerante, interconexión de fuerza y control, así como también con el sistema de drenaje, ver PLANO 1: Plano de desmontaje.

Las Unidades Manejadoras tendrán como base, en cada uno de sus extremos, una placa de acero de 6"x6"x3/16 a la cual se suelda un tramo de Fe. Ángulo de 1 1/2"x3/16" de 0.10 mts de longitud y, entre UMA y base, existirá un tacón de neopreno de 4"x4"1".

Para estos equipos es necesaria la instalación de una plataforma de 6.40x5.25 mts (por cuenta de C.T.B.R.) capaz de soportar el peso aprox. de 694 kg de cada UMA, 1,800 kg aprox. de lámina y cuatro personas de 80 kg c/u.

En el caso de las UC se requiere la apertura y sellado de cuatro huecos (0.20x0.15 mts) en muro de la azotea del cuarto de máquina de emergencia, para la instalación de dos durmientes de Viga de acero tipo IPR de 6"x4", y, sobre los durmientes, tacones de neopreno de 4"x4"1" para la colocación de las UU.CC. con un peso aprox. de 409 kg c/u.

SELECCIÓN DE UNIDAD MANEJADORA DE AIRE

Con el volumen de aire obtenido después de realizado el balance térmico, se utilizan los datos obtenidos de la Figura 7.5.1:

Capacidad de enfriamiento: 16.1 T.R

Volumen de aire: 11,879 CFM

Para la selección de la Unidad Manejadora de Aire se considera el Volumen de Aire y una velocidad recomendada, en el serpentín, entre 450 y 550 ft/min. De tal modo que la selección se hace con la Figura 7.7.1:

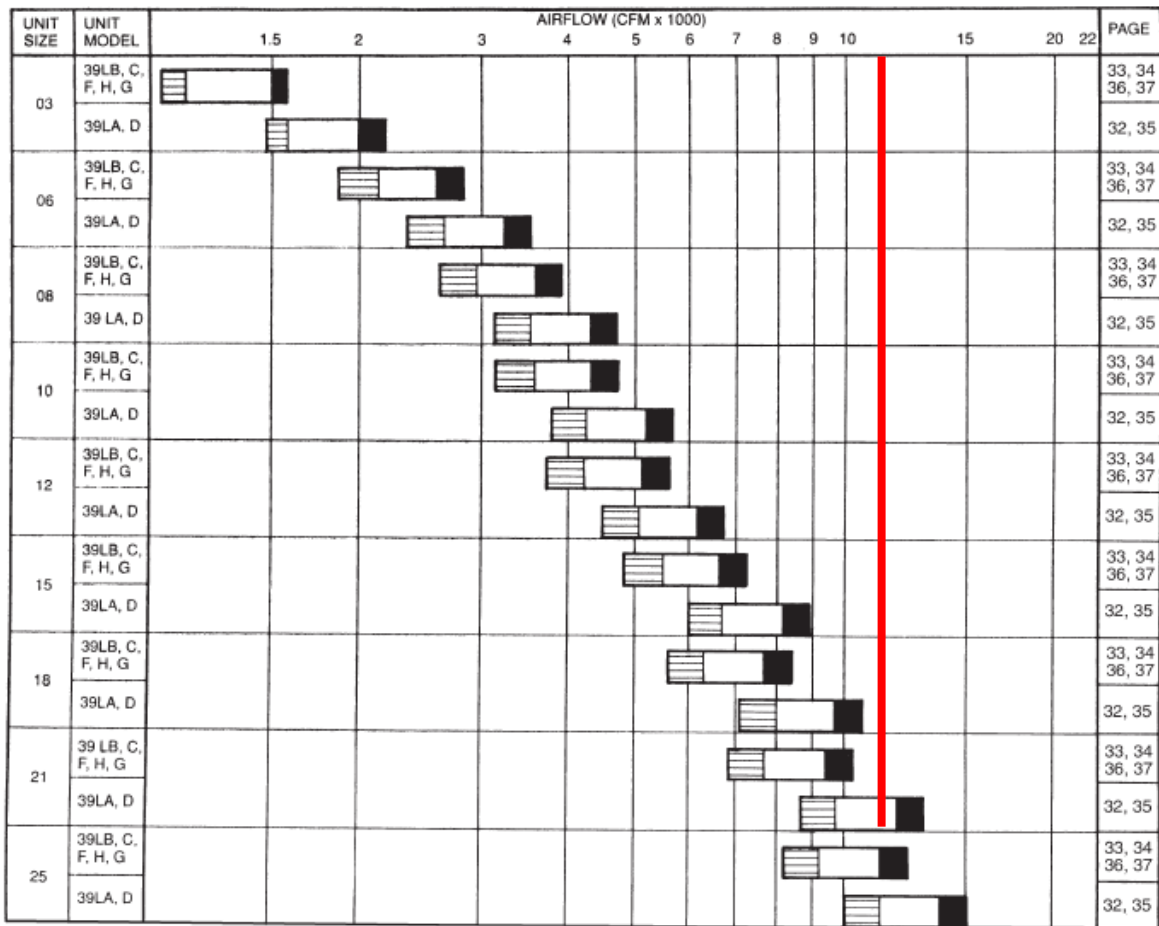
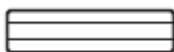


Figura 7.7.1 Tabla de selección rápida de U.M.A.
(Catalogo 39I-6pd-r, pag. 15)

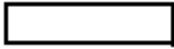
Modo de utilizar la gráfica:

- Encontrar el flujo de aire requerido por la lectura a través de flujo de aire disponible (pies cúbicos por minuto x 1000) a escala en la parte superior de la gráfica.
- Leer abajo del flujo de aire seleccionado hasta la velocidad nominal deseada (FPM) se alcanza.
- Desde este punto, se mueven hacia la izquierda para determinar el tamaño de la unidad.



Velocidad de flujo de 400 a 450 ft/min

Lo más comúnmente utilizado para aplicaciones de alta carga latentes. Los requisitos de espacio y costos son más altos que otras selecciones.



Velocidad de flujo de 450 a 550 ft/min

Representa la mayoría de aplicaciones estándar comerciales de refrigeración de aire acondicionado. Buena relación calidad y el equilibrio del espacio.



Velocidad de flujo de 550 a 600 ft/m

La mejor selección de espacio y costo, si las condiciones lo permiten.

Una manera más rápida e igualmente confiable que recomienda la marca Carrier en su catálogo "39I-6pd", página 18, "Air-handling selection guide" punto 1, es el volumen de aire entre 550 ft/min, por lo que el tamaño correspondiente utilizando el volumen de aire mayor sería, $11,879 \text{ CFM} / 550 \text{ ft/min} = 21.6$ y el tamaño del equipo será 21 lo que coincide con la Figura 7.7.1 para selección rápida de U.M.A.

CALCULO DEL SERPENTIN

Los serpentines de enfriamiento pueden ser para agua helada o un refrigerante que se evapora. A los últimos se les llama serpentines de expansión directa.

Los serpentines de enfriamiento se fabrican en general de tubo de cobre con aletas de aluminio, pero a veces se usan aletas de cobre. Los serpentines están dispuestos en zigzag, en varias capas dependiendo de las necesidades, ver Figura 7.7.2.

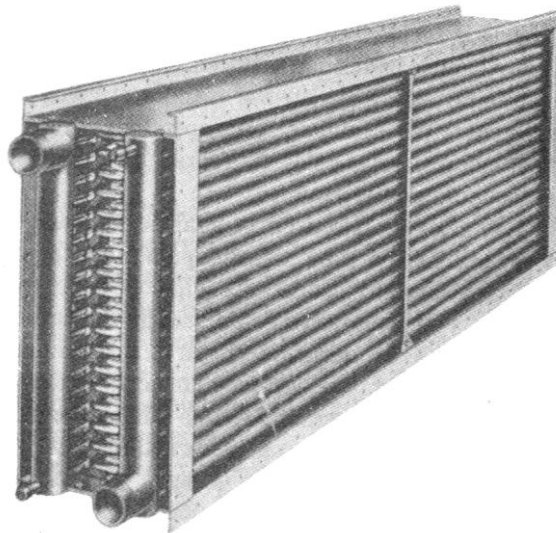


Figura 7.7.2 Serpentin de enfriamiento.
(Acondicionamiento de Aire Principios y
Sistemas, Edward G. Pita, pag. 344)

Las aletas aumentan la superficie efectiva del tubo, aumentando con ello la transferencia de calor para una longitud dada de tubo. El serpentín se puede fabricar con los tubos ya sea en serie o en paralelo, para reducir la caída de presión del fluido refrigerante.

Cuando los serpentines de enfriamiento constan de varias capas o filas, en general se conectan de modo que el flujo del elemento refrigerante y del aire sean opuestos entre sí, a lo cual se le llama contracorriente o contraflujo. De este modo, el elemento refrigerante enfría el aire más frío, y se necesitan menos capas para llevar el aire deseada que si se usara flujo en paralelo; además la temperatura del elemento refrigerante puede ser más alta.

La conexión de entrada del elemento refrigerante se debe hacer en el fondo del serpentín, y la salida en la parte superior, de modo que cualquier aire atrapado se arrastre más fácilmente. Además debe colocarse un venteo de aire en la salida, en la parte superior.

Las selecciones de serpentín se hacen con ayuda de tablas o gráficas de los fabricantes, basadas en el funcionamiento deseado. El funcionamiento de un serpentín de enfriamiento depende de los siguientes factores:

- La cantidad de calor sensible y latente que debe transmitir el aire,
- El estado del aire que entra y sale, sus temperaturas de Bulbo Seco y Bulbo Húmedo,
- La construcción del serpentín: el número y tamaño de las aletas, el tamaño y el espaciamiento del tubo, y el número de capas,
- La velocidad del elemento refrigerante,
- La velocidad superficial del aire. Esta velocidad superficial es el flujo volumétrico del aire, en CFM, dividido entre el área superficial proyectada del serpentín (dato del fabricante).

Se usan velocidades del elemento refrigerante de 1 a 8 ft/min. Las velocidades altas aumentan la transferencia de calor, pero también ocasionan grandes caídas de presión, por lo tanto necesitan una bomba o motor del compresor más grande, lo que provoca un mayor consumo de energía. Se recomiendan las velocidades intermedias entre 3 y 4 ft/min.

Las velocidades altas del aire también ocasionan mejor transferencia de calor y también más volumen de aire (CFM).

La Tabla 7.7.3 es una lista de factores de contacto (FC) típicos para serpentines de enfriamiento aletados. Con este tipo de tabla se puede determinar en forma directa el número de capas necesarias del serpentín para determinadas condiciones de aire de entrada y salida.

No. de capas	Velocidad superficial, ft/min					
	8 aletas/in			14 aletas/in		
	400	500	600	400	500	600
2	0.60	0.58	0.57	0.73	0.69	0.65
3	0.75	0.73	0.71	0.86	0.82	0.80
4	0.84	0.82	0.81	0.93	0.90	0.88
6	0.94	0.93	0.92	0.98	0.97	0.96
8	0.98	0.97	0.96			

Tabla 7.7.3. Factores de contacto típicos para serpentines de enfriamiento con aletas helicoidales. (Acondicionamiento de Aire Principios y Sistemas, Edward G. Pita, pag. 345)

Para determinar la velocidad real y área efectiva de paso del serpentín de enfriamiento de la Unidad Manejadora de Aire se considera el criterio recomendado por el fabricante en el catálogo "39I-6pd", páginas 12 y 17, y características proporcionadas por el cliente como lo indica la Figura 7.7.5 apoyado en la Figura 7.7.5.A

$$\text{VELOCIDAD A TRAVÉS DEL SERPENTIN} = 550 \text{ ft/min.}$$

$$\text{VOLUMEN DE AIRE TOTAL} = 11879 \text{ CFM}$$

$$\begin{aligned} \text{AREA DEL SERPENTIN} &= \frac{\text{VOLUMEN DE AIRE}}{\text{VEL. PASO EN SERPENTIN.}} \\ &= \frac{11879 \text{ ft}^3/\text{min}}{550 \text{ ft/min}} = 21.598 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VELOCIDAD REAC} &= \frac{\text{VOLUMEN DE AIRE}}{\text{AREA REAC SERPENTIN}} \\ &= \frac{11879 \text{ ft}^3/\text{min}}{21.6 \text{ ft}^2} = 549.9 \text{ ft/min} \end{aligned}$$

DE TABLA → 21.6 ft²
EN PAG. 44

Figura 7.7.5 Características del serpentín de enfriamiento según datos de proyecto

COILS

39L UNIT SIZE	03	06	08	10	12	15	18	21	25
CHILLED WATER/DIRECT EXPANSION									
Large Face Area									
Nominal Capacity (cfm) at 550 Fpm	1996	3245	4345	5247	6149	8200	9740	11,880	13,750
Face Area (sq ft)	3.63	5.90	7.90	9.54	11.2	14.9	17.7	21.6	25.0*
Number of Tubes/Face	16	20	24	24	32	38	38	22/22	
Finned Tube Length (in.)	26.1	34.0	37.9	45.8	53.7	53.7	53.7	65.5	65.5
Small Face Area									
Nominal Capacity (cfm) at 550 Fpm	1496	2596	3619	4372	5126	6666	7689	9405	11,275
Face Area (sq ft)	2.72	4.72	6.58	7.95	9.32	12.1	14.0	17.1	20.5
Number of Tubes/Face	12	16	20	20	26	30	30	30	36
Finned Tube Length (in.)	26.1	34.0	37.9	45.8	53.7	53.7	53.7	65.5	65.5
HOT WATER									
Nominal Capacity (cfm) at 700 Fpm	1904	3304	4606	5565	6524	8470	9800	11,970	14,350
Face Area (sq ft)	2.72	4.72	6.58	7.95	9.32	12.1	14.0	17.1	20.5
Number of Tubes/Face	12	16	20	20	26	30	30	30	36
Finned Tube Length (in.)	26.1	34.0	37.9	45.8	53.7	53.7	53.7	65.5	65.5
STEAM									
Face Area (sq ft)	2.13	4.18	6.22	7.53	8.85	11.06	13.28	16.21	18.92
Number of Tubes/Face	4	6	8	8	8	10	12	12	14
Finned Tube Length (in.)	25.5	33.4	37.3	45.2	53.1	53.1	53.1	53.1	64.9

*39LA and 39LD large face area units have 2 coils.

Figura 7.7.5.A Características de serpentines de enfriamiento del fabricante. (Catalogo 39l-6pd-r, pag. 44)

La Figura 7.7.5.B representa una forma fácil y sencilla de seleccionar un serpentín de enfriamiento con base a las aletas por pulgada cuadrada además de proporcionar el tamaño de U.M.A. teniendo como datos principales la velocidad de paso y volumen de aire.

Cooling coil airside performance chart

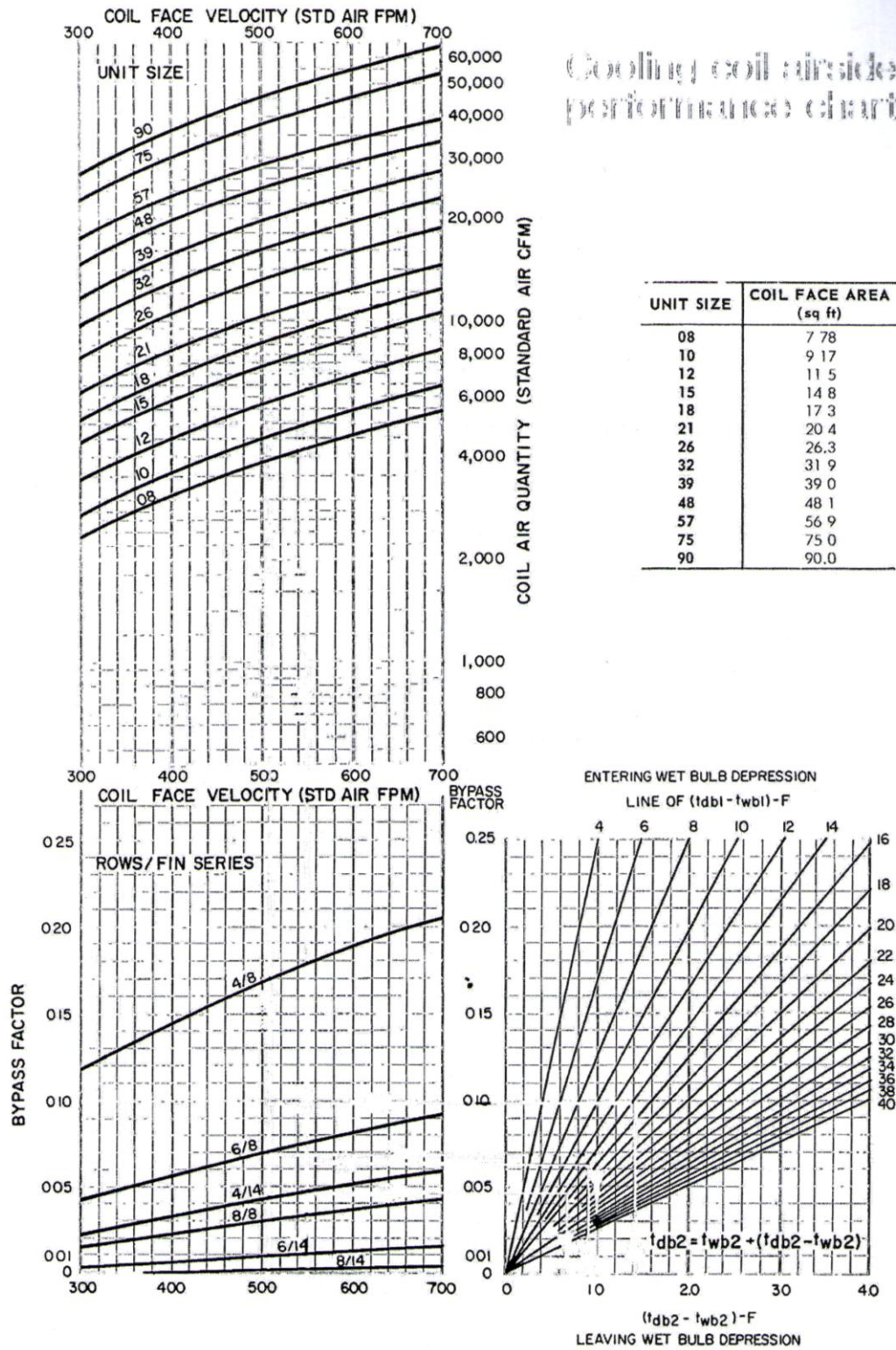


Figura 7.7.5.B Selección rápida de serpentín de enfriamiento.

SELECCIÓN DEL MOTOR

Con el volumen de aire (11,879 CFM) y la caída de presión general estimada para el sistema (3.854 inCa, ver Tabla 7.7.1.2), se procede a seleccionar la capacidad del motor utilizando la Figura 7.7.6.

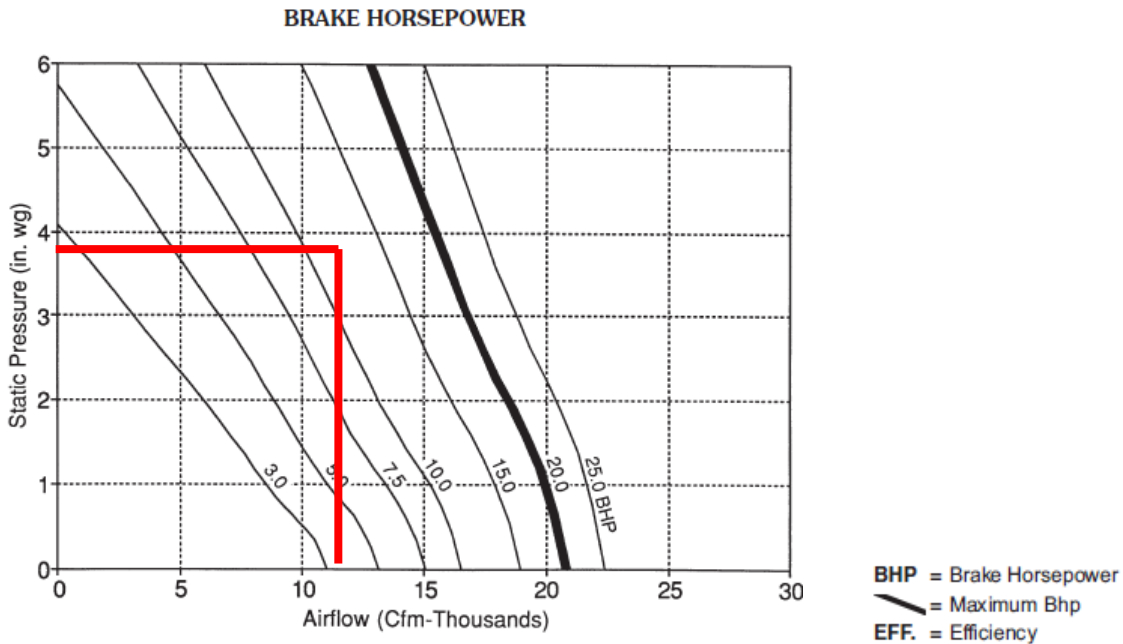


Figura 7.7.6 Tabla de selección de motor de U.M.A.
(Catalogo 39l-6pd-r, pag. 30)

El cruce del volumen de aire y la caída de presión, indican un motor con capacidad de 15.0 HP. Esto nos permite apreciar que, con una caída de presión constante, podemos exigir hasta 14,000 CFM aproximados (2,100 CFM aprox. más de lo calculado) y, con un volumen de aire constante, el sistema nos permite hasta 5.0 inCa (1.20 inCa aprox. más de lo estimado). Únicamente se deberá tener presente la diferencia en la velocidad del serpentín si se desea incrementar el volumen de aire.

Con la información obtenida de UMA con Tamaño 21, y motor de 15.0 HP la descripción de la UMA es la siguiente:

UNIDAD MANEJADORA DE AIRE, MARCA CARRIER, MODELO 39LA21 A 220/3/60 CON MOTOR ELÉCTRICO DE 15.0 HP

SELECCIÓN DE UNIDAD CONDENSADORA

Para la selección de la Unidad Condensadora se considera la Capacidad de Enfriamiento proporcionado por la Figura 7.5.1, que indica 16.1 T.R.

En la Figura 7.7.7 se aprecia que la capacidad de enfriamiento de la Unidad Condensadora maneja dos valores (15.0 Y 20.0 T.R), uno arriba y otro debajo de la capacidad requerida por el cálculo estimado (16.1 T.R.) por lo que se selecciona la inmediata superior, resultando un equipo de 20.0 T.R.

UNIDAD CONDENSADORA, MARCA CARRIER, MODELO 38AUZ025 DE 20.0 T.R. A 220/3/60

MODEL NUMBER NOMENCLATURE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	3	8	A	U	Z	A	1	4	A	0	G	6	-	0	A	0	A	0

Model Type
38AU = Air Cooled Cond. Unit
Puron® R-410A Refrigerant

Type of Coil
D = Dual Circuit, A/C Scroll Compressor
Z = Single Circuit, A/C Scroll Compressor

Refrigerant Options
A = None
B = Low Ambient

Nominal Tonnage
07 = 6 Tons
08 = 7.5 Tons
12 = 10 Tons
14 = 12.5 Tons
16 = 15 Tons
25 = 20 Tons

Factory Assigned
A = Default

Factory Assigned
0 = Default

Brand / Packaging
0 = Standard
1 = LTL

Electrical Options
A = None
C = Non-Fused Disconnect

Service Options
0 = None
1 = Un-powered Convenience Outlet
2 = Powered Convenience Outlet

Factory Assigned
A = Default

Base Unit Controls
0 = Electro-Mechanical Controls

Design Rev
- = Catalog Model Number

Voltage
1 = 575/3/60
5 = 208/230/3/60
6 = 460/3/60

Coil Options (Condenser)
All except 25 size
G = Al/Al Standard
K = E-Coat Al/Al
T = Al/Al with louvered hail guard
W = E-Coat Al/Al with louvered hail guard
Coil Options (Condenser)
Only 25 size
A = Al/Cu Standard
B = Pre Coat Al/Cu
C = E-Coat Al/Cu
M = Al/Cu Standard with louvered hail guard
N = Pre Coat Al/Cu with louvered hail guard
P = E-Coat Al/Cu with louvered hail guard

Figura 7.7.7 Selección de Unidad Condensadora.
(Catalogo 38au-02pd, pag. 3)

De la Tabla 7.7.8 se obtiene la información para ser llenada la tabla de la Figura 7.9.1 para el cálculo de la acometida e interruptor al T.D.G y la Figura 7.10.1 para la interconexión de fuerza e interruptor del C.C.M.

Tabla 7.7.8 Amperajes generales de la Unidad Condensadora.
(Catalogo 38au-02pd, pag. 45)

38AUZ25 COOLING WITHOUT POWERED CONVENIENCE OUTLET

V-Ph-Hz	VOLTAGE RANGE		COMP 1		COMP 2		OFM (ea)		POWER SUPPLY	
	MIN	MAX	RLA	LRA	RLA	LRA	WATTS	FLA	MCA	Fuse
208/230-3-60	187	253	30.1	225	30.1	225	325	1.5	73.7	100
460-3-60	414	506	16.7	114	16.7	114	325	0.8	40.8	50
575-3-60	518	633	12.2	80	12.2	80	325	0.6	29.8	40

38AUZ25 COOLING WITH POWERED CONVENIENCE OUTLET

V-Ph-Hz	VOLTAGE RANGE		COMP 1		COMP 2		OFM (ea)		POWER SUPPLY	
	MIN	MAX	RLA	LRA	RLA	LRA	WATTS	FLA	MCA	Fuse
208/230-3-60	187	253	30.1	225	30.1	225	325	1.5	78.5	100
460-3-60	414	506	16.7	114	16.7	114	325	0.8	42.9	60
575-3-60	518	633	12.2	80	12.2	80	325	0.6	31.5	40

7. 7. 1 CÁLCULO DE CAIDA DE PRESIÓN EN EL SISTEMA

Para el cálculo de la caída de presión en una red de ductos, se toma en consideración la longitud correspondiente al ramal más largo tomado a partir del punto en donde se conecta el ventilador, o el recorrido que contenga más elementos que propicien el incremento en la caída de presión.

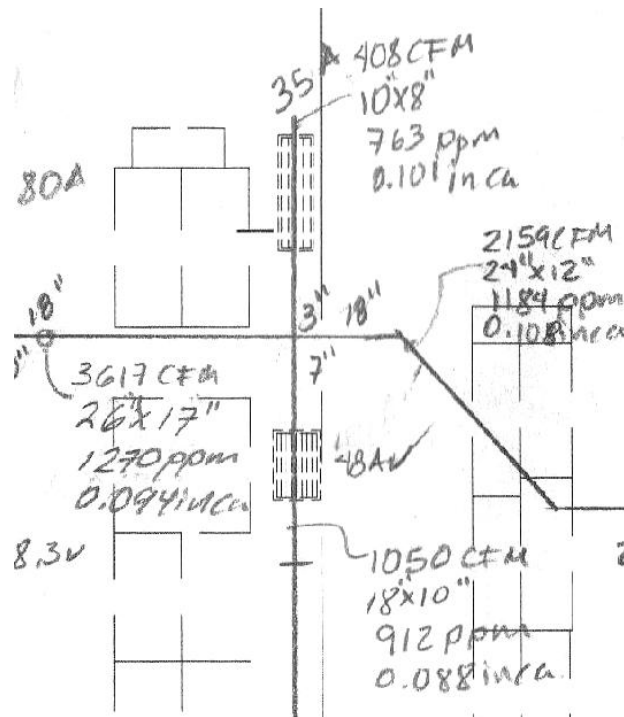
Se desarrolla un recorrido unifilar de ductería de inyección y retorno tal y como lo muestra la Figura 7.7.1.1. Ver el tema del punto 7.6

Se analiza puntualmente cada sección y se determina una caída de presión constante, que es proporcionada por el ductulador electrónico cuando se ingresa el volumen de aire total y la velocidad recomendada por el cliente.

En la Figura 7.7.1.1 se hacen anotaciones como:

- La indicación de amperaje por gabinete y filas de gabinetes, por lo que se hace la distribución de aire dependiendo de la distribución del amperaje.
- Volumen de aire por rejilla de inyección
- Volumen de aire por rejilla de retorno
- Características del ducto autocompensado
- Medidas de reparticiones en las derivaciones.

El cálculo de reparticiones en las derivaciones se desarrolla con un regla de tres, la cual consisten en multiplicar el volumen de aire del ducto secundario por la dimensión (en pulgadas) de planta del ducto primario y, este resultado, se divide entre el volumen de aire del ducto primario. Las dimensiones en pulgadas resultantes, deberán ser la suma del tamaño de la planta del ducto primario tal y como se aprecia en la Figura 7.7.1.2.



La Figura 7.7.1.2 Cálculo de reparticiones

Ejemplo:

$$2,159(26) / 3,617 = 16''$$

$$408(26) / 3,617 = 3''$$

$$1,050(26) / 3,617 = 7''$$

Sumando los datos resultantes: $16'' + 3'' + 7'' = 26''$ que es el tamaño de la planta del ducto de inyección.

Una vez que se revisa el recorrido unifilar y se observa que es factible desarrollar la instalación con la información proporcionada, se procede a elaborar los planos correspondientes de proyecto, ver en el punto 7.8 el PLANO DOS (ANEXO C).

Con la información del plano que contiene las características de la ductería de inyección y retorno, se desarrolla el cálculo para determinar la caída de presión.

Para obtener la caída de presión, se utiliza el método descrito en el punto 3.3.4 y se desarrolla una hoja de cálculo de Excel para obtener la tabla 7.7.1.1.

El motivo de la realización de la tabla 7.7.1.1 tiene como finalidad, agilizar el cálculo de la caída de presión aprovechando las tablas del punto 7.11 para cuantificación de lámina.

Tabla 7.7.1.1 Tabla de caída de presión en el sistema de ductería

SECCION	CANT. DE PZAS	PLANTA	PERALTE	LONG. X PZA. (m)	LONG. (m)	CALIBRE	CODO	LONG. EQ. DE CODO	LONG. TOTAL DE DUCTERIA	CONSTANTE DE RUGOSIDAD	DIAMETRO EQUIVALENTE	VELOCIDAD	CAIDA DE PRESION
							PZA	L (m)	L (Ft)	C	D eq (Ft)	Ft/min	ln.C.A.
DUCTOS DE INYECCION EXTERIOR													
1	1	22.00	22.00	0.10	0.10	24			0.33	50	22.00	1704.00	0.001
2	1	22.00	40.00	0.70	0.70	24			2.30	50	28.39	1704.00	0.004
3	1	40.00	27.00	3.60	3.60	22	2	5.03	44.82	50	32.24	1704.00	0.060
4	1	56.00	40.00	0.90	0.90	22			2.95	50	46.67	1704.00	0.003
5	1	56.00	56.00	3.30	3.30	22			10.83	50	56.00	1704.00	0.008
6	1	110.00	40.00	1.50	1.50	18			4.92	50	58.67	834.00	0.001
7	1	40.00	27.00	9.10	9.10	22	2	5.03	62.86	50	32.24	1704.00	0.085
8	1	46.00	40.00	0.70	0.70	22			2.30	50	42.79	1704.00	0.002
9	1	46.00	19.00	0.20	0.20	22			0.66	50	26.89	2187.00	0.002
10	1	46.00	24.00	1.40	1.40	22	1	4.18	18.31	50	31.54	1693.00	0.025
11	1	22.00	22.00	0.10	0.10	24			0.33	50	22.00		0.000
12	1	22.00	40.00	0.70	0.70	24			2.30	50	28.39		0.000
13	1	40.00	27.00	1.70	1.70	22			5.58	50	32.24		0.000
14	1	56.00	40.00	1.30	1.30	22			4.27	50	46.67		0.000
DUCTOS DE RETORNO EXTERIOR													
1	1	30.00	38.00	2.20	2.20	22			7.22	50	33.53	1604.00	0.008
2	1	38.00	55.00	0.50	0.50	22			1.64	50	44.95	1604.00	0.001
3	1	55.00	45.00	0.30	0.30	22			0.98	50	49.50	1604.00	0.001
4	1	45.00	38.00	3.80	3.80	22			12.47	50	41.20	1000.00	0.005
5	1	38.00	16.00	0.50	0.50	22			1.64	50	22.52	2823.00	0.009
6	1	46.00	16.00	5.70	5.70	22			18.70	50	23.74	2382.00	0.067

Tabla 7.7.1.1 Tabla de caída de presión en el sistema de ductería (continuación)

SECCION	CANT. DE PZAS	PLANTA	PERALTE	LONG. X PZA. (m)	LONG. (m)	CALIBRE	CODO	LONG. EQ. DE CODO	LONG. TOTAL DE DUCTERIA	CONSTANTE DE RUGOSIDAD	DIAMETRO EQUIVALENTE	VELOCIDAD	CAIDA DE PRESION
							PZA	L (m)	L (Ft)	C	D eq (Ft)	Ft/min	ln.C.A.
DUCTOS DE INYECCION INTERIOR													
1	1	46.00	24.00	2.30	2.30	22			7.55	50	31.54	1693.00	0.010
2	1	42.00	24.00	1.20	1.20	22			3.94	50	30.55	1699.00	0.006
3	1	18.00	32.00	2.30	2.30	22			7.55	50	23.04	1402.00	0.010
4	1	32.00	40.00	0.80	0.80	22			2.62	50	35.56	1402.00	0.002
5	1	40.00	15.00	0.80	0.80	22			2.62	50	21.82	1397.00	0.004
6	1	40.00	25.00	0.70	0.70	22			2.30	50	30.77	1397.00	0.002
7	1	21.00	25.00	2.10	2.10	24			6.89	50	22.83	1510.00	0.010
8	1	22.00	18.00	5.40	5.40	24	2	3.26	39.11	50	19.80	1232.00	0.045
9	1	20.00	16.00	1.70	1.70	24			5.58	50	17.78	1172.00	0.006
10	1	18.00	13.00	1.50	1.50	24			4.92	50	15.10	1063.00	0.006
11	1	18.00	12.00	1.40	1.40	24			4.59	50	14.40	1063.00	0.005
12	1	14.00	12.00	9.40	9.40	24	4	2.05	57.74	50	12.92	907.00	0.055

Tabla 7.7.1.2 Datos de fabricantes para determinar la caída de presión.

EQUIPO Y ACCESORIOS	CAIDA DE PRESION (In.C.A.)
SERPENTIN DE REFRIGERACION	0.655
COMPUERTAS DE GRAVEDAD	0.12
FILTROS PLANOS	0.35
FILTROS DE BOLSA	0.75
REJILLA DE INYECCION	0.03
REJILLA DE RETORNO	0.085
DUCTO AUTOCOMPENSADO	0.42
SISTEMA DE DUCTERIA	0.516
TOTAL GENERAL	2.929
F. C.	0.760
CAIDA DE PRESION TOTAL	
3.854	In.C.A.

7. 7. 2 SELECCIÓN DE TUBERIAS DE REFRIGERACIÓN

Para la selección de los diámetros de las tuberías de refrigeración es necesario cuantificar de los planos de proyecto, la longitud del recorrido que existe entre la Unidad Manejadora de Aire y la Unidad Condensadora, y posteriormente, ver en que rango entra el dato obtenido.

La tabla 7.7.2.1 es proporcionada en el catálogo de equipos del fabricante, en este caso, en el catálogo “38au-02pd” página 47 de equipos Carrier.

Tabla 7.7.2.1. Tuberías de cobre recomendadas según la longitud de éstas.
(Catalogo 38au-02pd, pag. 47)

38AUZ 07-14 PIPING RECOMMENDATIONS (SINGLE-CIRCUIT UNIT)

R-410A	EQUIVALENT LENGTH									
	FT	0-38		38-75		75-113		113-150		150-188
M	0-12	12-23		23-34		34-46		46-57		
Model	Typ Linear ft	0-25		25-50		50-75		75-100		100-125
38AUZ*07	Liquid Line	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	
	Max Lift	25	42	50	75	90	100	86	101	
	Suction Line	$\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$
	Charge (lbs)	8.4	9.6	11.1	13.1	15.0	18.8	16.9	22.6	
38AUZ*08	Liquid Line	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
	Max Lift	25	50	75	100	100	112			
	Suction Line	$\frac{7}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$
	Charge (lbs)	11.8	9.6	12.9	16.8	18.7	18.7			
38AUZ*12	Liquid Line	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	
	Max Lift	25	50	48	73	54	87	43	84	
	Suction Line	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$
	Charge (lbs)	13.9	15.4	17.3	20.1	20.0	23.7	22.1	26.8	
38AUZ*14	Liquid Line	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$
	Max Lift	25	50	50	45	75	100	100	95	107
	Suction Line	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$
	Charge (lbs)	16.9	18.8	20.7	21.3	24.1	27.2	32.2	30.2	36.5
38AUZ*16	Liquid Line	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	
	Max Lift	25	50	75	100	100	125			
	Suction Line	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{5}{8}$
	Charge (lbs)	24.3	27.5	30.6	33.7	33.7	37.8			
38AUZ*25	Liquid Line	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	
	Max Lift	25	50	71	77	77	63			
	Suction Line	$1\text{-}\frac{1}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{3}{8}$	$1\text{-}\frac{5}{8}$	$1\text{-}\frac{5}{8}$	$1\text{-}\frac{5}{8}$	$1\text{-}\frac{5}{8}$	$1\text{-}\frac{5}{8}$
	Charge (lbs)	37.8	40.8	44.6	47.8	47.8	51.1			

LEGEND

- Length Equiv – Equivalent tubing length, including effects of refrigeration specialties devices
- Typ Linear – Typical linear tubing length, Feet (50% added to linear to define Equivalent Length for this table)
- Liquid Line – Tubing size, inches OD.
- Max Lift – Maximum liquid lift (indoor unit ABOVE outdoor unit only), at maximum permitted liquid line pressure drop —
 - Linear Length Less than 100 ft: Minimum 2.0°F subcooling entering TXV
 - Linear Length Greater than 100 ft: Minimum 0.5°F subcooling entering TXV
- Suction Line – Tube size, inches OD
- Charge – Charge Quantity, lbs. Calculated for both liquid line sizes (where applicable), but only with larger suction line size (where applicable)

NOTE: For applications with equivalent length greater than 188 ft (57 m) and/or linear length greater than 125 ft (38 m), contact your local Carrier representative.

7. 8 ELABORACIÓN DE PLANOS

Para la elaboración de planos ejecutivos, ver ANEXO C, es recomendable que el cliente proporcione la información correspondiente a las plantas de las salas a acondicionar, de lo contrario es más elaborado llevar a cabo el levantamiento físico de las instalaciones que, de manera precisa, deben incluir los puntos más importantes como son:

- Cuarto de máquinas de estado actual o nueva posición,

- Sala de fuerza con acometida y posición de los interruptores termomagnéticos actuales en T.D.G. para nueva trayectoria o posición de los interruptores del nuevo arreglo,
- Sala a acondicionar con puntos críticos, así como trayectoria y tamaños de ductería existente,
- Lugar para el dren de equipos,
- Espacios por donde se desarrollará la maniobra de instalación.

Tal información debe plasmarse en planos de fácil manejo y entendimiento, con el fin de agilizar la interpretación y materialización de la instalación. Actualmente se cuenta con herramientas de computo que propician que este trabajo sea más rápido, tal y como lo demuestra la utilización del programa AutoCAD.

7. 9 CÁLCULO Y SELECCIÓN ACOMETIDA ELECTRICA.

ACOMETIDA ELÉCTRICA

La acometida eléctrica, es aquella interconexión que hace llegar la energía eléctrica desde el Tablero de Distribución General (T.D.G.) hasta el Centro de Control de Motores (C.C.M.), la cual se protege mediante un interruptor termomagnético general instalado en el T.D.G.

El calibre del cable conductor se selecciona mediante el método de caída de tensión, (no mayor al 3.0 %). Éste método se emplea cuando la distancia entre el T.D.G. y C.C.M. rebasa los 30 mts de separación, incluyendo los cambios de dirección o diferencia de alturas, además de emplear el amperaje corregido.

El amperaje corregido, se obtiene de aplicarle un factor del 25% al amperaje del motor del compresor mayor, para posteriormente, sumar el amperaje de los demás accesorios del equipo como se aprecia en la Figura 7.9.1.

Se requieren dos acometidas eléctricas desde el T.D.G hasta los C.C.M'S, cada una en tuberías independientes, incluidos los interruptores termomagnéticos, probablemente se reutilice la existente (siempre y cuando, al efectuar el cálculo, satisfaga las necesidades de los equipos nuevos)

La tabla está mecanizada de modo que se agregan:

- En el renglón num. 1 deberá de colocarse en nombre del cliente o razon social

- En el renglón num. 2 deberá de colocarse en nombre con que se identifica la sala
- En el renglón num. 3 deberá de colocarse el nivel en el que se encuentra la sala
- En el renglón num. 4 deberá de colocarse el nombre de la central o el nombre del edificio en el que se encuentra la sala
- En el renglón num. 5 deberá de colocarse el origen y destino de la acometida
- En el renglón num. 6 deberá de colocarse el tipo, marca, modelo y voltaje del equipo
- En el área sombreada del renglón num. 10 se colocará la distancia total (incluye coca), entre el origen y destino
- En el área sombreada del renglón num. 12 se colocará el amperaje que consume el elemento más grande (generalmente es el compresor)
- En el área sombreada de los renglones num. 13 al 16 se colocarán los amperajes de los elementos restantes (motores del condensador, ventilador de la UMA, motor de la bomba, etc), si se requieren más espacios intercalar las filas que se necesiten, nunca al principio o al final.
- En el área sombreada del renglón num. 26 se colocará el voltaje al que trabaja el equipo
- En el área sombreada del renglón num. 27 se colocarán: el número de fases al que trabaja el equipo (1 fase para equipos a 110 v, 2 ó 3 fases para equipos a 220 ó 440 v), el número de cables que se conectarán a cada fase, y el calibre del cable (10, 2, 1/0, 500, etc)
- La hoja hará todos los cálculos, se deberá verificar que el porcentaje sea menor a 3 para el resto de los clientes, para que el cable seleccionado sea el correcto.
- La selección de interruptores que arroja la hoja, están basados en capacidades de la marca square´d; se deberá verificar el tipo (qo, fal, lal, etc.)

Estos mismos puntos se emplean para el llenado del formato para el cálculo de la interconexión de fuerza entre los C.C.M'S y los equipos.

En la Figura 7.9.2 se aprecian las características de la acometida existente: interruptor termomagnético de 3 x 160 ABB en T.D.G, y tubería de 2" con cableado que llega al C.C.M. con 3H-1/0-N, 1H-1/0-N y 1H-4-V .

Utilizando una longitud de 40 mts se desarrolla el cálculo para determinar que se puede reutilizar la acometida existente, ver Figura 7.9.3. Como se aprecia, la acometida existente cumple con las necesidades de operación del nuevo arreglo, por lo que puede ser reutilizada.

SALA DE TRANSMISION		
PLANTA BAJA		
INTERCONEXION ELECTRICA TDG A CCM'S		
EQUIPO TIPO DIVIDIDO MCA. CARRIER, UMA MOD. 39LA21 Y UC 38AUZA25 (220v-3f-60Hz)		
ALIMENTACIÓN ELECTRICA:		
LONGITUD TOTAL	35.00	METROS
COMPRESOR 1	30.10	AMPS.
COMPRESOR 2	30.10	AMPS.
VENTILADOR 4 PZAS	6.00	AMPS.
MOTOR UMA	42.00	AMPS.
		AMPS.
	108.20	AMPERAJE nominal
	I = 115.73	AMPERES AMPERAJE CORR.
CAIDA DE TENSION:		
	35.00	Metros
$\xi_{(\%)} = (3.46 L I) / (\vartheta \Phi)$		
ξ (CAIDA DE TENSION EN PORCENTAJE)		
L (LONGITUD TOTAL DEL RECORRIDO, INCLUYENDO CAMBIOS DE DIRECCION)		
I (CORRIENTE EN AMPERES)		
ϑ (VOLTAJE EN VOLTS) 220 VOLTS		
Φ (SECCION DEL CONDUCTOR EN MILIMETROS CUADRADOS): 53.48		
3 H - Cal. (1 x F) 1/0		
(CONDUCTOR SELECCIONADO POR AMPERAJE)		
$\xi_{(\%)} =$	3.46	35.00 115.73 / 220 53.48
$\xi_{(\%)} =$	1.19 %	(CAIDA DE TENSION MENOR AL 3%) SATISFACTORIA

Figura 7.9.1 Nueva acometida eléctrica del T.DG. a C.C.M'S

CONDUCTORES ELECTRICOS PARA ALIMENTACION: DE TDG A CCM					
L1,L2,L3				3 H-Cal.	1/0 N
NEUTRO				1 H-Cal.	1/0 B
TIERRA				1 H-Cal.	6 V
TUBERÍA CONDUIT GALVANIZADO:			2" "Ø		
INTERRUPTOR CC					
			F.C		
I=	30.10	X	1.5	I=	123.25 AMPS.
INTERRUPTOR DE:	3 X		125 AMPS.		

Figura 7.9.1 Nueva acometida eléctrica del T.DG. a C.C.M'S (continuación)

27/04/2011

SACA FEA. P.B.

T.D.G. #1

Tab. Tipo LVAB-HMCS

220-600

2500 Amp Capacidad de Barras.

3 Fases 4 Hilos 60 Hz.

Int. en T.D.G. #2

⊕ Posicion con

Int. tem. 3x160

ABB.

CCM

T-φ2"

34-1/6-N

14-1/6-N

14- -U 9.5mm (Cal.4)

4 Int. tem. 3x30 UC

4 Int. tem. 2x15 u.m.A.

Sup de Voltaje Hca Imite

Mod. BCH-A1

Coladera Bayo CCM
P/O rem.

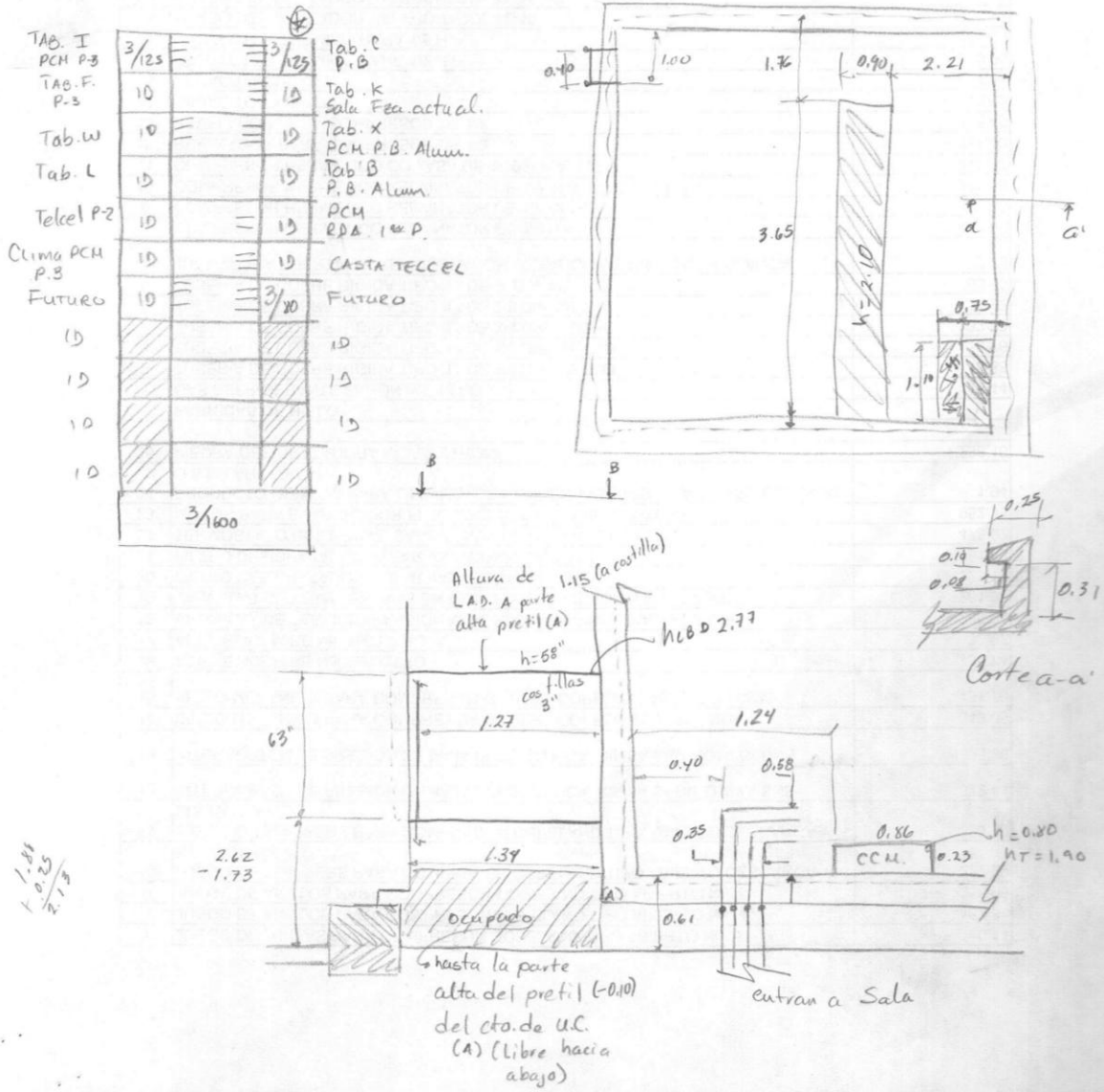


Figura 7.9.2 Levantamiento de características del T.D.G. a C.C.M'S

SALA DE TRANSMISION		
PLANTA BAJA		
ACOMETIDA EXISTENTE DE TDG A CCM		
ALIMENTACIÓN ELECTRICA:		
LONGITUD TOTAL	40.00	METROS
COMPRESOR 1	30.10	AMPS.
COMPRESOR 2	30.10	AMPS.
VENTILADOR 4 PZAS	6.00	AMPS.
MOTOR UMA	42.00	AMPS.
		AMPS.
	108.20	AMPERAJE nominal
	I = 115.73	AMPERES AMPERAJE CORR.

CAIDA DE TENSION:	40.00	Metros
$\xi_{(\%)} = (3.46 L I) / (\vartheta \Phi)$		
ξ (CAIDA DE TENSION EN PORCENTAJE)		
L (LONGITUD TOTAL DEL RECCORIDO, INCLUYENDO CAMBIOS DE DIRECCION)		
I (CORRIENTE EN AMPERES)		
ϑ (VOLTAJE EN VOLTS)	220	VOLTS
Φ (SECCION DEL CONDUCTOR EN MILIMETROS CUADRADOS):	53.48	3 H - Cal. (1 x F) 1/0
$\xi_{(\%)} =$	3.46	40.00 115.73 / 220 53.48
		(CONDUCTOR SELECCIONADO POR AMPERAJE)
$\xi_{(\%)} =$	1.36 %	(CAIDA DE TENSION MENOR AL 3%) SATISFACTORIA

CONDUCTORES ELECTRICOS PARA ALIMENTACION:				
DE TDG A CCM				
L1,L2,L3	3	H-Cal.	1/0	N
NEUTRO	1	H-Cal.	1/0	B
TIERRA	1	H-Cal.	6	V
TUBERÍA CONDUIT GALVANIZADO:	2" "Ø			
INTERRUPTOR CC				
			F.C	
I=	30.10	X	1.5	I = 123.25 AMPS.
INTERRUPTOR DE:	3 X 125 AMPS.			

Figura 7.9.3 Cálculo para reutilización de acometida eléctrica existente.

7. 10 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE INTERCONEXION DE FUERZA

La interconexión de fuerza, es la alimentación eléctrica que conecta desde el Centro de Control de Motores (C.C.M.) hasta los equipos, en este caso, a la Unidad Condensadora (U.C.) y la Unidad Manejadora de Aire (U.M.A.).

El cálculo realizado ampara únicamente un sistema por lo que se requiere otro C.C.M para el equipo en redundancia.

Se controlarán de modo que al parar su funcionamiento el equipo en operación, por cualquier causa, el equipo que se encuentra en reposo se activará y comenzará a operar. Los C.C.M'S se interconectarán de modo tal que se de esta necesidad. Este arreglo obedece a las necesidades del cliente, indicando que su local no puede quedarse sin acondicionar.

La interconexión de fuerza puede calcularse de dos manera:

- Por caída de tensión (proceso descrito en el punto 5.1.2),
- Por amperaje (ver Tabla 5.1.2.1) distancia entre C.C.M. y equipos no mayor 25 a 30 mts

En las Figuras 7.10.1 y 7.10.2 se aprecian las características de cableado que llevaran las tuberías de interconexión de fuerza, así como el interruptor termomagnético, para la Unidad Condensadora y Unidad Manejadora de Aire, que se instalará en el C.C.M.

SALA DE TRANSMISION	
PLANTA BAJA	
INTERCONEXION ELECTRICA CCM'S-UC'S	
EQUIPO TIPO DIVIDIDO MCA. CARRIER, UMA MOD. 39LA21 Y UC 38AUZA25 (220v-3f-60Hz)	
ALIMENTACIÓN ELECTRICA:	
LONGITUD TOTAL	15.00 METROS
COMPRESOR 1	30.10 AMPS.
COMPRESOR 2	30.10 AMPS.
VENTILADOR 4 PZAS	6.00 AMPS.
	AMPS.
	AMPS.
	66.20 AMPERAJE nominal
	I = 73.73 AMPERES AMPERAJE CORR.

CAIDA DE TENSION:	15.00	Metros
$\xi_{(\%)} = (3.46 L I) / (\vartheta \Phi)$		
ξ (CAIDA DE TENSION EN PORCENTAJE)		
L (LONGITUD TOTAL DEL RECCORIDO, INCLUYENDO CAMBIOS DE DIRECCION)		
I (CORRIENTE EN AMPERES)		
ϑ (VOLTAJE EN VOLTS)	220	VOLTS
Φ (SECCION DEL CONDUCTOR EN MILIMETROS CUADRADOS)	21.15	3 H - Cal. (1 x F) 4
$\xi_{(\%)} =$	3.46	15.00 73.73 / 220 21.15
		(CONDUCTOR SELECCIONADO POR AMPERAJE)
$\xi_{(\%)} =$	0.82 %	(CAIDA DE TENSION MENOR AL 3%) SATISFACTORIA

CONDUCTORES ELECTRICOS PARA ALIMENTACION:				
DE TDG A CCM				
L1,L2,L3	3	H-Cal.	4	N
NEUTRO	1	H-Cal.	4	B
TIERRA	1	H-Cal.	8	V
TUBERÍA CONDUIT GALVANIZADO:	1 1/4 "Ø			
INTERRUPTOR CC				
		F.C		
I=	30.10	X	1.5	I = 81.25 AMPS.
INTERRUPTOR DE:	3 X 100 AMPS.			

Figura 7.10.1 Interconexión de fuerza de C.C.M'S a U.C'S

SALA DE TRANSMISION PLANTA BAJA	
INTERCONEXION ELECTRICA CCM'S-UMA'S	
EQUIPO TIPO DIVIDIDO MCA. CARRIER, UMA MOD. 39LA21 Y UC 38AUZA25 (220v-3f-60Hz)	
ALIMENTACIÓN ELECTRICA:	
LONGITUD TOTAL	12.00 METROS
MOTOR	42.00 AMPS.
	AMPS.
	AMPS.
	AMPS.
	AMPS.
	42.00 AMPERAJE nominal
I = 52.50 AMPERES AMPERAJE CORR.	

CAIDA DE TENSION:	12.00	Metros
$\xi_{(\%)} = (3.46 L I) / (\vartheta \Phi)$		
ξ (CAIDA DE TENSION EN PORCENTAJE)		
L (LONGITUD TOTAL DEL RECORRIDO, INCLUYENDO CAMBIOS DE DIRECCION)		
I (CORRIENTE EN AMPERES)		
ϑ (VOLTAJE EN VOLTS)	220	VOLTS
Φ (SECCION DEL CONDUCTOR EN MILIMETROS CUADRADOS)	13.30	3 H - Cal. (1 x F) 6
		(CONDUCTOR SELECCIONADO POR AMPERAJE)
$\xi_{(\%)} =$	3.46	12.00 52.50 / 220 13.30
$\xi_{(\%)} =$	0.74 %	(CAIDA DE TENSION MENOR AL 3%) SATISFACTORIA

CONDUCTORES ELECTRICOS PARA ALIMENTACION: DE TDG A CCM			
L1,L2,L3	3 H-Cal.	6	N
NEUTRO	1 H-Cal.	6	B
TIERRA	1 H-Cal.	10	V
TUBERÍA CONDUIT GALVANIZADO:	1 1/4 "Ø		
INTERRUPTOR CC			
		F.C	
I=	42.00	X	1.5 I = 63.00 AMPS.
INTERRUPTOR DE:	3 X 70 AMPS.		

Figura 7.10.2 Interconexión de fuerza de C.C.M'S a U.M.A'S

7. 11 CUANTIFICACIÓN DE LÁMINA Y AISLAMIENTO TÉRMICO

Siguiendo el método descrito por la Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción (AMERIC) se desarrolla una tabla mecanizada con la información necesaria para elaborar la cuantificación de lámina en sus diferentes calibres así como la cantidad de aislamiento de 1" o 2", pintura y thinner

Esta cuantificación resulta de hacer las mediciones correspondientes de los planos de proyecto, utilizando el método de cuantificación descrito en el punto 3. 4. 3 cuantificación de lámina y aislamiento tal y como lo indica el ANEXO D.

Las mediciones pueden realizarse directamente en el archivo electrónico apoyándose con las herramientas del programa de AutoCad o directamente con la utilización de un escalímetro.

Se debe tener en cuenta que cuando se cuantifica en los planos físicos, éstos realmente se encuentren en una escala que pueda verificarse fácilmente, de lo contrario, será necesario tomar una referencia y efectuar una regla de tres para obtener la medida correcta.

7. 12 CATÁLOGO DE CONCEPTOS

El catálogo de conceptos, es el resultado de analizar los planos del proyecto.

Estos planos son el apoyo para la cuantificación de lámina, aislamiento, soportería, trayectorias eléctricas, tuberías de refrigeración, rejillas de inyección, rejillas de retorno, equipos, tableros, etc.

En el catálogo de conceptos se indican todos y cada uno de los artículos que se requieren para realizar el costo de la instalación.

**SALA DE TRANSMISION
PLANTA BAJA**

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	P. UNITARIO	IMPORTE
I.- EQUIPO					
1.-	1	PZA.	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE MCA. CARRIER MOD. 39LA21 , TIPO UNIZONA CON ARREGLO HORIZONTAL CONEXIONES: VENTILADOR MANO IZQUIERDA Y SERPENTIN MANO DERECHA, DESCARGA UBF-T, ARREGLADO PARA EXTERIOR, VENTILADOR TIPO FC ASPAS CURVADA AL FRENTE, GIRANDO A 1,100 R.P.M. CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 11,879 PCM, CONTRA 3.854" CDA, ACOPLADO MEDIANTE POLEAS Y BANDAS A MOTOR ELECTRICO DE 15.0 HP A 220/3/60, SIENDO LA MOTRIZ DE PASO VARIABLE Y LA DEL VENTILADOR FIJA, EQUIPADO CON SERPENTIN TIPO HALF CIRCUIT DE 21.6 FT2 DE SUPERFICIE, 6 HILERAS, 8 ALETAS POR PULGADA.		SUMINISTRO POR CLIENTE
2.-	1	PZA.	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE MCA. CARRIER MOD. 39LA21 , TIPO UNIZONA CON ARREGLO HORIZONTAL CONEXIONES: VENTILADOR MANO DERECHA Y SERPENTIN MANO IZQUIERDA, DESCARGA UBF-S, ARREGLADO PARA EXTERIOR, VENTILADOR TIPO FC ASPAS CURVADA AL FRENTE, GIRANDO A 1,100 R.P.M. CON CAPACIDAD PARA MANEJAR 11,879 PCM, CONTRA 3.854" CDA, ACOPLADO MEDIANTE POLEAS Y BANDAS A MOTOR ELECTRICO DE 15.0 HP A 220/3/60, SIENDO LA MOTRIZ DE PASO VARIABLE Y LA DEL VENTILADOR FIJA, EQUIPADO CON SERPENTIN TIPO HALF CIRCUIT DE 21.6 FT2 DE SUPERFICIE, 6 HILERAS, 8 ALETAS POR PULGADA.		SUMINISTRADO X CLIENTE
3.-	2	PZA.	UNIDAD CONDENSADORA DE AIRE MCA. CARRIER MOD. 38AUZA25A0G5-0A0A0 CON UNA CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO DE 20.0 T.R. QUE TRABAJA CON GAS REFRIGERANTE R-410A, CONEXION ELECTRICA A 220/3/60		SUMINISTRADO X CLIENTE
4.-	1	PZA.	DUCTO CONICO AUTOCOMPENSADO, FABRICADO DE LAMINA GALVANIZADA CAL. 24 DE 10" Ø A 4" Ø CON UNA LONGITUD DE 3.8 m, CON 1 SLOT DE 1", SECCIONADO EN 2 PARTES, EQUIPADO CON LAMPARA FLUORESCENTE A 127/1/60, INCLUYE CABLE PARA CONEXION.		

II.- MATERIAL ELECTRICO

1.-	2	PZA.	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES MCA. PDE CON GABINETE DE LAMINA NEGRA PARA INTEMPERIE, ACABADO CON PINTURA HORNEADA TOTALMENTE ALAMBRADO, INCLUYE: A) INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO P/UC 38AUZA25 3x100 A, B) 1 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO P/UMA DE 15.0 H.P. 3x70 A, C) ARRANCADOR ATENSION REDUCIDA MARCA SIEMENS TIPO K981 CON AUTOTRANSFORMADOR PARA ARRANQUE TIPO ATP 110-11, D)RELEVADOR BIMETALICO MARCA SIEMENS TIPO 3RP2025-1AP30, E) TABLILLAS DE CONEXION, F) 1 SUPERVISOR DE VOLTAJE.
2.-	1	PZA.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TIPO BRELEC DE 3 X 125 A, PARA TABLERO PRINCIPAL
3.-	4	PZA.	FUSIBLE Y PORTAFUSIBLE
4.-	4	PZA.	INTERRUPTOR UN POLO UN TIRO
5.-	4	PZA.	FOCO PILOTO TIP. MIJAREZ COLOR VERDE A 220 V
6.-	1	PZA.	TABLERO DE MANDO FABRICADO EN LAMINA GALVANIZADA CON PUERTA Y CHAPA.
7.-	2	PZA.	AISLADOR TIPO MANZANA CHICO
8.-	2	PZA.	TERMOSTATO DE CUARTO MCA. HONEYWELL MOD. TH5220D1003

a).- ACOMETIDA ELECTRICA DE TDG A CCM1

1.-	90	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 1/0 AWG COLOR NEGRO
2.-	30	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 1/0 AWG COLOR BLANCO
3.-	30	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 6 AWG COLOR VERDE
4.-	17	ML.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COUPLE DE 2" Ø
5.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 2" Ø
6.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 2" Ø
7.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 2" Ø
8.-	2	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 2" Ø

b).- ACOMETIDA ELECTRICA (EXISTENTE EN OBRA) DE TDG A CCM2

1.-			VER NOTA 1 AL FINAL DE ESTE CATALOGO
2.-	15	ML.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COUPLE DE 2" Ø (VER NOTA 2 AL FINAL DE ESTE CATALOGO)
3.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 2" Ø
4.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 2" Ø

- 5.- 1 PZA. CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 2" Ø
- 6.- 2 JGO. CONTRA Y MONITOR DE 2" Ø

c).- INTERCONEXION FUERZA DE CCM1 A UC1

- 1.- 45 ML. CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 4 AWG COLOR NEGRO
- 2.- 15 ML. CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 4 AWG COLOR BLANCO
- 3.- 15 ML. CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 8 AWG COLOR VERDE
- 4.- 13 PZA. TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COUPLE DE 1 1/4" Ø
- 5.- 3 PZA. CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 1 1/4" Ø
- 6.- 2 PZA. CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 1 1/4" Ø
- 7.- 1 PZA. CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 1 1/4" Ø
- 8.- 1 ML. TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
- 9.- 1 PZA. CONECTOR RECTO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
- 10.- 1 PZA. CONECTOR CURVO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
- 11.- 2 JGO. CONTRA Y MONITOR DE 1 1/4" Ø

d).- INTERCONEXION FUERZA DE CCM2 A UC2

- 1.- 45 ML. CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 4 AWG COLOR NEGRO
- 2.- 15 ML. CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 4 AWG COLOR BLANCO
- 3.- 15 ML. CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 8 AWG COLOR VERDE
- 4.- 13 PZA. TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COUPLE DE 1 1/4" Ø
- 5.- 3 PZA. CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 1 1/4" Ø
- 6.- 2 PZA. CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 1 1/4" Ø
- 7.- 2 PZA. CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 1 1/4" Ø
- 8.- 1 ML. TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
- 9.- 1 PZA. CONECTOR RECTO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
- 10.- 1 PZA. CONECTOR CURVO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
- 11.- 2 JGO. CONTRA Y MONITOR DE 1 1/4" Ø

e).- INTERCONEXION FUERZA DE CCM1 A UMA1

1.-	33	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 6 AWG COLOR NEGRO
2.-	11	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 6 AWG COLOR BLANCO
3.-	11	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 10 AWG COLOR VERDE
4.-	10	PZA.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COPLE DE 1 1/4" Ø
5.-	3	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 1 1/4" Ø
6.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 1 1/4" Ø
7.-	1	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 1 1/4" Ø
8.-	1	ML.	TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
9.-	1	PZA.	CONECTOR RECTO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
10.-	1	PZA.	CONECTOR CURVO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
11.-	2	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 1 1/4" Ø

f).- INTERCONEXION FUERZA DE CCM2 A UMA2

1.-	36	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 6 AWG COLOR NEGRO
2.-	12	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 6 AWG COLOR BLANCO
3.-	12	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 10 AWG COLOR VERDE
4.-	9	PZA.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COPLE DE 1 1/4" Ø
5.-	3	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 1 1/4" Ø
6.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 1 1/4" Ø
7.-	1	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 1 1/4" Ø
8.-	1	ML.	TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
9.-	1	PZA.	CONECTOR RECTO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
10.-	1	PZA.	CONECTOR CURVO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1 1/4" Ø
11.-	2	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 1 1/4" Ø

g).- INTERCONEXION CONTROL DE CCM1 A UC1

1.-	126	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 16 AWG (COLOR ROJO)
-----	-----	-----	--

2.-	13	ML.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COPLE DE 3/4" Ø
3.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 3/4"Ø
4.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 3/4"Ø
5.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 3/4"Ø
6.-	1	ML.	TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 3/4" Ø
7.-	1	PZA.	CONECTOR RECTO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 3/4" Ø
8.-	1	PZA.	CONECTOR CURVO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 3/4" Ø
9.-	2	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 3/4" Ø

h).- INTERCONEXION CONTROL DE CCM2 A UC2

1.-	108	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 16 AWG (COLOR ROJO)
2.-	11	ML.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COPLE DE 3/4" Ø
3.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 3/4"Ø
4.-	3	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 3/4"Ø
5.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 3/4"Ø
6.-	1	ML.	TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 3/4" Ø
7.-	1	PZA.	CONECTOR RECTO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 3/4" Ø
8.-	1	PZA.	CONECTOR CURVO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 3/4" Ø
9.-	2	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 3/4" Ø

i).- INTERCONEXION CONTROL DE CCM1 A UMA1

1.-	27	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 16 AWG (COLOR ROJO)
2.-	9	ML.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COPLE DE 1/2" Ø
3.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 1/2"Ø
4.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 1/2"Ø
5.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 1/2"Ø
6.-	1	ML.	TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1/2" Ø
7.-	1	PZA.	CONECTOR RECTO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1/2" Ø
8.-	1	PZA.	CONECTOR CURVO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1/2" Ø

9.-	2	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 1/2" Ø
j).- INTERCONEXION CONTROL DE CCM2 A UMA2			
1.-	27	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 16 AWG (COLOR ROJO)
2.-	9	ML.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COUPLE DE 1/2" Ø
3.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 1/2"Ø
4.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 1/2"Ø
5.-	2	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 1/2"Ø
6.-	1	ML.	TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1/2" Ø
7.-	1	PZA.	CONECTOR RECTO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1/2" Ø
8.-	1	PZA.	CONECTOR CURVO PARA TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE DE 1/2" Ø
9.-	2	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 1/2" Ø

k).- INTERCONEXION CONTROL DE CCM1 A TM

1.-	182	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 16 AWG (COLOR ROJO)
2.-	3	ML.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COUPLE DE 3/4" Ø (VER NOTA 3 AL FINAL DE ESTE CATALOGO)
3.-	1	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 3/4"Ø
4.-	1	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 3/4"Ø
5.-	1	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 3/4" Ø

l).- INTERCONEXION CONTROL DE CCM2 A TM

1.-	168	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 16 AWG (COLOR ROJO)
2.-	25	ML.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COUPLE DE 1" Ø (VER NOTA 3 AL FINAL DE ESTE CATALOGO)
3.-	2	ML.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA CON COUPLE DE 3/4" Ø (VER NOTA 3 AL FINAL DE ESTE CATALOGO)
4.-	3	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 1"Ø
5.-	1	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 3/4"Ø
6.-	5	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 1"Ø
7.-	6	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 1"Ø

8.-	1	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO T DE 1"Ø
9.-	3	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO C DE 3/4"Ø
10.-	2	PZA.	REDUCCION BUSHING PARA TUBO CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA DE 1"Ø A 3/4"Ø
11.-	1	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 1" Ø
12.-	1	JGO.	CONTRA Y MONITOR DE 3/4" Ø

m).- MATERIAL PARA SISTEMA DE ALARMAS CAR

1.-	1	PZA.	TERMOSTATO PARA INSTALACIÓN EN CUARTO MARCA HONEYWELL, MODELO T6054A1003
2.-	60	ML.	CABLE TELEFONICO DE 3 PARES CAL. 22
3.-	120	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 16 AWG (COLOR ROJO)
4.-	57	ML.	TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADO CON COUPLE DE 1/2" Ø.
5.-	13	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LB DE 1/2" Ø
6.-	7	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LL DE 1/2" Ø
7.-	6	PZA.	CONDULET MCA. CROUSE HINDS, DOMEX SERIE OVALADA CON TAPA Y EMPAQUE TIPO LR DE 1/2" Ø

III.- MATERIAL DE REFRIGERACION DE UC'S-UMA'S

1.-	4	PZA	VALVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION, MCA. ALCO, PARA R-410A, MOD. ERZE-12.5 T.R. DE EXTREMOS SOLDABLES: A LA ENTRADA DE 5/8"Ø Y A LA SALIDA DE 1 1/8"Ø
2.-	4	PZA.	VALVULA SOLENOIDE MCA. ALCO PARA R-410A MOD. CON BOBINA A 24 V.CAP. 10.0 T.R. CONEX. 5/8" Ø
3.-	2	PZA.	FILTRO DESHIDRATADOR MCA. ALCO, MOD. TD-1-487, PARA R-410A DE EXTREMOS SOLDABLES DE 7/8"Ø
4.-	6	PZA.	VALVULA DE PASO MCA. ALCO MOD. HP-B-7-ES, DE 7/8" Ø CON EXTENSION DE COBRE SOLDABLE
5.-	2	PZA.	INDICADOR DE HUMEDAD, MARCA ALCO, MODELO HMIY-1TT5 CONEX. 5/8" Ø SOLDAR
6.-	2	PZA.	ACUMULADOR DE SUCCION MCA. ALCO, PARA GAS REFRIGERANTE R-410 A, CON CAPACIDAD SUFICIENTE PARA CONECTARSE A UN EQUIPO DE 20.0 TR
7.-	22	ML.	TUBO RIGIDO DE COBRE TIPO "L" MCA. NACOBRE, DE 1 3/8" Ø
8.-	8	ML.	TUBO RIGIDO DE COBRE TIPO "L" MCA. NACOBRE, DE 1 1/8" Ø
9.-	22	ML.	TUBO RIGIDO DE COBRE TIPO "L" MCA. NACOBRE, DE 5/8" Ø
10.-	8	ML.	TUBO RIGIDO DE COBRE TIPO "L" MCA. NACOBRE, DE 1/2" Ø
11.-	20	PZA.	CODO DE Cu. DE 90º DE 1 3/8" Ø. MCA. NACOBRE
12.-	20	PZA.	CODO DE Cu. DE 90º DE 1 1/8" Ø. MCA. NACOBRE

13.-	20	PZA.	CODO DE Cu. DE 90° DE 5/8" Ø. MCA. NACOBRE
14.-	20	PZA.	CODO DE Cu. DE 90° DE 1/2" Ø. MCA. NACOBRE
15.-	2	PZA.	TEE DE Cu. DE 1 3/8" Ø. MCA. NACOBRE
16.-	6	PZA.	TEE DE Cu. DE 5/8" Ø. MCA. NACOBRE
17.-	2	PZA.	REDUCCION DE Cu. DE 1 3/8 A 1 1/8" Ø. MCA. NACOBRE
18.-	2	PZA.	REDUCCION DE Cu. DE 1 1/8" A 3/4" Ø. MCA. NACOBRE
19.-	16	PZA.	REDUCCION DE Cu. DE 7/8 A 5/8" Ø. MCA. NACOBRE
20.-	2	PZA.	REDUCCION DE Cu. DE 3/4" A 1/2" Ø. MCA. NACOBRE
21.-	4	PZA.	REDUCCION DE Cu. DE 5/8 A 1/2" Ø. MCA. NACOBRE
22.-	22	ML.	AISLAMIENTO PREFORMADO TIPO INSULTUBE DE 3/4" DE ESPESOR PARA TUBERIA DE REFRIGERACION DE 1 3/8" Ø INCLUYE: PEGAMENTO Y SELLADOR
23.-	8	ML.	AISLAMIENTO PREFORMADO TIPO INSULTUBE DE 3/4" DE ESPESOR PARA TUBERIA DE REFRIGERACION DE 1 1/8" Ø INCLUYE: PEGAMENTO Y SELLADOR
24.-	22	ML.	AISLAMIENTO PREFORMADO TIPO INSULTUBE DE 3/4" DE ESPESOR PARA TUBERIA DE REFRIGERACION DE 5/8" Ø INCLUYE: PEGAMENTO Y SELLADOR
25.-	8	ML.	AISLAMIENTO PREFORMADO TIPO INSULTUBE DE 3/4" DE ESPESOR PARA TUBERIA DE REFRIGERACION DE 1/2" Ø INCLUYE: PEGAMENTO Y SELLADOR
26.-	8	M2	LAMINA DE ALUMINIO CORRUGADA CAL. 32
27.-	100	PZA.	FLEJE DE ALUMINIO DE 3/4"
28.-	100	PZA.	GRAPA DE ALUMINIO DE 3/4"
29.-	6.0	KG	SOLDADURA FOSCO.
30.-	2	BOTE	FUNDENTE (450 Gr)
31.-	8	ML.	LIJA EN ROLLO DE 3/4" DE ANCHO.
32.-	42	KG	REFRIGERANTE R-410A.
33.-	0.50	CARGA	CARGA DE OXIGENO (6 m3)
34.-	0.50	CARGA	CARGA DE ACETILENO (6 m3)
35.-	0.50	CARGA	CARGA DE NITROGENO (6 m3)

IV.- MATERIAL HIDRAULICO PARA DRENAJE UMA'S

1.-	14	ML.	TUBO DE FE. GALVANIZADO C-40 DE 1 1/4" Ø
2.-	20	PZA.	CODO 90° DE FE. GALVANIZADO C-40 DE 1 1/4" Ø
3.-	3	PZA.	TEE DE FIERRO NEGRO C-40 1 1/4"Ø ROSCADO
4.-	6	PZA.	NIPLE DE FIERRO ROSCADO GALVANIZADO DE 1 1/4" Ø x 4"
5.-	4	PZA.	NIPLE DE FIERRO ROSCADO GALVANIZADO DE 1 1/4" Ø x 6"
6.-	2	PZA.	TAPON MACHO DE FE. GALVANIZADO C-40 DE 1 1/4" Ø
7.-	2	PZA.	TUERCA UNION DE FE. GALVANIZADO DE 1 1/4" Ø
8.-	1	PZA.	ROLLO DE CINTA TEFLON DE 3/4"

V.- DISTRIBUCION Y DIFUSION DE AIRE

1.-	1	PZA.	GABINETE CON ESTRUCTURA PARA BANCO DE FILTROS FABRICADO EN LAMINA GALV. CAL. 18, TERMINADO EN COLOR SEGÚN EL CLIENTE, PARA ALOJAR FILTROS TIPO BOLSA DE 24" X 24" X 22" Y FILTROS METALICOS LAVABLES DE 24" X 24" X 2". ARREGLO 2x2 INCLUYENDO PUERTAS CON BISAGRAS.
2.-	4	PZA.	FILTRO DE BOLSA DE ALTA EFICIENCIA MOD. 95, TIPO CLIMAFLU DE 24" X 24" X 22".
3.-	4	PZA.	FILTRO METALICO LAVABLE DE 24" X 24" X 2", TIPO CLIMACAP.
4.-	204	M2	AISLAMIENTO FIBRA DE VIDRIO TIPO COLCHONETA, DE 2" DE ESPESOR 1 LB DE DENSIDAD CON PAPEL BONDALUM
5.-	59	LT.	PEGAFIBRA
6.-	17	LT.	SELLADOR CI-MASTIC
7.-	2	PZA.	CUELLO FLEXIBLE DE LONA AHULADA DEL No. 10, DE 22" x 22", PARA INYECCION DE UNIDAD MANEJADORA MCA. CARRIER MOD. 39LA21.
8.-	2	PZA.	CUELLO FLEXIBLE DE LONA AHULADA DEL No. 10, DE 74" x 38", PARA RETORNO DE UNIDAD MANEJADORA MCA. CARRIER MOD. 39LA21.
9.-	2	PZA.	PERSIANA DE GRAVEDAD DE 52" x 52" MARCA BARBER COLMAN MOD. CG.
10.-	1	PZA.	MARCO DE EMPOTRAMIENTO EN MURO PARA PASO DE DUCTO DE INYECCION DE 46"x24".
11.-	1	PZA.	MARCO DE EMPOTRAMIENTO EN MURO PARA PASO DE DUCTO DE RETORNO DE 46"x19".
12.-	1	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 34" X 8", COLOR BLANCO OSTION.
13.-	1	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 32" X 8", COLOR BLANCO OSTION.
14.-	1	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 30" X 8", COLOR BLANCO OSTION.
15.-	1	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 26" X 4", COLOR BLANCO OSTION.
16.-	1	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 22" X 8", COLOR BLANCO OSTION.
17.-	1	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 22" X 4", COLOR BLANCO OSTION.
18.-	1	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 20" X 8", COLOR BLANCO OSTION.
19.-	5	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 20" X 6", COLOR BLANCO OSTION.
20.-	2	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 20" X 4", COLOR BLANCO OSTION.
21.-	4	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 18" X 6", COLOR BLANCO OSTION.
22.-	5	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 18" X 4", COLOR BLANCO OSTION.

23.-	5	PZA.	REJILLA DE INYECCION, MARCA BARBER COLMAN, DOBLE DEFLEXION CCV, DE 12" X 4", COLOR BLANCO OSTION.
24.-	1	PZA.	REJILLA DE RETORNO TIPO ALETA FIJA DE 36" x 36" MARCA BARBER COLMAN, SCV, COLOR BLANCO OSTION
25.-	2	PZA.	REJILLA DE RETORNO TIPO ALETA FIJA DE 32" x 28" MARCA BARBER COLMAN, SCV, COLOR BLANCO OSTION
26.-	1	PZA.	REJILLA DE AIRE NUEVO, MCA. BARBER COLMAN DE 22" x 14" CON FILTRO METALICO DE 1" DE ESPESOR Y CONTROL DE VOLUMEN.
27.-	24	PZA.	COMPUERTAS TIPO BANDERA (INCLUYE EL SIGUIENTE MATERIAL:
	48	PZA.	BISAGRA CUADRADA DE 2"
	76	PZA.	TUERCA HEXAGONAL DE DE 1/4" DE DIAMETRO
	24	PZA.	VARILLA ROSCADA DE 1/4"Øx1.00 MTS. DE LONGITUD
	192	PZA.	REMACHE POP
	48	PZA.	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL GALVANIZADO CUERDA CORRIDA DE 1/4" Ø x 3/4" DE LONGITUD
	48	PZA.	ROLDANA PLANA GALV. DE 1/4
			a).- DUCTOS EXTERIORES
1.-	197	KG.	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE No. 20 DE 3' X 8'
2.-	1426	KG.	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE No. 22 DE 3' X 8'
3.-	37	KG.	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE No. 24 DE 3' X 8'
			b).- CUBIERTA
1.-	1183	KG.	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE No. 24 DE 3' X 8'
			c).- DUCTOS INTERIORES
1.-	649	KG.	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE No. 22 DE 3' X 8'
2.-	1309	KG.	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE No. 24 DE 3' X 8'
			VI.- SOPORTERIA EN GENERAL
			a).- SOPORTERIA PARA UC'S
1.-	12	ML.	PERFIL DE ACERO TIPO IPR DE 6"x4"
2.-	12	PZA.	TACONES DE NEOPRENO DE 4"x4"x1", MCA. GARLOK
			b).- SOPORTERIA PARA UMA'S
1.-	12	PZA.	PLACA DE ACERO DE 6"x6"x3/16"
2.-	1	ML.	FIERRO ANGULO DE 1 1/2" x 3/16"
3.-	12	PZA.	TACONES DE NEOPRENO DE 4"x4"x1", MCA. GARLOK
4.-	0.50	KG.	SOLDADURA ELECTRICA MCA. INFRA. TIPO 6013 DE 1/8"
			b).- SOPORTERIA PARA DUCTOS EXTERIORES
1.-	84	ML.	FIERRO ANGULO DE 1 1/2" x 3/16"
2.-	3	ML.	SOLERA DE ACERO DE 4" x 3/16"
3.-	32	PZA.	TAQUETE METALICO DE EXPANSION TIPO "Z" DE 1/4" Ø

4.-	32	PZA.	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL GALVANIZADO CUERDA CORRIDA DE 1/4" Ø x 1 1/2" DE LONGITUD
5.-	32	PZA.	ROLDANA PLANA GALV. DE 1/4"
6.-	32	PZA.	ROLDANA PRESION GALV. DE 1/4"

c).- SOPORTERIA PARA DUCTOS INTERIORES

1.-	6	ML.	FIERRO ANGULO DE 1 1/2" x 3/16"
2.-	180	ML.	PTR DE 2" x 2" x 3/16" COLOR ROJO
3.-	180	ML.	SOLERA DE ACERO DE 4" x 3/16"
4.-	6	PZA.	VARILLA ROSCADA DE 1/4"Øx3.00 MTS. DE LONGITUD
5.-	240	PZA.	TAQUETE METALICO DE EXPANSION TIPO "Z" DE 1/4" Ø
6.-	240	PZA.	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL GALVANIZADO CUERDA CORRIDA DE 1/4" Ø x 2" DE LONGITUD
7.-	500	PZA.	TUERCA DE ALTA RESISTENCIA HEXAGONAL DE 1/4" Ø
8.-	250	PZA.	ROLDANA PLANA GALV. DE 1/4"
9.-	250	PZA.	ROLDANA PRESION GALV. DE 1/4"
10.-	750	PZA.	PIJA GALVANIZADAS DE No. 10 x 3/4"
11.-	3	ML.	CABLE DE ACERO NEGRO DE 1/8" Ø
12.-	6	PZA.	GRAPA DE SUJECION TIPO "PERRO" PARA CABLE DE ACERO DE 1/8" Ø

d).- SOPORTERIA PARA TUBERIAS ELECTRICAS Y REFRIGERACION

1.-	14	ML.	FIERRO ANGULO DE 1 1/2" x 3/16"
2.-	4	PZA.	VARILLA ROSCADA DE 1/4"Øx1.00 MTS. DE LONGITUD
3.-	12	PZA.	ABRAZADERA PARA TUBERIA TIPO "U" GALV. DE 3" Ø CON CUERDA DE 3/8"
4.-	12	PZA.	ABRAZADERA PARA TUBERIA TIPO "U" GALV. DE 2" Ø CON CUERDA DE 1/4"
5.-	16	PZA.	ABRAZADERA PARA TUBERIA TIPO "U" GALV. DE 1 1/2" Ø CON CUERDA DE 1/4"
6.-	18	PZA.	ABRAZADERA PARA TUBERIA TIPO "U" GALV. DE 1/2" Ø CON CUERDA DE 1/4"
7.-	24	PZA.	TUERCA DE ALTA RESISTENCIA HEXAGONAL DE 3/8" Ø
8.-	76	PZA.	TUERCA DE ALTA RESISTENCIA HEXAGONAL DE 1/4" Ø
9.-	24	PZA.	ROLDANA PLANA GALV. DE 3/8"
10.-	76	PZA.	ROLDANA PLANA GALV. DE 1/4"
11.-	24	PZA.	ROLDANA PRESION GALV. DE 3/8"
12.-	76	PZA.	ROLDANA PRESION GALV. DE 1/4"
13.-	2	KG.	SOLDADURA ELECTRICA MCA. INFRA. TIPO 6013 DE 1/8"

e).- SOPORTERIA PARA CCM'S

1.-	14	ML.	FIERRO ANGULO DE 1 1/2" x 3/16"
2.-	4	PZA.	PLACA DE ACERO DE 4"x4"x3/16"
3.-	20	PZA.	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL GALVANIZADO CUERDA CORRIDA DE 1/4" Ø x 2 1/2" DE LONGITUD
4.-	40	PZA.	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA DE 1/4" Ø

5.-	20	PZA.	ROLDANA PLANA GALV. DE 1/4"
6.-	20	PZA.	ROLDANA PRESION GALV. DE 1/4"
7.-	0.50	KG.	SOLDADURA ELECTRICA MCA. INFRA. TIPO 6013 DE 1/8"

e).- SOPORTERIA PARA DREN

1.-	14	ML.	UNICANAL DE 4x2 cm
2.-	4	PZA.	ABRAZADERA DE 1 1/2" Ø PARA UNICANAL
3.-	20	PZA.	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL GALVANIZADO CUERDA CORRIDA DE 1/4" Ø x 3/4" DE LONGITUD
4.-	40	PZA.	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA DE 1/4" Ø
5.-	20	PZA.	ROLDANA PLANA GALV. DE 1/4"
6.-	20	PZA.	ROLDANA PRESION GALV. DE 1/4"
7.-	0.50	KG.	SOLDADURA ELECTRICA MCA. INFRA. TIPO 6013 DE 1/8"

f).- CUBIERTA PROTECTORA PARA UC'S

1.-	60	ML.	SOLERA DE FIERRO DE 3/4" x 1/8"
2.-	3	KG.	SOLDADURA ELECTRICA MCA. INFRA. TIPO 6013 DE 1/8"
3.-	21	M2.	METAL DESPLEGABLE
4.-	100	PZA.	PIJA GALVANIZADAS DE No. 10 x 3/4"

VII.- MATERIAL PARA ACABADOS

1.-	32	LT.	CROMATO DE ZINC
2.-	70	LT.	PINTURA PARA DUCTOS
3.-	5	LT.	PINTURA AZUL HOLANDES
4.-	2	LT.	PINTURA ROJO BERMELLON
5.-	12	LT.	PINTURA ESMALTE NEGRO
6.-	120	LT.	THINNER STANDARD
7.-	20	KG.	ESTOPA BLANCA

VIII.- MANO DE OBRA INSTALACION

1.-	2	LOTE	M.O. INSTALACION DE SISTEMA TIPO DIVIDIDO DE 20.0 T.R. CONSISTENTE EN UNA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE 39LA21 Y UNA UNIDAD CONDENSADORA 38AUZA25
2.-	1	PZA.	M. DE O. FABRICACION E INSTALACION DE DUCTO AUTOCOMPENSADO
3.-	1	LOTE	M. DE O. COLOCACION DE ACOMETIDA ELECTRICA, INTERCONEXIONES DE FUERZA Y DE CONTROL A EQUIPOS INCLUYE CANALIZACIONES DE TUBO CONDUIT P.G. Y CABLEADOS.
4.-	1	LOTE	M. DE O. CAMBIO DE TRAYECTORIA DE ACOMETIDA A CCM2 EN AZOTEA DE CUARTO DE PLANTA DE EMERGENCIA QUE INCLUYE CANALIZACIONES DE TUBO CONDUIT P.G. (VER NOTA 2 AL FINAL DE ESTE CATALOGO)
5.-	2	LOTE	M. DE O. INSTALACION DEL SISTEMA DE REFRIGERACION
6.-	2	LOTE	M. DE O. INSTALACION SISTEMA DE DRENAJES
7.-	1	PZA.	M. O. INST. BANCO DE FILTROS.
8.-	204	M2	M. DE O COLOCACION AISLANTE DE FIBRA DE VIDRIO DE DUCTOS (CUALQUIER ESPESOR EL AISLANTE)

9.-	2	PZA.	M. O. FABRICACION E INSTALACION DE CUELLO DE LONA PARA DUCTO DE INYECCION DE 22"x22" DE UMA
10.-	2	PZA.	M. O. FABRICACION E INSTALACION DE CUELLO DE LONA PARA DUCTO DE RETORNO DE 74"x38" DE UMA
11.-	2	PZA.	M. O. INSTALACION DE PERSIANAS DE GRAVEDAD DE 52"x52"
12.-	1	PZA.	M. O. FABRICACION E INSTALACION DE MARCO DE EMPOTRAMIENTO PARA DUCTO DE INYECCION DE 46"x24"
13.-	1	PZA.	M. O. FABRICACION E INSTALACION DE MARCO DE EMPOTRAMIENTO PARA DUCTO DE RETORNO DE 46"x19"
14.-	28	PZA.	M. O. INSTALACION DE REJILLA DE INYECCION DE DIVERSAS MEDIDAS
15.-	3	PZA.	M. O. INSTALACION DE REJILLA DE RETORNO DE DIVERSAS MEDIDAS
16.-	1	PZA.	M. O. INSTALACION DE REJILLA DE AIRE NUEVO DE 22"x14"
17.-	24	PZA.	M. O. FABRICACION E INSTALACION DE COMPUERTAS TIPO BANDERA.
18.-	4801	KG.	M. O. FABR. E INST. DUCTERIA
19.-	2	LOTE	M. O. FABR. E INST. DE SOPORTERIA PARA EQUIPOS
20.-	1	LOTE	M. O. FABR. E INST. DE SOPORTERIA PARA DUCTOS EXTERIORES.
21.-	1	LOTE	M. O. FABR. E INST. DE SOPORTERIA PARA DUCTOS INTERIORES.
22.-	1	LOTE	M. O. FABR. E INST. DE SOPORTERIA PARA TUBERIAS
23.-	2	LOTE	M. O. FABRICACION E INSTALACION DE CUBIERTA PROTECTORA PARA UC
24.-	70	LT.	M. O. APLICACIÓN PINTURA A DUCTOS
25.-	5	LT.	M. O. APLICACIÓN PINTURA A TUBERIAS ELECTRICAS
26.-	2	LT.	M. O. APLICACIÓN PINTURA A TUBERIAS DE REFRIGERACION
27.-	12	LT.	M. O. APLICACIÓN PINTURA A SOPORTERIA CON FE ANGULO
28.-	1	LOTE	M. O. CAMBIO DE POSICION DE TUBO DE PVC DE 1"Ø CONTEMPLANDO EL SUMINISTRO Y COLOCACION DE UN CODO Y UN COPLÉ
29.-	4	LOTE	M. O. APERTURA Y SELLADO DE HUECO DE 0.20x0.15 mts. EN AZOTEA DE CUARTO DE PLANTA DE EMERGENCIA PARA COLOCACION DE VIGA PARA UU.CC.
30.-	1	LOTE	GRUA PARA ELEVAR 694 KG (UMAS). A UNA ALTURA DE 11 m Y UN RADIO DE GIRO DE 6 m. ASI COMO ELEVAR 409 KG (U.C.) A UNA ALTURA DE 7 m Y RADIO DE GIRO DE 6 m.
31.-	1	LOTE	FLETES Y MANIOBRAS
32.-	1	LOTE	ARRANQUE, AJUSTES Y PRUEBAS
IX.- MANO DE OBRA DESMONTAJE			
1.-	4	PZA.	M.O. DESMONTAJE DE FAN & COIL MCA. CARRIER, MOD. FB4BNF060 QUE INCLUYE SU SOPORTERIA

2.-	4	PZA.	M.O.DESMONTAJE DE UNIDAD CONDESADORA DE DECARGA VERTICAL MCA. CARRIER, MOD. 38CKC060 QUE INCLUYE SU SOPORTERIA
3.-	4	LOTE	M. O DESMONTAJE DE INTERCONEXION DE FUERZA Y CONTROL DE LOS SISTEMAS EXISTENTES QUE INCLUYE SU SOPORTERIA
4.-	4	LOTE	M. O. DESMONTAJE DE SISTEMA DE DREN DE LOS SISTEMAS EXISTENTES QUE INCLUYE SU SOPORTERIA
5.-	162	ML	M. O. DESMONTAJE DE TUBERIAS DE REFRIGERANTE DE DIVERSAS MEDIDAS QUE INCLUYE SU SOPORTERIA
6.-	675	KG.	M. O. DESMONTAJE DE DUCTERIA DE DIVERSAS MEDIDAS QUE INCLUYE SU SOPORTERIA
7.-	28	PZA.	M. O. DESMONTAJE DE REJILLAS DE INYECCION DE DIVERSAS MEDIDAS
8.-	1	PZA.	M. O. DESMONTAJE DUCTO AUTOCOMPENSADO DE Øi=10" Y Øf=7" LONG. 2.4
9.-	4	PZA.	M. O. FABRICACION Y COLOCACION DE TAPAS DE LAM. GAL. CAL 24 PARA REJILLAS DE DIVERSAS DIMENSIONES
10.-	1	LOTE	M. O. DESMONTAJE DE SOPORTE (VARILLA ROSCADA) DE CHAROLA DE CABLEADO, PARA LIBERAR ESPACIO PARA PASO DE DUCTERIA
11.-	1	LOTE	FLETES Y MANIOBRAS PARA TRASLADO DE EQUIPOS Y MATERIALES A LUGAR ASIGNADO POR SUPERVISOR DEL CLIENTE

X.- REQUERIMIENTOS DE OBRA CIVIL (PARTIDA A CARGO DEL CLIENTE)

1.-	1	PZA.	FABRICACION DE PLATAFORMA METALICA DE 6.40x5.25 mts. PARA SOPORTAR UN PESO APROX DE 4,560 KG CONSIDERANDO: EL PESO DE DOS UMAS (694 KG C/U APROX.), PESO DE LAMINA (1,800 KG APROX.), PESO DE CUATRO PERSONAS (80 KG APROX. C/U)
2.-	1	LOTE	APERTURA Y SELLADO DE 1 HUECO DE 46"x24" EN MURO PARA PASO DE DUCTO DE INYECCION Y COLOCACION DE MARCO DE EMPOTRAMIENTO
3.-	1	LOTE	APERTURA Y SELLADO DE 1 HUECO DE 46"x19" EN EN MURO PARA PASO DE DUCTO DE RETORNO Y COLOCACION DE MARCO DE EMPOTRAMIENTO
4.-	1	LOTE	APERTURA Y SELLADO DE 1 HUECO DE 21"x25" EN MURO INTERIOR PARA PASO DE DUCTO DE INYECCION
5.-	1	LOTE	APERTURA Y SELLADO DE 1 HUECO DE 16"x25" EN MURO INTERIOR PARA PASO DE DUCTO DE RETORNO
6.-	1	LOTE	APERTURA Y SELLADO DE 1 HUECO DE 36"x36" EN MURO INTERIOR PARA COLOCACION DE REJILLA DE RETORNO
7.-	1	LOTE	APERTURA Y SELLADO DE 1 HUECO DE 20"x14" EN MURO INTERIOR PARA PASO DE DUCTO DE INYECCION
8.-	1	LOTE	APERTURA Y SELLADO DE 1 HUECO DE 22"x18" EN MURO INTERIOR PARA PASO DE DUCTO DE INYECCION
9.-	1	PZA.	SELLADO EN SU TOTALIDAD DE HUECO DE 24"x6" EN MURO PARA PASO DE TUBERIAS ACTUALES DE REFRIGERANTE

10.-	8	PZA.	REUBICACION DE LUMINARIA, PARA LIBERAR ESPACIO PARA BAJADAS PROPUESTAS	
			XI.- EQUIPO DE APOYO	
			a) EQUIPO	
1.-	4	PZA.	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO TIPO MOVIN COOL MCA. AIR ROVER DE 5.0 T. R.	EQUIPO SUMINISTRADO x CLIENTE
			b) MATERIAL ELECTRICO	
1.-	120	ML.	CABLE DE COBRE MCA. CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS CAL. 2 AWG COLOR NEGRO	
2.-	1	PZA.	CENTRO DE CARGA PARA SOBREPONER, PARA 3 CIRCUITOS, MARCA ISA, CODIGO CC103SS, 240V - 2F - 3H.	
3.-	2	PZA.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MARCA ISA MODELO ITM250N DE 2x50 AMPS. TIPO ENCHUFABLE	
			c) INTERCONEXION DE CC A EQUIPO PORTATIL	
1.-	10	ML.	CABLE DE USO RUDO MCA. CONDUMEX DE 3 HILOS CAL 8	
2.-	20	PZA.	CINCHO DE PLASTICO DE 0.20 MTS DE LARGO	
			d) DISTRIBUCION Y DIFUSION DE AIRE	
1.-	14	ML.	DUCTO FLEXIBLE DE 18" Ø	
2.-	42	ML.	DUCTO FLEXIBLE DE 6" Ø	
3.-	2	PZA.	CINTA PLATEADA DE 2"x55 MTS. No. 3939 MCA. 3M	
			e) MATERIAL HIDRAULICO	
1.-	24	ML.	MANGUERA DE 3/4" Ø	
2.-	8	PZA.	ABRAZADERA SIN FIN DE 1" Ø	
			f) MANO DE OBRA	
1.-	4	PZA.	M. DE O. INSTALACION DE EQUIPO PORTATIL TIPO MOVIN COOL DE 5.0 T. R.	
2.-	14	ML.	M. DE O. INSTALACION DE DUCTO FLEXIBLE DE 18" Ø	
3.-	42	ML.	M. DE O. INSTALACION DE DUCTO FLEXIBLE DE 6" Ø	
4.-	1	LOTE	M. DE O. INSTALACION DE DRENES	
			NOTAS:	
1.-			SE REUTILIZARA LA ACOMETIDA EXISTENTE PARA ENERGIZAR EL CCM-2, ASI COMO EL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3X160 EN LA POSICION 2 DEL TDG.	
2.-			CAMBIARA LA POSICION FINAL DEL CCM-2 RESPECTO A LA POSICION ACTUAL DEL CCM-EXISTENTE, (EN AZOTEA DE CUARTO DE PLANTA DE EMERGENCIA) POR LO QUE SE CONTEMPLARA LA TUBERIA DE 2" Ø PARA ESTA NUEVA TRAYECTORIA UNICAMENTE EN LA AZOTEA INDICADA	
3.-			LAS TRAYECTORIAS DE CONTROL A LA SALIDA DE LOS CCM'S 1 Y 2 SE UNEN PARA LLEVAR UNA SOLA TUBERIA DE 1"Ø	

- 4.- EL CONTRATISTA DE CLIMA DEBERA FABRICAR LOS DUCTOS EN OBRA PARA VER Y RESOLVER EN EL MOMENTO LOS PROBLEMAS QUE SE LE PUDIERAN PRESENTAR Y HACER LOS AJUSTES NECESARIOS.
- 5.- EL CONTRATISTA DE CLIMA DEBERA DE AJUSTARSE A LOS HORARIOS QUE DETERMINE Y QUE MEJOR CONVENGAN AL CLIENTE.
- 6.- ESTAS ESPECIFICACIONES SON COMPLEMENTO DE LOS PLANOS POR LO QUE DEBERA DE CONTARSE POR SEPARADO CUALQUIER ELEMENTO QUE NO ESTE CONSIDERADO EN ESTAS

CAPITULO 8

CARPETA DE ENTREGA

La carpeta de entrega es el formato físico que contiene toda la información generada por el proyecto para la materialización del mismo.

La primer carpeta que se entrega es sometida a revisión, para correcciones y ajustes que se anotan directamente en la información de dicha carpeta, ésta se regresa al proyectista que elaboró el trabajo, para que con estas observaciones se hagan la correcciones correspondientes y se haga entrega de dos carpetas corregidas.

Las carpetas de entrega cuentan con la siguiente información y orden:

- PORTADA

Son las carátulas que se presentan en la parte frontal de la carpeta con los datos del cliente, tipo de proyecto, sala a acondicionar, nivel y quien elaboró el proyecto

- INTRODUCCIÓN

Es una breve historia del Aire Acondicionado donde se indican los primeros equipos que se fabricaron para llegar a modificar las condiciones del aire para distintos procesos y confort humano.

Se describe la importancia y delicadeza de la telefonía en México.

- OBJETIVO

El objetivo es el motivo para la realización del proyecto, tomando en cuenta las necesidades del cliente.

Se proporciona de manera general las condiciones de diseño, así como los principales criterios para proyecto.

Se hace mención del asunto principal del trabajo realizado

- ESPECIFICACIONES GENERALES

La finalidad de las especificaciones generales, es dar a conocer los datos necesarios para que de acuerdo con los requisitos que se establecen y comprendiendo las mismas condiciones, se hable del Suministro e Instalación del Sistema de Aire Acondicionado con dos equipo tipo dividido de 20.0 T.R. uno en

operación y el otro como respaldo, para la Sala de Transmisión de Planta Baja, conforme a las necesidades marcadas por la Coordinación y Supervisión del proyecto.

Las condiciones generales, tratan los siguientes puntos:

1. DEFINICION DE TERMINOS:

El término "Propietario" será usado de aquí en adelante para referirse al cliente

El término "Residente" será usado de aquí en adelante para referirse a la empresa que el propietario DESIGNA para la dirección y coordinación de la obra en su conjunto.

2. PRIMACIA DE DOCUMENTOS:

Estas especificaciones, catálogo de conceptos, croquis y planos están preparados para complementarse entre sí y cubrir todo el equipo, materiales y mano de obra requeridos para la instalación de los Sistemas de Aire Acondicionado especificados.

Si se encuentra alguna diferencia y/o discrepancia entre ellos, debe entenderse que será el dato del catálogo de conceptos el que observe más autoridad. Las notas explicativas en los planos y/o croquis referidas a las escalas pueden estar sujetas a errores de dibujo.

Los detalles de escalas grandes tienen mayor validez que los de las escalas pequeñas y las cotas se referirán a escalas donde falten los cálculos, pero en caso de duda, estas medidas se verificarán en la obra y si se encuentran variaciones se notificará al propietario.

3. ENMIENDAS:

Cualquier enmienda sugerida por el "residente" y aceptada por el propietario hecha durante el tiempo de construcción, debe quedar cubierta dentro de la cotización presentada al inicio por el "Residente".

4. MANEJO DE HERRAMIENTA, MATERIALES Y EQUIPOS:

El Residente será responsable del cuidado y protección de sus materiales, herramienta, equipo, etc. El Residente podrá usar espacio para almacenar su equipo, pero este espacio se sujetará a la aprobación del propietario.

5. MATERIALES Y MANO DE OBRA

Todos los materiales especificados deberán ser nuevos, de primera calidad y diseño estándar. El Residente mostrará una evidencia satisfactoria de la clase y calidad de sus materiales y mano de obra, cuando lo pida el propietario.

Cuando el propietario lo crea necesario, el residente suministrará muestras de materiales, acabados, etc. y éstas se aprobarán por escrito por el propietario antes de ejecutar el trabajo. Todo el trabajo se cotejará con estas muestras aprobadas. Cualquier trabajo que no esté de acuerdo con las muestras aprobadas, será rechazado, teniendo que reemplazarlo de acuerdo a las normas.

En caso de que las muestras no sean aprobadas, se suministrarán otras que satisfagan las condiciones establecidas por el propietario.

La instalación la harán los obreros especializados del más alto grado de calidad y solo será admitida gente experimentada. En el caso de un requerimiento por escrito del propietario, pidiendo el retiro de un obrero incompetente, el residente deberá retirarlo de la obra.

6. INSPECCION DE LOCAL:

Antes de comenzar con labores de instalación, el residente deberá obtener permisos para examinar el local hasta que quede completamente satisfecho de las condiciones de obra y trabajos necesarios para ejecutar, equipos y materiales que suministrarán; ya que el hecho de desconocer estos datos no se aceptará como disculpa en cualquier falla o retraso en la instalación.

7. MEDIDAS:

Antes de ordenar cualquier material o hacer cualquier trabajo, el residente verificará todas las medidas y será responsable de las correcciones necesarias.

Ningún aumento será permitido por diferencias entre las medidas actuales y las de los planos, si existen algunas diferencias entre las medidas actuales, deberán someterse a juicios del propietario para autorizar los debidos aumentos al presupuesto original.

8. PROGRAMAS DE TRABAJO:

Al momento de cotizar, el Contratista debe indicar su aprobación a los términos de iniciación y terminación señalados por el propietario y debe incluirlos dentro de su presupuesto en forma de un Programa de Trabajo.

Si a juicio del propietario, es necesario en cualquier momento durante la construcción revisar estos programas de operación y acelerar la culminación de una rama, el residente deberá transferir algunos obreros de un punto a otro y ejecutar con más celeridad alguna rama de su propio trabajo que otra, siempre de acuerdo y bajo la supervisión del propietario.

9. COOPERACION:

El Residente de Aire Acondicionado y los demás Residentes, plomería, instalación eléctrica, etc., deberán coordinar su trabajo y cooperar, dando facilidad para el proyecto general de la obra. Todas las disciplinas procurarán no obstaculizar las demás instalaciones, siendo razonables.

10. CORTES Y PASOS:

Donde sea necesario cortar y/o romper paredes, pisos, lonas o plafones para permitir el paso de la instalación parte de los pasos ya provistos, el contratista deberá obtener el permiso escrito del propietario.

Las reparaciones que sean necesarias para el sistema dentro del período de garantía y que necesiten cortes de los plafones, muros o losas, deberán efectuarse por cuenta del residente sin ningún recargo para el propietario.

Cualquier corte en losas o muros exteriores se cubrirá provisionalmente mientras se hace fijo para protección de los materiales, herramientas y acabados que existan en el local.

11. GRUAS, ELEVADORES, ANDAMIOS, TRANSPORTACION, ETC.

El Residente proveerá sus necesidades de colocación de los materiales y equipos a los locales destinados y usará sus propias grúas, andamios, escaleras, carretillas, malacates, etc., cuando se trate de la ascensión a pisos altos de equipos pesados, que requieran la instalación de plenums, malacates, etc., notificará al propietario la forma en que piensa hacerlo y someterla a su aprobación por escrito.

12. APARATOS VOLUMINOSOS:

Todos los materiales y equipos de gran tamaño, los cuales necesitan para su acceso a los locales destinados, espacios libres a través de las puertas, ventanas, muros o losas, serán suministrados en la obra antes de cerrar estos espacios conforme al programa de trabajo aprobado por el propietario.

13. SUPERVISION:

El residente supervisará el trabajo en forma regular y procurará de no obstaculizar el adelanto de la obra, teniendo de planta en la obra, una persona competente y facultada para actuar por ella misma cuando reciba alguna instrucción del propietario.

14. PROTECCION DE MATERIALES:

El residente instruirá a sus operarios para que tengan particular cuidado en no dañar las instalaciones o acabados existentes, los cuales se cubrirán y protegerán contra daños causados por herramientas, equipo o negligencia de los operarios. El residente será el único responsable ante el propietario, por cualquier daño causado por sus actividades en la obra.

15. ESPECIFICACIONES:

Los títulos de las secciones y párrafos de este documento, podrán ser introducidos en la cotización solamente para conveniencia del concursante.

16. MUESTRAS:

Las muestras de materiales ya colocados para su cotejo, se suministrarán sin que se detenga el adelanto de la obra, permitiendo al propietario tiempo razonable, de acuerdo con las muestras requeridas,

17. LUZ Y FUERZA PROVISIONALES:

El propietario dejará una toma de corriente para los usos generales en la obra a partir de ésta. El residente de aire acondicionado suministrará el alambrado provisional para lámparas, motores, soldaduras y todo el equipo de su uso.

18. FUERZA ELECTRICA Y TOMAS DE AGUA:

El residente de aire acondicionado, proveerá los materiales para probar el equipo, el propietario le suministrará energía y agua sin ningún tratamiento especial. El residente acordará con el plomero previa aprobación del director, las tomas de agua y drenaje necesarios para sus equipos.

19. INSPECCION:

El residente o su representante tendrán acceso en cualquier momento a la obra para inspeccionar el adelanto de la instalación.

20. LIMPIEZA:

El residente mantendrá limpio en todo tiempo su local. Si el residente no tiene previsto un operario que atienda esta limpieza, tan pronto lo requiera el propietario, éste podrá emplear un obrero directamente y se cargará al residente una vez concluido el trabajo.

21. LICENCIAS Y PERMISOS:

El residente cuidará de obtener y pagar las licencias y permisos que sean necesarios para la ejecución de su trabajo.

- ESPECIFICACIONES PARTICULARES

1. PARTICULARES.

El proyecto comprende la instalación de un sistema de aire acondicionado compuesto por dos equipos tipo dividido de 20.0 T. R, como base para poder climatizar la Sala de Transmisión de Planta Baja, ya que actualmente cuenta cuatro sistemas de Aire Acondicionado tipo fan and coil dividido de 5.0 TR, que presentan problemas por obsolescencia además que será insuficiente, para abatir la carga térmica cuando se incremente el equipo de telefonía en el interior de la Sala.

Las Unidades Manejadoras se ubicarán sobre una plataforma, mientras que las Unidades Condensadoras, se ubicarán en azotea de la planta de emergencia.

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

La activación y control del sistema, se ejecutará por medio de un tablero de mando, el cual se encontrará en el interior de la Sala de Transmisión. Este tablero tendrá que incluir un termostato de cuarto, para poder realizar la activación de la etapa de refrigeración del sistema, además de permitir la alternancia de los equipos en la operación primaria y secundaria, lo cual tendrá efecto en un desgaste uniforme en los componentes de los equipos.

Solamente los ductos (de inyección y retorno), del nuevo arreglo que resulte y que se localicen en el exterior de la Sala, deberán forrarse con aislamiento térmico de 2" de espesor, con cubierta o camisa en lámina galvanizada cal. 24, para proteger a los mismos ductos de la intemperie y/o movimientos mecánicos. Los ductos que se localicen en el interior de la Sala, no contarán con aislamiento, solo se pintarán.

Los equipos que se localicen en la plataforma, descansarán sobre una placa de acero de 6"x6"x3/16" y tacones de neopreno de 4"x4"x1", tal como se muestra en el detalle respectivo, para amortiguar posibles vibraciones que se transmitan a la plataforma.

El sistema tendrá una capacidad nominal para las condiciones climatológicas del Estado de México de aproximadamente 20.0 T. R. y la identificación del equipo es la siguiente:

EQUIPO SELECCIONADO.

Para este sistema el contratista deberá de proveer e instalar dos sistemas Mca. CARRIER, tipo dividido consistente de dos UMA'S Modelo 39LA21, y dos unidades condensadoras Modelo 38AUZA25 con capacidad de 20.0 TR. de enfriamiento con un volumen de aire de 11,879 CFM, trabajando a 220 volts, 3 fases y 60 ciclos.

DESGLOSE DE ELEMENTOS.

UNIDAD CONDENSADORA DE AIRE

SECCION CONDENSADOR UC 38AUZA25

El serpentín del condensador está construido con tubos de aluminio y con aletas de aluminio, contando con un circuito de refrigeración, con un área de paso de 25.0 pies cuadrados c/u. La sección del condensador cuenta con dos ventiladores axial tipo propela con un diámetro efectivo de 22" Ø, con tres motores de 1/4 H.P. (220V-1F-60Hz), girando a 1,100 r.p.m. generando un flujo de aire de 14,000 CFM.

SECCION COMPRESOR UC 38AUZA25

La unidad tendrá dos compresores tipo scroll semi hermetico, montados sobre aisladores de vibración para una baja emisión de ruido. El compresor utilizará energía eléctrica a 220 volts, 3 fases y 60 ciclos, y consumirá aproximadamente un máximo de 30.1 Amperes, de acuerdo a datos arrojados en tablas de capacidades y consumos eléctricos del equipo.

CONTROLES.

Los controles deberán de venir alambrados de fábrica y localizados en un tablero dentro de la unidad, y deberá contar con protectores de seguridad como el interruptor de alta y baja presión, protecciones contra sobre carga del motor del compresor y motores de los abanicos axiales. Tendrá además su control por temperatura, para sensar en forma adecuada la temperatura interior solicitada, para hacer el cambio pertinente del ciclo de refrigeración a la ventilación; de acuerdo a la satisfacción de las condiciones internas de la Sala.

CUBIERTA.

El conjunto del sistema deberá tener una cubierta a prueba de intemperie, para cualquier momento en su instalación en el exterior. Deberá estar construido en lámina galvanizada bonderizada y terminada con esmalte anticorrosivo, conforme a especificaciones generales. Tendrá aberturas para las conexiones de fuerza y refrigerante, contará con tapas removibles para permitir el acceso a servicio.

El compresor y la caja de control, deberán estar alojados en el compartimiento separado del que contiene el serpentín y los ventiladores.

UNIDAD MANEJADORA DE AIRE

Se deberán instalar: dos Unidades Manejadoras de Aire, marca. CARRIER, Mod. 39LA21, con serpentín de expansión directa, Half-Circuit, Unizona, en arreglo Horizontal. Está Unidad tendrá capacidad para manejar un volumen de aire de 11,879 CFM, contra una caída de presión total de 3.854" de columna de agua

Básicamente, la unidad debe constar de las siguientes partes:

1.- Sección de abanicos, estáticamente balanceados tipo FC aspas curvadas al frente, montado en flecha de acero pulido y rodamientos tipo Pillow Block prelubricados de fábrica con conexiones para re-lubricación.

2.- Serpentín de refrigerante de 6 hileras de tubo de cobre y 8 aletas de aluminio por pulgada, fijados mecánicamente, el área mínima de paso deberá ser de 21.6 Pies cuadrados.

3.- Charola de condensados con conexiones en ambos lados de ésta, localizada abajo del serpentín de enfriamiento.

4.- Juego de bandas "V" y poleas para mover la flecha del abanico a 1,100 rpm, con poleas ajustables en el motor.

5.- Además; deberá ser provisto de un motor eléctrico de 15 H.P., a 1,100 R.P.M., 220/3/60, completamente cerrado.

6.- La unidad (UMA) deberán suministrarse con acabados para trabajar a intemperie.

7.- El sistema dispondrá de un banco de filtros (resultado de la interconexión), con un arreglo (2 x 2), integrado por 4 filtros de bolsa de alta eficiencia tipo Climafllu de 24" x 24 x 22" y de 4 filtros metálicos lavables de 24" x 24" x 2", tipo Climacap,

obteniendo un nivel de filtración de 93%-97%, según la prueba de mancha ASHRAE 52-68 usando polvo atmosférico.

- ESPECIFICACIONES DE INSTALACIÓN

1. OBJETIVO.

Instalar un Sistema de Aire Acondicionado compuesto por dos equipos tipo dividido marca Carrier, consistente en dos unidades manejadoras modelo 39LA21, con ductería, dos unidades condensadoras modelo 38AUZA25, en respaldo.

La finalidad de estas especificaciones es dar a conocer e informar a los interesados, los diferentes ajustes y la mecánica a seguir, para la instalación del nuevo sistema, efectuando los arreglos necesarios para la correcta interconexión entre los nuevos ductos y el equipo, alimentación eléctrica, interconexión de control, etc.

2. CONDICIONES GENERALES.

Es indispensable seguir al pie de la letra, las condiciones y necesidades, que por parte de la coordinación nos exige, para efectuar la instalación deseada (aun con los obstáculos de espacios que con normalidad existen en estos tipos de instalaciones).

a).- Las trayectorias de los ductos están ya definidas y previstas para efectuar el cierre a la unidad, de acuerdo con lo descrito en los planos correspondientes.

b).- El equipo se instalarán en el área señalada, en losa de la máquina de emergencia y en la plataforma solicitada, tal y como se indica en los detalles que muestran la disposición del equipo.

c).- Para el montaje del equipo, (UMAS) se está considerando la elaboración de una plataforma tipo rejilla irving de acuerdo a medidas indicadas en plano correspondiente la cual será fabricada e instalada por obra civil, con la finalidad de asegurar un montaje adecuado.

Se debe de estar muy pendiente con las notas explicativas que traen consigo el juego de planos, complementándose y confirmándose en la obra de que al pie de la letra se ejecuten y se apeguen a dichas indicaciones, tratando de evitar las mínimas variaciones, para no afectar en gran medida el proyecto original ocasionando con esto un cambio fuerte, que repercuta en un volumen adicional de materiales y/o misceláneos afines.

Estas especificaciones (equipos, materiales, obra de mano, faltantes, etc.), y juego de planos en general; están preparados para complementarse entre sí y cubrir con el suministro e instalación del sistema completo de aire acondicionado.

3. PROCEDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

3.1. TRABAJOS NECESARIOS POR OBRA CIVIL (CLIENTE Y/O CONTRATISTA):

TC-01 Se requiere de la fabricación de una plataforma (rejilla Irving) para la colocación de las Unidades manejadoras, de acuerdo a plano de Obra Civil.

TC-02 Se requiere de la realización de huecos incluye emboquillados y resanes de los mismos, en las siguientes cantidades y medidas: 1 hueco de 46"x19"; 1 hueco de 46"x24"; 1 hueco de 21"x25"; 1 hueco de 16"x25", 1 hueco de 36"x36, 1 hueco de 20"x14, 1 hueco de 22"x18.

Todos los trabajos citados anteriormente, respectivos a obra civil, serán efectuados bajo cargo y supervisión del cliente. La programación y ejecución de los mismos, tendrá que coordinarse junto con el contratista obedeciendo a una estrategia lógica para no interrumpir el servicio en el área de trabajo especificada.

3.2. MONTAJE DE LOS EQUIPOS

Antes de comenzar con el desmontaje de los equipos se deberá instalar y probar los equipos de apoyo. Se sugiere que estos se coloquen dentro de la Sala de transmisión. Una vez instalado y probados los equipos de apoyo, se procederá con el desmontaje de las unidades existentes.

Con el equipo de apoyo funcionando, se procederá al desmontaje de las Unidades Tipo Fan & Coil y Unidades Condensadoras en conjunto con las tuberías de refrigerante, interconexión de fuerza y control, así como también con el sistema de drenaje.

Se procederá al desmontaje del sistema de ductería que se encuentra actualmente instalado, esto con el fin de liberar el espacio para la instalación del nuevo recorrido.

El contratista continuará con la fabricación de la ductería proyectada, la cual se deberá regir por los criterios correspondiente a la fabricación de ductos, con la finalidad de que en el momento de que se tengan los materiales necesarios habilitados se proceda al montaje de la nueva ductería, en concordancia con la distribución marcada en los planos respectivos.

La rejilla para toma de aire exterior deberá instalarse en el ducto de retorno; (para la renovación y limpieza del mismo), en el lado en donde no se tenga ninguna fuente humos tóxicos o aromas indeseables, que puedan afectar la resistencia y calidad de los filtros; que para aire ambiental fueron fabricados

El recorrido de la acometida y la toma de energía se efectuará desde el TDG que se encuentra en el interior de la sala indicada, y saldrá de un interruptor de 3x125 Amps., hasta el CCM-1. Para la acometida del CCM-2 se reutilizara la existente que sale de un interruptor de 3x160 en la posición dos del TDG antes mencionado tal y como se muestra en el plano correspondiente.

El Tablero de mando se instalará en el interior de la Sala de Transmisión, ya que la temperatura será sensada por el ducto de retorno a plena carga estipulada, permitiendo un correcto sensado de la temperatura del aire que retorna al equipo.

El cableado en general, se canalizará con tubo galvanizado tipo conduit pared gruesa, y los cambios de dirección se efectuarán con codos de 90° galvanizados tipo condulet, en sus modelos convenientes, complementándose con coples, conectores curvos y rectos, tubo liquatite, y misceláneos afines para esta instalación.

La descarga de condensados será inmediata, con tubo galvanizado hidráulico, la trayectoria será la que se indica en el plano correspondiente. A fin de liberar espacio para el paso de los ductos principales de inyección y retorno, a la entrada de la sala, será necesario ajustar 0.11 mts a la derecha un Tubo de PVC de 1" Ø de dren de un equipo que acondiciona una zona distinta a la que se trabajará

Asimismo se debe de contar con una toma de agua, para efectos de limpieza de los equipos, en el momento de su servicio y/o mantenimiento (deseable).

Se deben de tomar consideraciones con el claro correspondiente, para dar paso el abatimiento del acceso de servicio a los motores y a las transmisiones de los equipos, para su servicio y mantenimiento a los mismos.

Todos los materiales especificados serán nuevos y de primera calidad y se cotejarán junto con la instalación íntegra, en el momento que el cliente lo requiera.

- **BALANCE TÉRMICO**

Se agrega la información correspondiente al balance térmico efectuado, indicando los valores principales como:

- Capacidad de enfriamiento,

- Volumen de aire de inyección,
- Volumen de aire a renovar,
- Temperatura de Bulbo Seco y Bulbo Húmedo a la entrada y salida del serpentín,

CUANTIFICACIÓN DE LÁMINA

Se agrega la información correspondiente a la cuantificación de lámina tal y como se aprecia en las Figuras del punto 7.11

El desglose para la cuantificación de la lámina galvanizada es:

- Ductos de inyección exterior,
- Ductos de retorno exterior,
- Sobre ducto: inyección y retorno,
- Ductos de inyección interior,
- Ductos de retorno interior,
- Cuellos.

De esta manera, la información queda ordenada para ser agregada al catálogo de conceptos.

- CÁLCULO DE ACOMETIDA ELÉCTRICA E INTERCONEXIÓN DE FUERZA.

Se agrega la información resultante de los cálculos efectuados para seleccionar el interruptor termomagnético, características del cableado al interior de la tubería, diámetro de la tubería, tanto para la acometida como para la interconexión de fuerza y control, desde el T.D.G a los C.C.M.´S y de los C.C.M.´S a los equipos, respectivamente, tal y como se indica en las imágenes de los puntos 7.9 y 7.10

- CATALOGO DE CONCEPTOS

El catálogo de conceptos es el complemento de todas las especificaciones, planos y demás información que se generó para el proyecto.

Es un listado de elementos que componen la información necesaria para llevar a cabo la instalación. En el catálogo de conceptos se proporciona la cantidad de piezas para el vaciado de precios y así elaborar la cotización correspondiente, contemplando las manos de obra de cada concepto, tal y como se aprecia en el punto 7.12.

- CATÁLOGO DE EQUIPOS

El catálogo de equipos es la información técnica proporcionada por el fabricante donde se aprecia la información correspondiente a:

- Descripción del modelo de los equipos,
- Capacidad de enfriamiento,
- Características del serpentín de enfriamiento,
- Características eléctricas,
- Características físicas,
- Características de tuberías de refrigeración.

Esta información es importante para despejar dudas de instalación de los equipos, así como los espacios mínimos indispensables de operación.

- PLANOS

Se anexan los planos ejecutivos aprobados para instalación. Estos planos son complemento de un catálogo de conceptos y especificaciones en general

Los planos que se anexan son los que se aprecian en las figuras del punto 7.8

CAPITULO 9

CONCLUSIONES

9. 1 VENTAJAS DESVENTAJAS

VENTAJAS

La instalación de un sistema de expansión directa con redundancia, compuestos por una Unidad Manejadora de Aire (U.M.A) interconectada con tuberías de refrigeración a una Unidad Condensadora (U.C) y, en conjunto, acoplado a rejillas de inyección y retorno por medio de un arreglo de ductería de lámina galvanizada, ofrece una mejor distribución del volumen de aire en puntos críticos, ya que no todos los gabinetes de telefonía requieren ser acondicionados.

En caso de fuga de líquido refrigerante en los equipos, éste se depositará directamente en la atmósfera, ya que los sistemas se encuentran fuera de la sala. Si existiera escorchamiento en las tuberías de refrigeración y, a su vez, escurrimiento de líquido, éste se dirigirá a la coladera que su ubica debajo del C.C.M de los sistemas anteriores al proyecto.

No hay necesidad de ingresar a la sala en caso de mantenimiento a los equipos ya que se encuentran fuera de la sala. Los equipos, según el fabricante, están diseñados para trabajar en la intemperie. Llevar a cabo acciones de mantenimiento o instalaciones dentro de la sala resulta complicado debido a la delicadeza de los gabinetes de telefonía.

La redundancia que presentan los arreglos ofrece que la sala nunca quede sin acondicionar, ya que en caso de que el equipo que se encuentra en operación se detuviera, por cualquier circunstancia, el equipo que no está trabajando comenzaría a operar de manera inmediata. Esto se debe al arreglo que se presenta en los C.C.M'S.

El retirar los sistemas actualmente instalados, implica que:

- Se libere espacio por arriba de las charolas, esto con el fin de instalar el nuevo recorrido de ductería. Esto puede beneficiar a otras instalaciones.
- No se presenten escurrimientos de líquido de las unidades interiores hacia los gabinetes de telefonía.
- No haya tuberías de refrigeración al interior de la sala, las cuales ocupan espacio y pueden provocar escurrimientos hacia los gabinetes de telefonía en caso de escorchamiento.

- A los equipos no se les puede exigir más volumen de aire ni más revoluciones al motor, en caso de ser necesario.
- Disminuye la cantidad de sensores al interior de la sala.
- Se reutilice la acometida eléctrica.

DESVENTAJAS

La instalación de un sistema de expansión directa con redundancia, compuestos por una Unidad Manejadora de Aire (U.M.A) interconectada con tuberías de refrigeración a una Unidad Condensadora (U.C) y, en conjunto, acoplado a rejillas de inyección y retorno por medio de un arreglo de ductería de lámina galvanizada, implica:

- La utilización de mayor cantidad de lámina,
- Utilización de una plataforma por cuestiones de espacio, apertura de mayor cantidad de huecos en muros,
- Instalar otra acometida eléctrica desde el T.D.G hasta los C.C.M.'S,
- Instalar otro C.C.M con todo lo que implica, desde la capacidad del interruptor termomagnético, hasta las características del cableado en su respectiva canalización.

Al instalar los nuevos sistemas, se pierde la posibilidad de acondicionar la sala por secciones, o sea la zonificación que ofrecían los otros sistemas.

9. 2 PROBLEMATICA

Existen varios puntos que provocan el retraso tanto en proyecto como en la instalación, a continuación se citan algunos:

Tiempo de entrega de pase de acceso,
 Facilidades de ingreso a las instalaciones correspondientes,
 Tiempo de entrega de la información de amperaje por gabinete, por cuenta del cliente,
 Revisión de planos preliminares, para realización de correcciones según observaciones,
 Regreso de carpeta de entrega con observaciones para elaborar las correcciones correspondientes y elaborar las carpetas corregidas.

ANEXO A

EQUIPO PAQUETE DE TECHO.

CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO ELECTRICO (PAC).

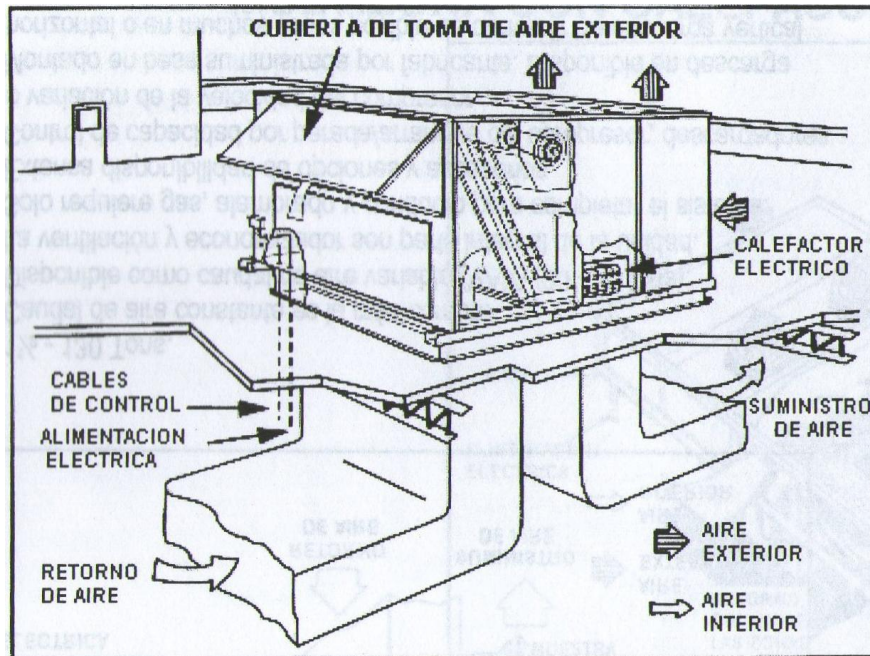


Figura A-01 Unidad Tipo Paquete de descarga horizontal con resistencia eléctrica. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 229)

- 1 ½ - 130 Toneladas de Refrigeración.
- Solo frio o con calefacción eléctrica.
- Caudal de aire constante estándar.
- Disponible como caudal de aire variable (VAV) (20-75 Toneladas de Refrigeración).
- La ventilación y el economizador son parte integral de la unidad.
- Solo requiere alambrado y conducto para completar el sistema.
- Extensa disponibilidad de opciones y accesorios.
- Control de capacidad por paro/arranque del compresor, descargadores o variación de la velocidad del compresor.
- Montado en base suministrada por el fabricante (base que comúnmente se fabrica en campo). Disponible en descarga horizontal o en muchos casos posible de convertir a descarga vertical (1 ½-60 Toneladas de Refrigeración), compresor tipo scroll (1 ½-20 Toneladas de Refrigeración) o reciprocantes (línea total)

BOMBA DE CALOR AIRE-AIRE

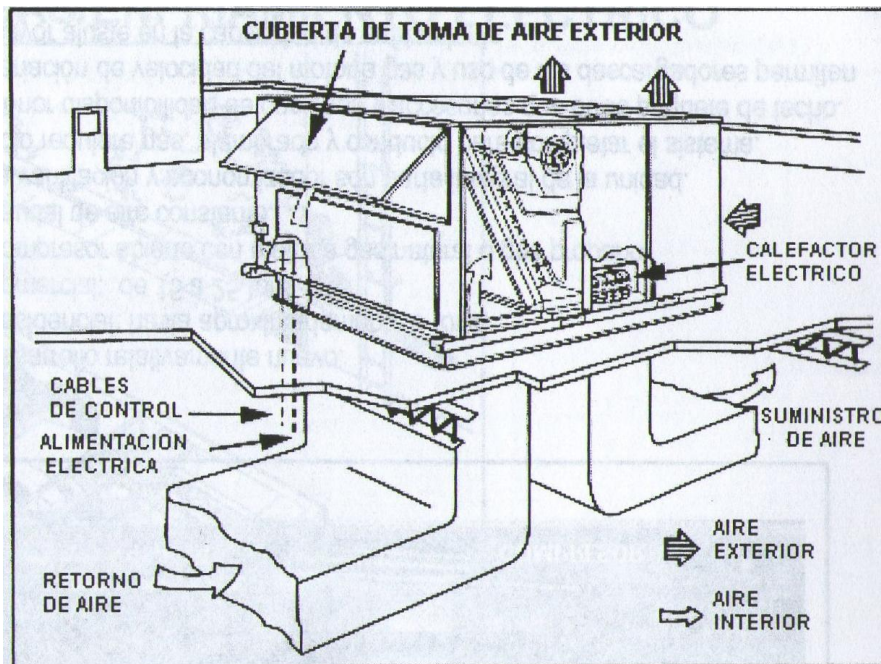


Figura A-02 Unidad Tipo Paquete de descarga horizontal con bomba de calor. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 229)

- 1 ½ - 30 Toneladas de Refrigeración.
- Resistencia eléctrica como refuerzo o calor suplementario.
- Caudal de aire constante.
- La ventilación y el economizador son parte integral de la unidad.
- Solo requiere alambrado y conducto para completar el sistema.
- Extensa disponibilidad de opciones y accesorios.
- Control de capacidad por paro/arranque del compresor, descargadores o variación de la velocidad del compresor.
- Montado en base suministrada por el fabricante (base que comúnmente se fabrica en campo). Disponible en descarga horizontal o en muchos casos posible de convertir a descarga vertical (1 ½-60 Toneladas de Refrigeración), compresor tipo scroll (1 ½-20 Toneladas de Refrigeración) o reciprocantes (línea total)

CALEFACCION A GAS/ENFRIAMIENTO ELECTRICO

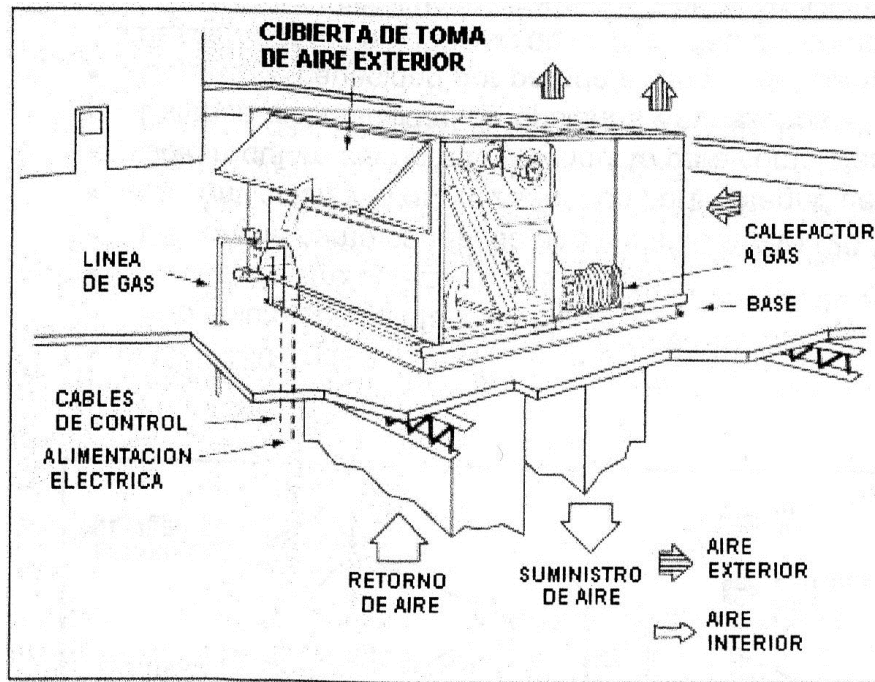


Figura A-03 Unidad Tipo Paquete de descarga horizontal con calefacción a gas. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 230)

- 1 ½ - 130 Toneladas de Refrigeración.
- Caudal de aire constante es el más común.
- Disponible como caudal de aire variable (VAV) (20-75 Toneladas de Refrigeración).
- La ventilación y el economizador son parte integral de la unidad.
- Solo requiere gas, alambrado y conducto para completar el sistema.
- Extensa disponibilidad de opciones y accesorios.
- Control de capacidad por paro/arranque del compresor, descargadores o variación de la velocidad del compresor.
- Montado en base suministrada por el fabricante (base que comúnmente se fabrica en campo). Disponible en descarga horizontal o en muchos casos posible de convertir a descarga vertical (1½-60 Toneladas de Refrigeración).

CALEFACCION A GAS/ENFRIAMIENTO CON MOTOR A GAS

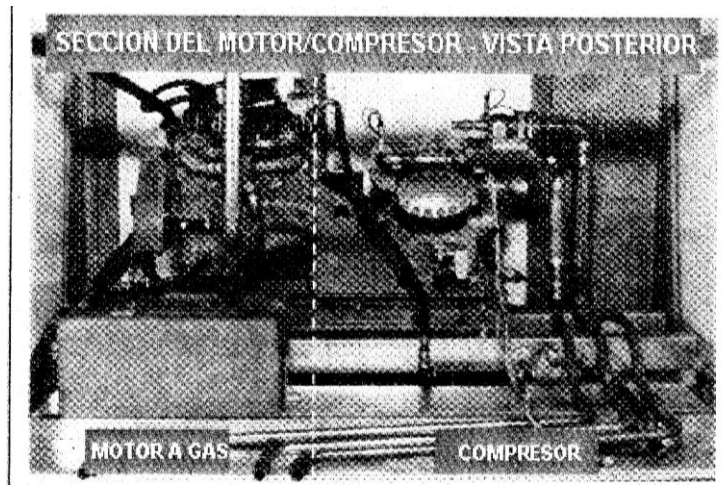


Figura A-04 Distribución del motor y compresor para la calefacción. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 229)

- Desarrollo relativamente nuevo.
- Residencial: hasta aproximadamente 3.0 Toneladas de Refrigeración.
- Comercial: de 15-20 Toneladas de Refrigeración.
- Compresor abierto con motor a gas natural o propano.
- Caudal de aire constante.
- La ventilación y economizador son parte integral de la unidad.
- Solo requiere gas, alambrado y conducto para completar el sistema.
- Menor disponibilidad de opciones y accesorios que otros paquetes de techo.
- Variación de velocidad del motor a gas y uso de los descargadores permiten mayor ajuste en la capacidad de enfriamiento.
- Montado en base suministrada por el fabricante (base que comúnmente se fabrica en campo).

MULTIZONA CON CALEFACCION A GAS/ENFRIAMIENTO ELECTRICO

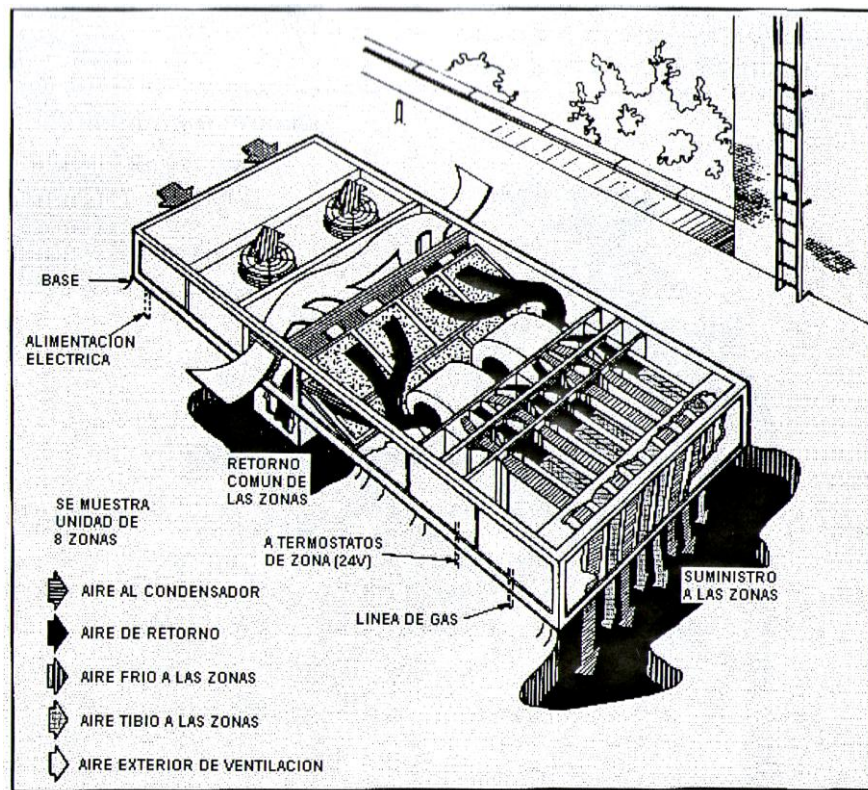


Figura A-05 Unidad Tipo Paquete Multizona con calefacción a gas. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 231)

- 15-35 Toneladas de Refrigeración.
- 8-12 compuertas de zona.
- Un elemento de enfriamiento y un elemento de calentamiento por zona
- Caudal de aire constante.
- La ventilación y economizador son parte integral de la unidad.
- Serpentín de enfriamiento y des humedecimiento para el aire exterior.
- Solo requiere gas, alambrado y conducto para completar el sistema.
- Control de capacidad por paro/arranque del compresor o descargadores.
- Montado en base suministrada por el fabricante (base que comúnmente se fabrica en campo).

MULTIZONA CON RESISTENCIA O AGUA CALIENTE/ENFRIAMIENTO ELECTRICO

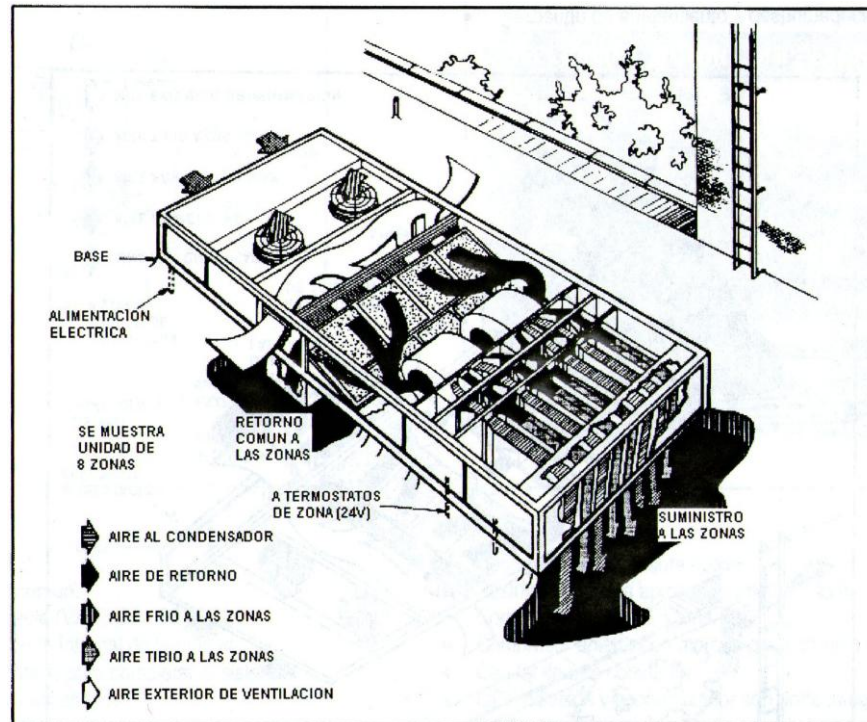


Figura A-06 Unidad Tipo Paquete Multizona con resistencia eléctrica. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 232)

- 15-35 Toneladas de Refrigeración.
- 8-12 compuertas de zona.
- Un serpentín de enfriamiento y un serpentín de agua caliente/glicol (o resistencia eléctrica) por zona.
- La ventilación y economizador son parte integral de la unidad.
- Control de capacidad por paro/arranque del compresor o descargadores.
- Montado en base suministrada por el fabricante (base que comúnmente se fabrica en campo).
- Solo requiere alambrado eléctrico, agua caliente si este es el medio de calentamiento utilizado y conducto para completar el sistema.
- Serpentín de enfriamiento y deshumedecimiento para el aire exterior.

EQUIPO PAQUETE DE VERTICAL (VPAC).

DE CONDENSACION POR AGUA (VPAC)

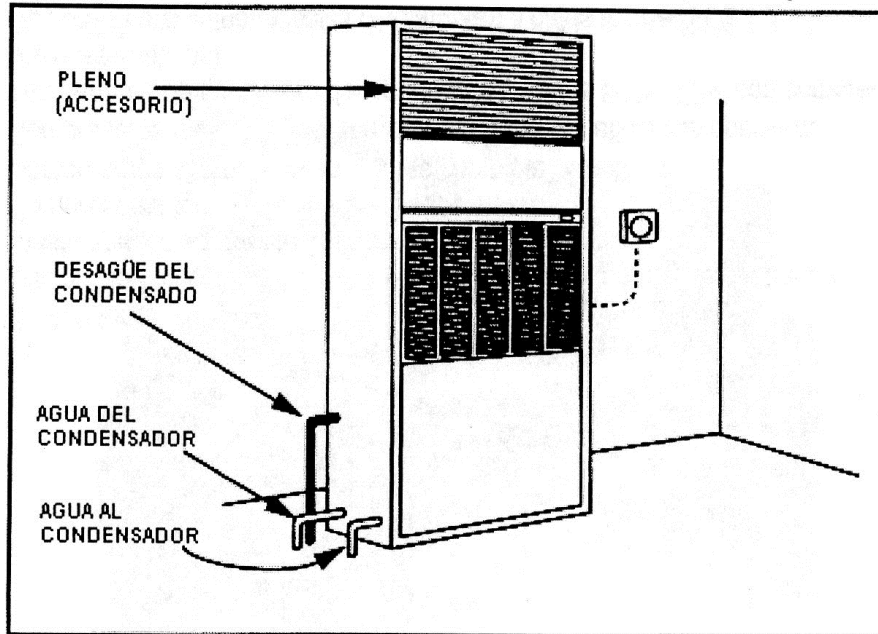


Figura A-07 Unidad Tipo Paquete Vertical.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 233)

- 3-60 Toneladas de Refrigeración.
- Disponible en versión de caudal de aire variable-VAV (15-60 Toneladas de Refrigeración)
- La ventilación y el economizador deben obtenerse de otras fuentes.
- Serpentín de calefacción por agua caliente o vapor.
- Control de capacidad por paro/arranque del compresor o descargadores de cilindros.
- Suministro por descarga libre o con conducto.

DE CONDENSACION POR AIRE (VPAC)

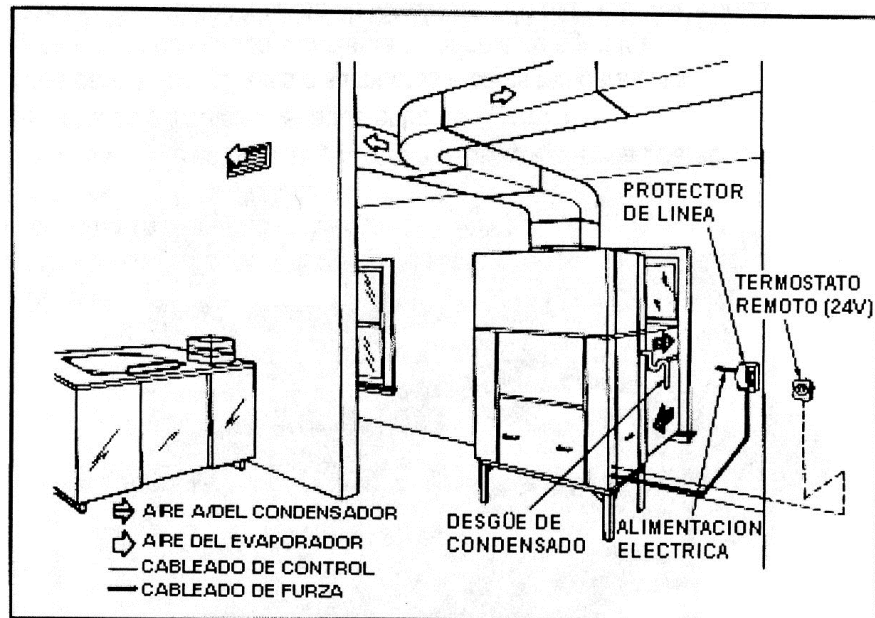


Figura A-08 Unidad Tipo Paquete Vertical de Expansión Directa. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 233)

- 5-20 Toneladas de Refrigeración.
- Instalación en el interior contra pared exterior o con conducto para aire de condensación.
- La ventilación y el economizador deben obtenerse de otras fuentes.
- Serpentín de calefacción por agua caliente o vapor.
- Control de capacidad por paro/arranque del compresor o descargadores de cilindros.
- Suministro por descarga libre o con conducto.

ENFRIADORES DE LÍQUIDO ESTANDARIZADOS

DE CONDENSACION POR AIRE

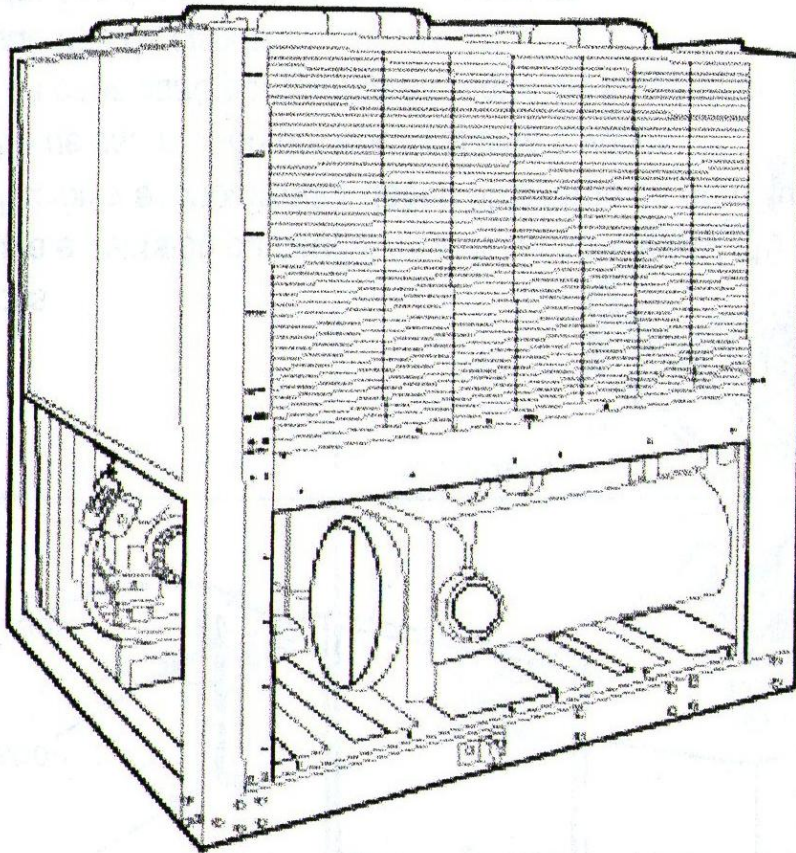


Figura A-09 Unidad Generadora de Agua Helada
Enfriada por aire. (E Libro de Oro del Aire
Acondicionado, Carrier, pag. 234)

- 5-400 Toneladas de Refrigeración.
- Disponible con compresores tipo Scroll en las capacidades más pequeñas (hasta aproximadamente 80 Toneladas de Refrigeración).
- Compresores tornillo de 60 Toneladas de Refrigeración en adelante.
- Compresores alternativos en la línea completa.
- Compresores múltiples para mayor confiabilidad y eficiencia operativa.
- Temperatura de suministro de agua fría de 40 °F a 60 °F (70 °F con compresores alternativos)
- Opciones para enfriar glicoles o salmueras a bajas temperaturas.
- Capaz de operar con caudal constante o variable de agua fría.

- Montaje en el techo o en el suelo.
- Opciones para operar con temperaturas exteriores bajas.
- Disponible con refrigerantes no clorados (HFC)

DE CONDENSACION POR AGUA

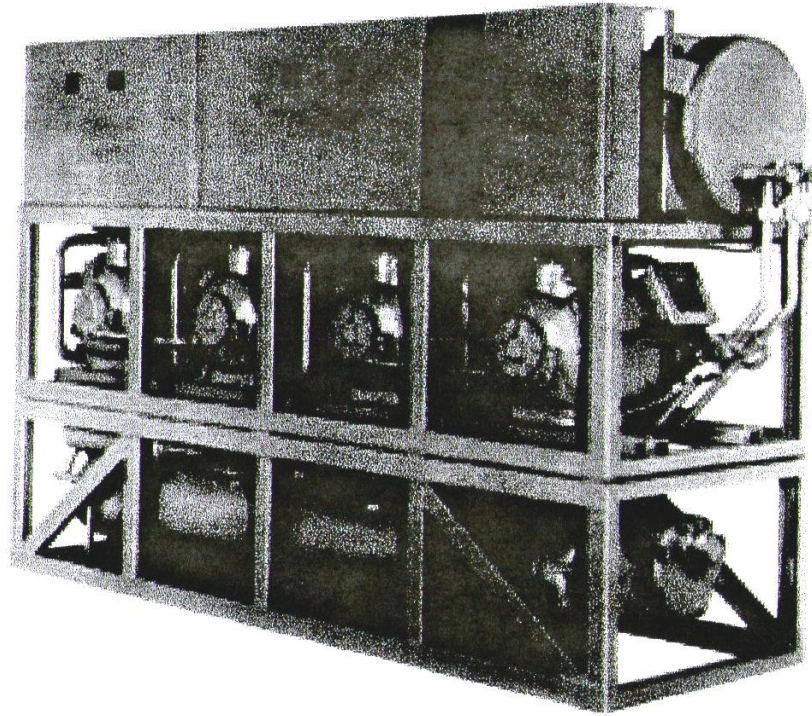


Figura A-10 Unidad Generadora de Agua Helada
Enfriada por agua. (E Libro de Oro del Aire
Acondicionado, Carrier, pag. 234)

- 5-300 Toneladas de Refrigeración.
- Disponible con compresores tipo Scroll en las capacidades más pequeñas (hasta aproximadamente 60 Toneladas de Refrigeración).
- Compresores tornillo de 60 Toneladas de Refrigeración en adelante.
- Compresores múltiples para mayor confiabilidad y eficiencia operativa.
- Temperatura de suministro de agua fría de 40 °F a 60 °F
- Opciones para enfriar glicoles o salmueras a bajas temperaturas.
- Capaz de operar con caudal constante o variable de agua fría.
- Dimensiones compactas facilitan su instalación. En muchos casos pueden introducirse por la puerta de la sala de máquinas sin tener que desarmarse.
- Disponible con refrigerantes no clorados (HFC)

ENFRIADORES DE LIQUIDO PAQUETE

DE CONDENSACION POR AGUA (TORNILLO)

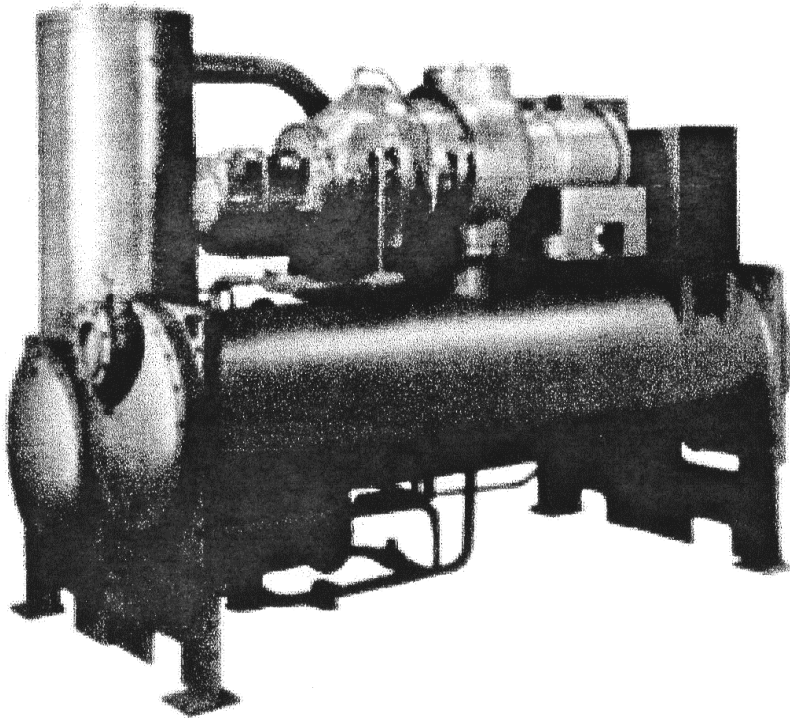


Figura A-11 Unidad Generadora de Agua Helada tipo Tornillo enfriada por agua. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 235)

- 100-1000 Toneladas de Refrigeración.
- Compresor hermético o abierto.
- Selección individual de los componentes mayores permite obtener combinaciones de óptima eficiencia para las condiciones de diseño requeridas.
- Mantiene buen rendimiento a carga parcial.
- Ciertos modelos pueden desarmarse fácilmente para facilitar su instalación en ambientes de difícil acceso.
- Capaz de operar con caudal constante o variable de agua fría.
- El diseño rotativo logra bajos niveles de ruido, vibración y mayor durabilidad.
- Posible operar a bajas temperaturas para enfriar salmueras o glicoles.

DE CONDENSACION POR AGUA (CENTRIFUGO)

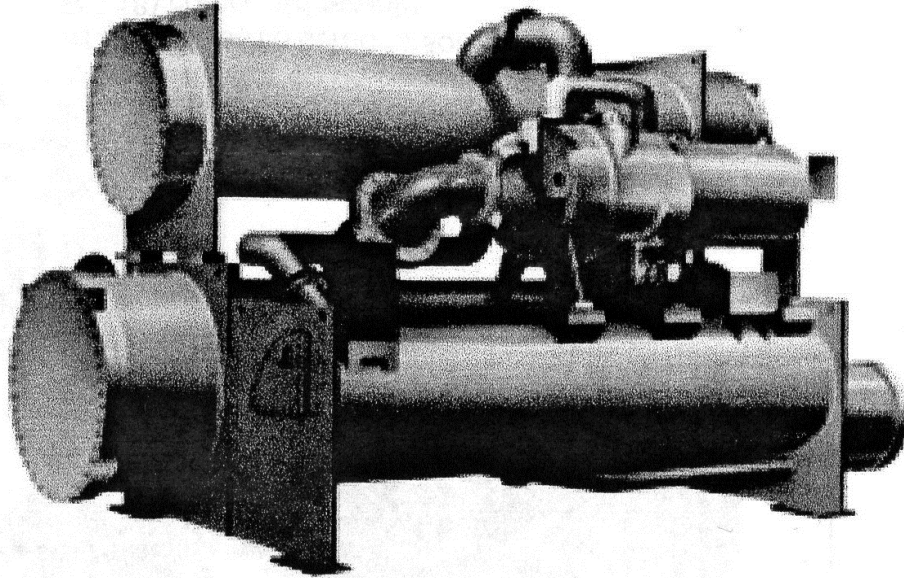


Figura A-12 Unidad Generadora de Agua Helada tipo Centrífugo enfriada por agua. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 235)

- 80-10,000 Toneladas de Refrigeración.
- Compresor hermético o abierto.
- Accionamiento por motor eléctrico o turbina de vapor, etc.
- Disponible con refrigerantes no clorados (HFC).
- Selección individual de los componentes mayores permite obtener combinaciones de óptima eficiencia para las condiciones de diseño requeridas.
- Ciertos modelos pueden desarmarse fácilmente para facilitar su instalación en ambientes de difícil acceso.
- Capaz de operar con caudal constante o variable de agua fría.
- Posible operar a bajas temperaturas para enfriar salmueras o glicoles.
- Control de capacidad por velocidad y/o alabes directrices en el compresor.

ENFRIADORES DE AGUA PAQUETE

FUEGO INDIRECTO, ABSORCIÓN DE EFECTO SIMPLE.

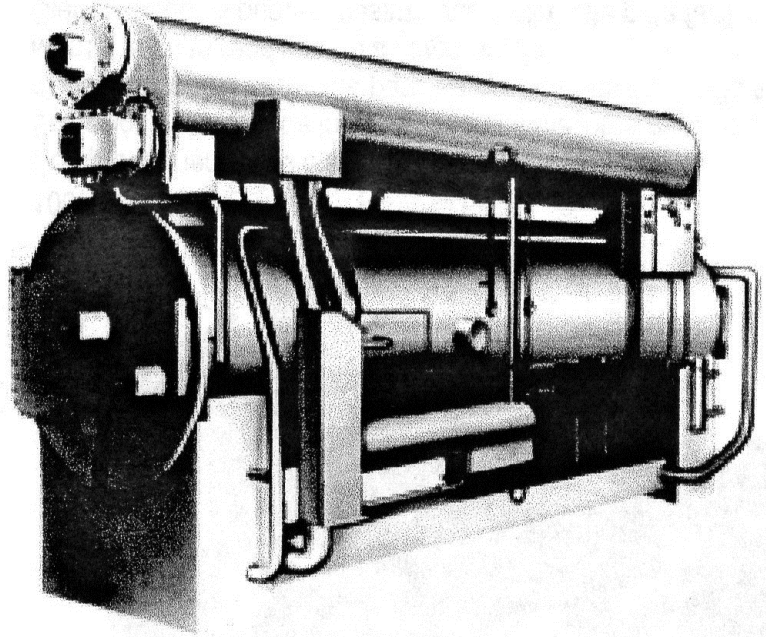


Figura A-13 Unidad Generadora de Agua Helada de Absorción de Efecto Simple. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 236)

- 70-1600 Toneladas de Refrigeración.
- Condensador enfriado por agua.
- No precisa compresor.
- Ciclo de refrigeración químico/térmico.
- Fuego indirecto, agua caliente, vapor de baja presión (15 psig o menos) u otra fuente apropiada de calor de desecho.
- Bromuro de litio como absorbente.
- Agua (R-718) como refrigerante.
- Ciclo de absorción de etapa simple.
- Capaz de operar con caudal constante o variable de agua fría.
- La regulación de la capacidad se obtiene variando el caudal del fluido que le proporciona la energía térmica requerida.

FUEGO DIRECTO, ABSORCIÓN DE DOBLE EFECTO.

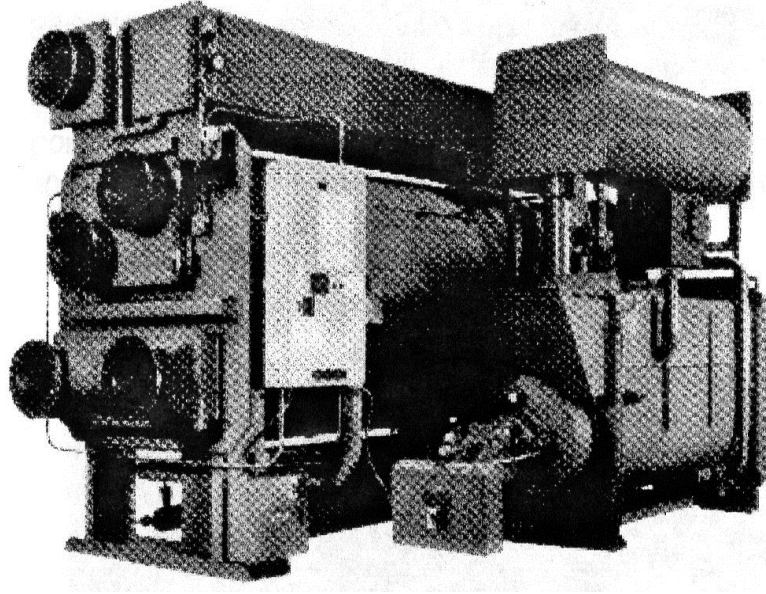


Figura A-14 Unidad Generadora de Agua Helada de Absorción de Doble Efecto. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 236)

- 7 1/2-1500 Toneladas de Refrigeración.
- No precisa compresor.
- Ciclo de refrigeración químico/térmico.
- Enfriador y calentador en un paquete.
- Bromuro de litio como fuente absorbente.
- Agua (R-718) como refrigerante.
- Ciclo de absorción de doble etapa.
- La fuente de calor es la llama producida al quemar gas o fuel número 2.
- Capaz de operar con caudal constante o variable de agua fría.
- La regulación de la capacidad se obtiene variando el caudal de combustible admitido al quemador.

FUEGO INDIRECTO, ABSORCION DE DOBLE EFECTO.

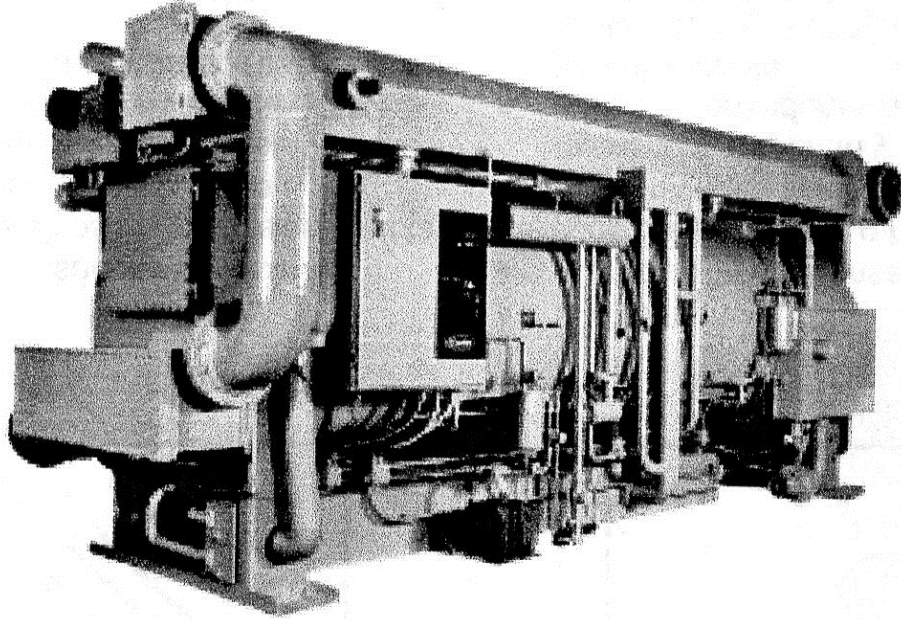


Figura A-15 Unidad Generadora de Agua Helada de Absorción de Doble Efecto. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 237)

- 100-1700 Toneladas de Refrigeración.
- No precisa compresor.
- Ciclo de refrigeración químico/térmico.
- Fuego indirecto (vapor de alta presión u otra fuente apropiada de calor de desecho suministra la energía requerida).
- Bromuro de litio como fuente absorbente.
- Agua (R-718) como refrigerante.
- Ciclo de absorción de doble etapa.
- Capaz de operar con caudal constante o variable de agua fría.
- La regulación de la capacidad se obtiene variando el caudal de vapor que se admite al equipo.

UNIDADES CONDENSADORAS

DE CONDENSACION POR AIRE

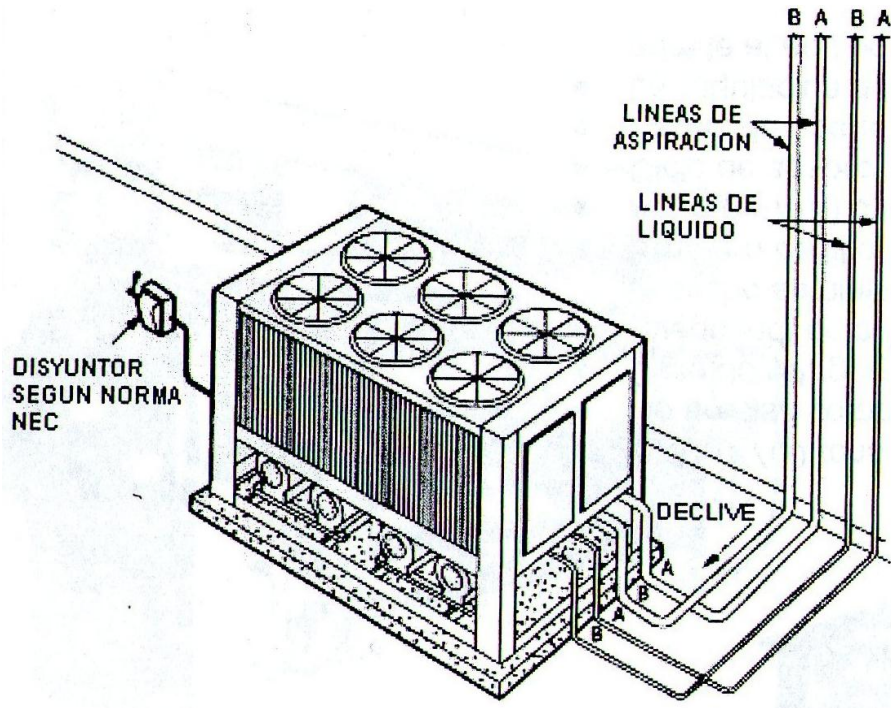


Figura A-16 Unidad Condensadora de Expansión Directa.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 238)

- 5-130 Toneladas de Refrigeración.
- Compresor, condensador, ventilador(es) del condensador y controles.
- Para uso con manejadoras apropiadas con serpentines de expansión directa.
- Unidades de doble circuito pueden conectarse a dos manejadoras.
- Accesorios para baja temperatura exterior permiten operación hasta -20 oF.
- Accesorios permiten su uso en sistemas de caudal de aire variable (VAV).
- Control de capacidad por paro/arranque de (los) compresor (es) o descargadores de cilindros.
- Algunos fabricantes ofrecen compresores tipo scroll en las capacidades más pequeñas (5-20 Toneladas de Refrigeración).

DE CONDENSACION POR AGUA

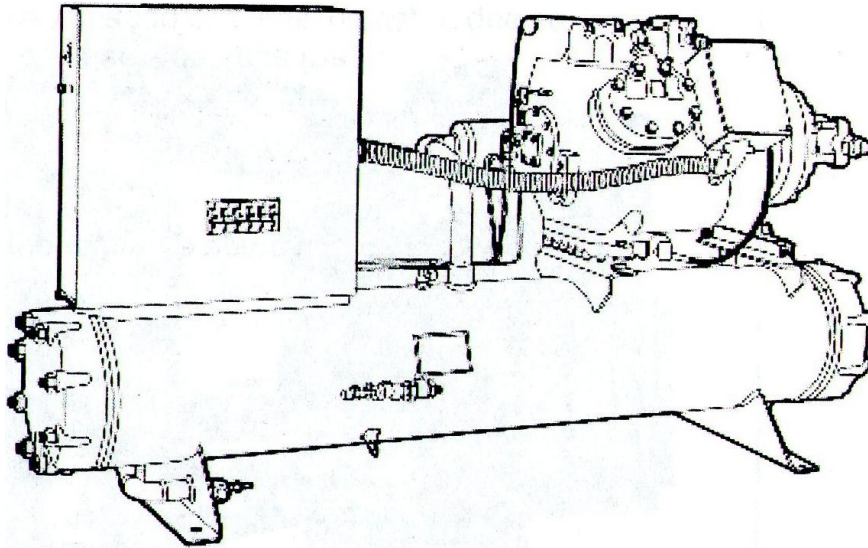


Figura A-17 Unidad Condensadora de Expansión Directa.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 238)

- 5-150 Toneladas de Refrigeración.
- Compresor, condensador y controles.
- Las unidades hasta aproximadamente 20 Toneladas de Refrigeración, utilizan condensadores tubo en tubo o casco y serpentín y las de mayor capacidad casco y tubo.
- Los condensadores casco y tubo pueden limpiarse mecánicamente y los otros químicamente.
- Para uso con manejadoras apropiadas con serpentines de expansión directa.
- Unidades de doble circuito pueden conectarse a dos manejadoras.
- Control de capacidad por paro/arranque de compresor (es) o descargadores de cilindros y variación de velocidad en unidades de compresor abierto.

MANEJADORAS DE AIRE

PAQUETE DE EXPANSION DIRECTA

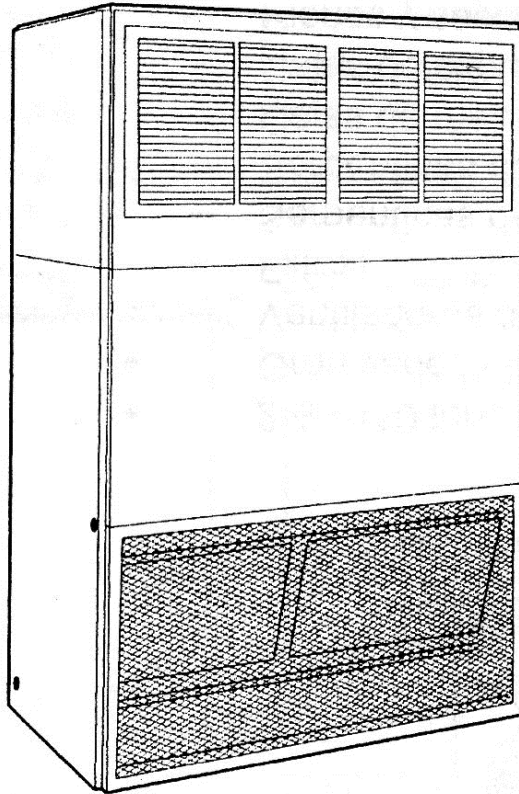


Figura A-18 Unidad Manejadora de Expansión Directa. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 239)

- 1 ½-40 Toneladas de Refrigeración (200-16000 CFM).
- Ventilador, serpentín de expansión directa, filtro y elemento de expansión
- Configuración horizontal o vertical.
- No tiene opciones de serpentín.
- Descarga libre o para uso de conductos.
- Opciones para la descarga del ventilador en los tamaños mayores [12 ½ tons o más (5,000CFM o mas)].
- Serpentín de calefacción por vapor o agua caliente.
- Impulsión del ventilador por transmisión para unidades mayores [5 tons o más (2,000 CFM o mas)].
- Ventiladores de acople directo utilizan motores de velocidades múltiples.

PAQUETE DE AGUA.

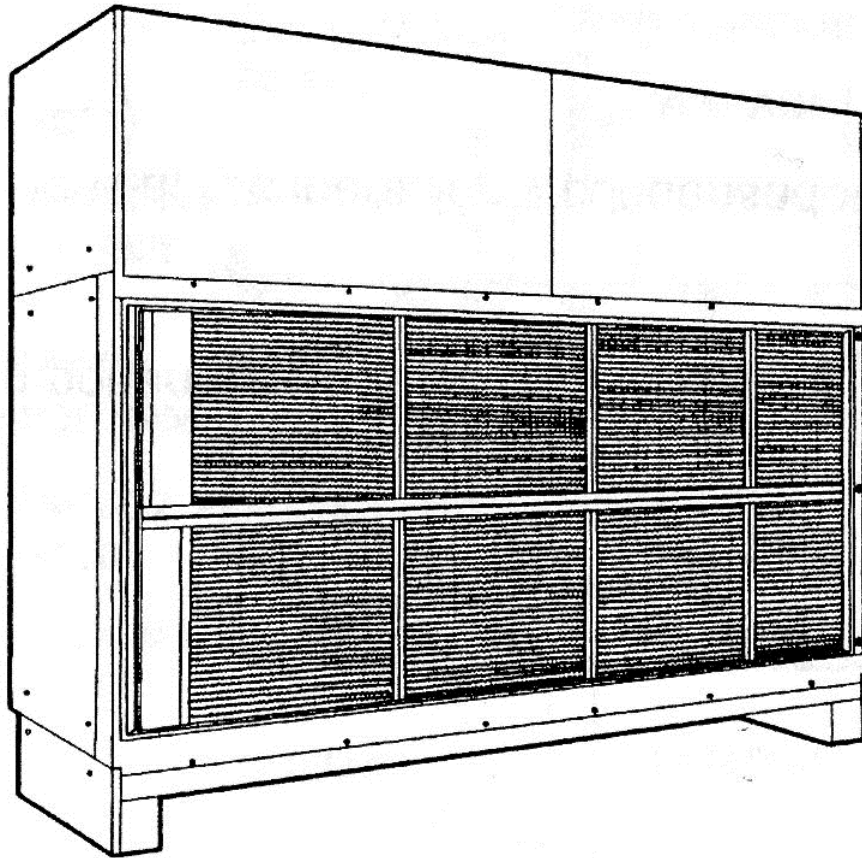


Figura A-18 Unidad Manejadora de Agua Helada.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 239)

- 1 ½-30 Toneladas de Refrigeración (600-12000 CFM).
- Ventilador, serpentín de agua fría, válvula de control y filtros.
- Configuración horizontal o vertical.
- Opciones de serpentín sólo en algunos modelos -4, 6 y 8 hileras los de uso más común.
- Descarga libre o para uso con conductos.
- Opciones para la descarga del ventilador en los tamaños mayores [12 ½ tons o más (5,000CFM o mas)].
- Calefacción por agua caliente, vapor o resistencia eléctrica.
- Impulsión del ventilador por transmisión para unidades mayores [5 tons o más (2,000 CFM o mas)].
- Ventiladores de acople directo utilizan motores de velocidades múltiples.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AIRE

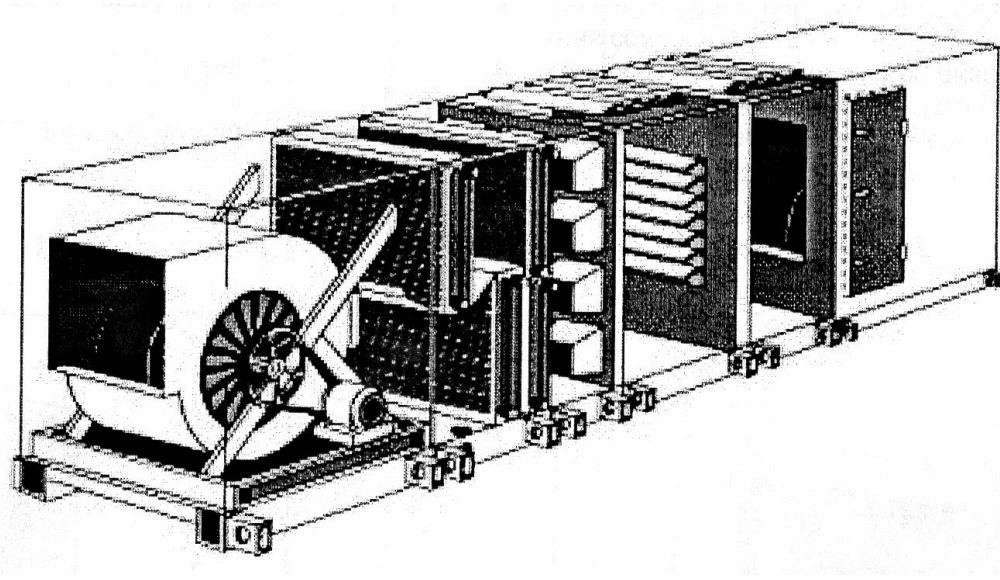


Figura A-19 Unidad Manejadora de Aire.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 240)

- 2 ½-110 Toneladas de Refrigeración (1,000-50,000 CFM).
- Gran variedad de tipos y arreglos de los siguientes componentes:
- Ventiladores de suministro y retorno.
- Filtros.
- Serpentines de calefacción (vapor, agua caliente, resistencia, recuperación y condensador).
- Serpentines de enfriamiento (agua fría o expansión directa).
- Caja de mezcla.
- Caja de expulsión.
- Plenos y secciones de acceso.
- Secciones porta serpentín (larga, corta, tiro forzado, tiro aspirado, doble conducto, precalentamiento, recalentamiento y cara y desvío).
- Compuertas (cara y desvío, multizona, descarga y alabes directrices a la entrada)

TERMINALES DE ZONA

ACONDICIONADORES DE AIRE PAQUETE TERMINAL

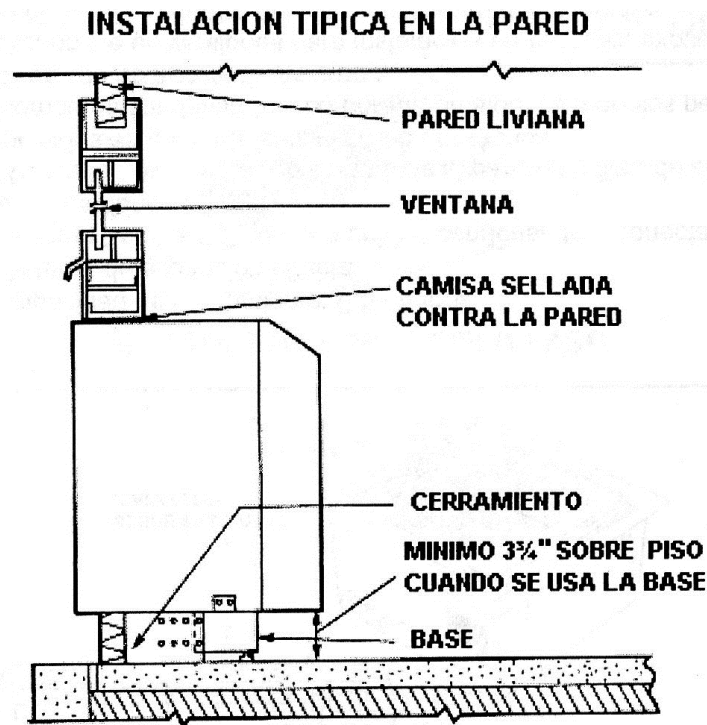


Figura A-20 Unidad Tipo Ventana. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 241)

- Enfriamiento: 6000-14000 BTUH
- Calefacción: 6400-17000 BTUH
- Sistema de expansión directa.
- Sistema completo autocontenido.
- Ventilador, filtros, ciclo de refrigeración, controles y gabinete.
- Chasis se desliza dentro de una camisa instalada en la pared.
- Dispone de conducto de extensión lateral como accesorio.
- No es apropiado para zonas interiores.
- Permite cierta medida de ventilación-máximo 35 CFM pero puede aumentar si la presión interior es negativa debido a la extracción de más de 35 CFM del ambiente.

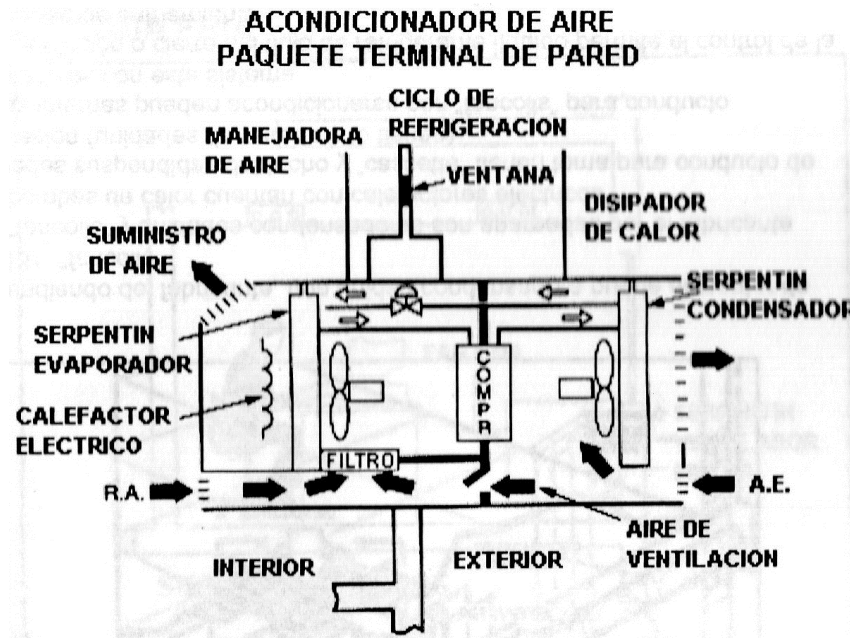


Figura A-21 Operación de una Unidad Tipo Ventana.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 241)

- Compuerta manual de ventilación
- La alimentación eléctrica completa el sistema.
- Disponibles con bomba de calor o con calefacción eléctrica.
- Serpentín de agua caliente opcional.
- Pocos fabricantes ofrecen modelo con calefactor a gas.
- Disponible con rejilla exterior arquitectónica para mejor apariencia.
- Puede instalarse alto o bajo en la pared exterior.
- Termostato montado en la unidad estándar; termostato remoto opcional.

FAN & COILS SIN CONDUCTO

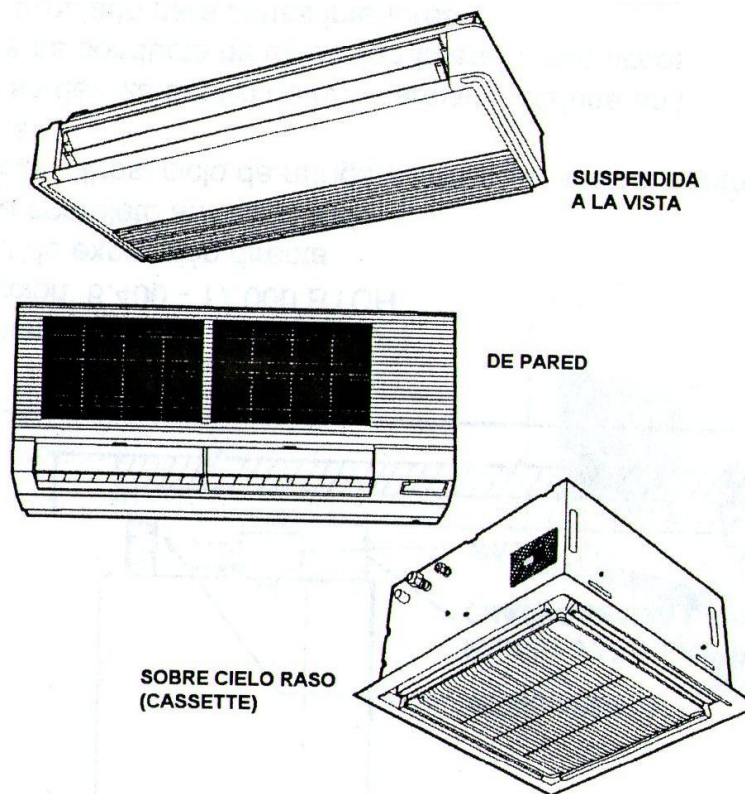


Figura A-22 Unidades Tipo Fan & Coil de expansión directa. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 242)

- Capacidad de enfriamiento: 0.5-4 Toneladas de Refrigeración.
- Sistema de expansión directa.
- Sistema multi Split con una unidad condensadora conectada a varios fan coils.
- Ventilador, evaporador, elemento de expansión y filtro de aire incluidos en gabinete suministrado de fábrica.
- Bomba de condensado incorporada en algunos modelos, pero en otros son un accesorio externo.
- Disponibles en versiones para instalación en paredes, expuestos bajo el cielo raso o dentro del pleno (cassette) del cielo raso.
- Control por microprocesador.
- Motor del ventilador de velocidades múltiples, a elección del usuario.
- Conectada por líneas de refrigeración a unidad condensadora apropiada.

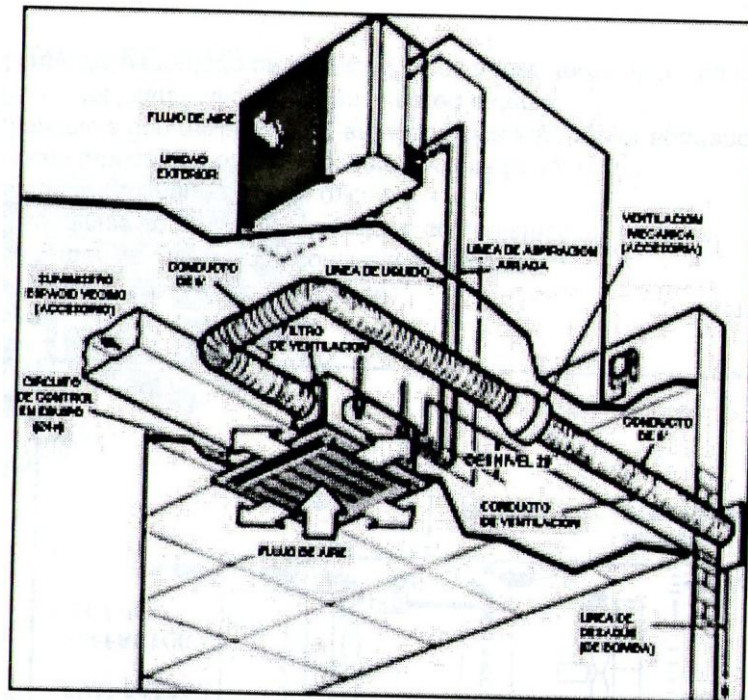
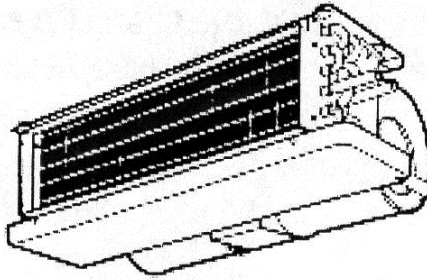


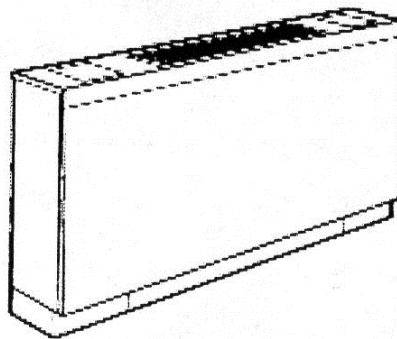
Figura A-23 Arreglo general de Unidad interior y unidad exterior. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 242)

- Dependiendo del fabricante, una unidad condensadora puede alimentar de 1 a 18 fan coils.
- Los fan coils y unidades condensadoras son hermanadas por el fabricante.
- Las bombas de calor cuentan con calefactores eléctricos.
- Unidades suspendidas del techo y cassette tienen toma para conducto de ventilación (unidades de pared no lo tienen).
- Zonas internas pueden acondicionarse con fan coils para conducto compatibles con éste sistema.
- La modulación o cierre del flujo de refrigerante líquido permite el control de la capacidad de enfriamiento.
- Termostato de pared o remoto con controlador eléctrico portátil.

FANCOILS TERMINALES DE AGUA FRIA



HORIZONTAL, SOBRE CIELO RASO



**VERTICAL, DE PISO
CON GABINETE**

Figura A-24 Unidades Tipo Fan & Coil de agua helada. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 243)

- 0.5-3 Toneladas de Refrigeración (200-1,200 CFM).
- Sistema todo-agua
- El ventilador. Filtro(s), serpentines de enfriamiento y calefacción, charola de condensado, válvulas y controles, son suministrados por el fabricante.
- Disponible en opciones, vertical, embutido en pared, de empalmado vertical ("stack") y horizontal con y sin gabinete (unidades horizontales sin gabinete pueden instalarse con un conducto limitado. Para conductos extensos refiérase a las manejadoras paquete de agua fría).
- Gabinete es opcional.
- Opción de colores para el gabinete y otros atributos.
- Serpentín de tres o cuatro hileras.
- El enfriamiento lo produce el agua fría que proviene de una planta central y la capacidad en cada terminal es regulada comúnmente por una válvula de control.
- Moto-ventilador de velocidad múltiple (generalmente tres velocidades)

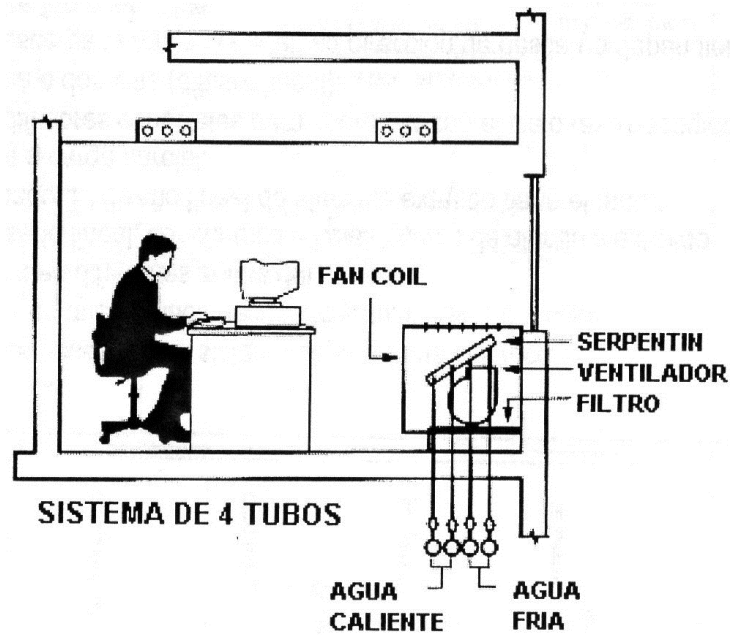


Figura A-25 Unidad Fan & Coil de agua Helada de piso. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 243)

- La caldera suministra la calefacción para los sistemas de cuatro tubos y dos tubos con inversión; una válvula de control en la alimentación de agua caliente al "fancoil" regula su capacidad de control.
- La capacidad de enfriamiento se controla con la velocidad del ventilador, la acción de la válvula de control o una combinación de ambas.
- Unidades verticales de piso pueden incluir la opción de la toma d aire exterior (0-25%) para ventilación de la zona.
- Calefacción eléctrica o por agua caliente.
- Opción de control electrónico (analógico), neumático o DDC que pueden instalarse en fábrica o en la obra.
- El termostato puede montarse en la propia terminal o remotamente en la pared.

TERMINALES INTEGRALES DE CAUDAL DE AIRE VARIABLE (VAV)

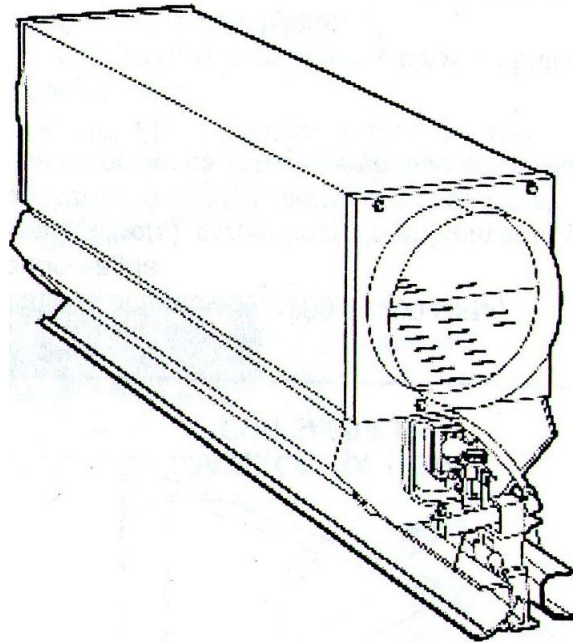


Figura A-26 Caja de Volumen Variable.
(E Libro de Oro del Aire
Acondicionado, Carrier, pag. 244)

- 0.25-1 Toneladas de Refrigeración (100-400 CFM).
- Sistema todo-aire
- Presión estática requerida: 0.75"-3.0" c.a.
- Contiene una cámara atenuadora de ruido, el regulador de caudal y los controles.
- Cada terminal puede controlar su propia zona o ser "esclava" de una terminal "maestra" cercana.
- La terminal no tiene como enfriar o calentar el aire.
- La capacidad de enfriamiento proviene de la manejadora de aire o unidad de techo que suministra el aire acondicionado a la terminal.
- En el ciclo ocupado: típicamente opera en el modo de enfriamiento pero puede invertir su modo de operación cuando el sistema de aire cambia a calefacción como ocurre en el atemperamiento matutino.
- Requiere conducto circular de alta velocidad de construcción hermética.
- Permite fijación de caudales mínimo y máximo a gusto.

ARREGLO TIPICO

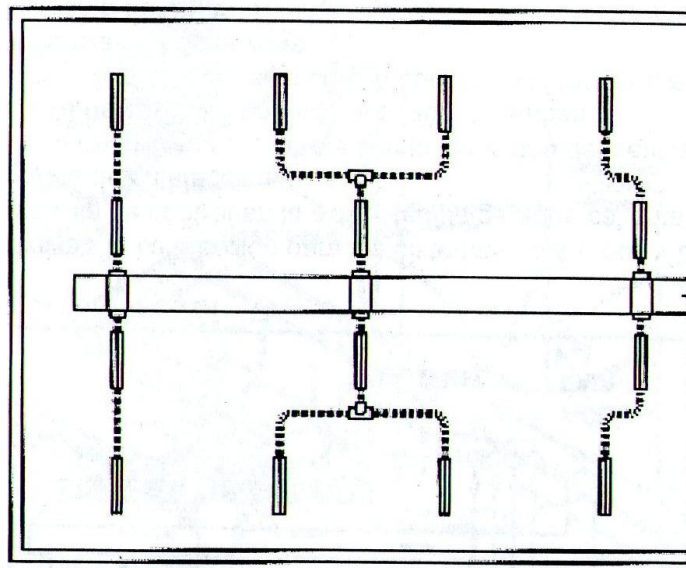


Figura A-27 Distribución común de Cajas de Volumen Variable. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 244)

- Generalmente es necesario un sistema separado de calefacción para situaciones en que se hace necesario suministrar frío y calor simultáneamente en diferentes zonas del sistema.
- Difusores de diseño lineal, concéntrico u hojas curvas de aluminio extruido o acero estampado. El diseño lineal de aluminio extruido tiene el mejor comportamiento a carga parcial.
- Posibilidad de difusores especiales para coordinar con el cielo raso escogido.
- Descarga de una o dos vías (difusor lineal)
- Difusores de descarga variable invierten su dirección de descarga dependiendo de si reciben aire frío o aire tibio.
- Puede alimentar aire a otras unidades más alejadas.
- Típicamente incluye controles montados en fábrica.
- La energía para los controles proviene de la presión de aire de suministro pero puede adaptársele controles eléctricos, electrónicos o neumáticos.
- El termostato puede montarse en la unidad o en la pared.

CAJAS MEZCLADORAS VAV CON VENTILADOR

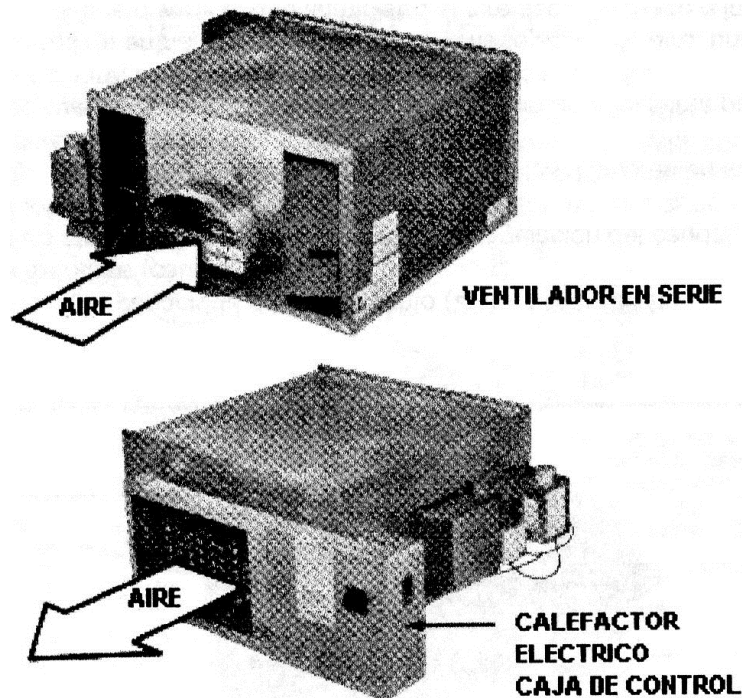


Figura A-28 Cajas de Volumen Variable con ventilador impulsor de aire. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 245)

- 1-7 1/2 Toneladas de Refrigeración (500-3000 CFM).
- Sistemas todo-aire (caudal variable).
- Cámara de atenuación acústica, elemento de regulación de caudal, ventilador, recalentador (opcional), filtro (opcional) y controles.
- Cada caja controla una zona.
- Requiere que el retorno sea por el pleno del cielo raso.
- Los difusores no son parte de la terminal.
- Disponibilidad de terminales con calefactor (eléctrico o agua caliente).
- El ventilador en la terminal asegura la circulación satisfactoria del aire en la zona aunque se reduzca el suministro de aire a la caja; el ventilador completa el caudal requerido con aire tomado del pleno del cielo raso.
- La capacidad de enfriamiento proviene de la manejadora de aireo unidad de techo que suministra el aire acondicionado a la terminal.

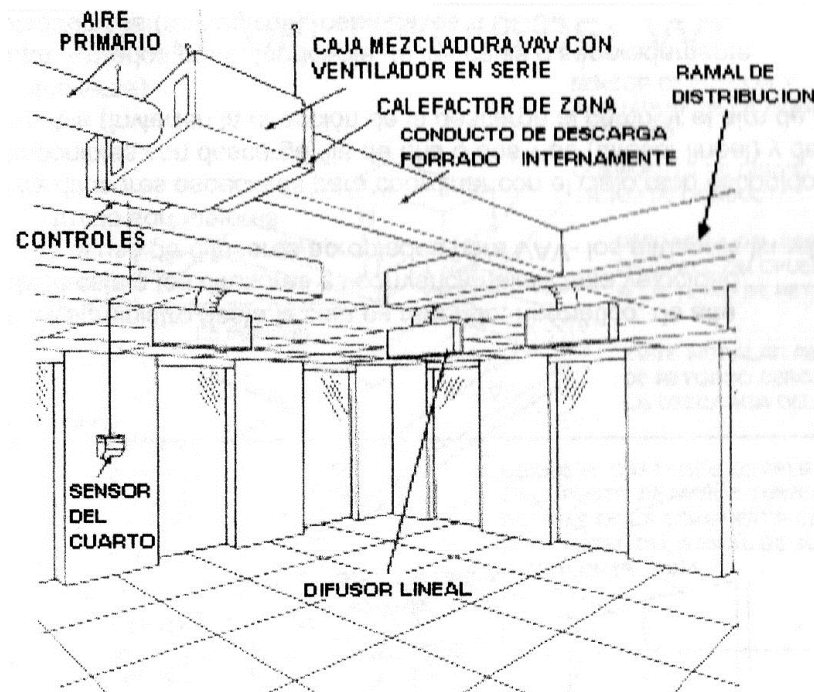


Figura A-29 Unidades Tipo Fan & Coil de expansión directa. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 245)

- Calefacción central opcional-las cajas con recalentamiento pueden calentar sus zonas sin que opera la manejadora. La calefacción central es más común en zonas frías para su uso en el ciclo no ocupado o en la atemperación.
- Una caja puede alimentar varios difusores.
- El conducto de suministro hasta la caja es redondo, hermético, de alta velocidad; de la caja a los difusores es convencional de baja velocidad.
- Los difusores para caudal constante son adecuados.
- Controles suministrados por el fabricante de las cajas o separadamente.
- Controles electrónicos (analógicos), neumáticos o DDC.
- El control DDC puede limitarse a regular su terminal (“stand-alone”) o además mantener comunicación con el sistema de control y automatización del edificio.
- Termostato generalmente en la pared pero existen otras opciones.
- Permite fijación de caudales mínimo y máximo a gusto.

CAJAS PASIVAS DE CAUDAL DE AIRE VARIABLE (VAV)

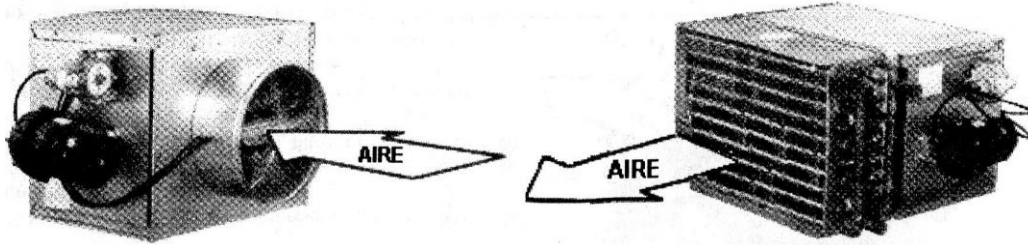


Figura A-30 Cajas de Volumen Variable con actuador y serpentín de calentamiento y enfriamiento.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 246)

- 0.5-10 Toneladas de refrigeración (200-4000 cfm).
- Sistema todo –aire (caudal variable)
- Cámara de atenuación acústica, elemento de regulación de caudal, recalentador (opcional) y controles.
- Cada caja regula el caudal de aire suministrado a los difusores en su zona (los difusores se suministran aparte).
- Las cajas pueden tener un calentador eléctrico o de agua caliente para recalentar el aire, si así se requiere durante el ciclo ocupado.
- La capacidad de enfriamiento proviene de la manejadora de aire, unidad de techo o paquete vertical que suministra el aire acondicionado a la terminal.
- La calefacción central es opcional para su uso en el ciclo desocupado o en la atemperación matutina.

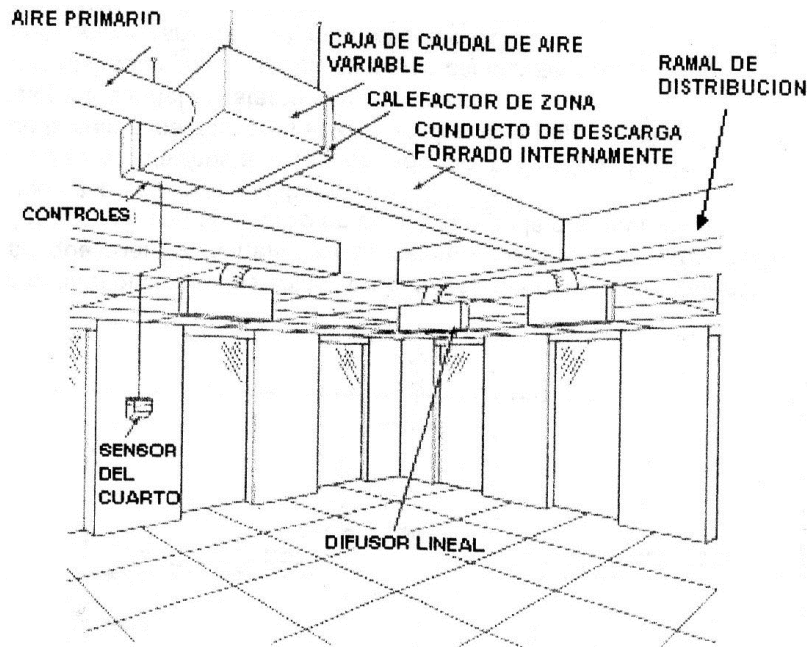


Figura A-31 Unidades Tipo Fan & Coil de expansión directa. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 246)

- El conducto de suministro hasta la caja es redondo, hermético, de alta velocidad; de la caja a los difusores es convencional de baja velocidad.
- Se recomienda difusores apropiados para VAV, los difusores lineales de aluminio extruido son mejores.
- Posibilidad de difusores especiales para coordina con el cielo raso escogido.
- Difusores disponibles con descarga fija de una o dos vías (difusor lineal) y de descarga variable (invierten la dirección de la descarga al cambiar el aire de frío a caliente o viceversa).
- Controles suministrados por el fabricante de las cajas o separadamente.
- Controles electrónicos (analógicos), neumáticos o DDC
- El control DDC puede limitarse a regular su terminal (“stand-alone”) o además mantener comunicación con el sistema de control y automatización del edificio.
- Termostato de pared es lo más común pero existen otras opciones.
- Permite fijación de caudales mínimo y máximo a gusto.

TERMINALES DE CAUDAL Y TEMPERATURA VARIABLE (VVT) (VAV CON DESVÍO)

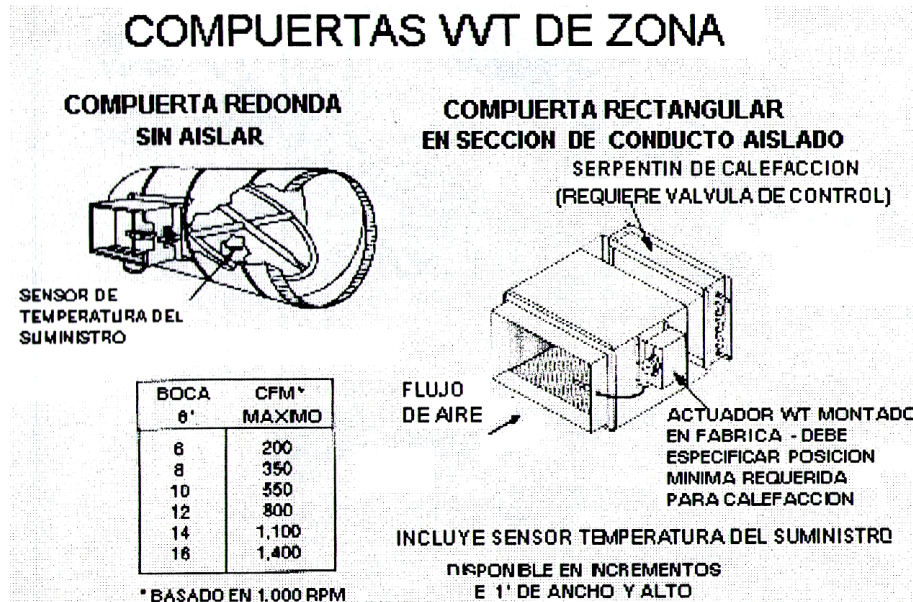


Figura A-32 Cajas de Volumen Variable con actuador.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 247)

- 0.5-5.5 Toneladas de refrigeración (200-2,200 cfm).
- Sistema todo-aire (caudal variable, temperatura variable).
- Compuerta de sección de conducto y controles DDC o también como simple compuerta para instalarse en el conducto y controles DDC.
- Compuerta elíptica o de hojas opuestas (conducto redondo o rectangular)
- La capacidad del enfriamiento lo suministra una manejadora o equipo paquete convencional de caudal constante.
- La temperatura de suministro varía. Cuando la demanda de las zonas es sobre todo de enfriamiento, la unidad envía aire frío pero si es de calefacción envía aire caliente.
- La calefacción con la unidad central es común cuando el costo del combustible es menor que el de la carga eléctrica.
- Los calefactores de zona sirven de recalentadores cuando la unidad está en el modo de enfriamiento pero también pueden ser seleccionados con la capacidad completa de calefacción.

DETALLE DEL DESVIO DEL VVT

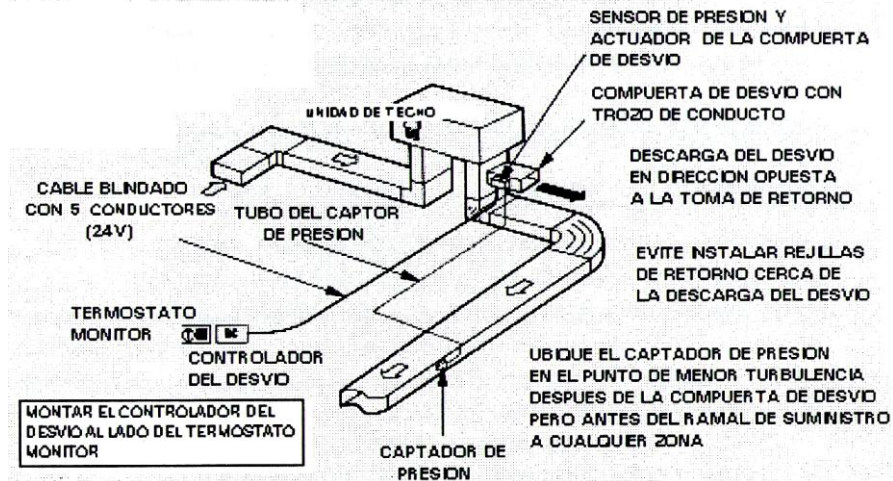


Figura A-33 Unidad de Techo con By-Pass.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 247)

- El sistema satisface demandas simultáneas de frío y calor con la unidad central utilizando el concepto de tiempo compartido. Cuando las zonas que requieren un modo (frío o calor) están satisfechas, la unidad cambia automáticamente al otro modo para satisfacer las otras zonas y así sucesivamente
- El funcionamiento de los calefactores de zócalo suplementarios pueden coordinarse con el control de la terminal VVT.
- Utiliza un conducto convencional de baja velocidad.
- Retorno por pleno es recomendado pero puede usarse retorno por conducto.
- Se recomienda el uso de difusores apropiados para VAV- los difusores lineales de aluminio extruido son mejores.
- El control DDC puede limitarse a regular su terminal (“stand-alone”) o además mantener comunicación con el sistema de control y automatización del edificio.
- Termostato de pared es lo más común pero existen otras opciones.
- Permite fijación de caudales mínimo y máximo a gusto.

TERMINALES DE INDUCCIÓN

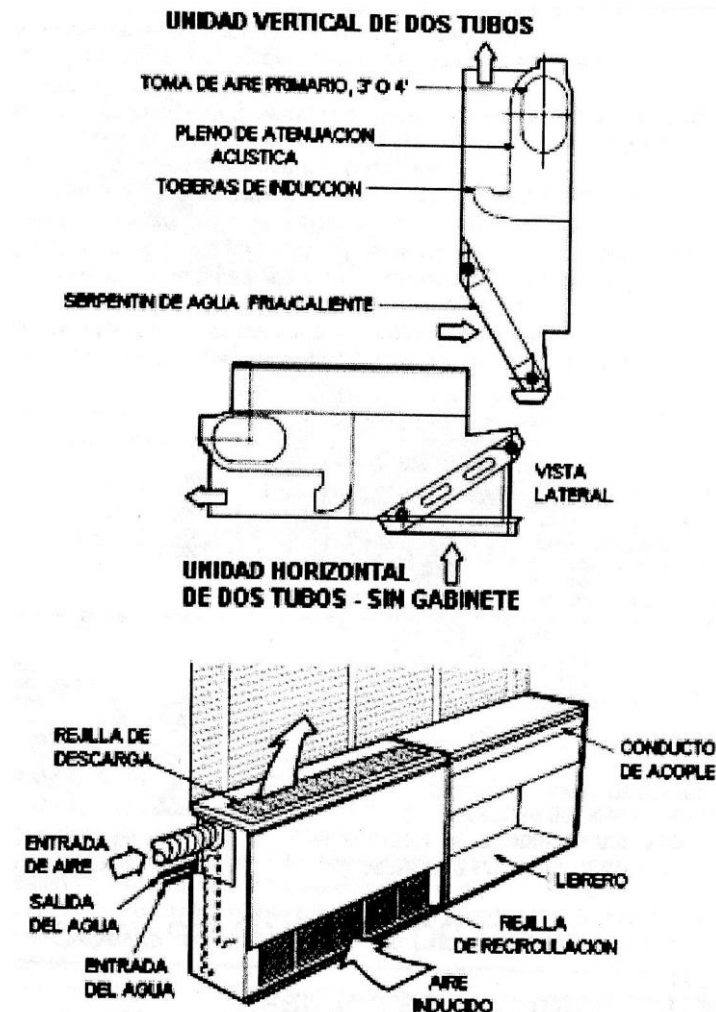


Figura A-34 Unidades Tipo Fan & Coil de piso.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 248)

- 20-150 CFM de aire combinado.
- 1800-10000 BTUH, capacidad de enfriamiento.
- Sistema combinado aire-agua.
- Pleno de atenuación acústica, compuerta de ajuste, toberas, serpentín, bandeja de condensados, zaranda y controles. El gabinete es opcional.
- Modelo vertical para montaje en el piso o adosado a la pared. Modelo horizontal para suspensión debajo o encima del cielo raso.
- Modelo para dos tubos tiene un serpentín de una hilera.

- Modelo para cuatro tubos tiene dos serpentines de una hilera en serie aérea.
- La descarga del aire primario por las toberas induce a que circule aire del ambiente por el serpentín.
- La manejadora debe tener la capacidad de enfriamiento y/o calefacción para lograr las condiciones deseadas en el aire primario que suministra la ventilación, capacidad latente y fuerza motriz para circular el aire en los ambientes.
- El caudal de aire primario es constante, pero su temperatura varía en función de la estrategia de control escogida para el sistema.
- El enfriamiento lo producen los enfriadores de agua y se reparte a las terminales que toman el caudal establecido por las válvulas de control de cada zona.
- En sistemas de cuatro tubos o dos tubos con inversión, la capacidad de calefacción se produce con una caldera de agua caliente y se distribuye a las terminales que toman el caudal establecido por las válvulas de control de cada zona.
- Algunos sistemas de dos tubos pueden requerir calefactores eléctricos de zócalo en algunas zonas.
- Conducto de suministro de alta velocidad con ramales de 3" o 4" a cada terminal.
- El aire primario puede alimentarse en serie a más de una terminal.
- Si el aire primario es 100% aire exterior (mayoría) no se requiere conducto de retorno. El sistema de extracción desaloja aire del ambiente.
- El control de capacidad es mediante la válvula de control del serpentín.
- Los controles pueden venir instalados de fábrica o suplirse en la obra.
- Los controles pueden ser electrónicos (analógicos), neumáticos o DDC.
- El termostato de pared es el más común.

UNIDAD VENTILADORA

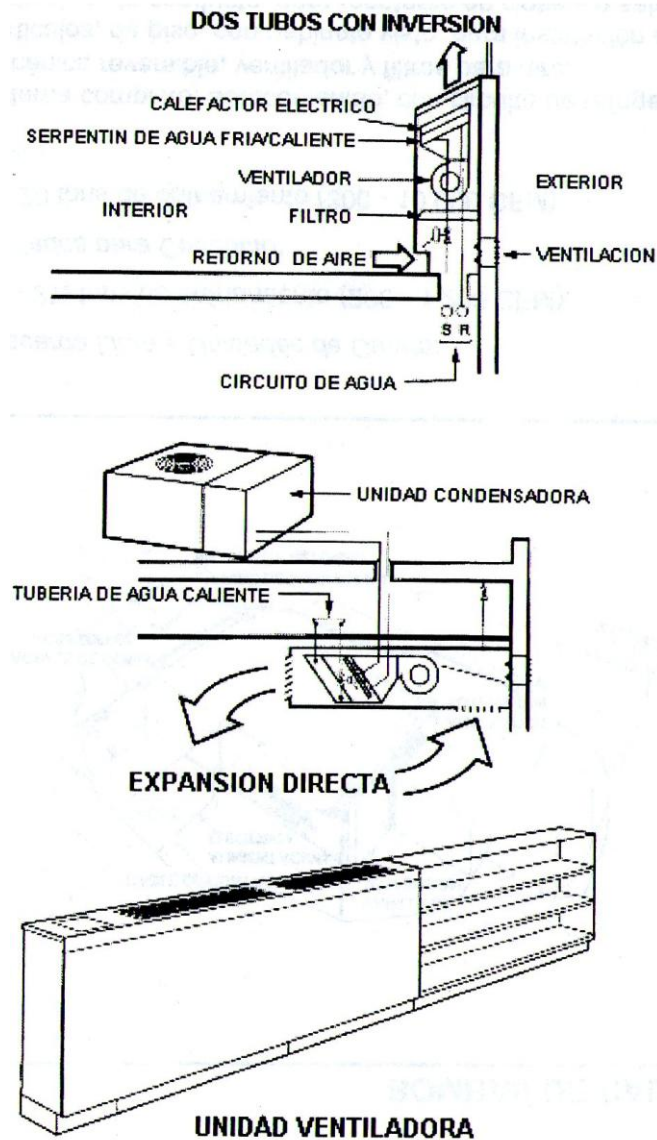


Figura A-35 Unidades Tipo Fan & Coil de piso
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado,
Carrier, pag. 249)

- 1 1/2-5 Toneladas de refrigeración (600-2,000 cfm).
- Sistema todo-agua o de expansión directa.
- Incluye ventilador, serpentín de agua fría o expansión directa, serpentín calefactor, toma de aire exterior con compuerta, gabinete y controles.

- Utilizado sobre todo para acondicionar aulas.
- Vertical para montaje en el piso u horizontal para suspenderse debajo o encima del cielo raso.
- En sistemas centrales de enfriamiento de dos o cuatro tubos, el enfriador de agua es la fuente de enfriamiento que se distribuye para que cada terminal tome el caudal de agua fijado por la válvula de control según la demanda de zona que sirve.
- La versión de expansión directa cuenta con su propia unidad condensadora que provee la capacidad de enfriamiento requerida para cada una de ellas.
- En sistemas centrales de calefacción de cuatro o dos tubos con inversión, la caldera es la fuente de calor que se distribuye para que cada terminal tome el caudal de agua fijado por la válvula de control según la demanda de la zona que sirve.
- Puede suministrarse con resistencias eléctricas para dar calefacción individual.
- Puede suministrar hasta el 100% de aire exterior.
- Los controles pueden ser electrónicos (analógicos), neumáticos o DDC.
- El termostato puede ser de pared o montado en la unidad.

BOMBAS DE CALOR AGUA-AIRE (CIRCUITO CALIFORNIA)

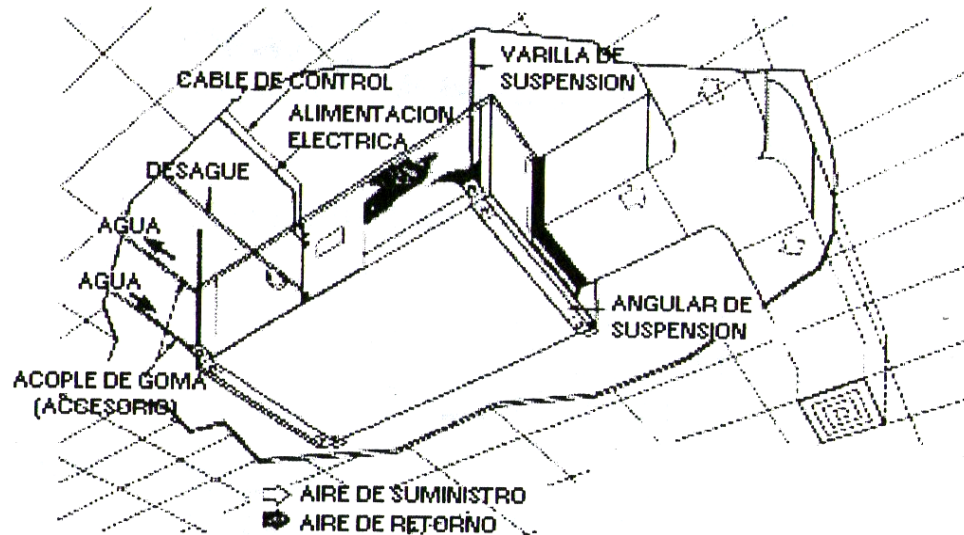


Figura A-36 Unidad interior entre plafón y losa.
(E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 250)

Descarga libre y unidades de cuarto:

- 1 1/2-2 1/2 Toneladas de refrigeración (200-1200 cfm).

Unidades para conducto:

- 3/4-20 Toneladas de refrigeración (300-10000 cfm).

Todas:

- Sistema completo, autocontenido, con circuito de refrigeración mecánica reversible, ventilador y filtros de aire.
- Verticales, de piso, con gabinete visto, para instalación en el ambiente.
- Verticales, de conducto, para montarse en closets o salas de máquinas.
- Horizontales, de conducto, para instalación encima de cielo raso.

DIAGRAMA TÍPICO SIMPLIFICADO DEL SISTEMA

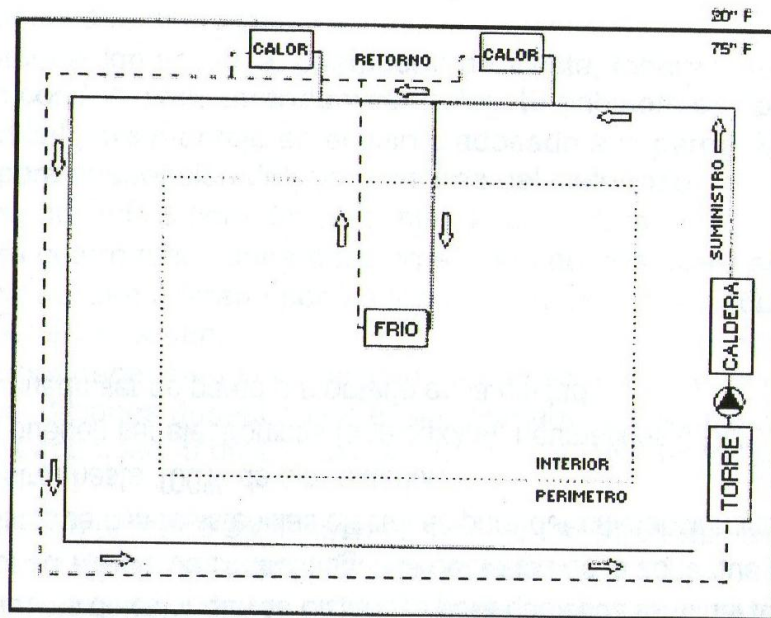


Figura A-37 Recuperación de calor de las zonas interiores. (E Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier, pag. 250)

- Solo requiere conexión al circuito de recuperación de dos tubos, desagüe y alimentación eléctrica para contar con un sistema completo.
- Cada sistema suministra enfriamiento individualmente y desecha el calor al circuito de recuperación compartido. Una caldera puede suministrar calor al circuito de recuperación si así se requiere para mantener la capacidad de calefacción en las zonas.
- El exceso de calor en el circuito de recuperación se disipa por medio de una torre de enfriamiento de circuito cerrado.
- Utiliza conductos convencionales de baja velocidad.
- El control DDC es el más común, sobre todo para el control del circuito de recuperación.
- Unidades de conducto utilizan termostatos montados en la pared. Las unidades montadas a la intemperie pueden tenerlo en la pared o en la unidad.

ANEXO B



No MSDS: 6110FR

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTO

Suva® 410A

No. ASHRAE: R – 410 A

Revisado – Junio - 2009

PRODUCTO QUÍMICO / IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Identificación del Material

Número MSDS Corporativo : 6110FR

Marcas Registradas y Sinónimos

R-410A
Suva® 9100

Identificación de la Compañía

Distribuidor:

DuPont México, S.A. de C.V.
Col. Chapultepec Morales
Homero 206 piso 11
México, D.F. 11570

Productor:

E.I. Du Pont de Nemours and Company
DuPont Fluoroproducts
1007 Market Street
Wilmington, DE 19898

Teléfonos

Información de Productos : Oficinas : (0155) -5722-1179, 5722-1000,
Emergencia en el transporte : SETIQ : 01-800-00-214-00
: PLANTA : (0181)-1156-1500
Emergencia Médica : SETIQ : 01-800-00-214-00

COMPOSICIÓN

Material (Suva® 410A) R-410A	Número CAS	% Presente
Pentafluoretano (HFC 125)	354-33-6	50
Difluorometano (HFC-32)	75-10-5	50

* Regulado como un producto químico tóxico según la sección 313 Título III del Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1986 y el 40 CFR parte 372. Estados Unidos de América

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

INHALACIÓN

La inhalación de altas concentraciones de vapor es nocivo y puede causar irregularidades cardíacas, inconsciencia o incluso la muerte. El uso inadecuado intencional y/o la inhalación deliberada de este producto puede ocasionar la muerte.

Otros efectos son: sofocación, el vapor del SUVA® 410A reduce la disponibilidad de oxígeno para respirar ya que es más pesado que el aire. El contacto con el líquido produce congelamiento instantáneo. Los productos de su descomposición son peligrosos.

HOJA 1 DE 7

Suva® es una marca registrada por E.I. du Pont de Nemours and Company



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTO

EFFECTOS A LA SALUD HUMANA

Los efectos de una sobre-exposición por inhalación pueden incluir malestares o específicos tales como náuseas, dolor de cabeza o debilidad; depresión temporal del sistema nervioso con efectos anestésicos tal como vértigos, dolor de cabeza, confusión y falta de coordinación, así como la pérdida de la consciencia. La exposición crónica posiblemente altere la actividad eléctrica cardíaca con pulso irregular, palpitaciones o una inadecuada circulación. El contacto con piel y ojos con el líquido puede causar quemaduras por frío.

Los individuos que padezcan de disturbios del sistema nervioso central preexistentes, de los pulmones, riñones o del sistema cardiovascular pueden tener un aumento en la susceptibilidad a la toxicidad originada por la el exceso de vapores.

INFORMACIÓN CANCERÍGENA

Ninguno de los componentes presentes en este material en concentraciones iguales o mayores a 0.1% es mencionado por la IARC, la NTP, la OSHA o la ACGIH como elemento cancerígeno.

MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

INHALACIÓN

Si altas concentraciones son inhaladas, inmediatamente mueva a la persona a una área donde halla aire fresco y manténgala tranquila. En caso de que no esté respirando, dar respiración artificial. Si la respiración se dificulta administre oxígeno. Llame a un médico.

CONTACTO CON LA PIEL

En caso de contacto, lave el área afectada con abundante agua tibia por un periodo de 15 minutos. Trate el congelamiento calentando lentamente la zona afectada y llame a un médico. Lávese la ropa contaminada antes de volverse a usar.

CONTACTO CON LOS OJOS

En caso de contacto, inmediatamente, lave los ojos con abundante agua, por lo menos, durante 15 minutos. Llame a un médico

INGESTIÓN

La ingestión no es considerada una forma potencial de exposición al producto.

Notas a los médicos:

ESTE MATERIAL PUEDE CAUSAR SUSCEPTIBILIDAD DE ARRITMIAS CARDIACAS.

Medicamentos que contengan catecolaminas, como la adrenalina, deben ser reservados y usadas con especial precaución en situaciones de emergencia.

MEDIDAS PARA EL COMBATE DE INCENDIO

Propiedades de Flamabilidad

Punto Flamabilidad	: No se quema
Límites de Flama en el Aire,	% por Volumen
LEL	: No aplicable



No MSDS: 6110FR

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTO

UEL	: No aplicable
Autoignición	: No determinado

RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN:

Los contenedores cilindricos de este producto pueden llegar a sufrir rupturas bajo un incendio. En estas condiciones, es posible que ocurra una descomposición del producto.

COMBUSTIÓN POTENCIAL:

El Suva® 410A no es flamable a temperaturas de hasta 100°C (212°F) y a presión atmosférica. Sin embargo la mezcla del Suva® 410A con altas concentraciones de aire a presiones elevadas puede resultar combustible a temperatura ambiente. A medida que la temperatura de la mezcla se incrementa menores presiones (Pero todavía mayores a la presión atmosférica) pueden crear el mismo efecto. Por lo tanto el Suva® 410A no debe ser mezclado con aire para realizar pruebas de fuga. En general este producto no se debe usar o estar presente con concentraciones altas de aire a presiones superiores a la atmosférica.

MEDIOS DE EXTINCIÓN

Tan apropiados como sean los combustibles presentes en el área.

INSTRUCCIONES PARA COMBATIR EL FUEGO

Enfríe los tanques con rocío de agua. Equipo de respiración autónoma (SCBA) es requerido en caso de que los recipientes sufran rupturas y los contenidos sean dejados en libertad bajo condiciones de incendio. Mantenga al personal lejos. Trate de combatir el origen del fuego, si es posible y sin riesgo.

MEDIDAS EN CASO DE FUGAS ACCIDENTALES

MEDIDAS DE SEGURIDAD (Personal)

NOTA: Revise las secciones intituladas: "MEDIDAS PARA EL COMBATE DE INCENDIO" y "MANEJO (PERSONAL)" antes de proceder a limpiar los residuos. Use el EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL adecuado durante el limpiado.

FUGAS

Ventile el área, especialmente los lugares bajos donde los vapores pesados pueden llegar a acumularse. Remueva las flamas abiertas. Use un equipo de respiración autónoma (SCBA) en caso de que ocurra una fuga o derrame grande.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

MANEJO (Personal)

Evítese el respirar los vapores así como el contacto del líquido con los ojos y piel. Use suficiente ventilación para mantener la exposición por parte de los empleados por debajo de los límites recomendados. Lave la ropa contaminada antes de volverse a usar.

ALMACENAMIENTO

Mantenga lejos de calor, chispas y flamas en lugar fresco y seco. No se calienten los cilindros por arriba de los 52°C (125°F).

HOJA 3 DE 7

Suva® es una marca registrada por E.I. du Pont de Nemours and Company

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTO****CONTROL POR EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL****CONTROLES DE INGENIERÍA**

Evítese el respirar los vapores. Evite el contacto con los ojos y piel. Use suficiente ventilación para mantener a los empleados por debajo de los límites recomendados de exposición. Debe de realizarse evacuación cuando grandes cantidades son liberadas. Debe ser usada ventilación mecánica en lugares confinados o de poca altura.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Guantes forrados de butilo deben de ser usados para evitar exposición prolongada o repetida, cuando se maneje líquido. Goggles o Lentes de Seguridad con protección lateral deben ser usados si existe la posibilidad de contacto entre el líquido y los ojos. Así mismo camisa con manga larga debe ser usada en caso de posibilidad de contacto con el líquido. Un equipo de respiración autónoma (SCBA) es requerido si una gran cantidad de producto se libera.

LINEAMIENTOS DE EXPOSICIÓN

Límites de Exposición

PentaFLUOROETANO (HFC-125)	
PEL (OSHA)	: Ninguno Establecido
TLV (ACGIH)	: Ninguno Establecido
AEL * (DuPont)	: 1000 ppm, 8 & 12 Hrs. TWA
WEEL (AIHA)	: 1000 ppm, 4900 mg/m ³ 8 Hr. TWA
DIFLUOROMETANO (HFC-32)	
AEL * (DuPont)	: 1000 ppm, 8 & 12 Hrs. TWA
WEEL (AIHA)	: 1000 ppm, 8 Hrs. TWA

* AEL es un Límite de Exposición Aceptable establecido por DuPont. En el caso de que existan límites de exposición ocupacionales gubernamentales menores a los dados por el AEL, dichos límites tomarán precedencia.
*El AEL estimado es calculado de acuerdo al apéndice C de AI manual de ACGIH de "THRESHOLD LIMIT VALUES" para sustancias químicas y agentes físicos.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Datos Físicos

Punto de Ebullición	: -51.6 °C (-60.8 °F)
Solubilidad en Agua	: No Determinada
Gravedad específica	: 1.066 @ 25°C (77°F)
Presión de Vapor	: 239.7 psia @ 25 °C (77 °F)
% de Volátiles	: 100% en Peso
Olor	: Casi imperceptible, etéreo, éter
Forma	: Gas Licuado
Color	: Claro, incoloro

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD



No MSDS: 6110FR

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTO

ESTABILIDAD QUIMICA

El material es químicamente estable bajo condiciones normales de almacenamiento y manejo. No obstante, evítese flamas abiertas y altas temperaturas superiores a los 800 °F.

INCOMPATIBILIDAD CON OTROS MATERIALES

Evite el contacto con los metales alcalinos y los alcalinoterreos - Al, Zn, Be, y fuertes oxidantes que puedan reaccionar o acelerar la descomposición del material.

POLIMERIZACIÓN

La polimerización no ocurrirá.

DESCOMPOSICIÓN

La descomposición térmica da lugar a la formación de ácido fluorhídrico, y posiblemente haluros carbonílicos. El contacto con estos debe ser evitado.

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Datos en Animales

HFC-125

Inhalación 4-horas LC50: > 709,000 ppm en ratas

Exposiciones únicas por inhalación causaron un decremento en la actividad, produciendo respiración forzada y pérdida de peso. Sensibilización cardiaca en perros expuestos a concentraciones de 10-30% en el aire, al aplicarse epinefrina, vía intravenosa, no se presentó sensibilización cardiaca al tenerse una concentración del producto de 7.5%.

No existen datos experimentales animales para poder definir riesgos cancerígenos, de desarrollo o de reproducción. El compuesto no causó desarrollo de toxicidad en ratas ni en conejos en concentraciones inhaladas de hasta 50,000 ppm. El HFC-125 no produce daño genético en cultivos bacteriológicos ni incluso al ser probado en los mismos animales.

HFC-32

Inhalación 4-horas ALC: > 520,000 ppm en ratas

Los efectos a exposiciones únicas incluyen letargo y pérdida temporal de la movilidad en los miembros traseros. La movilidad de estos miembros fue recobrada en menos de una hora después de la exposición. Sensibilización cardiaca ocurrió en 1 de cada 12 perros expuestos a concentraciones de 250,000 ppm. La exposición inhalada y repetida en conejillos de indias causó algunos sangrados en los pulmones y decoloración del hígado; los riñones y el bazo también presento características anormales. No existen experimentos en animales que puedan definir riesgos cancerígenos, embrióticos o reproductivos. Pruebas realizadas en cultivos bacteriológicos no mostraron efectos mutagénicos.

INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Información Ecotoxicológica:

Toxicidad acuática: CLORODIFLUOROMETANO (HCFC-22)
48 hrs, EC50 - Daphia magna: 433 mg/L

CONSIDERACIONES PARA SU DISPOSICION



No MSDS: 6110FR

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTO

Recicle o recupere si es posible. El tratamiento, almacenamiento, transportación y disposición final de este producto debe de cumplir con las regulaciones Federales, Estatales y Locales aplicables.

INFORMACIÓN ACERCA DE LA TRANSPORTACIÓN

Información para su Embarque

DOT/IMO/ IATA	
Nombre Apropiado para su Transportación	: GAS LICUADO, N.O.S. (CONTIENE PENTAFLUORETANO Y DIFLUOROMETANO)
Clase de Riesgo	: 2.2
UN No.	: 3163
Etiqueta DOT/IMO	: Gas No-Flamable

Medios de Transporte
Cilindros
Tanques de Tonelada
Carro-Tanques

INFORMACIÓN REGULATORIA

Regulaciones Federales de los Estados Unidos de América
Estatus del Inventario TSCA : Reportado/Incluido
TITULO III CLASIFICACIONES DE RIESGO SECCIONES 311, 312

Agudo	: Si
Crónico	: Si
Fuego	: No
Reactividad	: No
Presión	: Si

Listas:

Substancia Extremadamente Peligrosa SARA	- No
Substancia Peligrosa CERCLA	- No
Producto Químico Tóxico SARA	- No

OTRA INFORMACIÓN

NFPA, NPCA-HMIS

Puntuación NPCA-HMIS

Salud	: 1.0
Flamabilidad	: 0.0
Reactividad	: 1.0

La puntuación de Protección Personal debe ser dada por el usuario dependiendo de las condiciones de uso.

HOJA 6 DE 7

Suva® es una marca registrada por E.I. du Pont de Nemours and Company



No MSDS: 6110FR

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTO

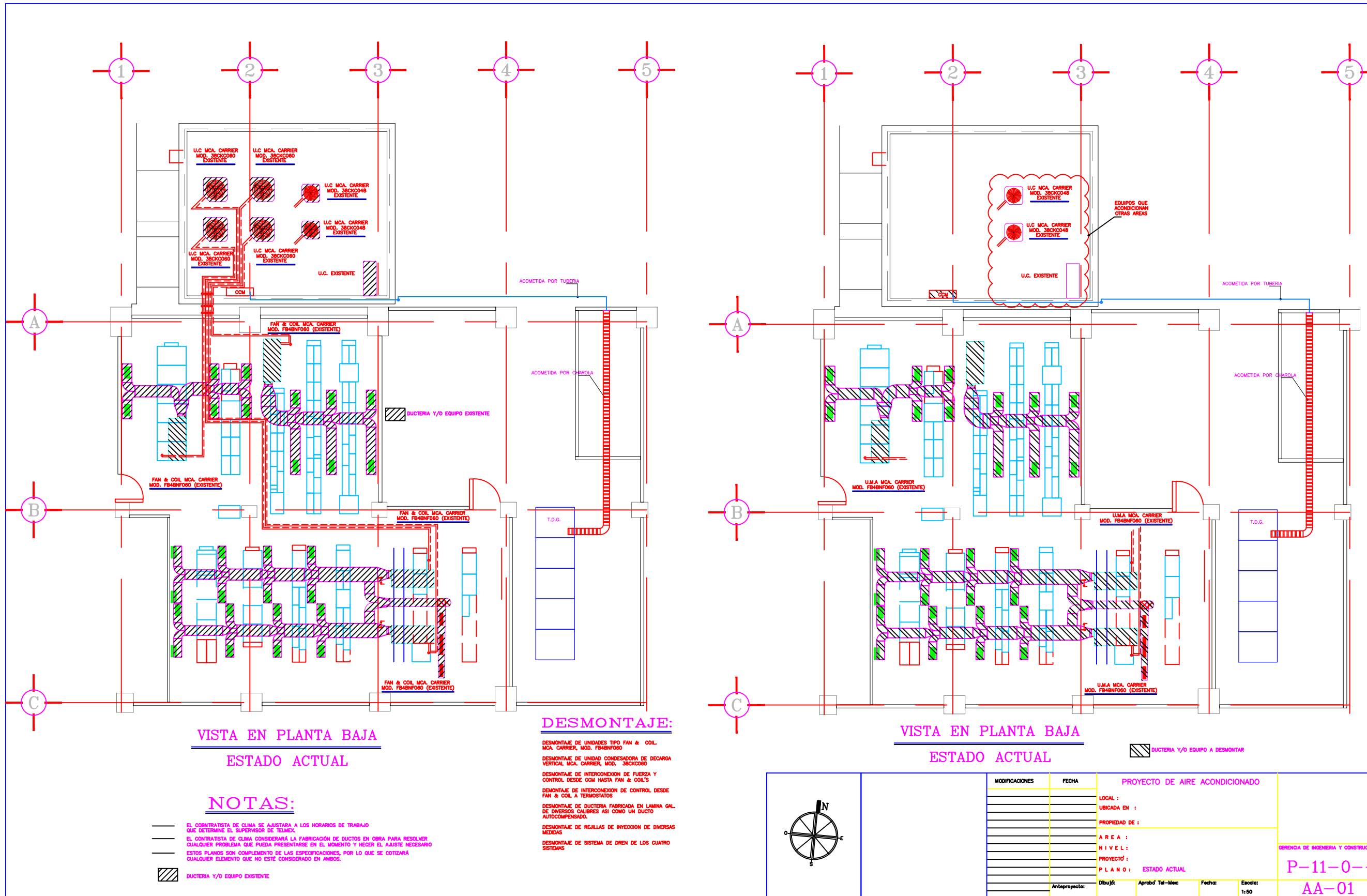
Los datos de esta Hoja relaciona únicamente al material descrito anteriormente y no se relaciona al uso de este fluido en combinación con cualquier otro material o en cualquier otro proceso.

Responsabilidad del MSDS : DuPont México, S.A. de C.V.
Departamento : Fluoroproductos
Seguridad del Producto
Equipo Operacional

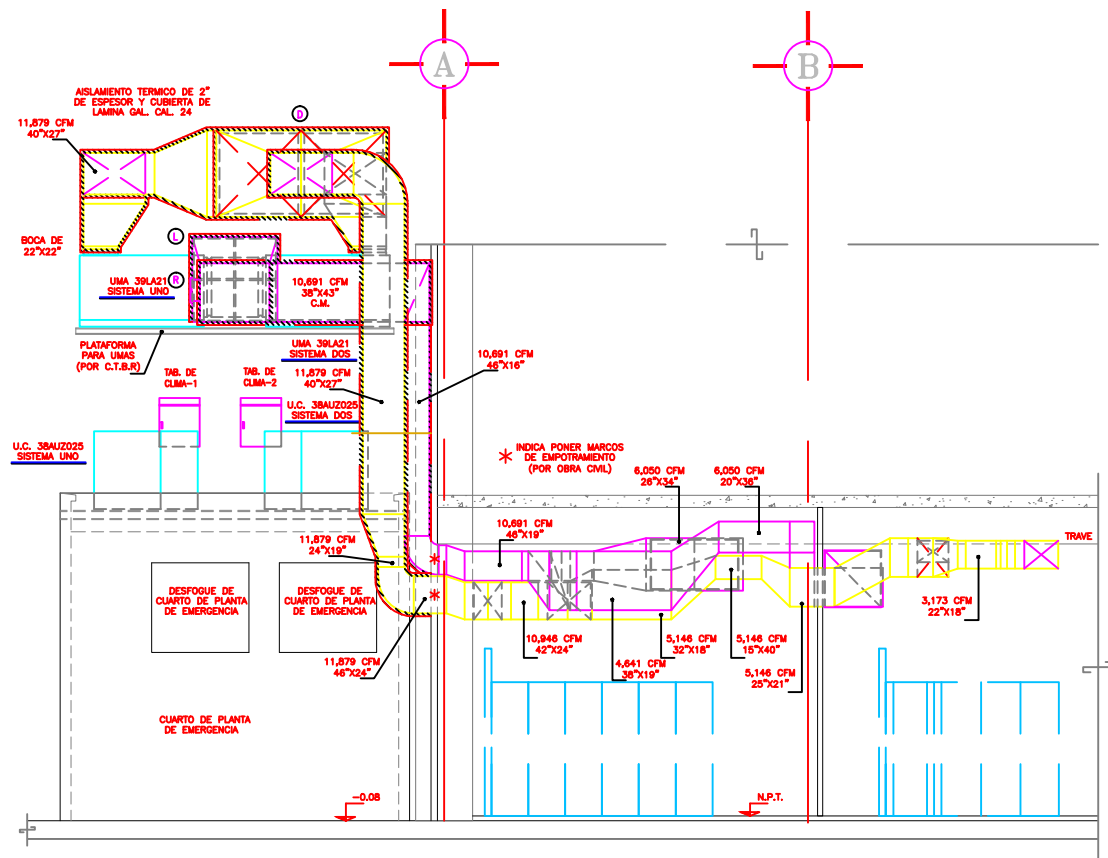
Dirección : Homero 206 piso 11
Col. Chapultepec morales
México, D.F., C.P. 11570

FIN DEL MSDS

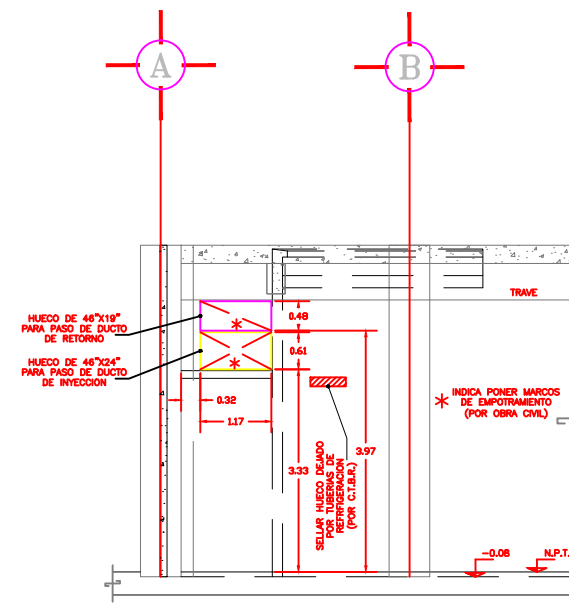
ANEXO C



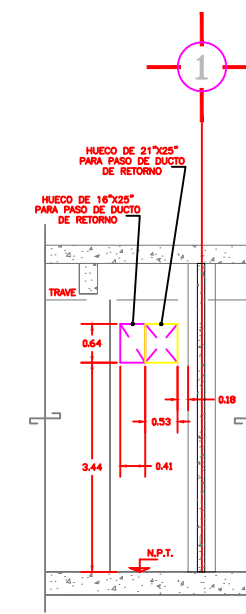
El PLANO 1 explica los sistemas que se desmontarán a fin de liberar espacio e instalar las Unidades Manejadoras de Aire, las Unidades Condensadoras y la ductería de inyección o retorno. Los equipos a desmontar incluirán la Unidad Exterior, Unidad Interior, tuberías de interconexión de fuerza y control, tuberías de refrigeración y ductería de inyección y retorno con rejillas.



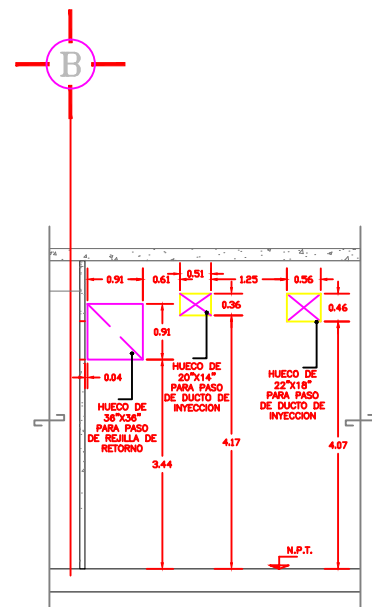
CORTE A-A'



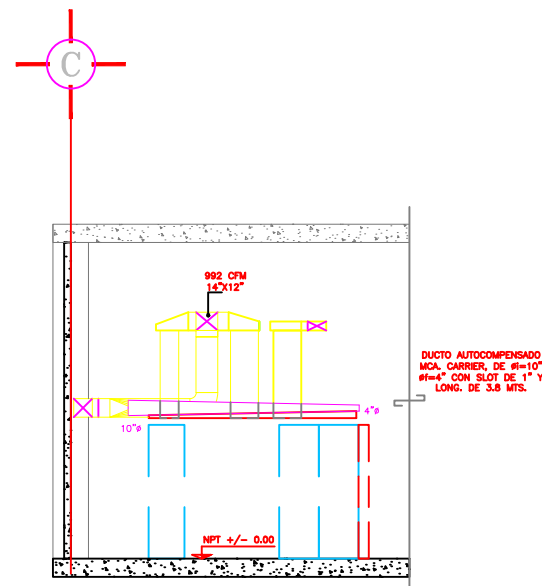
CORTE B-B'



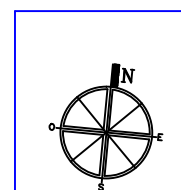
CORTE C-C'



CORTE D-D'



CORTE E-E'



MODIFICACIONES	FECHA	PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO	
		LOCAL :	
		UBICADA EN :	
		PROPIEDAD DE :	
		AREA :	
		NIVEL :	
		PROYECTO :	
		PLANO :	
Anteproyecto:	Dibujó:	Aprobó: Tel-Mec:	Fecha:
			Escala: 1:50

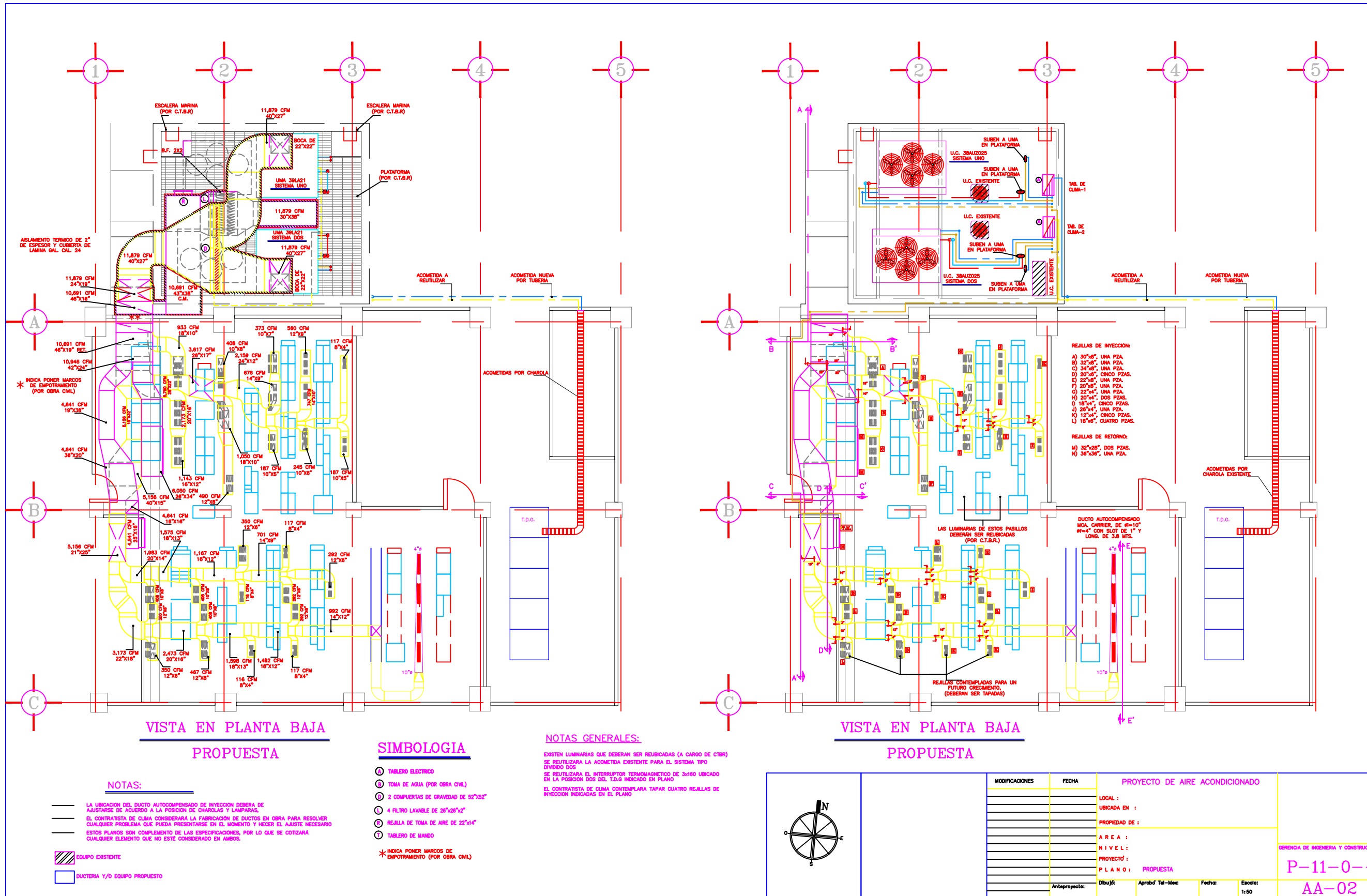
GERENCIA DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
P-11-0--
AA-03

En el PLANO 3 se indican los cortes necesarios para indicar, la manera de ingresar a la sala desde los equipos en la plataforma. Se indica la posición de las Unidades Condensadoras por abajo de la plataforma para las Unidades Manejadoras de Aire

Se hace referencia a la idea general de como pasaran los ductos a través de los muros, para esto ya se ha previsto que los cambios al momento de realizar la instalación sean mínimos.

Indica la posición de C.C.M'S para la acometida nueva y la reaprovechada, así como la interconexión de fuerza y control desde los C.C.M'S a las Unidades Condensadoras y Unidades Manejadoras de Aire.

De manera general muestra la posición de la plataforma necesaria para la instalación de la Unidades Manejadoras de Aire al exterior de la sala.



El PLANO 2 muestra toda la información necesaria para la realización de la instalación del arreglo de los equipos que acondicionarán la sala y así mantener en las condiciones necesarias de operación de los gabinetes de telefonía

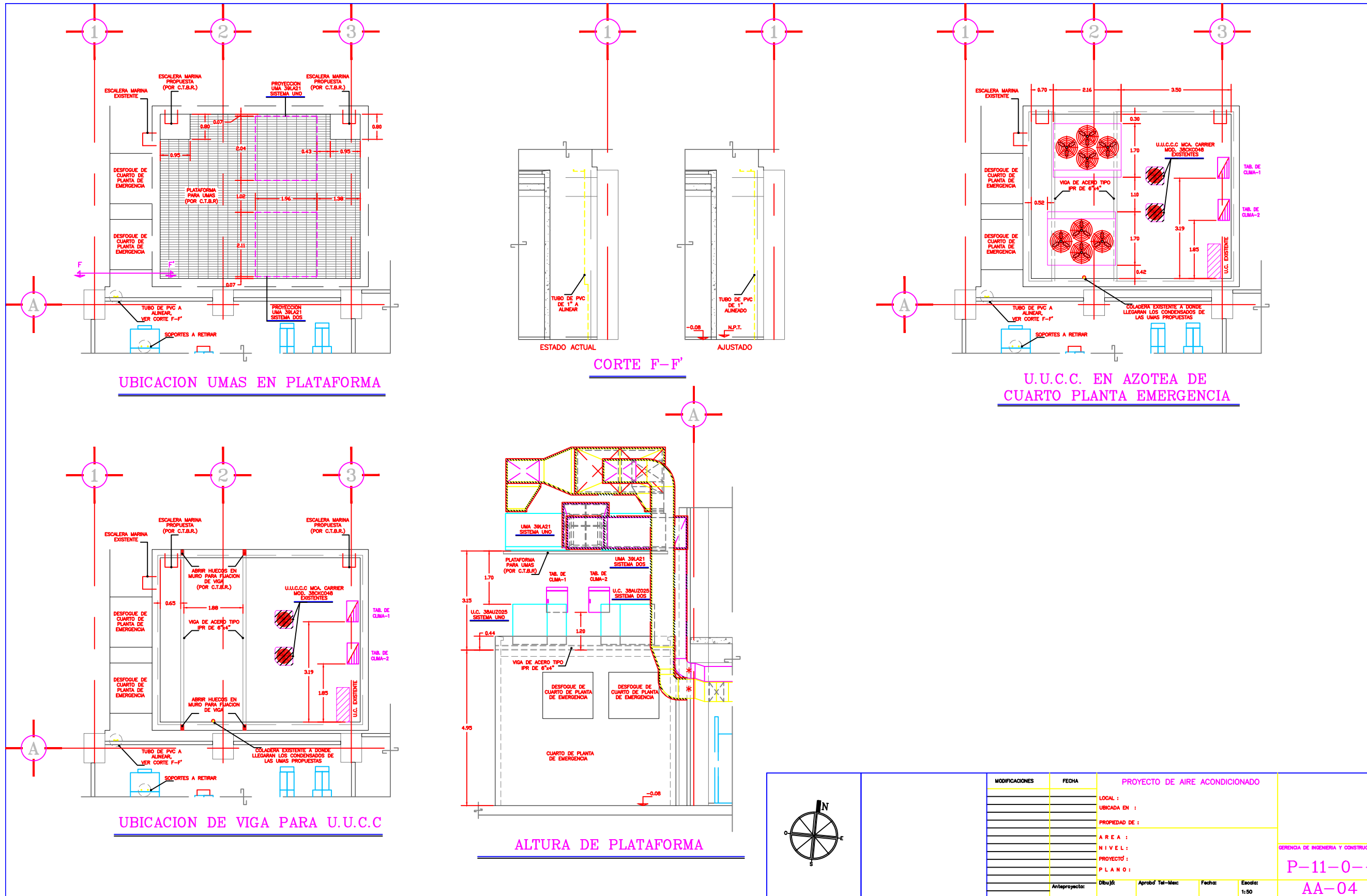
Muestra la información general de las características de equipos, instalación de los mismos, ductería de inyección y retorno al exterior e interior de la sala con o sin aislamiento térmico y el tamaño de éste. Tamaños de rejillas de inyección y retorno.

Indica la posición de T.D.G y C.C.M'S para la acometida nueva y la reaprovechada, así como la interconexión de fuerza y control desde los C.C.M'S a las Unidades Condensadoras y Unidades Manejadoras de Aire.

De manera general muestra la posición de la plataforma necesaria para la instalación de la Unidades Manejadoras de Aire al exterior de la sala.

Se indican las luminarias que se reubicarán. Se indican las rejillas de inyección que serán inhabilitadas para que en un futuro crecimiento de instalación de gabinetes, estas rejillas sean habilitadas. Se indican los pasos de ductería a través de muros, las Compuertas de Gravedad, Banco de Filtros, etc.

PLANO 2: Plano de instalación



En el PLANO 4 se indica la información general referente a la obra civil, ya sea por parte del contratista o del cliente.

De manera general se describen los siguientes puntos:

- Pasos de huecos, en plataforma, con escaleras marinas para mantenimiento de U.M.A.'S. Altura de la plataforma para U.M.A.'S, respecto al nivel de azotea de cuarto de planta de emergencia.

- Pasos de huecos en muros y resanes de éstos.

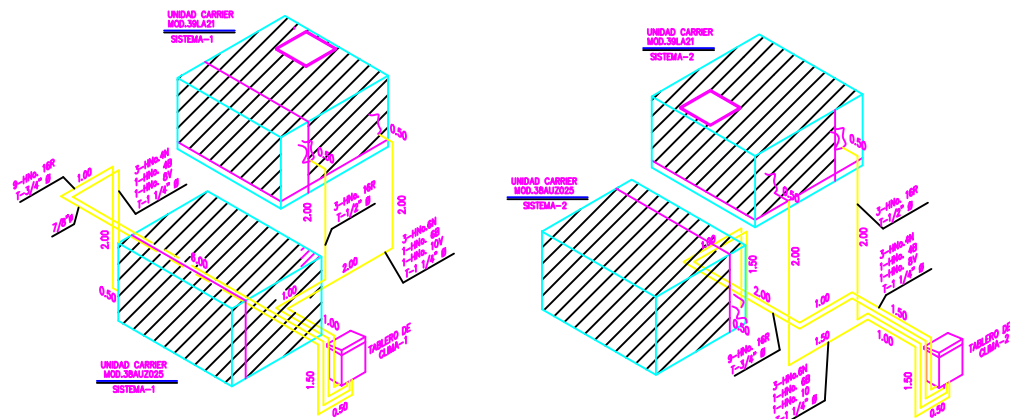
- Reubicación de tuberías de PVC para permitir el paso de ductos hacia la sala.

- Ubicación de vigas para Unidades Condensadoras,

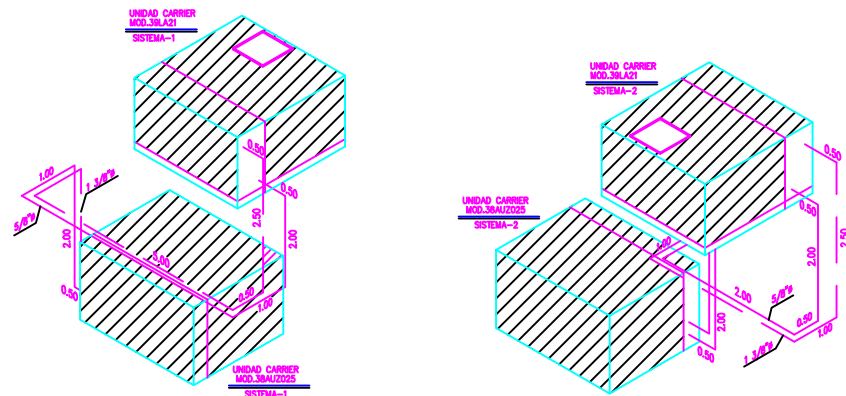
- Indicación de la coladera para el dren de los equipos.

- Altura a la cual se instalarán los C.C.M'S

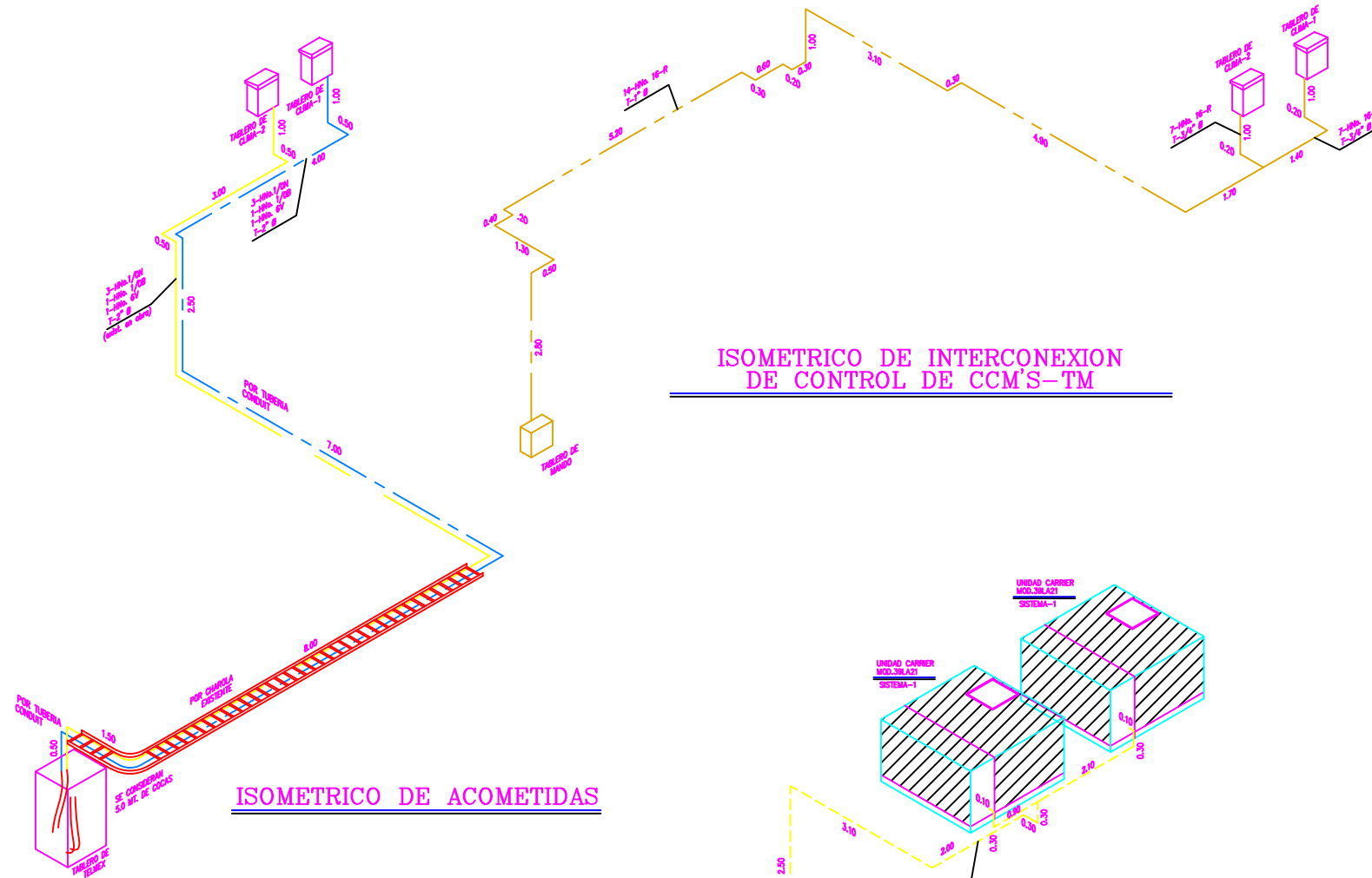
	MODIFICACIONES		FECHA		PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO	
	LOCAL : UBICADA EN : PROPIEDAD DE : AREA : NIVEL : PROYECTO : PLANO :		Dibuja: Aprobó:		Fecha: Escala: 1:50	
					GERENCIA DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION P-11-0-- AA-04	



ISOMETRICOS DE INTERCONEXION DE TUBERIAS DE FUERZA Y CONTROL

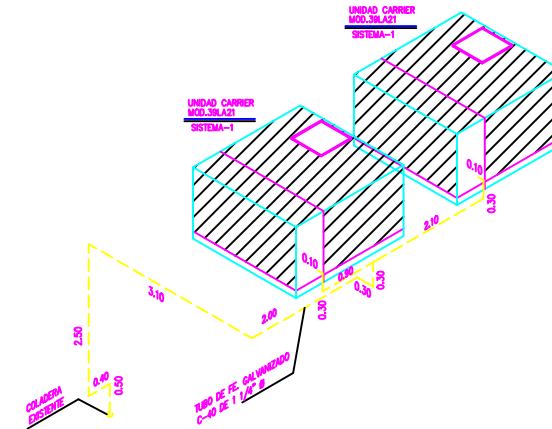


ISOMETRICOS DE INTERCONEXION DE TUBERIAS DE REFRIGERACION

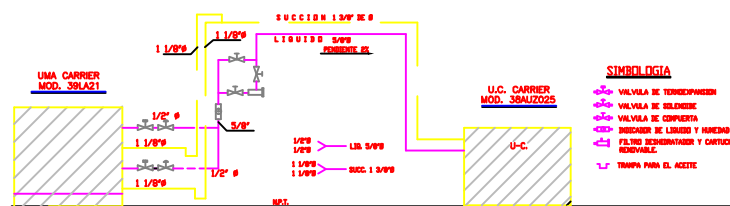


ISOMETRICO DE INTERCONEXION DE CONTROL DE CCM'S-TM

ISOMETRICO DE ACOMETIDAS

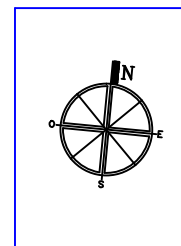


ISOMETRICO DE DRENAJE DE UMA'S



DETALLE DE CONEXION DE VALVULAS

- SIMBOLOGIA**
- ⊕ VALVULA DE TERCEPESION
 - ⊖ VALVULA DE SELADO
 - ⊕ VALVULA DE CERRADA
 - ⊖ INYECTOR DE LUBRIFICACION Y HERRAJE
 - ⊕ FILTRO DESHIDRATANTE Y DORTADO
 - ⊖ TRAMPAS PARA EL ACEITE

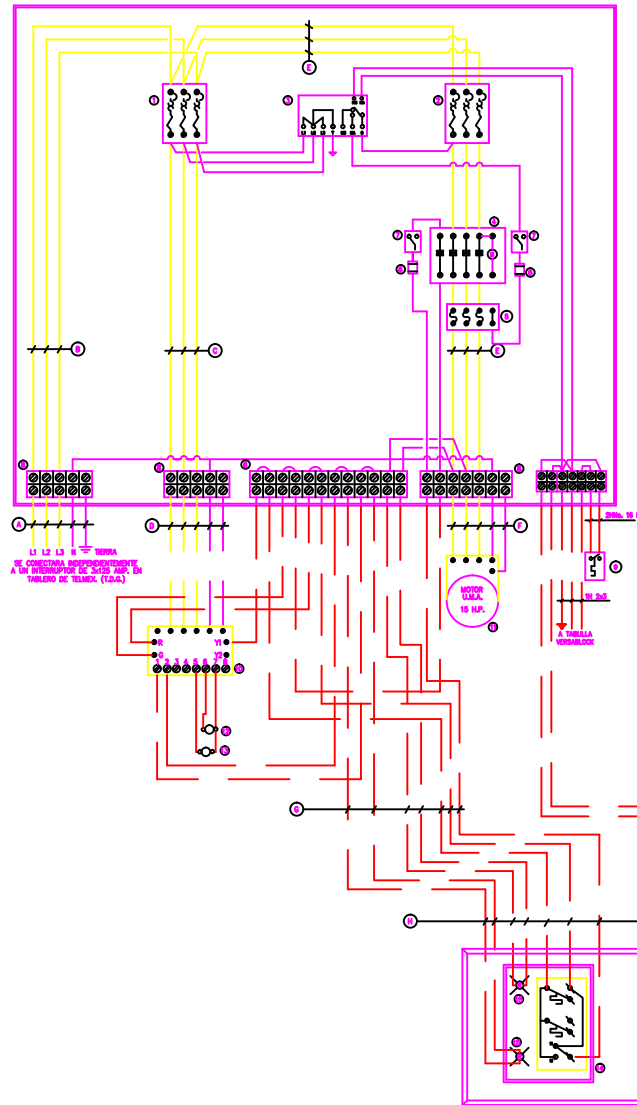


MODIFICACIONES	FECHA	PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO	
		LOCAL :	
		UBICADA EN :	
		PROPIEDAD DE :	
		AREA :	
		NIVEL :	
		PROYECTO :	
		PLANO :	DIAGRAMAS ELECTRICOS, CONTROL Y REFRIGERACION
Anteproyecto:	Dibujo:	Aprobó Tel-Mec:	Fecha:
		Escala:	1:50

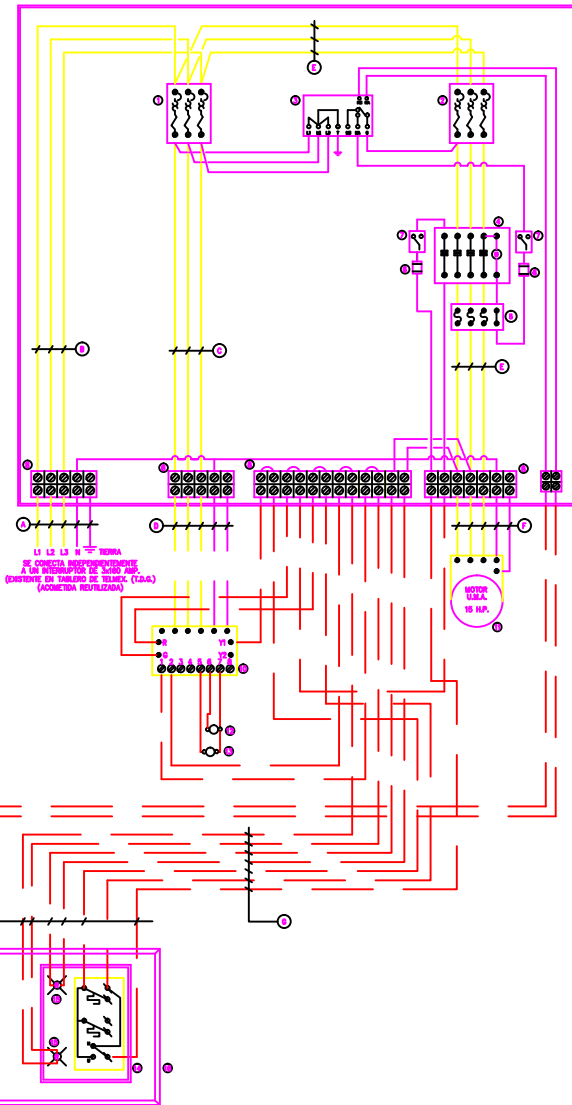
GERENCIA DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
P-11-0--
AA-05

El PLANO 5 tiene la finalidad de mostrar los recorridos unifilares con características de cableado, tanto de las acometidas desde el T.D.G a los C.C.M'S como las interconexiones de fuerza y control de los C.C.M'S hasta las Unidades Condensadoras y Unidades Manejadoras de Aire y tableros de mando. También indican las tuberías de refrigeración entre las Unidades Condensadoras y las Unidades Manejadoras de Aire así como un detalle con accesorios para los arreglos resultantes.

TABLERO ELECTRICO SISTEMA-1



TABLERO ELECTRICO SISTEMA-2



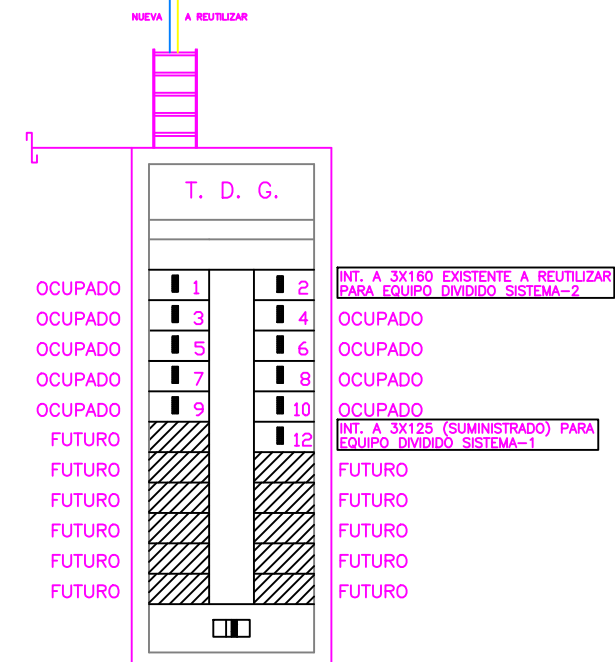
SIMBOLOGIA

- ① INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MCA. SIEMENS DE 3X100 AMP.
 - ② INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MCA. SIEMENS DE 3X70 AMP.
 - ③ SUPERVISOR DE VOLTAJE MCA. SIEMENSE MOD. SIRIUS 3U04513-BR201
 - ④ ARRANCADOR ATENSION REDUCIDA MARCA SIEMENS TIPO K981 CON AUTOTRANSFORMADOR PARA ARRANQUE TIPO ATP 110-11
 - ⑤ RELEVADOR BIMETALICO MARCA SIEMENS TIPO 3RP2025-1AP30
 - ⑥ PORTA FUSIBLE CON FUSIBLE DE CRISTAL DE 5 A. A 220V
 - ⑦ INTERRUPTOR UN POLO UN TIRO
 - ⑧ TABLILLAS DE CONEXIONES
 - ⑨ TERMOSTATO DE CUARTO MCA. HONEYWELL MOD. T80541003
 - ⑩ TABLERO DE UNIDAD CONDENSADORA 38AU2025
 - ⑪ MOTOR DE UNIDAD MANEJADORA 38LA21 DE 15 H.P.
 - ⑫ VALVULA SOLENOIDE A 24 V, PRIMERA ETAPA DE REFRIGERACION
 - ⑬ VALVULA SOLENOIDE A 24 V, SEGUNDA ETAPA DE REFRIGERACION
 - ⑭ TERMOSTATO DE CUARTO MCA. HONEYWELL MOD. TH5220D1003
 - ⑮ FOCO PILOTO COLOR ROJO
 - ⑯ TABLERO DE MANDO
- CABLEADO EN OCM
— CABLEADO EN OBRA

CABLEADO ELECTRICO

- ① 3 HILOS CABLE VINANIL #1/0 NEGRO
1 HILO CABLE VINANIL #1/0 BLANCO
1 HILO CABLE VINANIL #6 VERDE
TUBERIA CONDUIT DE 2" DE Ø
- ② 3 HILOS CABLE VINANIL #1/0 NEGRO
3 HILOS CABLE VINANIL #4 NEGRO
- ③ 3 HILOS CABLE VINANIL #4 NEGRO
1 HILO CABLE VINANIL #4 BLANCO
1 HILO CABLE VINANIL #6 VERDE
TUBERIA CONDUIT DE 1 1/4" DE Ø
- ④ 3 HILOS CABLE VINANIL #6 NEGRO
- ⑤ 3 HILOS CABLE VINANIL #6 NEGRO
1 HILO CABLE VINANIL #6 BLANCO
1 HILO CABLE VINANIL #10 VERDE
TUBERIA CONDUIT DE 1 1/4" DE Ø
- ⑥ 7 HILOS CABLE VINANIL #10 ROJO
TUBERIA CONDUIT DE 3/4" DE Ø
- ⑦ 14 HILOS CABLE VINANIL #10 ROJO
TUBERIA CONDUIT DE 1" DE Ø

LLEGADA DE ACOMETIDAS



U N I D A D M A N E J A D O R A D E A I R E

SIMBOLO	LOCALIZACION	SERVICIO	SECCION DE ABANICOS		MOTOR				SERPENTIN				DIMENSIONES			MARCA	MODELO	CANTIDAD			
			CAPACIDAD EN P.C.M.	CANTIDAD	H.P.	R.P.M.	VOLTS/FASES/Hz	CANT.	CAPACIDAD BTU/HR.	REFRIGERANTE	H.L.	TIPO DE SERPENTIN	CONEXION	DESCARGA	TIPO DE UNIDAD				ANCHO	ALTO	LARGO
UMA-1	AZOTEA DE CUARTO PLANTA EMERGENCIA	AIRE ACONDICIONADO	11,879	1	15	1,100	220/3/60	1	193,200	R-410A	6/8	HALF CIRCUIT	DERECHA	UBF-T	HORIZONTAL	1.06	1.12	2.04	CARRIER	38LA21	1
UMA-2	AZOTEA DE CUARTO PLANTA EMERGENCIA	AIRE ACONDICIONADO	11,879	1	15	1,100	220/3/60	1	193,200	R-410A	6/8	HALF CIRCUIT	IZQUIERDA	UBF-S	HORIZONTAL	1.06	1.12	2.04	CARRIER	38LA21	1

B A N C O D E F I L T R O S

SIMBOLO	LOCALIZACION	ARREGLO	TAMANO Y TIPO DE FILTROS (PULGADAS)	TAMANO Y TIPO DE PREFILTROS (PULGADAS)	CAIDA DE PRESION PULG. COL. AGUA	CANTIDAD DE PREFILTROS	CANTIDAD DE FILTROS	MARCA	CANTIDAD
⊙	RETORNO UMA 1 Y 2	2 x 2	24"x24"x22" CLIMACAP	24"x24"x2" LAVABLES	0.75	4	4	CLIMATRON	1

U N I D A D C O N D E N S A D O R A

SIMBOLO	LOCALIZACION	SERVICIO	CAPACIDAD BTU/HR.	REFRIGERANTE	TEMP. EXTERIOR	TEMPERATURA BULBO HUMEDO	TEMPERATURA INTERIOR	NUMERO DE ABANICOS	H.P.	VOLTS/FASES/Hz	PESO DE OPERACION (LIBRAS)	DIMENSIONES			SELECCION		CANTIDAD
												ANCHO	ALTO	LARGO	MARCA	MODELO	
UC-1 Y 2	AZOTEA DE CUARTO PLANTA EMERGENCIA	AIRE ACONDICIONADO	240,000	R-410A	63.0	63.0	24.8	4	1/4	220 - 3 - 60	900	1.07	1.28	2.16	CARRIER	38AU225	2

MODIFICACIONES	FECHA	PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO	
		LOCAL :	
		UBICADA EN :	
		PROPIEDAD DE :	
		AREA :	
		NIVEL :	
		PROYECTO :	
		DIAGRAMA ELECTRICO Y CUADRO DE EQUIPOS	
Anteproyecto:	Dibujó:	Aprobó Tel-Mec:	Fecha:
			Escala: SN

GERENCIA DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
P-11-0--
AA-006

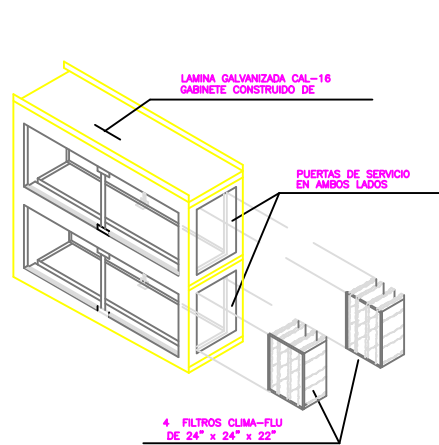
El PLANO 6 contiene la información referente al arreglo eléctrico desde los C.C.M'S hasta las Unidades Condensadoras y las Unidades Manejadoras de Aire. En los C.C.M'S se hace el arreglo correspondiente para el trabajo de los equipos en redundancia, con la finalidad de no dejar sin acondicionar la sala.

Se muestran las características de cableado desde el T.D.G hasta los C.C.M'S, así como los interruptores termomagnéticos y la posición de éstos en el T.D.G

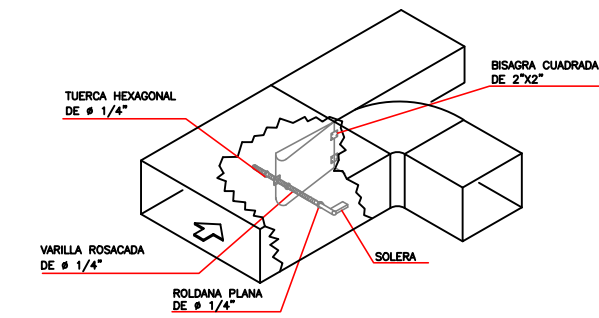
Se muestran las características de cableado hacia los motores de los equipos, desde los C.C.M'S, así como los interruptores termomagnéticos.

Se agregan los cuadros de equipos donde se indica la información técnica general de cada uno, información proporcionada por el fabricante y la resultante del cálculo.

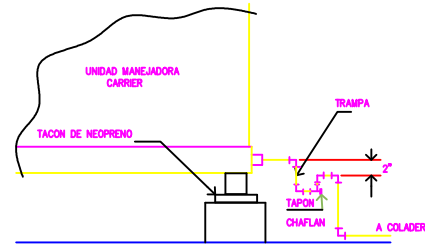
Se agrega el cuadro de equipos referente a los filtros que se utilizaran en el sistema de Aire Acondicionado.



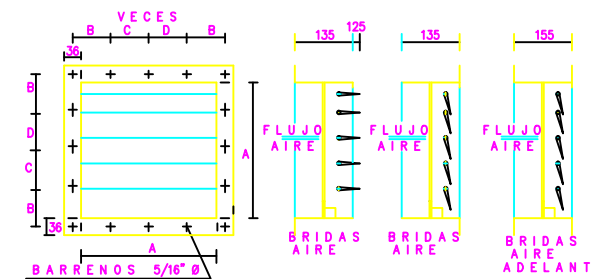
DETALLE DE BANCO DE FILTROS



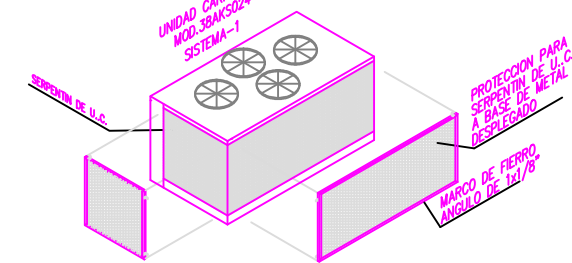
DETALLE DE COMPUERTA TIPO BANDERA PARA DUCTO PRINCIPAL



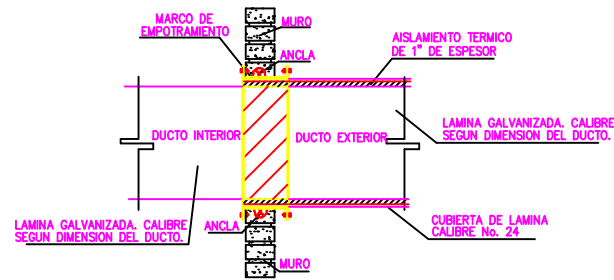
DETALLE PARA INSTALACION DE DRENAJE PARA UMA'S



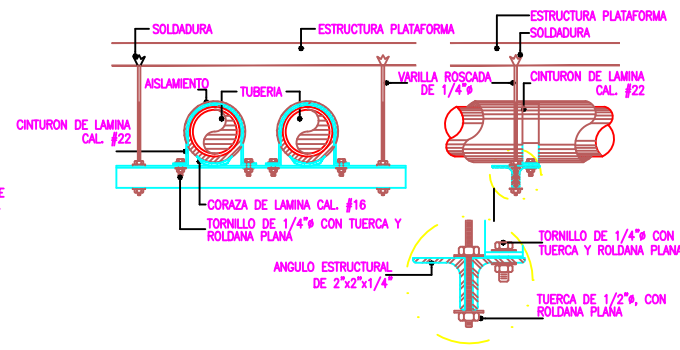
DETALLE DE COMPUERTAS DE GRAVEDAD



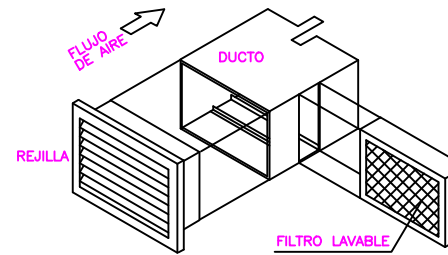
DETALLE DE PROTECCION PARA SERPENTIN DE U. CONDENSADORA



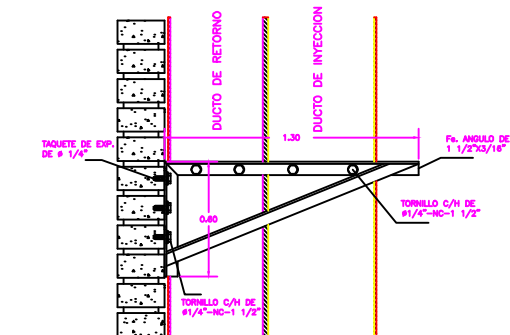
DETALLES PARA COLOCACION DE MARCOS DE EMPOTRAMIENTO



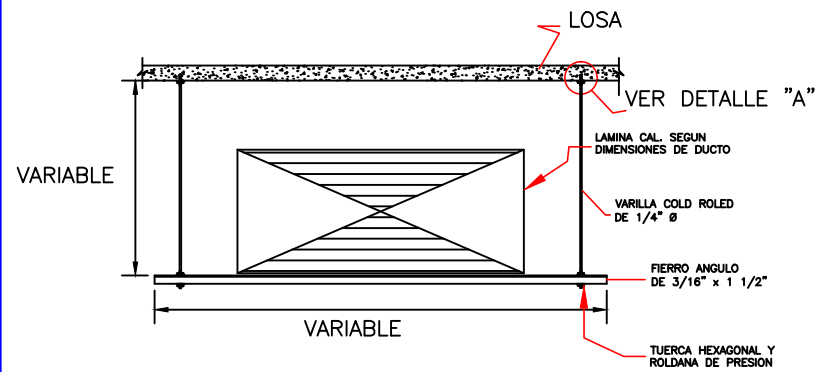
DETALLE SOPORTE Y AISLAMIENTO DE TUBERIAS



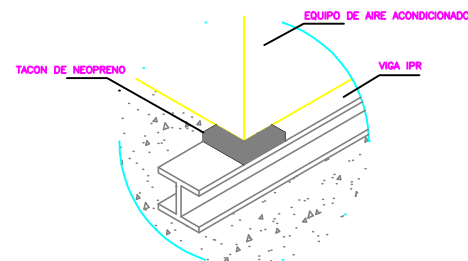
DETALLE R.A.N. CON FILTRO



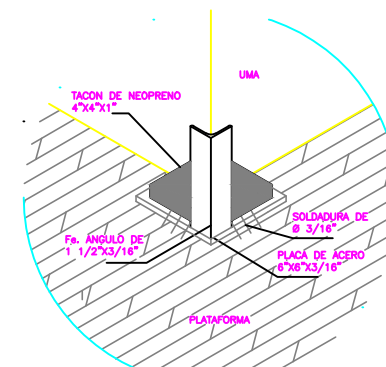
DETALLE DE SOPORTERIA DE DUCTERIA VERTICAL A MURO EXT.



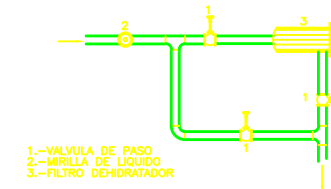
DETALLE DE SOPORTERIA PARA DUCTOS INTERIORES



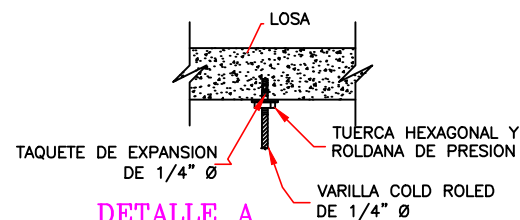
DETALLE DE SOPORTE PARA UU.CC. EN AZOTEA DE CUARTO PLANTA EMERGENCIA



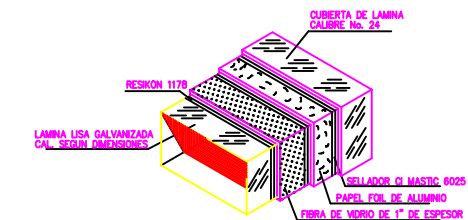
DETALLE DE SOPORTE PARA UMA'S EN PLATAFORMA



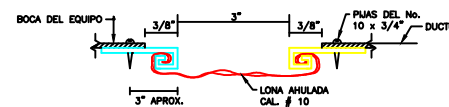
DETALLE DE FILTRO DESHIDRATADOR



DETALLE A



DETALLE DE AISLAMIENTO PARA DUCTOS EXTERIORES



DETALLE DE JUNTA FLEXIBLE

MODIFICACIONES	FECHA	PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO	
		LOCAL :	
		UBICADA EN :	
		PROPIEDAD DE :	
		AREA :	
		NIVEL :	
		PROYECTO :	
		PLANO :	DETALLES
Anteproyecto:	Dibujó:	Aprobó: Tai-Mec:	Fecha:
			Escala: S/E

OFICINA DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
P-11-0--
AA-07

El PLANO 7 representa todos los detalles necesarios para llevar a cabo la correcta ejecución de la instalación de equipos, ductería, bases, soportes, pasos en muros, compuertas de balanceo, rejillas de toma de aire exterior, tuberías de refrigeración, cuadro de válvulas, compuertas tipo bandera, etc.

ANEXO D

CALCULOS EFECTUADOS CON BASE EN CRITERIOS AMERIC CUANTIFICACION DE LAMINA

PROYECTO:	AIRE ACONDICIONADO	OBRA:	CLIENTE:
AREA:	SALA DE TRANSMISION PLANTA BAJA	FECHA:	Junio-11

SECCION	CANT. DE PZAS	PLANTA	PERALTE	LONG. X PZA (m)	LONG. (m)	CALIBRE	ESP. DE AISLAM	PINTURA? (SI=1, NO=0)	SEMI-PERIMETRO	SEMI-PERIMETRO	PESO KG/ML	CAL. 24	CAL. 22	CAL. 20	CAL. 18	ABLAM. (2")	PEGAFIBRA 3.5 M ² x Lt	SELLADOR CL-MASTIK 12 M ² x Lt	PRIMER 12 M ² x Lt	PINTURA 6 M ² x Lt
DUCTOS DE INYECCION EXTERIOR																				
1	1	22.00	22.00	0.10	0.10	24	2		44.00	44.00	15.10	1.51	-	-	-	0.27	0.08	0.02	-	-
2	1	22.00	40.00	0.70	0.70	24	2		62.00	62.00	20.48	14.34	-	-	-	2.63	0.75	0.22	-	-
3	1	40.00	27.00	3.60	3.60	22	2		67.00	67.00	31.48	-	113.31	-	-	14.54	4.16	1.21	-	-
4	1	56.00	40.00	0.90	0.90	22	2		96.00	96.00	45.10	-	40.59	-	-	5.12	1.46	0.43	-	-
5	1	56.00	56.00	3.30	3.30	22	2		112.00	112.00	52.62	-	173.63	-	-	21.78	6.22	1.81	-	-
6	1	110.00	40.00	1.50	1.50	18	2		150.00	150.00	114.29	-	-	-	171.43	13.14	3.76	1.10	-	-
7	1	40.00	27.00	9.10	9.10	22	2		67.00	67.00	31.48	-	286.43	-	-	36.76	10.50	3.06	-	-
8	1	46.00	40.00	0.70	0.70	22	2		86.00	86.00	40.40	-	28.28	-	-	3.58	1.02	0.30	-	-
9	1	46.00	19.00	0.20	0.20	22	2		65.00	65.00	30.54	-	6.11	-	-	0.79	0.22	0.07	-	-
10	1	46.00	24.00	1.40	1.40	22	2		70.00	70.00	32.89	-	46.04	-	-	5.89	1.68	0.49	-	-
11	1	22.00	22.00	0.10	0.10	24	2		44.00	44.00	15.10	1.51	-	-	-	0.27	0.08	0.02	-	-
12	1	22.00	40.00	0.70	0.70	24	2		62.00	62.00	20.48	14.34	-	-	-	2.63	0.75	0.22	-	-
13	1	40.00	27.00	1.70	1.70	22	2		67.00	67.00	31.48	-	53.51	-	-	6.87	1.96	0.57	-	-
14	1	56.00	40.00	1.30	1.30	22	2		96.00	96.00	45.10	-	58.63	-	-	7.40	2.11	0.62	-	-
DUCTOS DE RETORNO EXTERIOR																				
1	1	30.00	38.00	2.20	2.20	22	2		68.00	68.00	31.95	-	70.28	-	-	9.01	2.57	0.75	-	-
2	1	38.00	55.00	0.50	0.50	22	2		93.00	93.00	43.69	-	21.85	-	-	2.76	0.79	0.23	-	-
3	1	55.00	45.00	0.30	0.30	22	2		100.00	100.00	46.98	-	14.09	-	-	1.78	0.51	0.15	-	-
4	1	45.00	38.00	3.80	3.80	22	2		83.00	83.00	38.99	-	148.17	-	-	18.81	5.37	1.57	-	-
5	1	38.00	16.00	0.50	0.50	22	2		54.00	54.00	25.73	-	12.87	-	-	1.65	0.47	0.14	-	-
6	1	46.00	16.00	5.70	5.70	22	2		62.00	62.00	29.13	-	166.02	-	-	21.40	6.12	1.78	-	-
	1								0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESPERDICIO 15% GRAN TOTAL												31.69	1,239.81	-	171.43	177.09	50.60	14.76	-	-
												4.75	185.97	-	25.72	26.56	7.59	2.21	-	-
												36.45	1,425.78	-	197.15	203.65	58.19	16.97	-	-
												(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(m2)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)

PROYECTO: AIRE ACONDICIONADO OBRA: CTL. TECAMACHALCO CLIENTE: ELEFONOS DE MEXICO
 AREA: SALA DE TRANSMISION PLANTA BAJA FECHA: Junio-11

SECCION	CANT. DE PZAS	PLANTA	PERALTE	LONG. X PZA (m)	LONG. (m)	CALIBRE	ESP. DE AISLAM	PINTURA? (SI=1, NO=0)	SEMI-PERIMETRO	SEMI-PERIMETRO	PESO KG/ML	CAL. 24	CAL. 22	CAL. 20	CAL. 18	AISLAM. (2")	PEGAFIBRA 3.5 MP x Lt	SELLADOR CL-MASTIK 12 MP x Lt	PRIMER 12 MP x Lt	PINTURA 8 MP x Lt
		SOBRE DUCTO																		
		INYECCION																		
1	1	24.00	24.00	0.10	0.10	24		1	48.00	48.00	16.31	1.63	-	-	-	-	-	-	0.02	0.04
2	1	24.00	42.00	0.70	0.70	24		1	66.00	66.00	21.80	15.26	-	-	-	-	-	-	0.20	0.39
3	1	42.00	29.00	3.60	3.60	24		1	71.00	71.00	23.46	84.44	-	-	-	-	-	-	1.08	2.16
4	1	58.00	42.00	0.90	0.90	24		1	100.00	100.00	33.04	29.73	-	-	-	-	-	-	0.38	0.76
5	1	58.00	58.00	3.30	3.30	24		1	116.00	116.00	38.32	126.46	-	-	-	-	-	-	1.62	3.24
6	1	112.00	42.00	1.50	1.50	24		1	154.00	154.00	50.88	76.31	-	-	-	-	-	-	0.98	1.96
7	1	42.00	29.00	9.10	9.10	24		1	71.00	71.00	23.46	213.45	-	-	-	-	-	-	2.74	5.47
8	1	48.00	42.00	0.70	0.70	24		1	90.00	90.00	29.73	20.81	-	-	-	-	-	-	0.27	0.53
9	1	48.00	21.00	0.20	0.20	24		1	69.00	69.00	22.80	4.56	-	-	-	-	-	-	0.06	0.12
10	1	48.00	26.00	1.40	1.40	24		1	74.00	74.00	24.45	34.23	-	-	-	-	-	-	0.44	0.88
11	1	24.00	24.00	0.10	0.10	24		1	48.00	48.00	16.31	1.63	-	-	-	-	-	-	0.02	0.04
12	1	24.00	42.00	0.70	0.70	24		1	66.00	66.00	21.80	15.26	-	-	-	-	-	-	0.20	0.39
13	1	42.00	29.00	1.70	1.70	24		1	71.00	71.00	23.46	39.87	-	-	-	-	-	-	0.51	1.02
14	1	58.00	42.00	1.30	1.30	24		1	100.00	100.00	33.04	42.95	-	-	-	-	-	-	0.55	1.10
		RETORNO																		
1	1	32.00	40.00	2.20	2.20	24		1	72.00	72.00	23.79	52.33	-	-	-	-	-	-	0.67	1.34
2	1	40.00	57.00	0.50	0.50	24		1	97.00	97.00	32.05	16.02	-	-	-	-	-	-	0.21	0.41
3	1	57.00	47.00	0.30	0.30	24		1	104.00	104.00	34.36	10.31	-	-	-	-	-	-	0.13	0.26
4	1	47.00	40.00	3.80	3.80	24		1	87.00	87.00	28.74	109.22	-	-	-	-	-	-	1.40	2.80
5	1	40.00	18.00	0.50	0.50	24		1	58.00	58.00	19.25	9.63	-	-	-	-	-	-	0.12	0.25
6	1	48.00	18.00	5.70	5.70	24		1	66.00	66.00	21.80	124.28	-	-	-	-	-	-	1.59	3.19
	1								0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESPERDICIO 15% GRAN TOTAL												1,028.39	-	-	-	-	-	-	13.18	26.35
												154.26	-	-	-	-	-	-	1.98	3.95
												1,182.65	-	-	-	-	-	-	15.15	30.31
												(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(m2)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)

PROYECTO: AIRE ACONDICIONADO OBRA: CTL. TECAMACHALCO CLIENTE: TELEFONOS DE MEXICO
 AREA: SALA DE TRANSMISION PLANTA BAJA FECHA: Junio-11

SECCION	CANT. DE PZAS	PLANTA	PERALTE	LONG. X PZA (m)	LONG. (m)	CALIBRE	ESP. DE AISLAM	PINTURA? (SI=1, NO=0)	SEMI-PERIMETRO	SEMI-PERIMETRO	PESO KG/ML	CAL. 24	CAL. 22	CAL. 20	CAL. 18	AISLAM. (2")	PEGAFIBRA 3.5 MP x Lt	SELLADOR GIMASTIK 12 MP x Lt	PRIMER 12 MP x Lt	PINTURA 8 MP x Lt
DUCTOS DE INYECCION INTERIOR																				
1	1	46.00	24.00	2.30	2.30	22		1	70.00	70.00	32.89	-	75.64	-	-	-	-	-	0.68	1.36
2	1	42.00	24.00	1.20	1.20	22		1	66.00	66.00	31.01	-	37.21	-	-	-	-	-	0.34	0.67
3	1	18.00	32.00	2.30	2.30	22		1	50.00	50.00	24.05	-	55.32	-	-	-	-	-	0.49	0.97
4	1	32.00	40.00	0.80	0.80	22		1	72.00	72.00	33.82	-	27.06	-	-	-	-	-	0.24	0.49
5	1	40.00	15.00	0.80	0.80	22		1	55.00	55.00	26.15	-	20.92	-	-	-	-	-	0.19	0.37
6	1	40.00	25.00	0.70	0.70	22		1	65.00	65.00	30.54	-	21.38	-	-	-	-	-	0.19	0.39
7	1	21.00	25.00	2.10	2.10	24		1	46.00	46.00	15.71	32.99	-	-	-	-	-	-	0.41	0.82
8	1	22.00	18.00	5.40	5.40	24		1	40.00	40.00	13.85	74.81	-	-	-	-	-	-	0.91	1.83
9	1	20.00	16.00	1.70	1.70	24		1	36.00	36.00	12.59	21.40	-	-	-	-	-	-	0.26	0.52
10	1	18.00	13.00	1.50	1.50	24		1	31.00	31.00	10.97	16.45	-	-	-	-	-	-	0.20	0.39
11	1	18.00	12.00	1.40	1.40	24		1	30.00	30.00	10.64	14.89	-	-	-	-	-	-	0.18	0.36
12	1	14.00	12.00	9.40	9.40	24		1	26.00	26.00	9.31	87.49	-	-	-	-	-	-	1.03	2.07
13	1	24.00	18.00	1.20	1.20	24		1	42.00	42.00	14.48	17.37	-	-	-	-	-	-	0.21	0.43
14	1	18.00	10.00	1.80	1.80	24		1	28.00	28.00	9.98	17.96	-	-	-	-	-	-	0.21	0.43
15	1	28.00	22.00	2.00	2.00	24		1	50.00	50.00	16.91	33.83	-	-	-	-	-	-	0.42	0.85
16	1	20.00	16.00	2.10	2.10	24		1	36.00	36.00	12.59	26.43	-	-	-	-	-	-	0.32	0.64
17	1	16.00	12.00	1.00	1.00	24		1	28.00	28.00	9.98	9.98	-	-	-	-	-	-	0.12	0.24
18	1	26.00	17.00	1.10	1.10	24		1	43.00	43.00	14.79	16.27	-	-	-	-	-	-	0.20	0.40
19	1	26.00	10.00	1.30	1.30	24		1	36.00	36.00	12.59	16.36	-	-	-	-	-	-	0.20	0.40
20	1	26.00	18.00	2.20	2.20	24		1	44.00	44.00	15.10	33.21	-	-	-	-	-	-	0.41	0.82
21	1	12.00	8.00	1.60	1.60	24		1	20.00	20.00	7.26	11.62	-	-	-	-	-	-	0.14	0.27
22	1	24.00	12.00	3.20	3.20	24		1	36.00	36.00	12.59	40.28	-	-	-	-	-	-	0.49	0.98
23	1	24.00	14.00	1.80	1.80	24		1	38.00	38.00	13.22	23.80	-	-	-	-	-	-	0.29	0.58
24	1	10.00	7.00	0.70	0.70	24		1	17.00	17.00	6.22	4.35	-	-	-	-	-	-	0.05	0.10
25	1	12.00	10.00	1.30	1.30	24		1	22.00	22.00	7.95	10.34	-	-	-	-	-	-	0.12	0.24

26	1	20.00	10.00	1.00	1.00	24		1	30.00	30.00	10.64	10.64	-	-	-	-	-	-	0.13	0.25	
27	1	14.00	10.00	1.90	1.90	24		1	24.00	24.00	8.63	16.40	-	-	-	-	-	-	0.19	0.39	
28	1	14.00	12.00	0.30	0.30	24		1	26.00	26.00	9.31	2.79	-	-	-	-	-	-	0.03	0.07	
29	1	12.00	9.00	0.80	0.80	24		1	21.00	21.00	7.61	6.09	-	-	-	-	-	-	0.07	0.14	
30	1	10.00	10.00	1.20	1.20	24		1	20.00	20.00	7.26	8.71	-	-	-	-	-	-	0.10	0.20	
31	1	12.00	10.00	0.60	0.60	24		1	22.00	22.00	7.95	4.77	-	-	-	-	-	-	0.06	0.11	
32	1	12.00	6.00	0.70	0.70	24		1	18.00	18.00	6.57	4.60	-	-	-	-	-	-	0.05	0.11	
33	1	12.00	8.00	0.90	0.90	24		1	20.00	20.00	7.26	6.54	-	-	-	-	-	-	0.08	0.15	
34	1	8.00	4.00	1.50	1.50	24		1	12.00	12.00	4.44	6.66	-	-	-	-	-	-	0.08	0.15	
35	1	12.00	10.00	0.90	0.90	24		1	22.00	22.00	7.95	7.16	-	-	-	-	-	-	0.08	0.17	
36	1	10.00	5.00	0.60	0.60	24		1	15.00	15.00	5.51	3.31	-	-	-	-	-	-	0.04	0.08	
37	1	25.00	20.00	1.50	1.50	24		1	45.00	45.00	15.40	23.10	-	-	-	-	-	-	0.29	0.57	
38	1	14.00	10.00	1.10	1.10	24		1	24.00	24.00	8.63	9.50	-	-	-	-	-	-	0.11	0.22	
39	1	18.00	13.00	1.50	1.50	24		1	31.00	31.00	10.97	16.45	-	-	-	-	-	-	0.20	0.39	
40	1	13.00	10.00	1.20	1.20	24		1	23.00	23.00	8.29	9.95	-	-	-	-	-	-	0.12	0.23	
41	1	16.00	12.00	1.80	1.80	24		1	28.00	28.00	9.98	17.96	-	-	-	-	-	-	0.21	0.43	
42	1	12.00	8.00	1.10	1.10	24		1	20.00	20.00	7.26	7.99	-	-	-	-	-	-	0.09	0.19	
43	1	12.00	12.00	1.20	1.20	24		1	24.00	24.00	8.63	10.36	-	-	-	-	-	-	0.12	0.24	
44	1	14.00	9.00	1.40	1.40	24		1	23.00	23.00	8.29	11.61	-	-	-	-	-	-	0.14	0.27	
45	1	9.00	8.00	1.10	1.10	24		1	17.00	17.00	6.22	6.84	-	-	-	-	-	-	0.08	0.16	
46	1	12.00	9.00	1.20	1.20	24		1	21.00	21.00	7.61	9.13	-	-	-	-	-	-	0.11	0.21	
47	1	12.00	9.00	0.50	0.50	24		1	21.00	21.00	7.61	3.80	-	-	-	-	-	-	0.04	0.09	
48	1	12.00	6.00	2.20	2.20	24		1	18.00	18.00	6.57	14.45	-	-	-	-	-	-	0.17	0.34	
DUCTOS DE RETORNO INTERIOR																					
1	1	46.00	19.00	1.50	1.50	22		1	65.00	65.00	30.54	-	45.80	-	-	-	-	-	0.41	0.83	
2	1	25.00	34.00	1.30	1.30	22		1	59.00	59.00	27.78	-	36.12	-	-	-	-	-	0.32	0.65	
3	1	34.00	26.00	2.50	2.50	22		1	60.00	60.00	28.19	-	70.47	-	-	-	-	-	0.64	1.27	
4	1	21.00	21.00	1.10	1.10	24		1	42.00	42.00	14.48	15.93	-	-	-	-	-	-	0.20	0.39	
5	1	21.00	38.00	0.50	0.50	22		1	59.00	59.00	27.78	-	13.89	-	-	-	-	-	0.12	0.25	
6	1	19.00	38.00	2.70	2.70	22		1	57.00	57.00	26.97	-	72.81	-	-	-	-	-	0.65	1.30	
7	1	38.00	36.00	1.00	1.00	22		1	74.00	74.00	34.76	-	34.76	-	-	-	-	-	0.31	0.63	
8	1	36.00	20.00	1.60	1.60	22		1	56.00	56.00	26.56	-	42.49	-	-	-	-	-	0.38	0.76	
9	1	16.00	16.00	0.30	0.30	24		1	32.00	32.00	11.29	3.39	-	-	-	-	-	-	0.04	0.08	
10	1	16.00	24.00	1.60	1.60	24		1	40.00	40.00	13.85	22.17	-	-	-	-	-	-	0.27	0.54	
11	1	36.00	36.00	0.30	0.30	22		1	72.00	72.00	33.82	-	10.15	-	-	-	-	-	0.09	0.18	
	1								0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DESPERDICIO 15%												770.07	564.01	-	-	-	-	-	-	14.32	28.64
GRAN TOTAL												115.51	84.60	-	-	-	-	-	-	2.15	4.30
												885.58	648.61	-	-	-	-	-	-	16.47	32.94
												(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(m2)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)

PROYECTO: AIRE ACONDICIONADO OBRA: CTL. TECAMACHALCO CLIENTE: TELÉFONOS DE MÉXICO
 AREA: SALA DE TRANSMISION PLANTA BAJA FECHA: Junio-11

SECCION	CANT. DE PZAS	PLANTA	PERALTE	LONG. X PZA (m)	LONG. (m)	CALIBRE	ESP. DE AISLAM	PINTURA? (SI=1, NO=0)	SEMI-PERIMETRO	SEMI-PERIMETRO	PESO KG/M	CAL 24	CAL 22	CAL 20	CAL 18	AISLAM. (2')	PEGAFIBRA 3.5 M ² x Lt	SELLADOR CI-MASTIK 12 M ² x Lt	PRIMER 12 M ² x Lt	PINTURA 8 M ² x Lt	
		CUELLOS																			
1	1	30.00	8.00	0.80	0.80	24		1	38.00	38.00	13.22	10.58	-	-	-	-	-	-	-	0.13	0.26
2	1	32.00	8.00	0.80	0.80	24		1	40.00	40.00	13.85	11.08	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.27
3	1	34.00	8.00	0.80	0.80	24		1	42.00	42.00	14.48	11.58	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.28
4	1	20.00	6.00	1.50	1.50	24		1	26.00	26.00	9.31	13.96	-	-	-	-	-	-	-	0.17	0.33
5	1	22.00	8.00	1.50	1.50	24		1	30.00	30.00	10.64	15.96	-	-	-	-	-	-	-	0.19	0.38
6	1	20.00	8.00	1.50	1.50	24		1	28.00	28.00	9.98	14.96	-	-	-	-	-	-	-	0.18	0.36
7	1	22.00	4.00	1.80	1.80	24		1	26.00	26.00	9.31	16.75	-	-	-	-	-	-	-	0.20	0.40
8	1	20.00	4.00	1.80	1.80	24		1	24.00	24.00	8.63	15.54	-	-	-	-	-	-	-	0.18	0.37
9	1	18.00	4.00	1.80	1.80	24		1	22.00	22.00	7.95	14.31	-	-	-	-	-	-	-	0.17	0.34
10	1	26.00	4.00	1.50	1.50	24		1	30.00	30.00	10.64	15.96	-	-	-	-	-	-	-	0.19	0.38
11	1	18.00	4.00	1.50	1.50	24		1	22.00	22.00	7.95	11.93	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.28
12	1	20.00	4.00	1.80	1.80	24		1	24.00	24.00	8.63	15.54	-	-	-	-	-	-	-	0.18	0.37
13	1	12.00	4.00	1.50	1.50	24		1	16.00	16.00	5.86	8.80	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.20
14	1	18.00	4.00	1.50	1.50	24		1	22.00	22.00	7.95	11.93	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.28
15	1	20.00	6.00	1.80	1.80	24		1	26.00	26.00	9.31	16.75	-	-	-	-	-	-	-	0.20	0.40
16	1	18.00	6.00	1.50	1.50	24		1	24.00	24.00	8.63	12.95	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.30
17	1	18.00	6.00	1.80	1.80	24		1	24.00	24.00	8.63	15.54	-	-	-	-	-	-	-	0.18	0.37
18	1	20.00	6.00	1.50	1.50	24		1	26.00	26.00	9.31	13.96	-	-	-	-	-	-	-	0.17	0.33
19	1	20.00	6.00	1.50	1.50	24		1	26.00	26.00	9.31	13.96	-	-	-	-	-	-	-	0.17	0.33
20	1	20.00	6.00	1.50	1.50	24		1	26.00	26.00	9.31	13.96	-	-	-	-	-	-	-	0.17	0.33
21	1	18.00	6.00	1.80	1.80	24		1	24.00	24.00	8.63	15.54	-	-	-	-	-	-	-	0.18	0.37
22	1	12.00	4.00	1.50	1.50	24		1	16.00	16.00	5.86	8.80	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.20
23	1	12.00	4.00	1.50	1.50	24		1	16.00	16.00	5.86	8.80	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.20
24	1	12.00	4.00	1.50	1.50	24		1	16.00	16.00	5.86	8.80	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.20
25	1	18.00	4.00	1.80	1.80	24		1	22.00	22.00	7.95	14.31	-	-	-	-	-	-	-	0.17	0.34
26	1	18.00	6.00	1.50	1.50	24		1	24.00	24.00	8.63	12.95	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.30
27	1	12.00	4.00	1.80	1.80	24		1	16.00	16.00	5.86	10.56	-	-	-	-	-	-	-	0.12	0.24
28	1	18.00	4.00	1.50	1.50	24		1	22.00	22.00	7.95	11.93	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.28
	1								0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
											387.88	-	-	-	-	-	-	-	-	4.34	8.68
											66.16	-	-	-	-	-	-	-	-	0.85	1.70
											422.81	-	-	-	-	-	-	-	-	4.89	8.88
											(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(m2)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)
											CAL 24	CAL 22	CAL 20	CAL 18	AISLAM. (2')	PEGAFIBRA 3.5 M ² x Lt	SELLADOR CI-MASTIK 12 M ² x Lt	PRIMER 12 M ² x Lt	PINTURA 8 M ² x Lt		
											2,627.48	2,074.38	-	187.16	203.85	68.18	18.87	38.62	73.23		
											(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(Kgs.)	(m2)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)	(Lts.)

DESPERDICIO 15%
 GRAN TOTAL

NORMAS:

AMERIC: Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción.

ANSI (American National Standards Institute): Instituto Nacional Americano de Estandarización.

ARI (Air Conditioning and Refrigeration Institute): Instituto de Aire Acondicionado y Refrigeración.

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers): Sociedad Americana de Ingenieros en Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción.

SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association): Asociación de Contratistas de Placa Metálica y Aire Acondicionado

BIBLIOGRAFÍA

- Carrier, Manual de Aire Acondicionado, Ed. Marcombo, 1999, España.
- Edward G. Pita, Acondicionamiento de Aire, Principios y Sistemas, Ed. CECSA, 2ª. Edición 2009, México.
- Heliodoro Espinosa Hernández, Elementos de Refrigeración y Aire Acondicionado, Imprenta Soto, 1ª Edición 1975, México.
- Eduardo Hernández Goribar Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración, Ed. Limusa, 2008, México.
- Carrier Corporation, Libro de Oro del Aire Acondicionado, 1999, México.
- “MANUAL TÉCNICO VALYCONTROL Refrigeración y Aire Acondicionado”
- “CATALOGO GENERAL PRODUCTOS PARA DISTRIBUCIÓN DE AIRE “, Industrias Vermont S.A de C.V.
- “AIR-CARE DE MÉXICO”, Folleto de Filtros.
- “ASOCIACIÓN MEXICANA DE EMPRESAS DEL RAMO DE INSTALACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN A.C. (AMERIC)”, Normas NAM-001-AA-83 y NAM-002-AA-83, cuantificación de lámina y aislamiento para conductos.
- “SHEET METAL AND AIR CONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASOCIATION” (SMACNA) normas para la fabricación de ductos.
- “ANSI/ASHRAE 52.2-2007”, método de prueba para la eficiencia en la remoción por tamaño de partículas en dispositivos limpiadores del aire en ventilación general, expresa la eficiencia de un filtro, para capturar tamaños específicos de partículas. La American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) 52.2 reporta la habilidad mínima que tiene el filtro para remover partículas.
- “NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-1999”, Instalaciones eléctricas, página 84