



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
*Escuela Superior de Ingeniería Mecánica
y Eléctrica*

UNIDAD CULHUACÁN



“TESINA DEL SEMINARIO ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

**“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO A PRESIÓN PARA
EQUIPOS DE COMPUTO Y TELECOMUNICACIONES”**

SEMINARIO DE TITULACION PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO

P R E S E N T A N:

*Aguilar Morales Julio César
Hernández Ramírez Gerardo
Muñoz Acosta Daniel
Rojas Vega Rafael
Villarreal León J. Jesús*

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
UNIDAD CULHUACÁN

TESINA

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO

Por la opción de titulación:

SEMINARIO DE TITULACIÓN

**ADMINISTRACIÓN DE
PROYECTOS**

DEBERAN DESARROLLAR:

Aguilar Morales Julio César
Hernández Ramírez Gerardo
Muñoz Acosta Daniel
Rojas Vega Rafael
Villarreal León J. Jesús

VIGENCIA: FNS5062005/08/2006

**“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO A PRESIÓN PARA EQUIPOS
DE COMPUTO Y TELECOMUNICACIONES”**

Capitulado:

CAPITULO 1 MARCO DE REFERENCIA
CAPITULO 2 ESTUDIO DE MERCADO
CAPITULO 3 PLANEACION DEL PROYECTO
CAPITULO 4 EJECUCION DEL PROYECTO

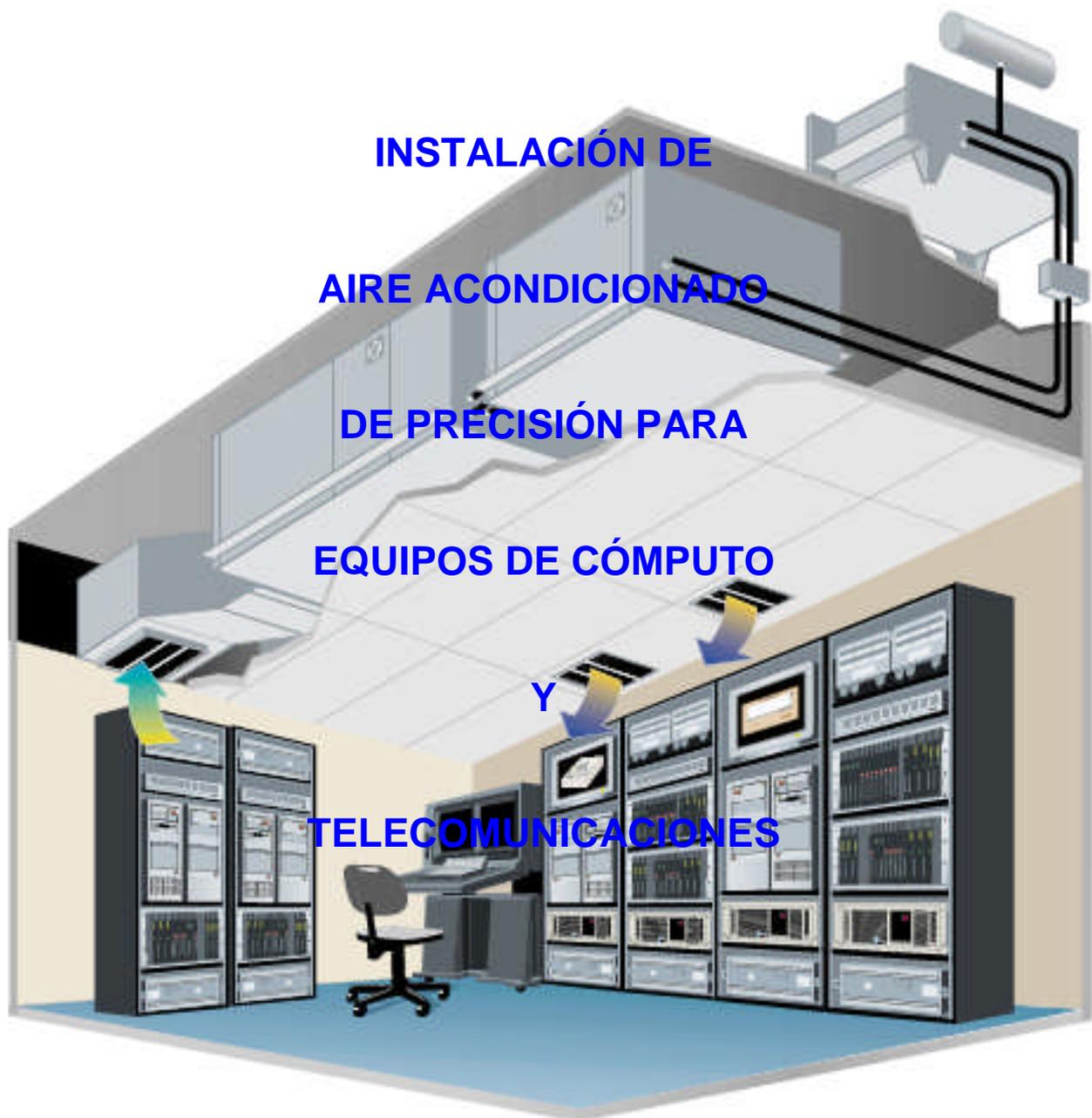
ASESORES

M. en C. Cesar Palacio Mora Covarrubias

Ing. Amparo Bañuelos Duran

L.A.E. Dalia Viviana Hdez. Vasco

Ing. Ramón Ávila Anaya
Jefe de Carrera de Ingeniería Mecánica



A nuestra Escuela ESIME

Por el apoyo brindado
desde el inicio de nuestra carrera
y hasta el final del presente seminario.

A nuestros Padres

Que sin su constante estímulo, amor
y paciencia incondicional, no hubiéramos
hecho realidad este sueño.
Por la vida que nos dieron y la confianza
que siempre han depositado en nosotros,
eternamente les estaremos agradecidos.

A los instructores del seminario

Por su disposición para transmitirnos
sus conocimientos adquiridos a través de
sus estudios y experiencias profesionales.

A familiares y amigos

Por compartir con nosotros
tantas alegrías y en particular
por este momento inolvidable.

PREFACIO

El presente trabajo que a continuación se presenta se realizó para dar una visión de que es necesario para la instalación de un equipo de aire acondicionado de precisión, que muchos alumnos como nosotros desconocemos como se tienen que realizar.

Un sistema de aire acondicionado consiste teóricamente en un conjunto de equipos que proporcionan aire y mantienen el control de su temperatura, humedad y pureza en todo momento y con independencia de las condiciones climáticas. Sin embargo, suele aplicarse de forma impropia el término 'aire acondicionado' al aire refrigerado

Muchos procesos de fabricación, como los de la producción de papel, procesos textiles y de artes gráficas, requieren el acondicionamiento del aire y el control de las condiciones a las que se efectúan. Este tipo de acondicionamiento suele consistir en el ajuste de la humedad del aire. Cuando se precisa aire seco suele obtenerse por refrigeración o por deshidratación; después se conduce a unas cámaras que contienen compuestos químicos adsorbentes como gel de sílice (óxido de silicio). Para humedecer el aire se le hace circular por agua pulverizada. Si el aire tiene que estar libre de polvo, como en el caso de la fabricación de medicamentos, el sistema de aire acondicionado debe incorporar algún tipo de filtro.

Por tanto este material es el suficiente para poder dar una idea del proceso que se debe llevar a cabo para la selección, instalación de los equipos de aire acondicionado de precisión.

Esto con el objetivo de dar una idea teórica-práctica, al lector interesado en la materia y tenga una visión en los equipos de aire acondicionado de precisión. Esperamos que con todo esto podamos cumplir con las expectativas propuestas en este seminario.

INDICE

Introducción	9
A) Presentación del proyecto	10
B) Justificación	11
C) Objetivo General	12
D) Objetivo Específicos	13
E) Alcance	14
F) Metas	15
G) Misión	15

CAPITULO 1 MARCO DE REFERENCIA

1.1 Aire Acondicionado	17
1.2 Cálculo de cargas térmicas	19
1.2.1 Definición de carga térmica	19
1.2.2 Información general	20
1.2.3 Consideraciones	20
1.2.4 Tasa de flujo de calor	21
1.2.5 Consideraciones iniciales de diseño	22
1.3 Marco Legal	23
1.3.1 Licencia de funcionamiento de establecimientos	24

CAPITULO 2 ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Estudio de mercado	27
2.2 Marcas de Aire Acondicionado	30
2.3 Empresas que trabajan con equipos de A/A de precisión	40
2.4 Encuesta empresarial	41
2.5 Ventajas y desventajas de los equipos de A/A	44
2.6 Conclusiones del estudio de mercado	48

CAPITULO 3 PLANEACION DEL PROYECTO

3.1 Descripción de la instalación	50
3.2 Lista de actividades	51
3.3 Tiempo de instalación	52

CAPITULO 4 EJECUCION DEL PROYECTO

4.1 Calculo de carga para selección de equipo	54
4.2 Desarrollo del método	54
4.2.1 Carga de diseño	54
4.2.2 Condiciones interiores de diseño	54
4.2.3 Condiciones exteriores de diseño	55
4.2.4 Momento del día con carga pico de enfriamiento	55
4.2.5 Ganancia de calor por radiación solar a través de vidrios	55
4.2.6 Sombreado de ventanas con aleros	55
4.2.7 Ganancia de calor a través de componentes estructurales	56
4.2.8 Diferencias equivalentes de temperaturas	56
4.2.9 Concentración de personas como base de diseño	56
4.2.10 Ganancias de calor originadas por equipos instalados en el interior de un espacio a acondicionar	57
4.3 Plano de ubicación de equipos en SITE	64
4.4 Instalación del equipo	65
4.4.1 Preparación del sitio	65
4.4.2 Consideraciones de la ubicación del equipo	65
4.4.3 Conexión de tuberías de succión y descarga de refrigerante en condensador y evaporador	68
4.4.4 Línea de drenado	71
4.4.5 Consideraciones para los usos de piso falso	72
4.4.6 Conexiones eléctricas del equipo	73
4.4.7 Consideraciones para la distribución del flujo de aire por medio de paneles perforados	74

Conclusión General	75
Glosario	78
Bibliografía	80
Bibliografía Electrónica	81
Anexos	83

- **ANEXO 1** GRAFICA DE PROJECT.
- **ANEXO 2** TABLAS DEL MANUAL DE ESPECIFICACIONES PARA SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO.
- **ANEXO 3** TABLAS DE EQUIPO SELECCIONADO.
- **ANEXO 4** CROQUIS DE UBICACIÓN DE EQUIPOS EN EL SITE.
- **ANEXO 5** ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS DEL EQUIPO.

INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se describen las condiciones de diseño e instalación de un sistema mecánico para la climatización y acondicionamiento del área que alberga los equipos de cómputo y telecomunicaciones denominado "SITE", de la institución bancaria.

Para esto se emplearon principios básicos de las siguientes áreas:

- Termodinámica
- Transferencia de calor
- Mecánica de fluidos
- Psicometría y ventilación

Este tipo de Centros de Cómputo y Telecomunicaciones tienen determinadas especificaciones de funcionamiento. La climatización de este tipo de espacios tiene que garantizar condiciones específicas de temperatura y humedad y para ello se utilizan unidades de alta precisión.

Como primer paso del proyecto se llevó a cabo un estudio real y riguroso de la carga térmica total contenida en el área del SITE, para con ello poder seleccionar el equipo de aire acondicionado de precisión adecuado.

Se llevó a cabo la elaboración de planos que sirvieron como apoyo para realizar la instalación de los equipos de aire acondicionado, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Orientación del edificio
- Dimensiones del espacio a acondicionar (SITE)
- Ventanas
- Puertas
- Ocupantes
- Alumbrado

- Motores
- Equipo Electrónico (servidores, computadoras, redes inalámbricas, satelitales, etc.)

Se analizaron diferentes marcas y modelos de equipos de precisión como: LIEBERT, DATA AIRE, APC y STULZ para poder seleccionar el adecuado en base a las necesidades requeridas por el cliente y los cálculos previos realizados en el SITE.

En base a lo anterior se pudieron determinar los siguientes puntos importantes:

1. Tipo de Unidad Acondicionadora de Aire de Precisión
2. Materiales y tipo de instalación del sistema en general:
 - a. Tubería para la interconexión del sistema del aire acondicionado en sus diferentes componentes: evaporadora/condensadora
 - b. Tubería de drenaje de condensados
 - c. Alimentación eléctrica al sistema
 - d. Sistema de control y monitoreo

Se realizó la cotización del equipo seleccionado y posteriormente se presentó al cliente para su análisis, en el caso del presente la respuesta del cliente fue favorable, con lo que se procedió a poner en marcha la ejecución del proyecto.

A) PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Sabemos que hay grandes diferencias entre enfriar máquinas y enfriar personas, por comienzo la gente adiciona humedad al cuarto y lo electrónico no lo hace. Por lo tanto, se tiene que considerar un enfriamiento latente (la habilidad de remover humedad) y enfriamiento sensible (la habilidad de remover calor).

Este proyecto fue realizado para acondicionar adecuadamente el SITE de la institución bancaria, ya que anteriormente el acondicionamiento era realizado por

equipos de confort los cuales son diseñados con un rango de enfriamiento sensible de alrededor de 0.6 a 0.7, esto significa que el 60 a 70 %, el sistema de confort trabajará para bajar la temperatura del aire y el 30 a 40 % trabajará para remover la humedad.

Los sistemas de aire acondicionado de precisión tienen un alto rango de sensibilidad de capacidad de enfriamiento de 0.85 a 0.95, significa que el 85 a 95 % del trabajo hecho por el Aire Acondicionado de Precisión será dedicado a remover el aire caliente y el 5 a 15 % será dedicado a remover la humedad.

B) JUSTIFICACIÓN

En las instituciones bancarias se tienen instalados una gran cantidad de equipos electrónicos, que son de vital importancia para el funcionamiento del sistema del banco, estos equipos son diseñados y fabricados para trabajar dentro de parámetros de temperatura, humedad y calidad de aire específicos, y con esto poder garantizar su óptimo desempeño y vida útil para los cuales fueron diseñados, los fabricantes dicen que deberán mantenerse en un ambiente de 21 °C, con variantes de ± 1 °C, con una humedad relativa de 45%, con variantes no mayores de $\pm 5\%$, si no se cumple con lo anterior, la integridad de la información contenida en los medios de almacenamiento de datos pueden sufrir alteraciones o pérdida total de la información producidas por las variaciones de temperatura, la calidad y tiempo de operación del equipo pueden verse gravemente afectadas ya que si la humedad sube mucho, se van a producir serios problemas de oxidación por la condensación en las partes electrónicas de los equipos. El polvo puede arruinar la información y los componentes electrónicos, en las lectoras de cinta pueden ocasionar daños irreparables.

Si no se realiza el acondicionamiento del SITE con equipos de Precisión, pueden sufrirse todas las anomalías ya mencionadas, ya que los Sistemas de confort no están diseñados para mantener la tolerancia de Temperatura de ± 1 °C lo mejor que se puede esperar es una tolerancia de ± 3 °C, un sistema de confort no

controla la humedad, y por lo tanto no existe una tolerancia a manejar en estos equipos, la humedad la retira en forma incidental por medio del enfriamiento, pero no es capaz de adicionar humedad, lo cual significa que se tendrá que comprar un sistema de rehumidificación para mezclar el aire. Los Sistemas de confort típicamente usan dispositivos de filtraje, estos son cerca del 10 % de eficientes, los Sistemas de Precisión tienen filtros internos de cerca del 80 % de eficiencia.

Otro gran problema de los sistemas de Confort es que solamente pueden mover el aire a través de su serpentín en el rango de 350 a 400 CFM (pies cúbicos por minuto) por tonelada de enfriamiento. Un sistema de Precisión moverá el aire dos veces el rango de 600 a 800 CFM, mover grandes volúmenes contribuye a una mejor filtración.

Se tendrá que comprar más aires acondicionados de confort para hacer el mismo trabajo que el sistema de Aire Acondicionado de Precisión. Tres toneladas de enfriamiento del aire acondicionado de confort hacen el mismo trabajo de enfriamiento que dos toneladas de Aire Acondicionado de Precisión.

C) OBJETIVO GENERAL

Nuestro principal objetivo es brindar la mejor solución para el acondicionamiento del aire dentro del SITE de la institución bancaria realizando la proyección e instalación de equipos de Aire Acondicionado de Precisión, cumpliendo siempre con los requisitos de estándares y normatividades en la instalación; con calidad, seguridad y confiabilidad, con la finalidad de garantizar un ambiente adecuado que permita el óptimo desempeño de los equipos y con ello contribuir a logro de los resultados empresariales de esta institución.

Todo esto llevando a cabo la optimización de los siguientes factores:

- **Control de temperatura**
- **Control de humedad**
- **Eficiencia de filtración de aire**
- **Horario de Servicio**
- **Operación en climas extremos**

D) OBJETIVOS ESPECIFICOS

- **Garantizar una instalación de calidad:** Esto por medio de la utilización de materiales normalizados de gran calidad, herramientas y personal capacitado para realizar este trabajo.
- **Reducir costos de mantenimiento:** Requiere mayor inversión económica un aire de Confort por daños, al trabajar horas forzadas, para lo cual no está diseñado.
- **Reducir costos en consumo de energía eléctrica:** El aire de Precisión solo trabaja cuando se requiere (basado en microprocesador), por lo tanto no hay consumo de energía constante y un aire de Confort trabaja constantemente sin parar, consumiendo energía en todo momento.
- **Seguridad:** Prevenir accidentes antes, durante y después de la instalación de los equipos, haciendo uso adecuado de la herramienta y utilizando accesorios adecuados para proteger la integridad física del personal.
- **Servicio al cliente:** Ofrecer soluciones que mejoren los resultados a los requerimientos de los clientes anticipándonos a sus necesidades

oportunamente, buscando formación permanente para estar en posibilidades de ofrecer servicios de excelencia.

E) ALCANCE

Para poder llevar a cabo este proyecto y poder ofrecerle al cliente la propuesta del mismo, primeramente se tuvieron que realizar las siguientes actividades:

CALCULO: se realizaron cálculos de cargas térmicas en base a datos obtenidos en campo implementando el método adecuado para este caso, con el apoyo de datos de los equipos instalados por proveedor del sistema operativo, así mismo con el apoyo de planos de ubicación y medidas del mismo.

DISEÑO: En base al calculo de cargas térmicas se procedió a determinar la selección del equipo, para lo cual se realizó un estudio minucioso de los diferentes equipos que pudieran implementarse dentro del SITE, para obtener datos de dimensiones estructurales del equipo de aire acondicionado que cumplieran con las condiciones del diseño de los planos de ubicación.

INSTALACIÓN: Una vez realizado lo anterior se procedió a realizar la instalación del equipo de aire acondicionado de precisión cumpliendo con los requerimientos necesarios estipulados por el fabricante y utilizando los componentes, materiales y herramientas de la más alta calidad.

F) METAS

Ser la mejor opción para satisfacer las necesidades del mercado en el ámbito del acondicionamiento de aire de precisión adquiriendo los compromisos de calidad y excelencia en el servicio para Mantener en operación constante los servidores y equipos informáticos que albergan los Centros de Cómputo y Telecomunicación de las empresas que lo requieran anticipándonos a sus necesidades oportunamente buscando formación permanente para estar en posibilidades de ofrecer proyectos de calidad.

G) MISION

Conocer las necesidades del cliente siendo creativos e innovadores para proveer al mercado soluciones integrales, asegurando la mayor rentabilidad para los clientes y nuestra organización con lealtad y compromiso.



1.1 Aire Acondicionado

El **acondicionamiento de aire** es el proceso más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados y consiste en regular las condiciones en cuanto a temperatura (calefacción o refrigeración), humedad y limpieza (renovación, filtrado). Si no se trata la humedad, sino solamente la temperatura, podría llamarse **climatización** .

Entre los sistemas de acondicionamiento se cuentan los autónomos y los centralizados.

Los primeros producen el calor o el frío y tratan el aire (aunque a menudo no del todo). Los segundos tienen un/unos acondicionador/es que solamente tratan el aire y obtienen la energía térmica (calor o frío) de un sistema centralizado.

En este último caso, la producción de calor suele confiarse a calderas que funcionan con combustibles. La de frío a máquinas frigoríficas, que funcionan por compresión o por absorción.

En 1902 Willis Carrier sentó las bases del moderno aire acondicionado y desarrolló el concepto de climatización. Por esa época un impresor neoyorquino tenía serias dificultades durante el proceso de impresión, que impedían el comportamiento normal del papel, obteniendo una calidad muy pobre debido a las variaciones de temperatura, calor y humedad.

Entonces fue cuando Carrier se puso a investigar con tenacidad para resolver el problema: diseñó una maquina específica que controlaba la humedad a través de tubos enfriados, dando lugar a la primera unidad de climatización de la historia.

Durante aquellos años, el objetivo principal de Carrier era mejorar el desarrollo del proceso industrial a través de continuos cambios tecnológicos que permitieran el

control de la temperatura y la humedad. Los primeros en usar el sistema de aire acondicionado Carrier fueron las industrias textiles del sur de Estados Unidos. Un claro ejemplo, fue la fábrica de algodón Chronicle en Belmont. Esta fábrica tenía un gran problema.

Debido a la ausencia de humedad, se creaba un exceso de electricidad estática haciendo que las fibras de algodón se convirtiesen en pelusa. Gracias a Carrier, el nivel de humedad se estabilizó y la pelusilla quedó eliminada. Debido a la mejora de sus productos, un gran número de industrias, tanto nacionales como internacionales, se decantaron por la marca Carrier.

La primera venta que se realizó al extranjero fue a la industria de la seda de Yokohama en Japón en 1907. En 1915, empujados por el éxito, Carrier y seis amigos reunieron 32.600 dólares y fundaron “La Compañía de Ingeniería Carrier”, cuyo gran objetivo era garantizar al cliente el control de la temperatura y humedad a través de la innovación tecnológica y el servicio al cliente. En 1922 Carrier lleva a cabo uno de los logros de mayor impacto en la historia de la industria: “la enfriadora centrífuga”. Este nuevo sistema de aire acondicionado hizo su debut en 1924 en los grandes almacenes Hudson de Detroit, en los cuales se instalaron tres enfriadoras centrífugas para enfriar el sótano y posteriormente el resto de la tienda. Tal fue el éxito, que inmediatamente se instalaron este tipo de máquinas en hospitales, oficinas, aeropuertos, fábricas, hoteles y grandes almacenes.

La prueba de fuego llegó en 1925, cuando a la compañía Carrier se le encarga la climatización de un cine de Nueva York. Se realiza una gran campaña de publicidad que llega rápidamente a los ciudadanos formándose largas colas en la puerta del cine. La película que se proyectó aquella noche fue rápidamente olvidada, pero no lo fue la aparición del aire acondicionado. En 1930, alrededor de 300 cines tenían instalado ya el sistema de aire acondicionado.

A finales de 1920 propietarios de pequeñas empresas quisieron competir con las grandes distribuidoras, por lo que Carrier empezó a desarrollar pequeñas unidades. En 1928 se fabricó un equipo de aire acondicionado residencial que enfriaba, calentaba, limpiaba y hacía circular el aire y cuya principal aplicación era la doméstica, pero la Gran Depresión en los Estados Unidos puso punto final al aire acondicionado en los hogares. No fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial cuando las ventas de equipos residenciales empezaron a tomar importancia en empresas y hogares.

Actualmente la tecnología no conoce fronteras, se extiende por todo el mundo y está sujeta a las variadas zonas climáticas. Sin embargo, un requisito para el funcionamiento seguro y eficiente de cualquier instalación relacionada con el sector tecnológico, es tener unas condiciones ambientales muy estables. Para asegurar la total eficiencia de las infraestructuras en sitios de telecomunicaciones y cómputo de última generación, es imprescindible prestar atención a la temperatura y a la humedad de la sala.

Las cantidades de calor generadas en las instalaciones de telecomunicaciones y cómputo crecen constantemente, debido al incremento de la concentración de potencia de los sistemas informáticos y servidores.

1.2 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

1.2.1 Definición de carga térmica

También nombrada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica. Es la cantidad de calor que se retira de un espacio definido, se expresa en BTU, la unidad utilizada comercialmente relaciona unidad de tiempo, **Btu/h**.

1.2.2 Información general

A través de años de trabajo, diversas compañías y organizaciones han evaluado múltiples factores requeridos para determinar la carga de enfriamiento en diversas aplicaciones. Cuando se utilizan estos factores para el cálculo de cargas en espacios y edificios, lo importante es aplicar un buen criterio para desarrollar algún procedimiento definido.

Para realizar el estimado de la carga de enfriamiento requerida con la mayor exactitud posible en espacios y edificios, las siguientes condiciones son de las más importantes para evaluar:

- Datos atmosféricos del sitio.
- La característica de la edificación, dimensiones físicas.
- La orientación del edificio, la dirección de las paredes del espacio a acondicionar.
- El momento del día en que la carga llega a su pico.
- Espesor y características de los aislamientos.
- La cantidad de sombra en los vidrios.
- Concentración de personar en el local.
- Las fuentes de calor internas.
- La cantidad de ventilación requerida.

1.2.3 Consideraciones

Las variables que afectan el cálculo de cargas térmicas son numerosas, frecuentemente difíciles para definir en forma precisa, y no siempre están en cada momento mutuamente relacionadas.

Muchas variables de cargas de enfriamiento cambian extensamente en magnitud durante un período de 24 horas. Los cambios de estas variables pueden producirse en momentos diferentes unos de otros, por ello deben analizarse

detalladamente para establecer la carga de enfriamiento necesaria para un establecimiento o dividirse este en zonas.

La necesidad de dividir un sistema en zonas, origina mayor capacidad de carga de enfriamiento que un sistema total; pero permite manejar la carga para cada zona en su hora pico.

En el cálculo de carga de enfriamiento, es determinante el uso de valores adecuados para aplicarlos en un procedimiento determinado. La variación en los coeficientes de transmisión de calor de los materiales y montajes compuestos en edificio típicos, la forma de construcción, orientación del edificio y la manera en cual el edificio opera son algunas de las variables que imposibilitan un cálculo numéricamente preciso.

Mientras que los procedimientos sean usados en forma razonable por el diseñador para incluir estos factores, él cálculo es aceptado como correcto, pero todavía es solamente una estimación buena de la real carga de enfriamiento.

1.2.4 Tasa de flujo de calor

En diseño de aire acondicionado existen cuatro (4) tasas relativas de flujo de calor, cada una de las cuales varían en el tiempo y debe ser diferenciada:

- Aumento de calor del espacio
- Carga de enfriamiento del espacio
- Tasa de extracción de calor del espacio
- Carga del serpentín.

La ganancia de Calor Espacial (tasa instantánea de aumento de calor) es la tasa a la cual el calor entra y/o es generado internamente en un espacio en un momento determinado.

La ganancia de calor es clasificada por:

1. El modo en el cual entra en el espacio.
2. Si es una ganancia sensible o latente.

Los modos de ganancia de calor pueden ser como (1) radiación solar a través de fuentes transparentes, (2) conducción de calor a través de paredes exteriores y techos, (3) conducción de calor a través de divisiones internas, techos y pisos, (4) calor generado en el espacio por los ocupantes, luces y aplicaciones, (5) energía transferida como resultado de ventilación e infiltración de aire del exterior o (6) aumentos de calor misceláneos. La ganancia de calor es directamente agregada a espacios acondicionados por conducción, convección, radiación eventualmente el factor acumulación.

1.2.5 Consideraciones iniciales de diseño

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

- **Obtener las características de la Edificación.** Materiales de construcción, tamaño de los componentes, colores externos de fuentes y formas son normalmente determinados a partir de los planos de la edificación y especificaciones.
- **Configuración:** Determinar la ubicación, orientación y sombra externa de la edificación a partir de los planos y especificaciones. La sombra de edificaciones adyacentes pueden ser determinadas por un plano del sitio o visitando el sitio propuesto. Su permanencia probable debe ser cuidadosamente evaluada de ser incluida en los cálculos.
- **Condiciones Exteriores de Diseño:** Obtener información climática apropiada y seleccione las condiciones de diseño exterior. La condición

climática puede ser obtenida de la estación meteorológica local o del centro climático nacional.

- **Condiciones de Diseño Interior:** Seleccionar las condiciones de diseño interior tales como temperatura de bulbo seco interior, temperatura interior de bulbo húmedo y tasa de ventilación. Incluya variaciones permisibles y límites de control.
- **Rutina de Operación:** Obtener una rutina de iluminación, ocupantes, equipo interno, aplicaciones y procesos que contribuyan a incrementar la carga térmica interna.
- **Consideraciones Adicionales:** El diseño apropiado y el tamaño de los sistemas de aire acondicionado central requieren más que el cálculo de la carga de enfriamiento en el espacio a ser condicionado. El tipo de sistema de acondicionamiento de aire, energía de ventilación, ubicación del ventilador, pérdida de calor de los ductos y ganancia, filtración de los ductos, sistemas de iluminación por extracción de calor y tipo de sistema de retorno de aire, todos afectan la carga del sistema y el tamaño de los componentes.

1.3 MARCO LEGAL

De acuerdo a la Constitución Mexicana de los Estados Unidos Mexicanos en su TITULO SEXTO **El Art. 123** se introdujo en la Constitución de 1917 con el fin de regular las relaciones entre trabajadores y propietarios de las empresas. Los logros principales del artículo 123 son:

- Jornada máxima de trabajo de ocho horas.
- Prohibición de trabajar a los menores de doce años.
- Pago de salario en moneda circulante legal.

En este caso también debemos tener en claro los artículos sobre la **Ley Aduanera** en el cual nos basamos en el Capítulo IV Determinación y pago: Del artículo 80 al artículo 89

1.3.1 Licencia de funcionamiento de establecimientos

Para abrir un establecimiento debemos basarnos de acuerdo a lo estipulado en los siguientes artículos:

- Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, artículo 39 fracción XII.
- Ley para el Funcionamiento de Establecimientos Mercantiles del Distrito Federal, artículos 1,2,3,5 fracciones I y, en su caso, X u XI, 6 fracción I,19,20,24,25,26,27,54.
- Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal, artículos ,2,3,5,6,7,10,32,33,34,35,37,39,fracciónI,40,41,42,44,46,49,54,71,72,73,74, 80,89 y 90.
- Ley Ambiental de Distrito Federal, artículos 5°, 9, 55, 57 y 58, Código Financiero del Distrito Federal, artículos 210.
- Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal, artículo 124 fracción X.
- Reglamento de Impacto Ambiental y riesgo, artículos 3° fracciones XV, XVI, y XX, 6°, 12, 46, y 48.

Para la instalación de los equipos de aire acondicionado de precisión debemos basarnos en las normas que nos marca el fabricante así como en las normas que se estipulan en el país que se encuentre.

Por ello nos basamos en la Norma oficial Mexicana NOM-001-Sede-1999, Instalaciones Eléctricas, la cual establece los siguientes artículos:

- **Art. 430 Motores, circuitos de motores y sus controladores**

En este artículo se basa en las disposiciones generales conductores para circuitos de motores protección de sobrecarga de los motores y de sus circuitos derivados, protección de circuitos derivados para motores contra cortocircuitos y fallas a tierra, protección de alimentadores para motores contra cortocircuito y fallas a tierra, circuitos de control de motores, controladores de motores, centros de control de motores (CCM), medios de desconexión, motores que operan a más de 600 V nominales, protección de las partes vivas para todas las tensiones eléctricas, puesta a tierra para todas las tensiones eléctricas.

- **Art. 440 Equipos de aire acondicionado y de refrigeración**

Además este artículo se basa en las disposiciones generales, medios de desconexión, protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra, conductores del circuito derivado, controladores para motores de compresor, protección contra sobrecarga de motores compresores y de los circuitos derivados.



CAPITULO 2

ESTUDIO

DE

MERCADO

2.1 ESTUDIO DE MERCADO

Equipos de aire acondicionado de precisión.

Este estudio se efectuó comparando calidad y precios entre 4 marcas diferentes:

- Liebert
- Stulz
- Data Aire
- APC

Prácticamente entre estas 4 marcas de equipos de aire acondicionado de precisión el funcionamiento fundamental es el mismo pero cada equipo cuenta con accesorios que marcan la diferencia.

Comparativa de precios en el mercado

Para este estudio tomando en cuenta por medio del cálculo de carga térmica se determino emplear 4 equipos de 20TR distribuidos en diferentes lugares estratégicamente, por lo que se hará referencia en precio en cada marca.

Capacidad	Marca	Procedencia	Unidad evaporadora	Unidad condensadora	Precio
30TR	Liebert	EE.UU.	25550 Usd	7800 Usd	33300 usd
30TR	Stulz	Alemania	28300 usd	8100 usd	36400 usd
30TR	Data Aire	EE.UU.	24500 usd	7500 usd	32000 usd
30TR	APC	EE.UU.	26000 usd	7700 usd	33700 usd

Tabla 1. Comparación de precios.

Cabe mencionar que estos precios son valores factura de cada unidad, más es importante recalcar que el precio estará de acuerdo a la inflación y movimientos en casas de bolsa.

Una medida importante para sacar un costo total del equipo es agregando que estos equipos de aire acondicionado tienen un costo adicional el flete que costaría traer las unidades desde la ciudad de procedencia.

Un punto importante para este estudio es la parte de costos aduaneros, que implican en lo que es el traslado de la unidad hasta el corporativo, a continuación se presentan en las siguientes tablas:

Tabla de Costos de origen

Marca	Peso (Kg.)	Recolección (Usd)	Flete Aéreo (Usd)	Seguridad (Usd)	Gasolina (Usd)	Documentación (Usd)	Transferencia de aeropuerto (Usd)	TOTAL
Liebert	1200	840	1200	180	360	60	120	2760 Usd
Stulz	1300	1300.53	1300	195	390	60	130	3375.53 Usd
DataAire	1150	609.5	1150	172.5	345	60	115	2452 Usd
APC	1250	662.5	1250	187.5	375	60	125	2660 Usd

Tabla 2. Gastos de traslado de origen.

Tabla de gastos de destino

Marca	Valor Factura (Usd)	Desconsolidación	IVA	Honorarios	Complementarios y administrativos	Almacén, maniobras y custodia	Entrega local	Transportación	Despacho y entrega	TOTAL USD
Liebert	33300	46.296	499,5	152.738	138.889	222.22	53.240	2147.15	5520.56	13276.093
Stulz	36400	46.296	546,0	152.738	138.889	222.22	53.240	2147.15	5520.56	13741.093
DataAire	32000	46.296	480,0	152.738	138.889	222.22	53.240	2147.15	5520.56	13081.093
APC	33700	46.296	505,5	152.738	138.889	222.22	53.240	2147.15	5520.56	13336.093

Tabla 3. Gastos de traslado de destino.

2.2 Marcas de Aire Acondicionado

Equipos de aire acondicionado de precisión



Fig. 1. Equipos de aire acondicionado STULZ

La tecnología no conoce fronteras, se extiende por todo el mundo y está sujeta a las variadas zonas climáticas. Sin embargo, un requisito para el funcionamiento seguro y eficiente de cualquier instalación relacionada con el sector tecnológico, es tener unas condiciones ambientales muy estables. STULZ es uno de los más expertos proveedores de soluciones de aire acondicionado en el mundo, desde productos a medida para casetas de telecomunicaciones hasta proyectos llave en mano de centros para redes terrestres, telefonía celular o centros de procesamiento de datos. Este éxito se refleja en la lista de referencias de las principales empresas industriales de todo el mundo. El secreto de este éxito reside en entender las necesidades del cliente y los requisitos de las nuevas tecnologías. La experiencia mundial de STULZ le permite suministrar soluciones de calidad en un amplio espectro, desde la planificación inicial hasta el mantenimiento.

Los equipos de Aire Acondicionado STULZ cuentan con cinco etapas operativas:

- Refrigeración
- Calefacción
- Humidificación
- Deshumidificación
- Filtraje

Y son fabricados bajo normas ISO- 9000.

STULZ es el único fabricante de Aire Acondicionado en el mundo que ha rediseñado toda su línea de productos para colocarse a la vanguardia tecnológica ofreciendo las siguientes ventajas:

- Sistema modular con especial enfoque a la seguridad, redundancia y crecimiento a futuro.
- Todos los equipos cuentan con controladores microprocesadores capaces de operar de forma remota y conectarse a sistemas BMS.
- Todos los equipos y capacidades están equipados con compresores SCROLL.
- Gases refrigerantes alternativos ecológicos R134a, R407.
- Todos los sistemas de refrigeración disponibles incluyendo sistemas híbridos.



DATA AIRE SERIES 6, 8, 10, 13, 16, 20,26 y 30 TON

Estas unidades ofrecen control ambiental de precisión con gran desempeño para las demandas del mercado actual. Esta línea es diseñada para Centros de Cómputo, Telecomunicaciones, Estaciones de Control y Retransmisión, Tecnología Médica, Laboratorios, Industrias Gráficas, Imprentas, etc. Las unidades son configuradas para inyección de aire ascendente o descendente, enfriadas por aire o agua/glycol.



Fig. 2. Evaporador y condensador DATA AIRE INC.

CARACTERISTICAS STANDARD

- 1.-Compresores Scroll duales para mayor confiabilidad y operación silenciosa.
- 2.- Humidificador generador de vapor para fácil servicio y costo efectivo.
- 3.-Evaporadora tipo "A" con by pass de aire para prevenir saturación de aire entrante del exterior.
- 4.-Microprocesador DAP-II asegura eficiente operación comunicaciones.
- 5.-Calentador eléctrico.
- 6.-Turbinas centrífugas con doble entrada de aire.

Opciones:

- Energy saver coil.
- Detectores de humo.
- Detectores de líquido.

-Tarjetas de comunicaciones:

- Modbus TCP, SNMP, Modbus ASCII/RTU, BACnet
- Autochangeover de 4 hasta 32 unidades y monitoreo de los dispositivos vía acceso a Internet con comunicación por teléfono, fax, e mail o pager.

COMPARACION DE COSTOS

Normalmente las decisiones correctas la primera vez es pensando en ahorrar dinero, siendo que la decisión correcta es adquirir un Aire de Precisión. Desafortunadamente el comparativo de precios entre Sistemas Precisión y Confort es una situación de Peras y Manzanas (estamos hablando de dos Sistemas de aplicación diferente, como lo mencionamos anteriormente). Aun así no hay gran diferencia económica, ejemplo:

Costos de operación: Son más bajos en un Sistema de Precisión, basado en que un aire de Confort hiciera el mismo trabajo.

Mantenimiento: Requiere mayor inversión económica un aire de Confort por daños, al trabajar horas forzadas, para lo cual no está diseñado.

Energía eléctrica: El aire de Precisión solo trabaja cuando se requiere (basado en microprocesador), por lo tanto no hay consumo de energía constante y un aire de Confort trabaja constantemente sin parar, consumiendo energía en todo momento.



Características y beneficios

Disponibilidad:

Fig. 3. Evaporador APC

Compresores de desplazamiento en tándem: Funcionamiento silencioso y eficiente de compresores de espiral, conectados a un circuito común a fin de facilitar el control escalonado de la capacidad (NA en sistemas de agua helada).

Motores de impulsión directa: Se elimina casi por completo la tensión en los rodamientos, lo que aumenta la vida útil. Permite el balanceo en fábrica de los conjuntos de ventiladores y motores, lo que disminuye la vibración y acelera la puesta en marcha.

Unidades de frecuencia variable: Permite el arranque gradual de los ventiladores, lo que ahorra energía durante el encendido. El control de la velocidad del motor simplifica el ajuste de la presión estática y ofrece la posibilidad de prevenir el flujo reverso (back draft).

Humidificador por vapor: La humedad está controlada por un humidificador con contenedor de vapor autónomo que maximiza la eficiencia y facilita el mantenimiento. El contenedor de vapor puro mantiene una capacidad de salida constante y requiere muy poco mantenimiento programado.

Funcionabilidad:

Acceso frontal para el mantenimiento: El sistema cuenta con un acceso frontal total para que el servicio técnico pueda realizar el mantenimiento de rutina de los componentes. El acceso frontal también reduce la superficie que ocupa el sistema, lo cual posibilita que las unidades puedan ubicarse una junto a la otra.

Manejabilidad:

Controlador de microprocesador: Permite realizar un control proactivo y monitoreo en tiempo real por medio de una pantalla alfanumérica de ochenta caracteres y cuatro líneas.

Control de grupos redundantes (RGC): Admite la comunicación entre un máximo de 4 grupos de aires acondicionados de precisión a fin de ofrecer las características de redundancia, prevención de conflictos entre equipos (demand fighting) y modo asistente, además de permitir compartir globalmente determinadas configuraciones.

Contactos de entrada y salida programables: Permite conectar los contactos de los dispositivos con el aire acondicionado y asociarlos con las salidas del cliente o las alarmas del sistema.

Interfaz de red: Permite administrar sus dispositivos conectándolos directamente a la red con una dirección IP dedicada; así, no es necesario recurrir a algún tipo de proxy, por ejemplo, un servidor. Se habilitan las funciones de administración a través de un explorador Web, Telnet o SSH. El sistema de notificaciones le informa sobre posibles problemas a medida que estos se presentan.

Control de humedad y punto de rocío: Es posible establecer el control de la humidificación para que verifique el punto de rocío en lugar de la humedad relativa. Es posible que las temperaturas más elevadas del aire de retorno produzcan la sobre humidificación cuando el control se realiza en función de la humedad relativa. El control del punto de rocío emplea el contenido de humedad del aire ante la necesidad de humidificación.

Protección: Filtración de aire: Elimina la suciedad y otras partículas de la entrada de aire para brindar un suministro más limpio.

Paneles con doble pared: Separa el aislante de la corriente de aire, lo que evita la necesidad de tareas de mantenimiento periódicas y reduce los niveles de ruido. La corriente de aire puede absorber pequeñas partículas de aislante si no existe la separación necesaria.

Costo total de propiedad: Dehumidificación dedicada: Aumenta la eficiencia del sistema al incorporar capacidad latente sin causar una refrigeración excesiva ni aumentar el requisito de recuperación de calor (no aplica en sistemas de agua helada).

Recuperación eléctrica de calor mediante reducción catalítica selectiva (SCR): Modula la capacidad para ahorrar energía. Obtención de niveles de recuperación de calor distribuidos equitativamente en las tres fases.



Fig. 4. Evaporador Liebert

Control de Temperatura: La carga de alta densidad de calor en un local de computadoras u otras aplicaciones similares está más allá de la capacidad de los sistemas de aire acondicionado ordinarios.

Los equipos electrónicos sensibles se mantienen mejor en un medio ambiente estable de $72^{\circ}\text{F} \pm 2^{\circ}\text{F}$ ($22, ^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$).

Como las computadoras y el equipo de comunicaciones generan grandes cantidades de calor en pequeñas áreas, de seis a diez veces la densidad de calor de espacios normales de oficinas el sistema de aire acondicionado debe tener más que justamente suficiente capacidad de enfriamiento.

Debe tener la precisión para reaccionar rápidamente a un cambio drástico en la carga de calor y prevenir amplias fluctuaciones de temperatura.

Algo que el sistema de un gran edificio no puede hacer.

Control de Humedad: El equipo electrónico debe estar protegido tanto de condensación interna como de descargas de electricidad estática. Mantener el nivel correcto de humedad en el local es justamente tan importante como mantener la temperatura apropiada. Una humedad demasiado alta podría causar condensación dentro del equipo electrónico y un potencial dañino a los componentes. Si la humedad es demasiado baja, la electricidad estática podría romper la operación o aún apagar el sistema electrónico.

Un sistema ordinario de un edificio no puede controlar normalmente el medio ambiente dentro de estos límites.

Volumen de Aire: Las computadoras y otro equipo electrónico sensitivo requieren volúmenes de aire mayores que los que el sistema de aire acondicionado ordinario puede proporcionar. Los sistemas típicos de confort están diseñados para proporcionar entre 300 y 400 CFM (Pies Cúbicos por Minuto) por tonelada de enfriamiento. Los sistemas de computadoras requieren entre 500 y 600 CFM (850-1020 CMH) por tonelada. La carga de alta densidad de calor en un espacio relativamente pequeño requiere más cambios de aire que una aplicación de “confort” menos densa.

Mientras que el espacio de una oficina normal requiere solamente 2 cambios de aire por hora, un local repleto de equipo electrónico requiere hasta 30 cambios por hora. Sin el volumen de aire apropiado, podrían desarrollarse dentro del local puntos calientes y fluctuaciones de temperatura.

También, mayores volúmenes de aire proporcionan las altas razones de calor sensible requeridas por el equipo electrónico de cómputo.

Operación Todo el Año: Los sistemas de aire acondicionado de confort no son confiables las 24 horas al día los 365 días al año. Ellos están diseñados típicamente para operar 10 horas al día, de la primavera al otoño. Muchos sistemas de “confort” no están previstos para operación durante el invierno. Un sistema de control de precisión del medio ambiente está diseñado para operación a temperaturas de hasta -30°F ($34,4^{\circ}\text{C}$).

Precisión: El sistema de control ambiental debe ser capaz de detectar y reaccionar a fluctuaciones de temperatura y humedad por mucho demasiado pequeñas para sistemas HVAC de edificios a controlar.

Analizando la razón de cambio en la temperatura o en el contenido de humedad del medio ambiente, el sistema de control anticipa lo que va a suceder en el local, no simplemente responde a lo que ha sucedido.

Eficiencia de la Energía: La demanda constante para un control preciso del medio ambiente hace la eficiencia de la energía de lo más importante. Un sistema de control del medio ambiente bien diseñado optimiza la energía que usa.

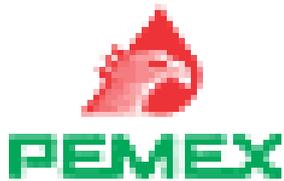
2.3 Empresas que trabajan con equipos de aire acondicionado de precisión

A lo largo del tiempo las necesidades de cada empresa y la vanguardia tecnológica que crece cada día hace que crezcan los cerebros computacionales a la vez que la economía gira en un entorno globalizado hace que día con día existan mayores necesidades en el área de cómputo y telecomunicaciones por lo que para que todo esto trabaje en un ambiente ideal se necesitan equipos capaces de poder mantener un equilibrio en la telecomunicación.

Es por eso que estas empresas han requerido y requieren equipos de precisión que puedan controlar temperatura y una humedad estable para que sus equipos de cómputo y telecomunicaciones trabajen en las mejores condiciones.

Algunas de estas empresas son las siguientes:





2.4 Encuesta Empresarial

La encuesta se realizó basándonos en datos obtenidos por personal técnico e ingenieros de servicio.

Encuesta realizada en corporativos y empresas que utilizan esta marca de equipo:

LIEBERT:

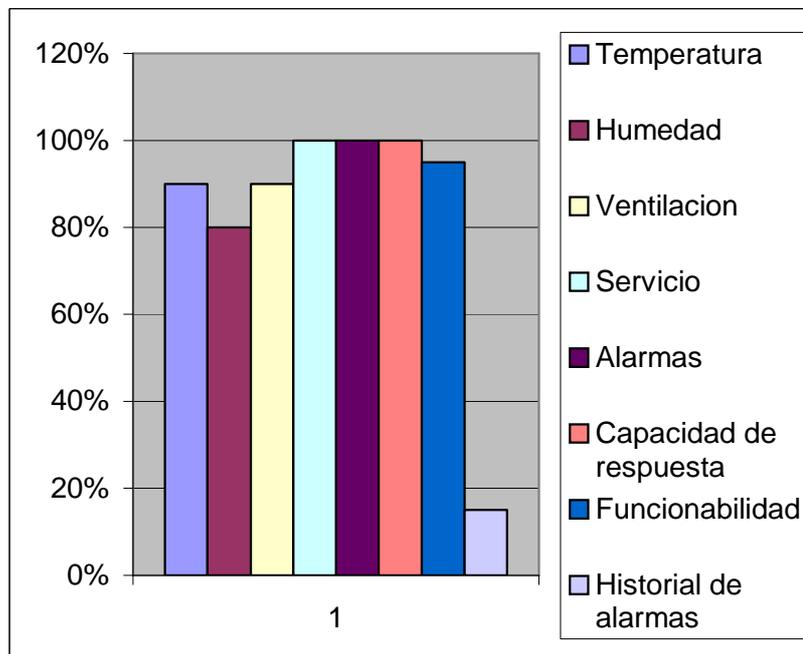


Fig. 5 Grafica comparaciones Liebert

STULZ:

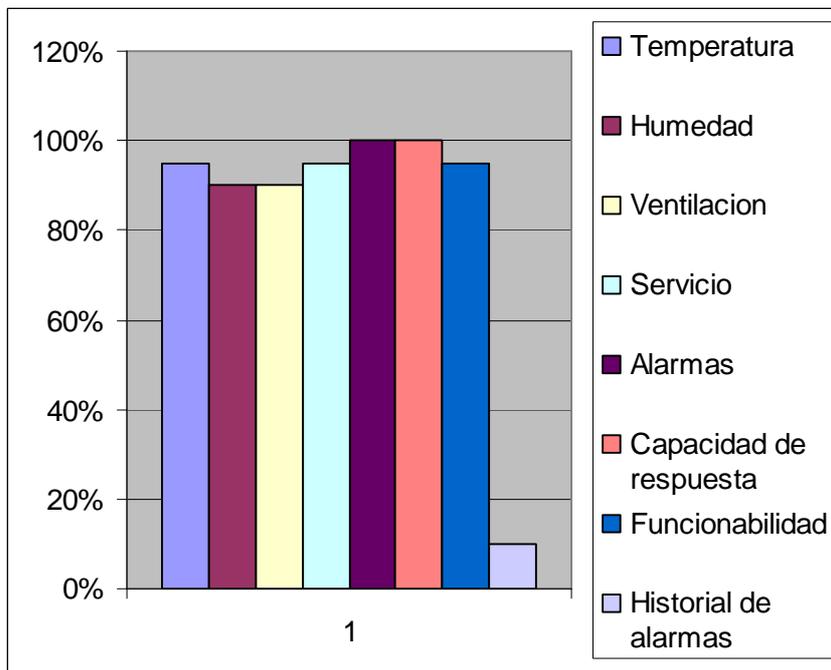


Fig. 6. Grafica comparaciones de equipos STULZ

DATA AIRE:

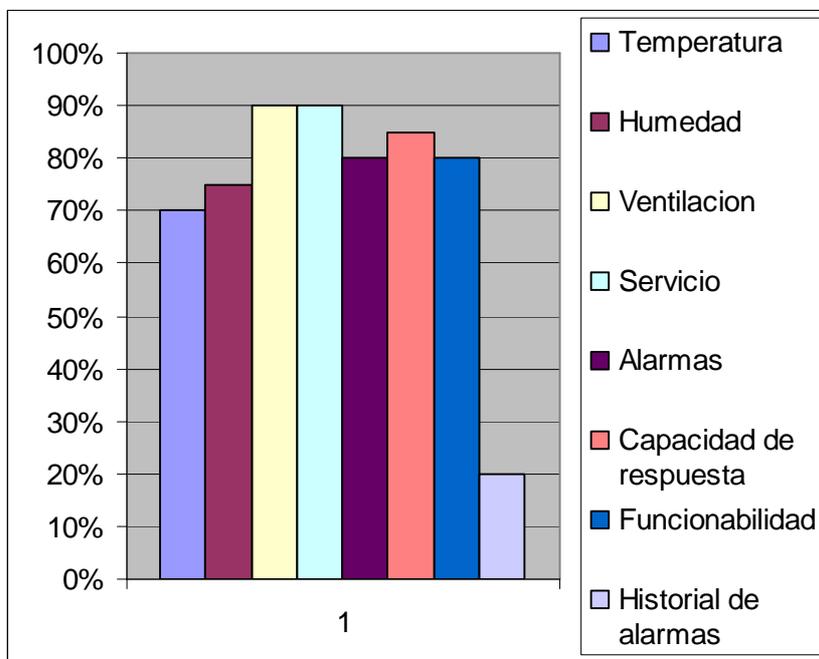


Fig. 7. Grafica comparaciones de equipos DATA AIRE

APC:

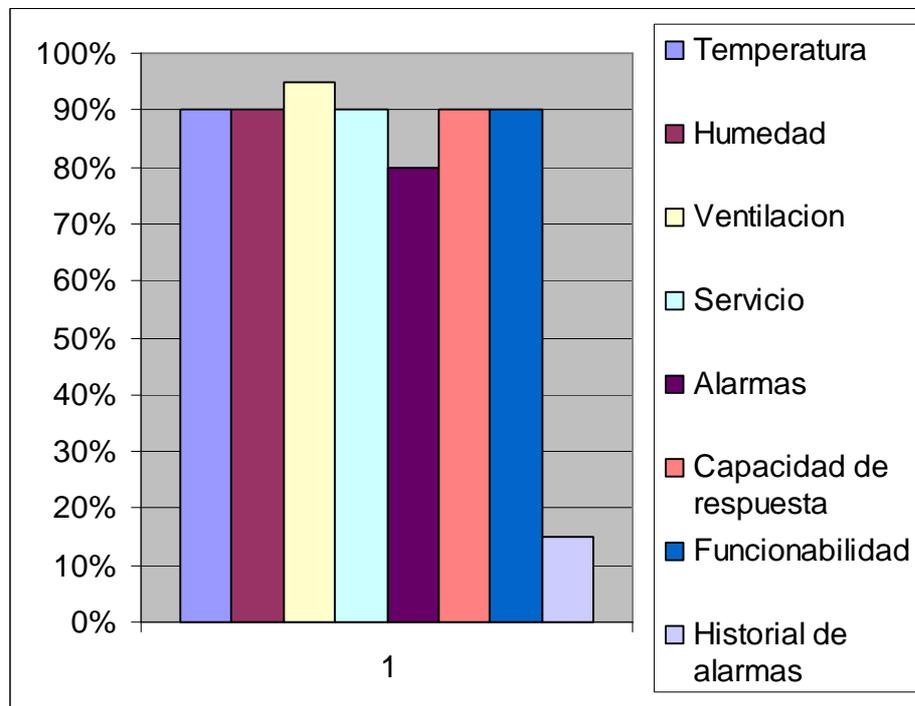


Fig. 8. Grafica comparaciones de equipos APC

2.5 Ventajas y Desventajas de los equipos de Aire Acondicionado



VENTAJAS:

- Los equipos STULZ manejan equipos de precisión certificados por normas ISO-9000.
- Es líder en venta de equipos de aire acondicionado de precisión el continente europeo.
- Es un equipo confiable.
- Sus controladores son capaces de manejarse vía remoto y conectarse a sistemas BMS.
- Utiliza gases refrigerantes ecológicos lo que permite que este dentro del tratado de Montreal.
- Maneja compresores **SCROLL** que son silenciosos y efectivos.

DESVENTAJAS:

- Sus controladores no manejan flotillas de equipos por lo que se necesitarían controladores independientes por cada equipo de aire acondicionado.
- El uso de este tipo de gases refrigerantes aun no esta implementado en nuestro país al 100% por lo que existe un amplio desconocimiento en el uso de estos para los técnicos encargados del mantenimiento.
- Al estar la planta instalada en Alemania en cuestión de costos de importación se elevarían considerablemente, así mismo al considerar un stock de refacciones.
- Utiliza como componente un bote de humidificación, lo que hace que se pierda humedad al filtrar al espacio acondicionado.

- Por lo regular un bote humidificador tiene un periodo de vida de un año.
- Sus protecciones de baja y alta presión no son ajustables ya que son de tipo encapsulados y vienen ajustados de fábrica.
- Al ser un equipo europeo el sistema de unidades que lo rige es el: ingles, con el que tiene sus características y diagramas eléctricos, dificultando al operador el manejo del equipo.



VENTAJAS:

- Es un equipo compacto no de grandes dimensiones.
- Tiene un sistema de enfriamiento por agua o glicol lo que permite que en costos de mantenimiento sea bajo.
- Maneja Compresores **SCROLL** que son silenciosos y efectivos.
- Cuenta con accesorios como detectores de humo, detectores de líquido, tarjetas de comunicaciones.
- La planta esta instalada en EE.UU.
- En cuestión de comparación de precio con otras marcas se encuentra por debajo de ellas

DESVENTAJAS:

- En comparación de efectividad con otras marcas esta por debajo.
- Sus controladores no manejan flotillas de equipos por lo que se necesitarían controladores independientes por cada equipo de aire acondicionado.

- Los equipos de aire acondicionado de precisión no se han renovado en cuestión de operación en un año y medio.
- Sus controladores no están al día de la vanguardia actual.
- Utilizan como accesorio de humidificación el bote humidificador que en rangos de eficiencia pierde una cantidad específica de humedad al filtrar al sistema.
- El bote humidificador se requiere cambiar por lo menos una vez al año.



VENTAJAS:

- Precio aceptable en comparación con otras marcas
- Maneja componentes que permiten al técnico realizar un trabajo rápido de rutina.
- Maneja motores de impulsión directa I que permite que exista menos fricción entre rodamientos.
- Maneja control de humedad y punto de rocío.
- Sus controladores se manejan por interfaz de red e igualmente manualmente.

DESVENTAJAS:

- No son equipos muy conocidos en mercado nacional ni mundial.
- Utiliza un bote humidificador lo que tiene como desventaja con otros sistemas ya que existen pérdidas considerables de humedad al filtrar al área acondicionada.

- Por lo regular un bote humidificador requiere cambiarse cada año por lo menos.



VENTAJAS:

- Precio aceptable conforme a otros equipos.
- Manejo de componentes y accesorios que son de fácil acceso para servicio preventivo y correctivo.
- Cercanía Fronteriza con el país.
- Mejora de control de humedad en base a la evaporación de agua promedio de charola largas de humidificación en comparación con los botes humidificadores.
- Controladores capaces de manejarse desde red y manejo de flotillas.
- Accesorios para cualquier tipo de problemática.

DESVENTAJAS:

- Al manejar agua en charolas de humidificación se provoca la acumulación de sarro e impurezas, por lo que se necesita un mantenimiento mensual a humidificadores, ya que de lo contrario se puede llegar a tapan el drenaje del equipo por acumulación de sarro.
- Refacciones de costo elevado

2.6 Conclusiones del estudio de mercado

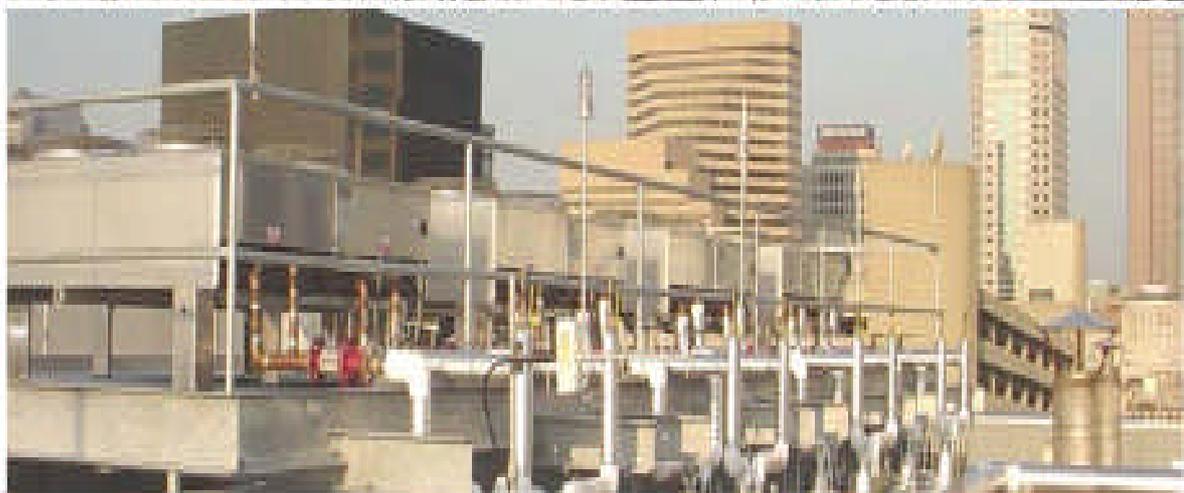
Basándonos en este estudio de mercado y comparando precio y calidad de cada marca considerada para este estudio concluimos que la opción ideal es un equipo **LIEBERT** ya que en precio esta ubicado en los más bajos del mercado y su eficiencia y calidad realizada en esta encuesta nos indica que es un equipo confiable ya que este equipo cuenta con gran aceptación en el mercado mundial.

Debe mencionar que la marca LIEBERT es considerada como la opción más viable ya que el traer esta unidad a nuestro país tendría el precio por flete mas bajo.

Por lo que respecta a la marca STULZ concluimos que es una excelente opción en cuanto a calidad pero el único inconveniente sería el elevado costo que llevaría traer este equipo a nuestro país.

En cuanto a la marca DATAIRE, es un equipo económico pero poco eficiente ya que su demanda es poca ya que existen demasiadas quejas en cuanto a las características que maneja, por lo que queda descartado para este proyecto.

En cuanto al equipo de la marca APC, es una marca poco conocida lo que marca una incógnita, por lo que sería recomendable utilizar este equipo en algún otro proyecto con menos especificaciones técnicas en cuanto a la eficiencia.



3.1 Descripción de la instalación

Para la instalación de los equipos de Aire Acondicionado primero se debe realizar un estudio de cargas térmicas para conocer la carga que tiene el sitio en donde se va a instalar los equipos, en este caso en el SITE de comunicación o centro de computo, según sea el caso.

Después de haber realizado el estudio de cargas se debe realizar un reporte del estudio realizado y dar una propuesta de los equipos que se pueden instalar en el sitio y su costo para que el cliente de su aceptación de que equipos van a instalarse. También se tiene que realizar los planos de la ubicación, instalación y conexiones eléctricas, para que el cliente tenga una referencia de cómo va a quedar en sus instalaciones el equipo que se tiene que instalar.

Cuando ya se sabe qué tipo de equipos son los van a instalar se debe realizar por medio de un programa las actividades a realizar y el tiempo estimado para la instalación de los equipos.

Para iniciar la instalación de los equipos necesitamos realizar primero de obra civil, esto es que se deben hacer las preparaciones, las cuales son las aberturas en los pisos o en las paredes para poder pasar las tuberías y conexiones eléctricas, así como las tuberías para los sistemas que se tienen que instalar.

Ahora se recibe el equipo en el sitio y se lleva hasta su ubicación final la cual ya se tiene definida mediante el plano ya realizado, por lo tanto en el sitio ya se tiene terminada la obra civil, para después empezar a acomodar el equipo, y empezar con las conexiones eléctricas e hidráulicas para el o los equipos de Aire Acondicionado.

Por lo tanto ya una vez ubicado el equipo se empiezan a realizar las conexiones eléctricas e hidráulicas que van de acuerdo a las especificaciones que indican los proveedores en sus manuales de instalación.

Para las conexiones hidráulicas se deben revisar con mucho cuidado, ya que varios proveedores mencionan que se deben realizar algunas trampas para evitar que se dañen los equipos.

Por último se debe esperar al personal del proveedor para que se arranques los equipos para poder tener la garantía de los mismos y espera no tener algún problema en las instalaciones y se proceda a su visto bueno.

3.2 Lista de actividades

Para la realización de la instalación de los equipos de Aire Acondicionado se deben realizar las siguientes actividades:

- Cálculo de carga para selección de equipo.
- Plano de ubicación de equipos en SITE.
- Instalación del equipo.
- Preparación del sitio.
- Consideraciones de la ubicación del equipo.
- Conexión de tuberías de succión y descarga de refrigerante.
- Línea de drenado.
- Consideraciones para los usos de piso falso.
- Conexiones eléctricas del equipo.
- Consideraciones para la distribución del flujo de aire.

NOTA: Cada una de estas actividades viene detallada en el capítulo 4.

3.3 Tiempo de instalación

Para la instalación de los equipos de Aire Acondicionado se realizó mediante el diagrama de ruta crítica, y además se realizó por medio del programa PROJECT, en el cual se mencionan las fechas de las diferentes actividades a realizar durante el desarrollo del proyecto, así mismo se determinó el tiempo estimado de la conclusión final del proyecto.

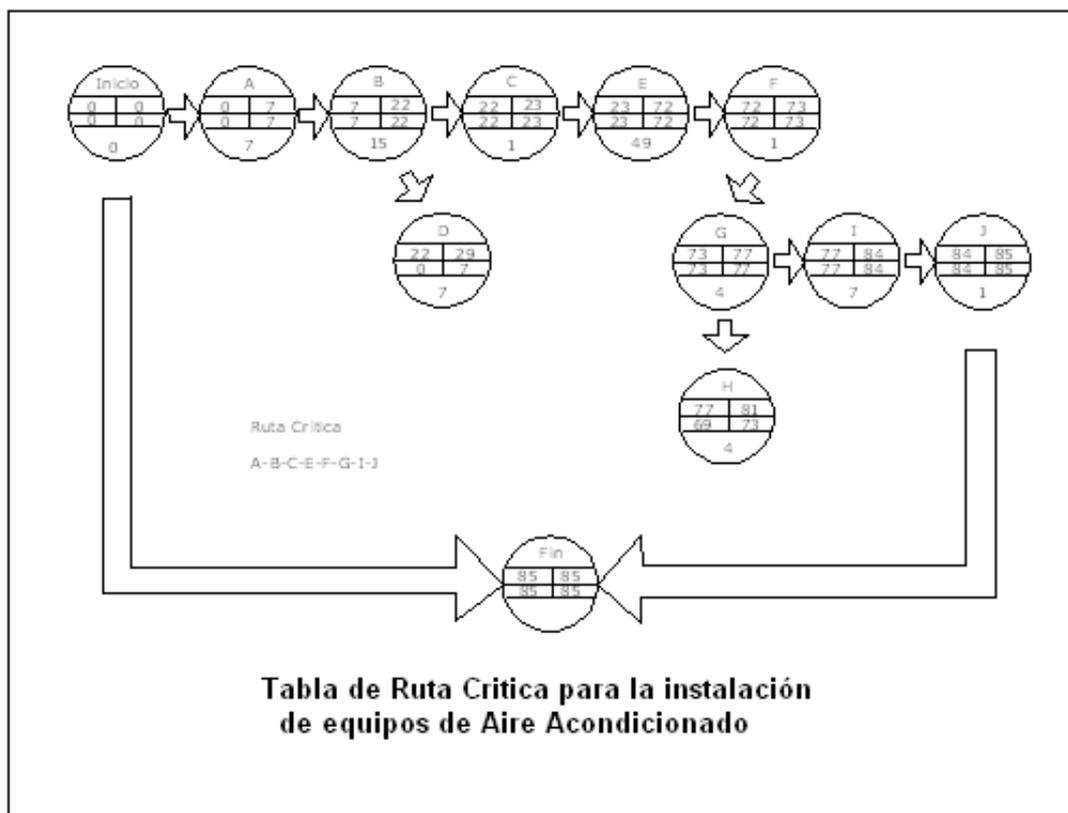


Figura 10: Ruta crítica.

NOTA: Ver anexo 1 Lista de actividades realizadas por medio del programa PROJECT



CAPITULO 4
EJECUCIÓN
DEL
PROYECTO

4.1 Cálculo de carga térmica para selección de equipo

Método seleccionado:

“Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento” (CLTD/CLF)

El objetivo de este trabajo es establecer los siguientes puntos:

- Las condiciones de diseño interiores y exteriores.
- Los requisitos de una ventilación adecuada.
- Los procedimientos y factores a utilizar en el cálculo de las cargas de enfriamiento.

El procedimiento debe ser interpretado como un conjunto de prácticas recomendadas.

4.2 DESARROLLO DEL MÉTODO

4.2.1 Carga de diseño

Carga impuesta en el equipo mientras este mantiene las condiciones interiores de diseño y cuando las condiciones exteriores de temperatura y humedad están dentro de lo especificado. Para este caso se aplicaremos una carga de diseño de *36000 BTU/HR* por cada equipo de aire acondicionado de precisión.

4.2.2 Condiciones interiores de diseño

Son la temperatura interior de bulbo seco y la humedad relativa interior, especificadas para el cálculo de una carga de diseño. Para este proyecto se tendrá como factores de humedad un *45%* y se maneja una temperatura promedio de *19°C*

4.2.3 Condiciones exteriores de diseño

Son la temperatura exterior de bulbo seco y la humedad relativa exterior del ambiente donde se requiere calcular la carga de diseño. Se tomara este valor en base a temperaturas y humedad del D.F. que son 25° C y 35%.

4.2.4 Momento del día con carga pico de enfriamiento

Este momento no es detectable fácilmente, ya que los componentes principales de la carga de enfriamiento no se dan al mismo tiempo. La carga máxima de temperatura exterior se toma como las 3:00 p.m., la máxima ganancia solar a través de vidrios llega a cualquier hora desde la 7:00 a.m. hasta las 5:00 p.m., dependiendo de la orientación geográfica. Las ganancias de calor internas pueden llegar a su pico en cualquier momento. Se hace necesario entonces efectuar un cálculo de las ganancias de calor en varios puntos a lo largo del día para poder determinar el pico máximo de la carga de enfriamiento.

Para este caso se tomará valores con el mes más cálido del año que es el mes de mayo, por lo que el cálculo estará respaldado en esta cuestión.

4.2.5 Ganancia de calor por radiación solar a través de vidrios

En este proyecto *no aplica la ganancia de calor por radiación solar* ya que el sitio a acondicionar es completamente cerrado sin ventanas, por lo tanto este valor se desprecia.

4.2.6 Sombreado de ventanas con aleros

En este proyecto *no aplica la ganancia de calor por sombreado de ventanas con aleros* ya que el sitio a acondicionar es completamente cerrado sin ventanas, por lo tanto este valor se desprecia.

4.2.7 Ganancia de calor a través de componentes estructurales

La conducción es el modo de transferencia de calor por el cual se verifica un intercambio de energía desde una región de alta temperatura hacia otra de baja temperatura, debido al impacto cinético o directo de moléculas.

NOTA: Ver anexo 2

4.2.8 Diferencias equivalentes de temperatura

Es muy importante tener en cuenta la diferencia de temperatura equivalentes, que se aplican a paredes y techos; efectos de la radiación solar, efecto de retardo o efecto de almacenamiento y diferencias en la temperatura del aire.

Esta diferencia de temperatura se produce realmente por la acción simultánea de la Conducción, radiación y convección, se muestran en las tablas "*Diferencias de temperaturas equivalentes para paredes sombreadas y soleadas*" y "*Diferencias de temperaturas equivalentes para ganancias de calor a través de techos planos*".

NOTA: Ver anexo 2

Estos factores dan las diferencias de temperaturas equivalentes para varios tipos de construcciones en distintos momentos del día para techos y paredes respectivamente.

4.2.9 Concentración de personas como base de diseño

Las personas que ocupan el espacio que debe ser acondicionado contribuyen con cantidades importantes de calor sensible y calor latente, que aumenta la carga total de enfriamiento de dicho espacio. El cálculo debe basarse en el número promedio de personas dentro del espacio durante el periodo de la máxima carga de enfriamiento de diseño. La cantidad de calor debida a las personas, que va a aumentar la carga total de enfriamiento, debe estar de acuerdo a la actividad desarrollada por éstas personas como indica la Tabla "*Ganancias de calor por persona*". **NOTA:** Ver anexo 2

4.2.10 Ganancias de calor originadas por equipos instalados en el interior de un espacio a acondicionar

Entre las fuentes de calor dentro del espacio que será condicionado están las luces, las maquinas de oficina, equipos de computación, los electrodomésticos y los motores eléctricos.

Cuando los equipos que producen calor están cubiertos por una campana de extracción, debe calcularse la carga adicional debida al aire fresco que se debe introducir para compensar el aire extraído por la campana. Esto se calcula en la secuencia de Ganancias de calor por infiltración y ventilación.

Con respecto al alumbrado, el mismo constituye una fuente de calor sensible. Este calor se emite por radiación, convección y conducción. Un porcentaje del calor emitido por radiación es absorbido por los materiales que rodean el local, pudiendo también producirse estratificación del calor emitido por convección.

Las ganancias de calor reales se determinan aplicando los valores mostrados en la tabla "Ganancias debidas al alumbrado". **NOTA:** Ver anexo 2

Las lámparas incandescentes transforman en luz un 10% de la energía absorbida, mientras el resto la transforman en calor que se disipa por radiación, convección y conducción. Un 80% de la potencia absorbida se disipa por radiación, y solo el 10% restante por conducción y conducción.

Los tubos fluorescentes transforman un 25% de la energía absorbida en luz, mientras que otro 25% se disipa por radiación hacia las paredes que rodean el local, y el resto por conducción y convección. Debe tenerse en cuenta, además, el calor emitido por la reactancia o resistencia limitadora, que representa un 25% de la energía absorbida por la lámpara.

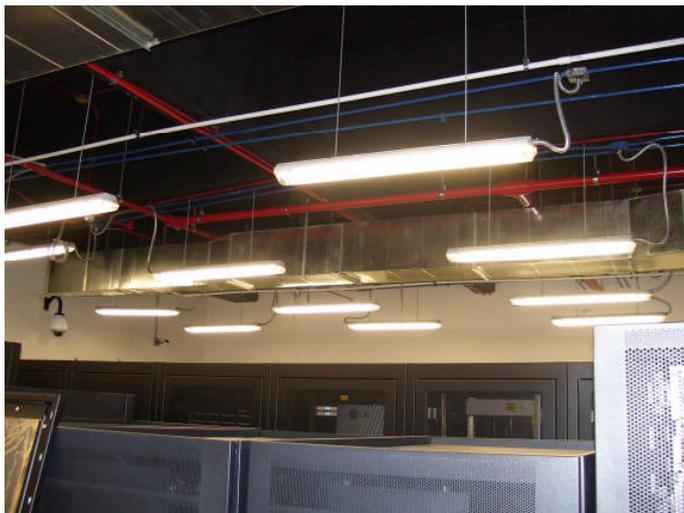


Fig. 11. Alumbrado dentro del SITE

TIPO	GANANCIA DE CALOR SENSIBLE EN BTU/HR
Fluorescente	Potencia útil en vatios x 4,1
Incandescente	Potencia útil en vatios x 3,4

Tabla Ganancias debidas al alumbrado

Generalmente la placa de identificación de los equipos dará la información necesaria para obtener el dato aproximado del calor generado por el aparato. En las placas que se especifique la potencia consumida, esta se puede tratar del mismo modo que las luces incandescentes, multiplicando los vatios por 3,4 para obtener Btu/hr.

Si lo especificado es la potencia del motor, puede usarse la tabla: "Ganancias de calor por motores eléctricos" para obtener Btu/hr. Si solo se especifican el voltaje y los amperios consumidos a plena carga, se multiplica el voltaje por el amperaje por un factor de utilización razonable (se recomienda 0,6 para motores pequeños y 0,9 para motores grandes) y por 3,4 para obtener Btu/hr. En todos los casos, aplique un factor de utilización. **NOTA:** Ver anexo 2

Por medio del método: "Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento" se obtuvieron los siguientes resultados:

NOTA: Ver anexo 2 (Manual de especificaciones para sistemas de aire acondicionado).

CARGAS TERMICAS PARA AIRE ACONDICIONADO

Hoja Zona Total

Preparado _____

Oficina Depto. de Proyectos

Cliente: INSTITUCIÓN BANCARIA

Localidad DF

Ganancia Solar por Cristal										
Concepto	Partida	Area			Ganacia Solar			Factor	=	BTU / hora
Cristal	Noreste	0.0000	ft ²	x	3.5	BTU/hr ft ²	x	1.0067	=	0.0000
Cristal	Sureste	0.0000	ft ²	x	3.5	BTU/hr ft ²	x	1.0067	=	0.0000
Cristal	Noroeste	0.0000	ft ²	x	82	BTU/hr ft ²	x	1.0067	=	0.0000
Cristal	Suroeste	0.0000	ft ²	x	36.5	BTU/hr ft ²	x	1.0067	=	0.0000
Cristal			ft ²	x		BTU/hr ft ²	x		=	

Ganancia Solar y Transmisión por Paredes y Techo										
Concepto	Partida	Area			ΔT			Factor U	=	BTU / hora
Pared	Noreste	3713.549094	ft ²	x	65.68	° F	x	0.1127	=	27488.1954
Pared	Noreste	3713.549094	ft ²	x	65.68	° F	x	0.3003	=	73244.9431
Pared	Sureste	322.9173125	ft ²	x	65.68	° F	x	0.3003	=	6369.1255
Pared	Sureste	322.9173125	ft ²	x	65.68	° F	x	0.1127	=	2390.2779
Pared	Noroeste	3713.549094	ft ²	x	65.68	° F	x	0.3003	=	73244.9431
Pared	Suroeste	322.9173125	ft ²	x	65.68	° F	x	0.3003	=	6369.1255
Pared	Suroeste	322.9173125	ft ²	x	65.68	° F	x	0.1127	=	2390.2779
Techo sol			ft ²	x		° F	x		=	
Techo sombra		1782.503565	ft ²	x	69.78	° F	x	0.1541	=	19167.4355

Ganancia Por Transmisión Excepto Paredes y Techos									
Todo el vidrio	0.0000	ft ²	X	25.2	° F	X	0.5	=	0.0000
Divisiones		ft ²	X		° F	X		=	
Techos		ft ²	X		° F	X		=	
Suelo		ft ²	X		° F	X		=	
Infiltracion		PCM	X			X		=	
Varios		PCM	X			X		=	

Calor Interno									
Personas	1	Personas	X	245		BTU/Persona		=	245
Potencias		HP o KW	X			X		=	
Luces	600	Watts	X	BTU/hr/Watts	3.4	X	1.25	=	2550
Aplicaciones etc.			X			X		=	
Ganancia Adicionales	3600	Watts	X	BTU/hr/Watts	3.4	X		=	12240
								SUBTOTAL	= 225699.3239
Almacenaje		ft ²	X			X		=	
Factor de Seguridad				10	%		0.1	=	22569.9324

(CSC) CALOR SENSIBLE DEL CUARTO								=	248269.2563
Ganancia Calor		Pérdidas por Escap. y Fugas		Ventilador (HP)				=	0.1
Conduc. Imp.		%		%				=	24826.9256
Aire Exterior	25	PCM	x	25.2	°F	x	0.1(%)x1.08	=	68
(CSEC) CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL CUARTO								=	273164.2219
CALOR LATENTE									
Infiltración			x					=	
Personas	1	Personas	x	205			BTU/Persona	=	205
Vapor		lb/hr	x					=	
Aplicaciones			x					=	
Ganancias Adicionales			x					=	
Difusión de vapor		ft ²	x		Gr/lb	x		=	
Factor de Seguridad				5	%		0.05	=	10.2500
(CLC) CALOR LATENTE DEL CUARTO								=	215.2500
Pérdidas Filtración Conduc. Impul.		3%						=	6.4575
Aire Exterior	25	PCM	x	49	Gr/lb	x	0.1(%)x0.68	=	83
(CLEC) CALOR LATENTE EFECTIVO DEL CUARTO								=	305
(CTEC) CALOR TOTAL EFECTIVO DEL CUARTO								=	273469.2294
Calor del Aire Exterior									
Sensible	25	PCM	x	25.2	°F	x	(1-0.1)x1.08	=	612
Latente	25	PCM	x	49	Gr/lb	x	(1-0.1)x0.68	=	750
SUBTOTAL									
Ganancia Calor		Pérdidas por Escap. y Fugas		Ventilador (HP)				=	
Conduc. Imp.		%		%				=	
GRAN TOTAL								=	274831.2894

RESULTADOS	BTU / hora	Ton. Refrigeración
	274831.2894	22.90

De los cálculos anteriores se selecciona el tipo de equipo a instalarse, una vez que se conoce la carga térmica en el área a acondicionar, tomando además los criterios de las características requeridas por el cliente:

- Flujo de inyección a través de piso falso
- Requerimiento de 2 unidades de las mismas características (quedando una como apoyo)
- Ubicación de condensadora a la intemperie colocada en azotea

El equipo seleccionado es de la marca **LIEBERT DELUXE SYSTEM 3**:

- De expansión directa con condensador enfriado por aire
- **Modelo: DH380A-CAEI**

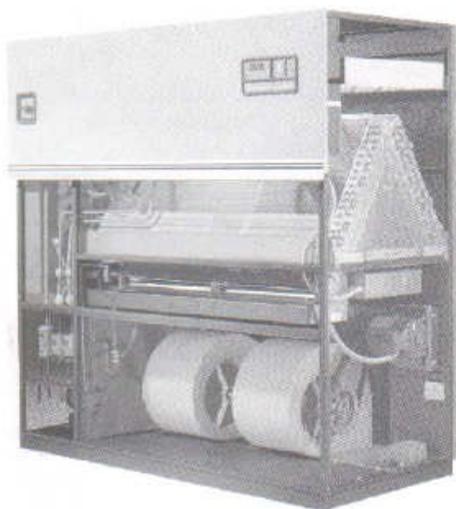
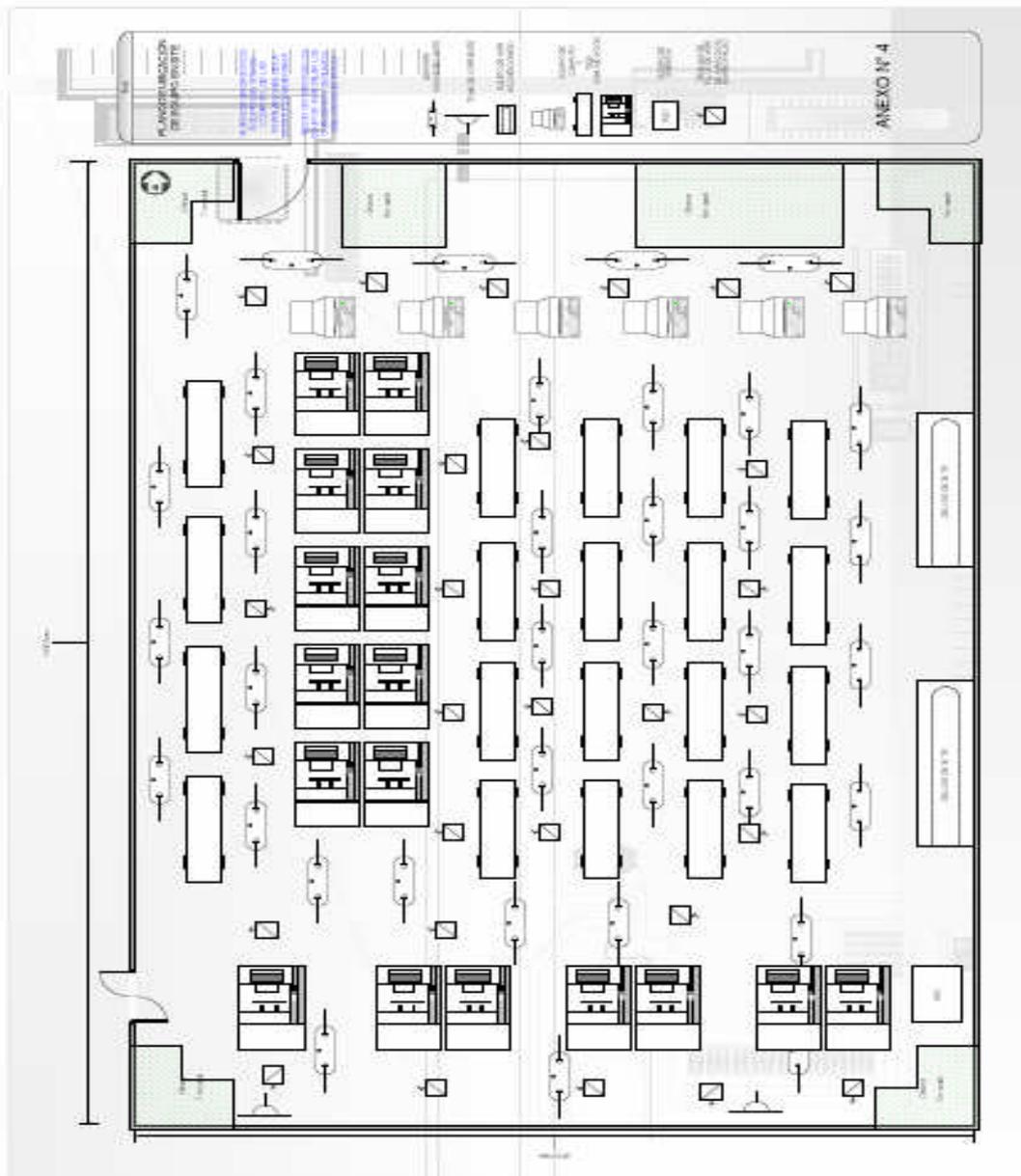


Fig.12. Evaporador Liebert DELUXE SYSTEM 3

Nota: ver anexo 3 de tablas de características del equipo.

4.3 Plano de ubicación de equipos en SITE

En el presente se muestra la distribución y ubicación de los equipos de aire acondicionado, al igual que los diferentes equipos y accesorios que conforman el área a acondicionar.



Nota: ver anexo 4 para mayor apreciación.

4.4 INSTALACIÓN DEL EQUIPO

4.4.1 Preparación Del Sitio

El cuarto se debe tener bien aislado y debe tener una barrera sellada del vapor. La barrera del vapor en el techo puede ser un tipo de la película de polietileno. Utilizar una pintura del caucho-base o del plástico-base en las paredes y los pisos concretos. Las puertas no deben ser socavadas o tener parrillas en ellas, afuera el aire fresco, se debe guardar a un mínimo absoluto ya que el aire exterior puede agregar calor y humedad al SITE. Las condiciones para el SITE de la institución bancaria cumplen con las arriba mencionadas.

4.4.2 Consideraciones de la ubicación del equipo

En este caso para la inyección de flujo de aire por piso falso (**Downflow**), los evaporadores se montaron en una base de pedestal debajo de la unidad para asegurar el soporte de los mismos, independientemente del piso falso.

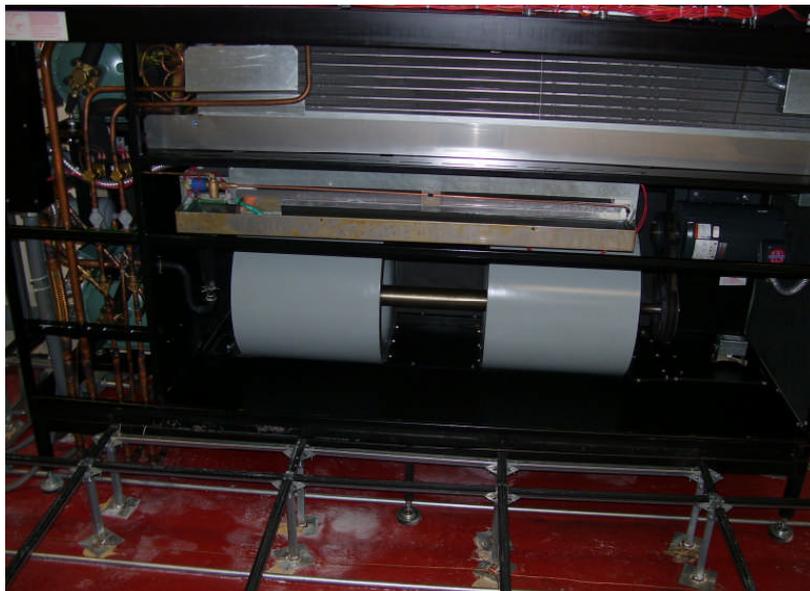


Fig. 14. Base para soportar evaporador

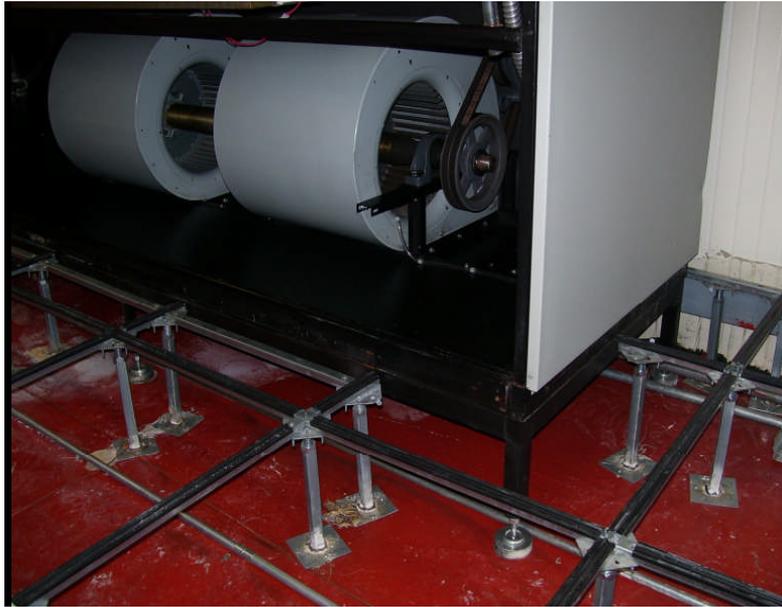


Fig. 15. Base de equipo, independiente del piso falso

Se tiene que tener una separación de servicio aproximadamente de 34"(86.4cm) a la izquierda, derecha y delante de la unidad siempre que sea posible. El espacio mínimo requerido para la instalación es de 18" (45.7 centímetros) en el extremo izquierdo, 18" (45.7 centímetros) en el extremo derecho, y el 24"(61 centímetros) delante de la unidad.

Este espacio es necesario para el acceso de personal para realizar mantenimiento general y/o correctivo, tal como sustituir los filtros, ajuste de la velocidad del ventilador, limpieza del humidificador, destapar drenaje, cargar gas refrigerante, aceite, toma de parámetros eléctricos y revisión general del equipo.



Fig. 16. Accesos para personal de servicios

Se debe evitar instalar unidades demasiado cerca unas de otras, esto tiende a reducir la eficiencia de la distribución del aire debido a que se presentan choques en los flujos generando además con ello un mayor incremento en la presión estática del sistema.

Para este caso no se tiene problema debido a que las unidades están separadas en base a especificaciones de diseño de los equipos, y además solamente trabaja uno ya que el otro equipo se encuentra en modo de espera por cualquier falla y mantenimiento preventivo o correctivo que se requiera realizar en el equipo que se encuentra operando.

4.4.3 Conexión de tuberías de succión y descarga de refrigerante en condensador y evaporador

La tubería en campo se debe instalar de acuerdo con códigos locales y debe ser montada, sujeta y aislada correctamente. Se debe evitar instalar largas trayectorias de la línea de líquido y de gas caliente debido a que esto genera una reducción en la eficiencia del equipo, además que se pueden tener daños en los compresores, reduciendo así la vida útil del equipo, la distancia máxima es de 45 metros lineales para garantizar el óptimo desempeño. Se empleó tubería de cobre tipo "L" de 1 3/8 in para la línea de baja presión (color rojo) y de 7/8 in tipo "L" para la línea de alta presión (color amarillo), para la sujeción y montaje se emplearon abrazaderas con la colocación de neopreno para evitar fricción entre los elementos metálicos y reducir la vibración de las tuberías las cuales fueron sujetadas en bases de ángulo recubiertas de zinc. Las uniones de las tuberías fueron realizadas con soldadura "fosco" utilizando para ello equipo de oxiacetileno (autógena).



Fig. 17. Tuberías de succión y descarga hacia evaporador dentro del SITE



Fig. 18. Compresores de la evaporadora



Fig. 19. Tuberías de succión y descarga hacia la condensadora



Fig. 20. Unidad condensadora ubicada en azotea y a la intemperie



Fig. 21. Montaje y sujeción de las tuberías de succión y descarga

	75A		114A (115A)		125A (130A)		199A		245A		290A		380A	
	línea de Gas caliente	línea Liq.												
50 ft (15m)	5/8	1/2	7/8*	1/2	7/8*	1/2	7/8	5/8	1-1/8*	7/8	1-1/8	7/8	1-3/8	7/8
100 ft. (30m)	7/8	1/2	7/8*	5/8	7/8	5/8	1-1/8*	7/8	1-1/8	7/8	1-1/8	7/8	1-3/8	7/8
150 ft. (45m)	7/8	5/8	7/8	5/8	7/8	5/8	1-1/8	7/8	1-1/8	7/8	1-1/8	7/8	1-3/8	1-1/8

Tabla 4. Diámetros para la tubería de succión y descarga

4.4.4 Línea de drenado

La tubería de drenaje se instaló para el drenado de la charola de condensados y del humidificador del evaporador, dicha tubería es de 5/8 in de cobre.



Fig. 22. Líneas de drenado de condensado

4.4.5 Consideraciones para los usos de piso falso

Toda la tubería debajo del piso elevado debe ser localizada de modo que ofrezca la menor resistencia al flujo de aire. Se requiere el planeamiento cuidadoso del acomodo e instalación de los diferentes elementos por debajo del piso falso para evitar que el flujo de aire sea bloqueado. Al instalar el cableado y tubería por debajo del piso falso, se recomienda estén montadas en un plano horizontal, dichos elementos deben ser paralelos al flujo de aire.



Fig. 23. Cableado debajo del piso falso.



Fig. 24. Acomodo de cableado y tubería abajo del piso falso

4.4.6 Conexiones Eléctricas del Equipo

Se realizó instalación y conexión de sistema eléctrico en base a especificaciones de normas y datos obtenidos de los manuales del fabricante del equipo.

(Ver anexo 5)



Fig. 25. Caja de fuerza principal.



Fig. 26. Conexión al evaporador.



Fig. 27. Conexiones eléctricas en evaporador



Fig. 28. Conexiones al condensador

4.4.7 Consideraciones para la distribución del flujo de aire por medio de paneles perforados.

Por consideraciones de diseño del equipo la cantidad de flujo de aire en el retorno debe ser mínimo del 90% del flujo de inyección del equipo, si no se cumple con esta condición los equipos pueden sufrir anomalías en su funcionamiento como: Congelamiento de serpentín evaporador así como en las líneas de succión y descarga de las líneas del compresor.

Se debe comprobar siempre las especificaciones del proveedor del piso antes de especificar el número total de los paneles perforados para manejar el flujo de aire, se debe indicar el área libre total requerida para la entrega de aire más bien que el número de las mismas, existen diferentes proveedores como BESCO.

Para este proyecto se colocaron paneles perforados reguladores de flujo de aire ya que con ello si se tiene que restringir o aumentar flujo de aire en un lugar determinado dentro del SITE puede lograrse sin ningún problema.



Fig. 29. Panel perforado



Fig.30. Vista del site y de los paneles perforados

CONCLUSIÓN GENERAL

Las organizaciones actuales para definir el estándar de los servicios tecnológicos que se deben conseguir internamente y hacia los clientes. Para esto, tanto las compañías, como sus proveedores informáticos implementan una serie de tecnologías, políticas y configuraciones en los servidores para lograr al menos, la tan preciada cifra de 99,999% de disponibilidad.

Sin embargo, existe un factor que es externo a la configuración del servidor, sus UPS, ventiladores internos u otro tipo de elementos "altamente disponibles" que tiene relación con la temperatura ambiente donde se instalará el o los servidores. La gran mayoría de los departamentos tecnológicos de las empresas saben que los sistemas informáticos se deben mantener a bajas temperaturas, para lo cual se implementan sistemas de ventilación o refrigeración especiales.

Ciertos niveles de temperatura ambiente y humedad relativa, ayudan a que el flujo de información y electricidad entre los distintos componentes de un sistema sea más rápido y eficiente, aumentando de esa manera las prestaciones de los aparatos tecnológicos. Por tal motivo, al momento de la instalación de nuevos computadores con funciones críticas, servidores y almacenamiento de datos de una empresa, es necesario ubicarlos en ambientes climatizados y que cuenten, además, con un monitoreo permanente de la temperatura y humedad que garantice la integridad de los aparatos.

Los grandes servidores ubicados en centros de datos, producen una alta disipación de calor y, al mismo tiempo, son sensibles ante cualquier cambio en las condiciones climáticas de su entorno. Fluctuaciones de temperatura o humedad pueden causar fallas en cualquier equipo electrónico delicado y crítico. Estas fallas pueden significar altos costos para las compañías, dependiendo de la información que está siendo procesada, pérdida de datos, tiempos muertos llegando incluso a una pérdida total de producción. Los desafíos actuales son muy distintos a los de los primeros centros de datos modernos hace más de 30 años.

Tomando en cuenta estos factores se calcula cuántos Btu /hr. por hora requiere el Data Center para funcionar en óptimas condiciones y bajo los estándares ideales de refrigeración. En la mayoría de las ocasiones, las empresas (especialmente las grandes corporaciones), contratan una empresa de ingeniería externa que realiza los cálculos respectivos para luego proponer cuál es la infraestructura necesaria y los proveedores más idóneos.

El diseño del sistema de aire acondicionado depende del tipo de estructura en la que se va a instalar, la cantidad de espacio a refrigerar, el número de ocupantes y del tipo de actividad que realicen. Una habitación con grandes ventanales expuestos al sol, o una oficina interior con muchos focos o bombillas, que generan mucho calor, requieren un sistema con capacidad refrigeradora mucho mayor que una habitación sin ventanas iluminada con tubos fluorescentes. La circulación del aire debe ser mayor en espacios en los que los ocupantes pueden fumar que en recintos de igual capacidad en los que no está permitido. En viviendas y apartamentos, la mayor parte del aire calentado o enfriado puede circular sin molestar a sus ocupantes; pero en laboratorios y fábricas donde se realizan procesos que generan humos nocivos el aire no se puede hacer circular; hay que proporcionar constantemente aire fresco refrigerado o calentado y extraer el aire viciado.

Los sistemas de aire acondicionado se evalúan según su capacidad efectiva de refrigeración, que debería medirse en kilovatios. Sin embargo todavía se mide en algunas ocasiones en toneladas de refrigeración, que es la cantidad de calor necesaria para fundir una tonelada de hielo en 24 horas, y equivale a 3,5 kilovatios.

Por eso concluimos que la realización de este proyecto y la selección del equipo LIEBERT fue la opción más viable en base al estudio de mercado realizado y al nivel operativo que este equipo ofrece para satisfacer las necesidades de acondicionamiento de aire que los equipos electrónicos ubicados dentro del SITE.

Debido a esto, una de las claves es establecer e implementar sistemas de aire acondicionado, ventiladores de precisión, tecnología en base al enfriamiento de líquidos o cualquier otra alternativa, en un sistema constante de temperatura de la sala y del flujo de movimiento que en ella existe.

GLOSARIO

PSICOMETRÍA

Psicometría estudia la termodinámica del aire húmedo.

TEMPERATURA DEL BULBO SECO (TBS)

La TBS es la temperatura del aire la cual se registra por medio de un termómetro ordinario.

TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCÍO

Es la temperatura por debajo de la cual comienza la condensación de humedad. También es el punto máximo de humedad.

TEMPERATURA EFECTIVA (TE)

Es un índice empírico del grado de alto grado de calor que percibe un individuo cuando se expone a varias condiciones de temperatura, humedad y movimiento de aire.

HUMEDAD REALTIVA (% HR)

La HR es la diferencia entre el vapor de agua que está presente en el aire y la mayor cantidad de vapor de agua que puede contener el aire a la misma temperatura. La HR se expresa en porcentaje.

HUMEDAD ESPECÍFICA (W)

Es el contenido de humedad en el aire. Es el peso del vapor de agua en granos (o libras) por libras de aire seco. Existen 7000 granos de humedad en una libra de agua.

ENTALPÍA

La *entalpía* es el calor total contenido en una libra de una sustancia, medida a partir de un punto de referencia. Este punto de referencia es $0^{\circ} F (-17.8^{\circ} C)$ para el aire seco, $32^{\circ} F (0^{\circ} C)$ para vapor de agua y $-40^{\circ} F (-40^{\circ} C)$ para refrigerantes.

PRESIÓN DE VAPOR (e)

La presión de vapor es la presión ejercida por el vapor de agua contenido en el aire, la cual se mide en pulgadas de mercurio (pulg.).

VOLUMEN

El volumen, como es usado en psicometría, se refiere a los pies cúbicos de la mezcla por libra de aire seco. Tomando en cuenta el contenido de vapor de agua.

CALOR SENSIBLE

El *calor sensible* del aire es el calor que podemos sentir y que nuestro cuerpo detecta como temperatura.

FACTOR DE CALOR SENSIBLE

La relación de calor sensible con el calor total se llama *factor de calor sensible*

CALOR LATENTE

El *calor latente* es la cantidad de calor necesaria para producir un cambio de estado en la sustancia. Los sólidos se convierten en líquidos y los líquidos se convierten en gases.

CALOR TOTAL

El *calor total* es la suma del calor latente y el calor sensible.

AIRE SECO

El *aire seco* es aquél que no contiene vapor de agua.

ZONA DE CONFORT

La llamada *zona de confort* es el rango de temperatura de bulbo seco, humedad relativa y de velocidad del aire en el que la mayoría de las personas normales se sienten a gusto.

BIBLIOGRAFÍA

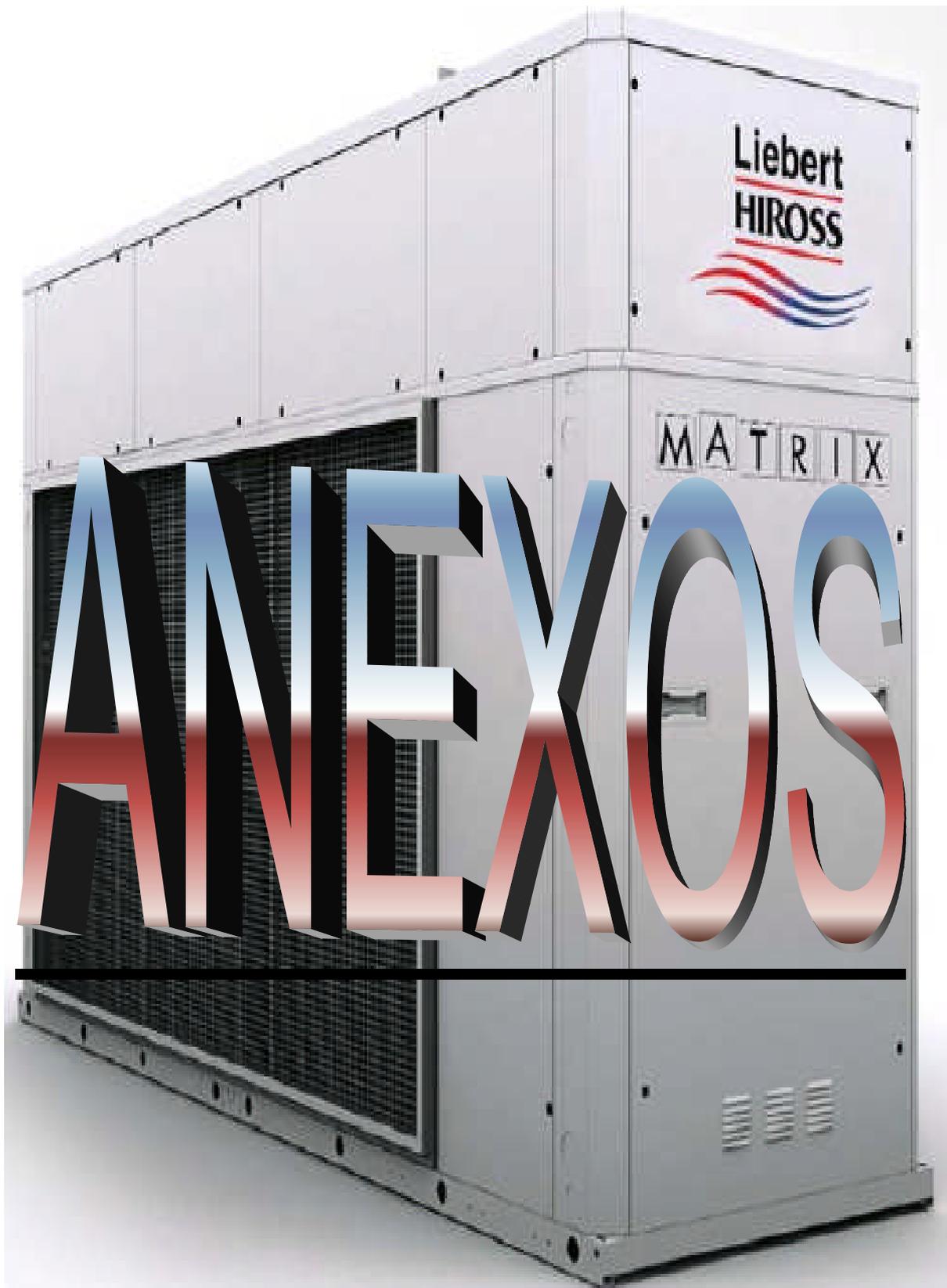
- Chiavenato I, (1994) *Administración de Recursos Humanos*. (2da Ed.) Colombia.
- Werther W, Davis H. (1999) *Administración de Personal y Recursos Humanos*. (4ta ed.). México
- Morales, J. H., & Velandia, N. (1999). *Salarios, Estrategias Y Sistemas Salariales O De Compensaciones*. (1), 73-89.
- Sackmann, A., & Suárez, M. A., (2000). *Administración De Recursos Humanos, Remuneraciones*. (1), 259-278.
- Bohlander, G., Snell, S., & Sherman, A. (2002). *Administración De Recursos Humanos*. (12), 393-429. Francisco Mochón, economía.
- Diccionario de economía política. Víctor Rivas Gómez, elementos de la técnica bancaria Jorge Tovar Velarde, legislación bancaria comentada.
- Cooperación internacional cida, metodología de análisis, empresas públicas financieras.
- Banco internacional de desarrollo, instituciones financieras de desarrollo. Diario "el peruano", actualidad.

- El marketing en las pequeñas empresas GUIDO SÁNCHEZ YÀBAR Pymes

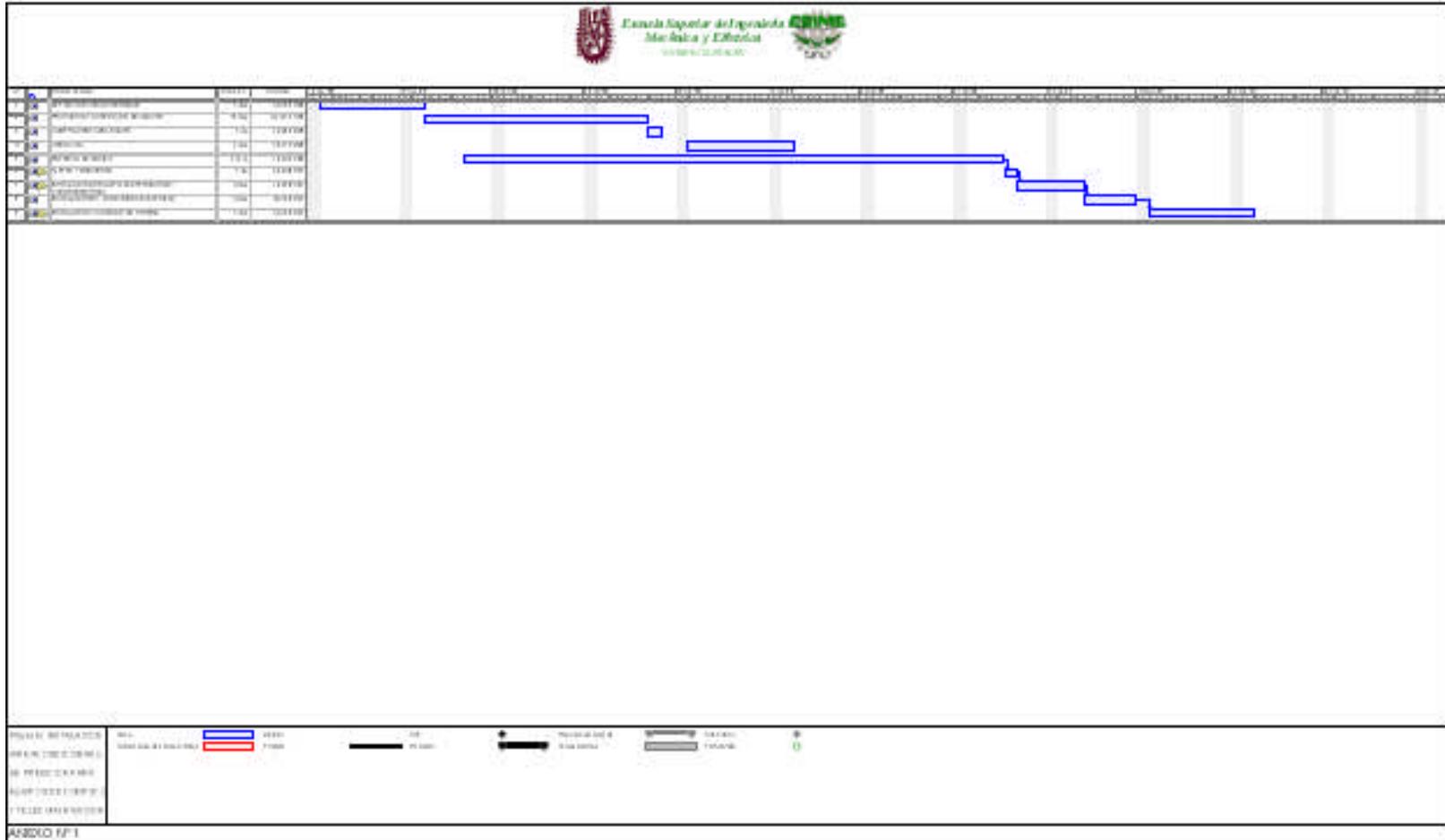
BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA

- <http://www.monografias.com/trabajos/aireacondi/aireacondi.shtml>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Aire_acondicionado
- <http://www.todoar.com.ar/directorio.php?categID=317>
- http://www.unionfenosa.es/webuf/ShowContent.do?contenido=COM_01_08_02_10&audiencia=1}}
- http://www.easy.cl/mundo_hogar/proyectos/climatizacion/clim-a1.jsp
- <http://www.monografias.com/trabajos5/aaauto/aaauto.shtml>
- <http://es.wikihow.com/cargar-un-equipo-de-aire-acondicionado>
- <http://www.otrascosas.com/brico/article.asp?id=137>
- ftp://ftp2.sat.gob.mx/agti_servicio_ftp/publicaciones/agic/06101160-003-07.pdf
- <http://www.emagister.com/aire-acondicionado-ts.htm>
- <http://www.hotfrog.es/Productos/Reparacion-De-Equipos-De-Aire-Acondicionado-Domesticos-E-Industrial-Todas-Las-Marcas-Modelos-Y-Anos>
- <http://www.carrier.es/varios/FAQ.htm>
- http://revista.consumer.es/web/es/20060601/practico/consejo_del_mes/70495.php
- <http://www.elaireacondicionado.com/>

- <http://www.hemphillschools.com/refrigeracionyaireacondicionado.htm>
- http://www.farq.edu.uy/estructura/unidades_de_gestion/uep/documents/PR_OGR_AIRE_ACONDICIONADO.pdf
- http://www.buscainmobiliarias.com/sector/aire_acondicionado.asp
- http://www.carrefour.es/clubcarrefour/especiales/electrocasion/aa_2007.htm
!
- <http://www.otrascosas.com/brico/article.asp?id=101>
- <http://www.kionetworks.com/kio3400.html>
- http://www.farq.edu.uy/estructura/unidades_de_gestion/uep/documents/Aire_acondicionado_UEP_2007.pdf
- http://www.conafovi.gob.mx/premio/Seminario/Eficiencia_energetica/Jose_A_Urteaga.pdf
- <http://www.liebert.com/dynamic/catprodlist.asp?pid=4&cycles=60HZ>
- <http://www.liebert.com/>



ANEXO 1 GRAFICA DE PROJECT



ANEXO 2 Tablas del manual de especificaciones para Sistemas de Aire Acondicionado

LUGAR DE LA REPUBLICA	DATOS SITUACION				DATOS VERANO				DATOS INVIERNO			
	Posicion G Latitud Norte	Geografica Longitud Oeste	Altura Sobre el Nivel del Mar	Presion Barometrica		Temp.Prom. Max.-Ext. grados C	Temp. de Calculo		Grados-Dia Anuales grados C	Temp.Prom. Min.-Ext. grados C	Temp. de Calculo grados C	Grados-Dia Anuales grados C
				mb	mm Hg		BS	BH				
DISTRITO FEDERAL												
Cd. Mexico Chapultepec	19 25'	99 10'	2240	780	585	33.8	31	17	78	-4.8	0	847
Cd. Mexico Tacubaya	19 24'	99 12'	2309	776	582	32.8	30	17	—	-6.5	-1	860
Cd. Mexico Santa Fe	19 20'	99 14'	2400	755	575	32.0	30	17	62	-8.0	-2	980
Cd. Mexico Aeropuerto	19 23'	99 11'	2200	766	—	34.5	31	17	74	-4.0	0	830
DURANGO												
Durango	24 01'	104 40'	1898	814	610	35.6	34	17	100	-5.0	0	550
Ciudad Lerdo	25 30'	103 32'	1140	889	667	45.0	40	21	1082	-10.0	-5	227
Santiago Papasquiaro	25 02'	105 26'	1740	829	622	42.0	38	21	—	-14.0	-8	156
GUANAJUATO												
Celaya	20 32'	100 49'	1754	828	610	41.5	38	20	657	-4.5	0	136
Guanajuato	21 01'	101 15'	2037	801	601	33.8	31	18	49	0.1	5	245
Leon	21 07'	101 41'	1809	822	617	36.5	34	20	192	-2.5	2	176
Salvatierra	20 13'	100 53'	1761	827	620	38.0	35	19	367	-2.0	3	40
Irapuato	20 40'	101 21'	1724	831	623	38.2	35	19	—	-1.5	3	—
GUERRERO												
Acapulco	16 50'	99 56'	3	1013	760	35.8	33	27	2613	15.8	19	—
Chilpancingo	17 33'	99 30'	1250	878	658	35.2	33	23	434	5.0	9	—
Taxco	18 33'	99 36'	1755	828	621	36.5	34	20	518	8.0	12	—
Ixtapa Zihuatanejo	17 58'	101 48'	38	1009	757	44.0	40	27	—	11.5	14	—
HIDALGO												
Actopan	20 08'	98 45'	2445	764	563	31.4	29	18	—	-5.8	-1	1007
Tulancingo	20 05'	98 22'	2181	787	590	34.7	32	19	12	-5.8	-1	849
Pachuca	20 08'	98 45'	2444	764	574	31.5	30	18	—	-6.0	-1	—
Ixmiquilpan	20 29'	99 13'	1745	829	622	41.0	37	19	—	-9.0	-1	—
JALISCO												
Guadalajara	20 41'	103 20'	1589	844	633	36.0	33	20	204	-3.7	1	164
Lagos de Moreno	21 22'	101 56'	1880	816	612	43.2	39	20	574	-3.2	2	162
Puerto Vallarta	20 37'	105 15'	2	1013	760	39.0	36	26	2080	11.0	14	—
Ameca	20 34'	104 04'	1235	879	660	39.6	36	24	—	1.0	5	—
MEXICO												
Texcoco	19 31'	98 52'	2216	784	588	34.0	32	19	175	-6.0	-1	500
Toluca	19 17'	98 39'	2675	743	557	26.8	25	17	—	-3.0	-2	1570
Ternancingo	19 02'	99 33'	2080	797	598	35.0	33	19	—	-6.0	-1	—

F:\ARCHIVO\CD\AMERIC\AMERIC#01

AA-006-94-000

VALORES DE COMPORTAMIENTO TERMICO DE DIVERSOS MATERIALES
SISTEMAS DE TECHO Y MUROS

B.3 MATERIAL DE AISLAMIENTO - CONTINUACION			
DESCRIPCION	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD (k)	RESISTENCIA TERMICA (R)
	Kg/m ³	W/m°C	m ² ·C/W
LANA DE ESCORIA	35-200	0.046	--
LANA MINERAL	193-225	0.046	--
PERLITA EXPANDIDA			--
DENSIDAD	66	0.046	--
DENSIDAD	119	0.046	--
DENSIDAD	177	0.052	--
ALGODON SECO	--	0.046	--
LANA PURA SECO	--	0.046	--
CASCARA DE SEMILLA DE ALGODON, SUELTA SECA	--	0.058	--
ESPACIO DE AIRE DE 2 CM	1	--	0.132
ESPACIO DE AIRE DE 3 CM	1	--	0.134
ESPACIO DE AIRE DE 4.5 CM	1	--	0.137
ESPACIO DE AIRE DE 9 CM	1	--	0.141
AGUA	1,000	0.582	--

B.4 MEMBRANAS E IMPERMEABILIZANTES			
DESCRIPCION	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD (k)	RESISTENCIA TERMICA (R)
	Kg/m ³	W/m°C	m ² ·C/W
MEMBRANAS ASFALTADAS	1,127	0.170	--
ASFALTO BITUMINOSO	1,050	0.174	--
FIERRO DE PAPEL PERMEABLE	--	--	0.011
	11	0.044	--
	360	0.068	--
	430	0.075	--
	500	0.085	--
	17	0.034	--
	11	0.044	--
	--	0.050	--

VALORES DE COMPORTAMIENTO TERMICO DE DIVERSOS MATERIALES
SISTEMAS DE TECHO Y MUROS

B.2 MATERIAL DE RECUBRIMIENTO-CONTINUACION			
DESCRIPCION	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD (k)	RESISTENCIA TERMICA (R)
	Kg/m ³	W/m°C	m ² °C/W
CARTON CORRUGADO, SECO, POROS HORIZONTALES			
PLACA DE CORCHO EXPANDIDO, SECO	40	0.046	--
DENSIDAD	140	0.040	--
DENSIDAD	210	0.046	--
PLACA DE PAJA COMPRIMIDA, SECO	300	0.093	--
FIBRACEL, DURO, SECO	350	0.081	--
FIBRACEL, MEDIO DURO, SECO	1,000	0.128	--
FIBRACEL, POROSO, SECO	600	0.081	--
LINOLEO, SECO	--	0.186	--
AZULEJOS Y MOSAICOS	--	1.047	--
TERRAZOS Y PISOS DE MORTERO DE CEMENTO	--	1.750	--
TEJA DE ASBESTO-CEMENTO	1,932	--	0.037
TEJA DE ASFALTO	1,127	--	0.078
TEJADO ASFALTADO DE 0.96 CM	1,127	--	0.059
TEJADO CON PIZARRA DE 1.27 CM	--	--	0.009
TEJADO DE MADERA, SENCILLO O CON PELICULA DE PLASTICO	--	--	0.166
MADERAS (HUMEDAD 12%)			
PINO	663	0.162	--
CIPRES	517	0.133	0.238
CEDRO	505	0.130	0.238
ROBLE	753	0.180	--
ABEDAL	731	0.176	--
MAPLE	708	0.172	--
FRESNO	674	0.164	--
APLANADO CON MORTERO DE CAL AL EXTERIOR	--	0.872	--
APLANADO CON MORTERO DE CAL AL INTERIOR	--	0.698	--
CELULOSA	1,400	0.017	--
ALFOMBRA Y BAJO-ALFOMBRA DE FIBRA	--	--	0.366
ALFOMBRA Y BAJO-ALFOMBRA DE CAUCHO	--	--	0.217

B.3 MATERIAL DE AISLAMIENTO			
DESCRIPCION	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD (k)	RESISTENCIA TERMICA (R)
	Kg/m ³	W/m°C	m ² °C/W
POLIURETANO	28	0.020	--
FIBRA MINERAL	32	0.035	--
FIBRA DE VIDRIO			
DENSIDAD	11	0.047	--
DENSIDAD	104	0.032	--
DENSIDAD	136	0.032	--
POLIURETANO (ESPUMA RIGIDA)			
DENSIDAD	32	0.032	--
DENSIDAD	24	0.032	--
DENSIDAD	16	0.039	--
BAJA DENSIDAD	11	0.044	--
CONCRETO CON PERLITA			
DENSIDAD	360	0.068	--
DENSIDAD	430	0.075	--
DENSIDAD	500	0.085	--
PLASTICO CELULAR DE POLIESTIRENO			
DENSIDAD	17	0.034	--
DENSIDAD	11	0.044	--
SILICATO DE CALCIO	--	0.050	--

VALORES DE COMPORTAMIENTO TERMICO DE DIVERSOS MATERIALES
SISTEMAS DE TECHO Y MUROS

B.2 MATERIAL DE RECUBRIMIENTO			
DESCRIPCION	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD (k)	RESISTENCIA TERMICA (R)
	Kg/m ³	W/m°C	m ² ·C/W
TABLERO ASBESTO-CEMENTO	1,932	0.577	--
ESPESOR 0.32 CM	1,932	--	0.005
ESPESOR 0.84 CM	1,932	--	0.011
TRIPLAY Y PANELES DE MADERA DE 1.9 CM	--	--	0.165
TABLERO DE YESO	805	--	0.057
ESPESOR 0.96 CM	805	--	0.083
ESPESOR 1.27 CM	805	--	0.110
ESPESOR 1.69 CM	805	--	--
TRIPLAY	547	0.115	--
ESPESOR 0.64 CM	--	--	0.055
ESPESOR 0.96 CM	--	--	0.083
ESPESOR 1.27 CM	--	--	0.110
ESPESOR 1.60 CM	--	--	0.137
TABLERO DE FIBRA VEGETAL			
CARTON DE YESO, DENSIDAD REGULAR 1.27 CM	290	--	0.232
CARTON DE YESO, DENSIDAD REGULAR 2.0 CM	290	--	0.359
CARTON DE YESO, DENSIDAD INTERMEDIA 1.27 CM	354	--	0.191
TEJA DE MADERA DE 0.95 CM DE ESPESOR	290	--	0.166
TEJA DE MADERA DE 0.80 CM DE ESPESOR	290	--	0.138
TABLERO AISLANTE AL RUIDO DE 1.27 CM	241	--	0.238
PANELES APILADOS Y ENTRETEJIDOS			
SENCILLOS O ACUSTICOS	290	0.058	--
SENCILLOS O ACUSTICOS DE 1.27 CM	290	--	0.220
SENCILLOS O ACUSTICOS DE 1.90 CM	290	--	0.332
TABLERO DE PAPEL LAMINADO	483	0.072	--
TABLERO ENDURECIDO			
DENSIDAD MEDIA	805	--	--
ALTA DENSIDAD, TEMPLADO DE SERVICIO	885	--	--
ALTA DENSIDAD, TEMPLADO ESTANDAR	1,014	--	--
TABLERO DE PARTICULAS			
DENSIDAD BAJA	596	--	--
DENSIDAD MEDIA	805	--	--
DENSIDAD ALTA	1,006	--	--
TEZONTLE COMO RELLENO O TERRADO SECO	--	--	--
RELLENO DE TIERRA, ARENA O GRAVA			
EXPUESTOS A LA LLUVIA	--	--	--
RELLENO DE TERRADO SECOS, EN AZOTEA			
ARENA SECA, LIMPIA	1,700	0.407	--
SENICA DE CARBON, SECO	700	0.233	--
SIPOREX DESPEDAZADO, SECO	400	0.151	--
ESCORI, SECO	150	0.093	--
GRAFITO, SOLIDO	1,500	12.548	--
MICO	--	0.049	--
MARMOL	--	0.245	--
ASERRIN RELLENO SUELTO, SECO	120	0.116	--
ASERRIN EMPACADO, SECO	200	0.081	--
BOLAS DE PLASTICO CELULAR, EMPACADO SECO	10-20	0.058	--
VIRUTAS DE RELLENO, SECO	--	0.081	--
MASA DE MAGNESIA, SECO	190	0.058	--
YESO	800	0.372	--
CELOTEX	350	0.081	--
CARTON RUBEROIDE CON BREA	1,200	0.232	--
CARTON RUBEROIDE CON AISLAMIENTO	--	0.163	--

VALORES DE COMPORTAMIENTO TERMICO DE DIVERSOS MATERIALES
SISTEMAS DE TECHO Y MUROS

- B.1 MATERIAL RESISTENTE
- B.2 MATERIAL DE RECUBRIMIENTO
- B.3 MATERIAL DE AISLAMIENTO
- B.4 MEMBRANAS E IMPERMEABILIZANTES

B.1 MATERIAL RESISTENTE			
DESCRIPCION	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD (k)	RESISTENCIA TERMICA (R)
	Kg/m ³	W/m°C	m ² °C/W
LADRILLO EXTERIOR	--	0.872	--
LADRILLO AL EXTERIOR CON RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE POR FUERA	--	0.768	--
LADRILLO INTERIORES	--	0.698	--
TABIQUE DE BARRO EXTRUDIDO SOLIDO VIDRIADO, P/ACABADO EXT.	2,050	1.282	--
BLOCKHUECO VER. (60 A 67% SOLIDO)	2,050	0.998	--
BLOCK HUECO VERT. REL. C/VERMICULITA	2,050	0.575	--
TABIQUE LIGERO CON RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE POR FUERA	--	--	--
DENSIDAD	1,600	0.698	--
DENSIDAD	1,400	0.582	--
DENSIDAD	1,200	0.523	--
DENSIDAD	1,000	0.407	--
TABIQUE LIGERO AL EXTERIOR	1,600	0.814	--
SIPOREX AL EXTERIOR CON RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE POR FUERA	--	--	--
DENSIDAD	660	0.209	--
DENSIDAD	510	0.163	--
DENSIDAD	410	0.140	--
SIPOREX AL INTERIOR EN ESPACIO SECO	--	--	--
DENSIDAD	660	0.186	--
DENSIDAD	510	0.51	--
DENSIDAD	410	0.128	--
CONCRETO ARMADO	2,300	1.740	--
CONCRETO POBRE AL EXTERIOR	2,200	1.280	--
CONCRETO LIGERO AL EXTERIOR	1,250	0.698	--
CONCRETO LIGERO AL INTERIOR	1,250	0.582	--
CONCRETO LIGERO AL EXTERIOR	800	0.465	--
CONCRETO LIGERO AL INTERIOR	800	0.349	--
MORTERO CEMENTO (ALTA DENSIDAD)	2,173	1.514	--
MORTERO CEMENTO (BAJA DENSIDAD)	1,890	0.721	--
PLASTO-CEMENTO ARENA	1,387	0.721	--
FIBROCEMENTO (CEMENTO PORTLAND CON MADERA)	435	0.076	--
ASBESTO	577	0.170	--
PLACAS DE ASBESTO CEMENTO	1,800	0.582	--
PAMACON	390	0.066	--
BLOCK DE TEPETATE O ARENISCA CALCAREA AL EXTERIOR	--	1.047	--
BLOCK DE TEPETATE O ARENISCA CALCAREA AL INTERIOR	--	0.930	--
BLOCK DE ADOBE AL EXTERIOR	--	0.930	--
BLOCK DE ADOBE AL INTERIOR	--	0.582	--
EMBARRO (CON PAJA Y CARRIZO)	--	0.465	--
GRANITO, BASALTO	2,700	3.490	--
PIEDRA DE CAL, MARMOL	2,600	2.442	--
PIEDRAS POROSAS COMO ARENISCA Y LA CALIZA BLANDA O ARENOSA	2,400	2.326	--
ADOBE	--	0.930	--
VIDRIO	2,600	0.814	--
ACERO Y FIERRO	7,800	52.335	--
COBRE	8,900	372.160	--
ALUMINIO	2,700	204.000	--
MADERA DE ENCINO, SECO 90° DE LA FIBRA	700	0.163	--
MADERA DE PINO BLANCO, SECO 90° DE LA FIBRA	500	0.140	--
MADERA DE PINO BLANCO, EXPUESTO A LA LLUVIA, ASFALTO PARA FUNDIR	2,100	0.814	--

ANEXO 3

CARACTERISTICAS DE EQUIPO SELECCIONADO

(DELUXE SYSTEM 3)

DH	245	A	-	A	A	A	A	E	I
DH = Flujo Descendente DX	Capacidad Nominal en Miles de BTU/h	A = Enfriado por aire	- = 2 Pasos DX o CW Normal	A = 460360	A = Micro procesador Avanzado	0 = Sin Recalentamiento	0 = Sin humidificador	0 = Sin Recalentamiento	0 = Sin humidificador
FH = Flujo Descendente CW		W = Enfriado por Agua	U = 4 Pasos DX	B = 575360	G = Micro procesador Avanzado con Gráficas	E = Recalentamiento Eléctrico	I = Humidificador Infrarrojo	E = Recalentamiento Eléctrico	I = Humidificador Infrarrojo
VH = Flujo Ascendente DX		G = Enfriado por Glicol	V = VSD CW (Equipo Velocidad Variable)	C = 208360		S = Recalentamiento SCR	G = Humidificador a Vapor con Rejilla	S = Recalentamiento SCR	G = Humidificador a Vapor con Rejilla
UH = Flujo Ascendente CW		C = Agua Refrigerada	H = DX con Derivación de Gas Caliente	D = 230360		H = Recalentamiento con Agua Caliente	S = Humidificador Generador de Vapor	H = Recalentamiento con Agua Caliente	S = Humidificador Generador de Vapor
DE = Flujo Descendente con Econ-o-Coil				F = 380350		G = Recalentamiento con Gas Caliente		G = Recalentamiento con Gas Caliente	
VE = Flujo Ascendente con Econ-o-Coil				G = 415350		T = Recalentamiento con Vapor		T = Recalentamiento con Vapor	

ANEXO 3 TABLAS DE ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Net Capacity Data BTU/HR (kW), Standard Air Volume and Evaporator Fan					DH = Downflow; VH = Upflow		
	DH/VH75A	DH/VH114A	DH/VH125A	DH/VH199A	DH/VH245A	DH/VH290A	DH/VH380A
80°F DB, 67°F WB (26.7°C DB, 19.4°C WB) 50% RH							
Total	85,600	123,600 (36.2)	132,800	195,400 (57.2)	247,400	281,400	376,500
Sensible	70,100	96,200	115,000	172,100 (50.4)	209,200	238,700	311,500 (91.2)
75°F DB, 62.5°F WB (23.9°C DB, 16.9°C WB) 50% RH							
Total	79,700	114,500 (33.5)	123,800	182,300 (53.4)	229,800	262,200	350,900
Sensible	67,900	93,200	111,200	166,400 (48.7)	202,100	230,900	301,700 (88.3)
75°F DB, 61 °F WB (23.9°C DB, 16.1 °C WB) 45% RH							
Total	77,700	111,600 (32.7)	124,500	184,500 (54.0)	230,300	262,500	342,400
Sensible	72,600	99,300	124,500	184,500 (54.0)	230,300	262,500	322,600 (94.5)
72°F DB, 60°F WB (22.2°C DB, 15.5°C WB) 50% RH							
Total	76,400	109,700 (32.1)	118,300	174,500 (51.1)	219,700	251,100	336,400 (98.5)
Sensible	66,600	91,400	108,700	162,700	197,700	226,000	295,600 (86.5)
72°F DB, 58.6°F WB (22.2°C DB, 14.8°C WB) 45% RH							
Total	77,300	106,800 (31.3)	120,000	177,600 (52.0)	221,800	253,100	337,000 (98.7)
Sensible	77,300	97,000	120,000	177,600 (52.0)	221,800	253,100	337,000 (98.7)
Net Capacity Data BTU/HR (kW), Optional Air Volume and Evaporator Fan Motor							
75°F DB, 62.5°F WB (23.9°C DB, 16.9°C WB) 50% RH							
Total	86,300	117,800 (34.5)	125,500	188,500 (55.2)	234,400	N/A	N/A
Sensible	86,300	102,600 (30.1)	119,000	188,500 (55.2)	220,000	N/A	N/A
75°F DB, 61°F WB (23.9°C DB, 16.1°C WB) 45% RH							
Total	86,300	119,900 (35.1)	127,900	188,500 (55.2)	238,400	N/A	N/A
Sensible	86,300	119,900 (35.1)	127,900	188,500 (55.2)	238,400	N/A	N/A
72°F DB, 60°F WB (22.2°C DB, 15.5°C WB) 50% RH							
Total	83,100	112,700 (33.0)	123,300	181,800 (53.2)	229,600	N/A	N/A
Sensible	83,100	100,400 (29.4)	123,300	181,800 (53.2)	229,600	N/A	N/A
72°F DB, 58.6°F WB (22.2°C DB, 14.8°C WB) 45% RH							
Total	83,100	115,600 (33.8)	123,300	181,800 (53.2)	229,600	N/A	N/A
Sensible	83,100	115,600 (33.8)	123,300	181,800 (53.2)	229,600	N/A	N/A
Dual Cooling Source-Coil Capacity, Downflow Models ONLY							
75°F DB, 62.57 WB (23.9°C DB, 16.9°C WB) 50% RH, 45°F EWT							
Total	118,900 (34.8)	159,100 (46.6)	187,300	290,000 (84.9)	345,000	N/A	•359.
Sensible	92,800	125,800 (36.8)	149,800	229,100 (67.8)	272,900	N/A	314,900 (92.2)
Flow Rate-GPM (l/s)	22 (1.4)	28.7 (1.8)	33.1 (2.1)	48.6 (3.1)	59.5 (3.8)	N/A	65.6 (4.1)
Pressure Drop-ft (kPa)	7.3 (21.8)	11.9 (35.5)	15.4 (45.9)	16.7 (49.8)	25.5 (75.8)	N/A	27.8 (82.9)
Fan Section-Downflow models-Variable Pitch, Two (2) Belt Drive Package**							
Standard Air Volume-CFM	3350 (5,690)	4650 (7,900)	5650 (9,600)	8400	10,200	12,000	15,200
Standard Fan Motor HP	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	7.5	10
Optional Air Volume-CFM	4650 (7,900)	5650 (9,600)	6400 (10,870)	9400	12,000	N/A	N/A
Optional Fan Motor HP	1.5	2.0	3.0	5.0	7.5	N/A	N/A
External Static Pressure inches	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)
Number of Fans	2	2	2	2	2	2	3
Fan Section-U pflow models-Variable Pitch, Two (2) Belt Drive Package**							
Standard Air Volume-CFM	3350 (5,690)	4650 (7,900)	5650 (9,600)	8400	10,200	12,000	15,200 (125,830)
Standard Fan Motor HP	1.0	2.0	3.0	5.0	7.5	10.0	10.0
Optional Air Volume-CFM	4650 (7,900)	5650 (9,600)	6400 (10,870)	9400	12,000	N/A	N/A
Optional Fan Motor HP	2.0	3.0	5.0	5.0	10.0	N/A	N/A
External Static Pressure inches	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)	.5 (125)
Number of Fans	1	1	1	2	2	2	
Compressor-Semi-Hermetic (Cast Iron Serviceable)-Refrigerant R-22							
Number of Compressors	2	2	2	2	2	2	2
RPM	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750

	DH/VH75A	DH/VH114A	DH/VH125A	DH/VH199A	DH/VH245A	DH/VH290A	DH/VH380A
Evaporator Coil-A-Frame-Copper Tube/Aluminum Fin							
Face Area-Sq. Ft. (m ²)	14.2 (1.32)	14.2 (1.32)	14.2 (1.32)	22.2 (2.06)	22.2 (2.06)	22.2 (2.06)	29.4 (2.73)
Rows of Coil	3	3	4	4	4	4	4
Face Velocity-FPM (m/s)-STD Air Vol.	222 (1.13)	313 (1.60)	384 (1.95)	369 (1.87)	450 (2.3)	531 (2.69)	510 (2.60)

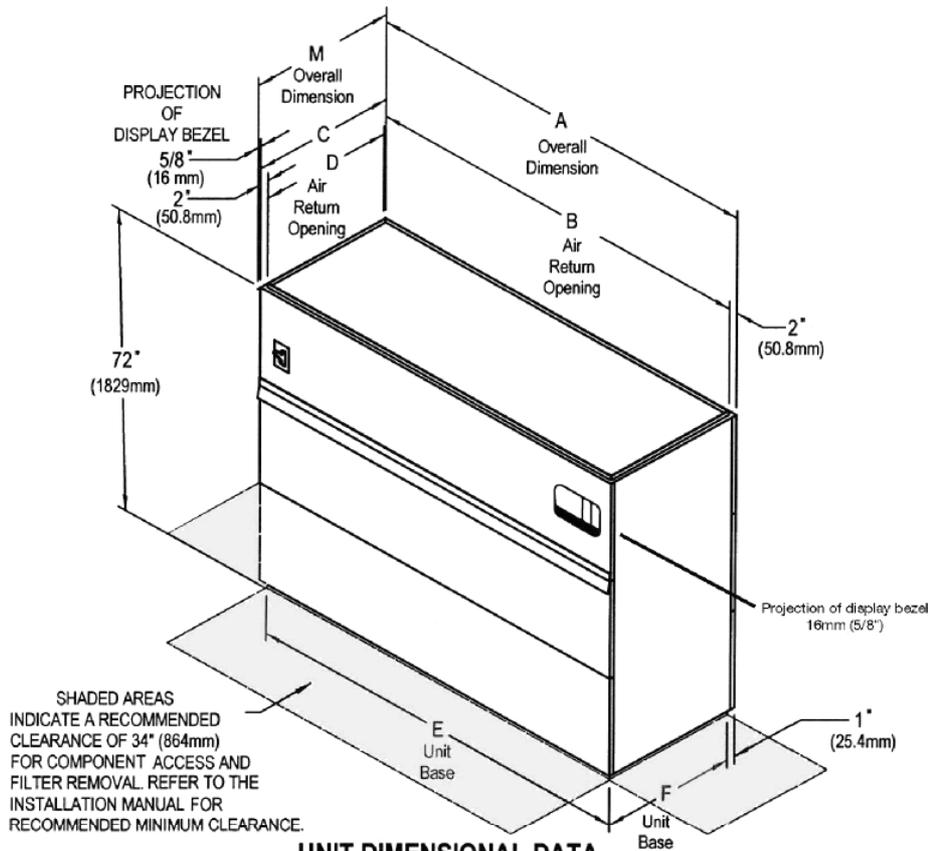
Reheat Section							
Electric Reheat-three (3) Stage, Fin Tubular							
Capacity-BTU/HR (kW)*	36,700 (10)	55,000 (15)	56,300 (15)	93,000 (25)	115,000 (30)	121,500 (30)	126,900 (30)
Steam Reheat-218°F (103.3°C) Steam, 75°F (23.9°C) E.A.T., STD Air Volume-Modulating Control Valve 2-way***							
Capacity BTU/HR (kW)*	83,200 (24.4)	84,500 (24.4)	85,800 (24.4)	108,700 (31.4)	117,500 (34.4)	N/A	N/A
Hot Water Reheat - 180°F (82.2°C) E.W.T., STD CFM, 60°F (15.5°C) E.A.T. - Modulating Control Valve 2-W** ***							
Capacity-BTU (kW)*	58,145 (17.0)	66,435 (19.4)	73,520 (21.5)	121,660 (35.2)	36,815 (40.0)	N/A	N/A
Flow Rate-GPM (l/s)	5 (0.32)	5 (0.32)	5 (0.32)	5 (0.32)	8 (0.51)	N/A	N/A
Pressure Drop-ft (kPa)	10.7 (31.7)	10.7 (31.7)	10.7 (31.7)	6.1 (18.2)	6.1 (18.2)	N/A	N/A
* Includes Fan Motor *** 25 PSI (172.4 kPa) max operating pressure-consult factory for higher pressures operating pressures.							
** Optional 3-way available-consult factory **** 150 PSI (1034.3 kPa) max operating pressure-consult factory for higher pressures.							
Humidifier Section							
Infrared Humidifier							
Capacity lbs/hr. (kg/h)	17.4 (7.9)	17.4 (7.9)	17.4 (7.9)	17.4 (7.9)	22.1 (10.0)	22.1 (10.0)	22.1 (10.0)
kW	6.4	6.4	6.4	6.4	9.6	9.6	9.6
Pan	Stainless	Stainless	Stainless	Stainless	Stainless	Stainless	Stainless
Steam Grid Humidifier-All Models (Standard Selection, 5 PSIG. Steam 14 lbs/hr)							
Supply Steam Pressure-PSIG (kPa)	2 (13.8); 4 (27.6); 5 (34.5); 6 (41.4); 8 (55.2); 10 (68.9)						
Capacity, lbs/hr (kg/h) w/5/32" Orifice	8 (3.6); 12 (5.4); 14 (6.4); 16 (7.3); 19 (8.6); 21 (9.5)						
Steam Generating Humidifier-Water conductivity between 200-500 micromhos is required for ideal operation							
Capacity-lbs/hr (kg/h)	11 (5.0)	11 (5.0)	11 (5.0)	22 (10.0)	22 (10.0)	22 (10.0)	22 (10.0)
kW	3.6	3.6	3.6	7.2	7.2	7.2	7.2
Filter Section-Disposable Type-Nominal Sizes and Quantities							
Downflow Models							
Nominal Size	24x24	24x24	24x24	24x24	24x24	24x24	24x24
Quantity	3	3	3	4	4	4	5
Upflow Models (Front & Rear Return)							
Nominal Size	20x1 6/20x25	20x1 6/20x25	20x1 6/20x25	24x24	24x24	24x24	
Quantity	3/1	3/1	3/1	4	4	4	5
Upflow Models (Bottom Return)							
Nominal Size	24x24	24x24	24x24	24x24	24x24	24x24	24x24
Quantity	3	3	3	4	4	4	5
Condenser (Standard 95°F Ambient)*-Aluminum Cabinet (see Heat Rejection catalog for complete condenser data)							
Model No.	CD*-104	CD*-165	CD*-165	CD*-205	CD*-308	CD*-308	CD*-415
No. of Fans	1	2	2	2	3	3	4
Weight-lbs (kg)* (Net) Condenser	315 (191)	425 (243)	425 (243)	495 (297)	670 (415)	670 (415)	1025 (530)
Liquid Line Connection Size (OD Copper) Condense	1/2	5/8	5/8	7/8	1-1/8	1-1/8	1-1/8
Hot Gas Connection Size (OD Copper) Condense	7/8	7/8	7/8	1-1/8	1-3/8	1-3/8	1-5/8
*Data shown applies to the standard factory manufactured condensers. These may vary in local areas and verification with the Liebert representative is strongly recommended.							
Safety Relief Valve—Lee-Temp Only							
ASME Code Symbol	UV	UV	UV	UV	UV	UV	UV
Setting-psi (kPa)	440 (3034)	440 (3034)	440 (3034)	440 (3034)	440 (3034)	440 (3034)	440 (3034)

Connection Sizes-Deluxe System/3							
Liquid Line-OD Copper* (2/unit)	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8
Hot Gas Line-OD Copper* (2/unit)	5/8	5/8	5/8	7/8	1-1/8	1-1/8	1-1/8

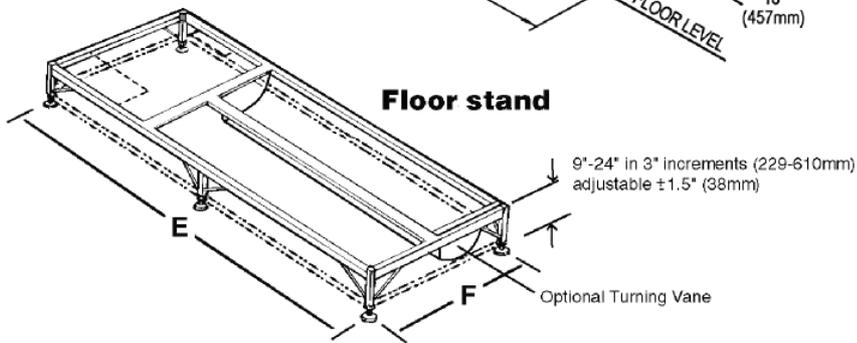
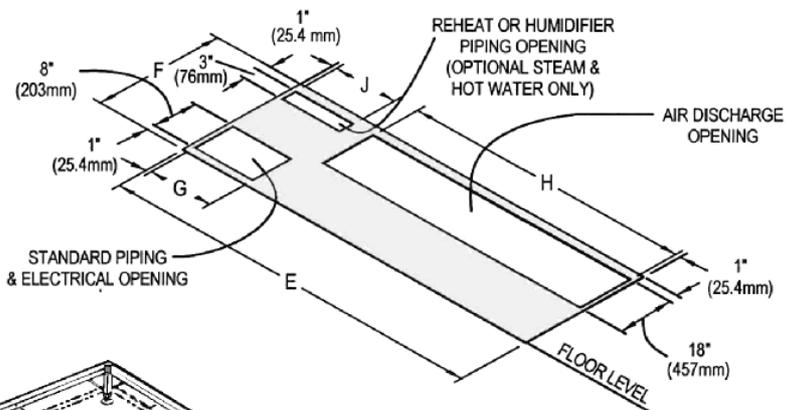
DATOS DE DIMENSIONES DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

MODELOS FLUJO HACIA ABAJO (DOWN FLOW)

Air Cooled	Water Cooled	Glycol or GLYCOOL Cooled	Dimensional Data In. (mm)									
			A	B	C	D	E	F	G	H	J	M
DH/DE75A	DH/DE86W	DH/DE72G	74 (1880)	70 (1178)	35 (889)	32 (813)	72 (1829)	33 (838)	13-1/4 (337)	61 (1549)	8 (203)	355/8 (905)
DH/DE114A	DH/DE127W	DH/DE110G	74 (1880)	70 (1178)	35 (889)	32 (813)	72 (1829)	33 (838)	13-1/4 (337)	61 (1549)	8 (203)	355/8 (905)
DH/DE125A	DH/DE138W	DH/DE116G	74 (1880)	70 (1178)	35 (889)	32 (813)	72 (1829)	33 (838)	13-1/4 (337)	61 (1549)	8 (203)	355/8 (905)
DH/DE199A	DH/DE219W	DH/DE192G	99 (2515)	95 (2413)	35 (889)	32 (813)	97 (2464)	33 (838)	15-1/4 (387)	783/4 (2000)	15-1/4 (387)	355/8 (905)
DH/DE245A	DH/DE267W	DH/DE240G	99 (2515)	95 (2413)	35 (889)	32 (813)	97 (2464)	33 (838)	15-1/4 (387)	783/4 (2000)	15-1/4 (387)	355/8 (905)
DH290A	DH315W	DH265G	99 (2515)	95 (2413)	35 (889)	32 (813)	97 (2464)	33 (838)	15-1/4 (387)	783/4 (2000)	15-1/4 (387)	355/8 (905)
DH/DE380A	DH/DE412W	DH/DE363G	122 (3099)	95 (2413)	35 (889)	32 (813)	120 (3048)	33 (838)	15-1/4 (387)	783/4 (2000)	15-1/4 (387)	355/8 (905)

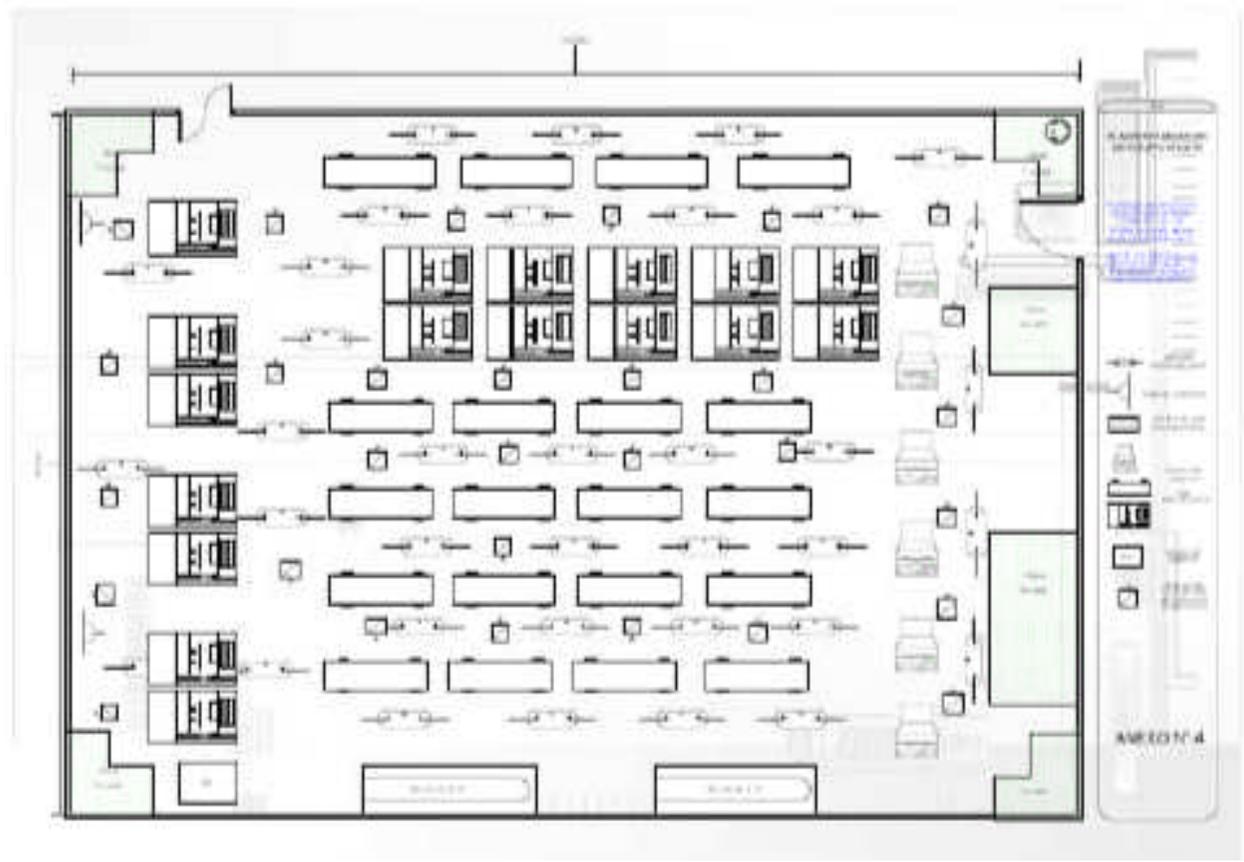


UNIT DIMENSIONAL DATA



ANEXO 3 SELECCIÓN DEL EQUIPO

ANEXO 4 Croquis de ubicación de equipos en el SITE



Anexo 5 Especificaciones Eléctricas del equipo.

Modelos de equipo de flujo hacia abajo (Downflow) Máximo y mínimo Amperaje Eléctrico

Reheat Options		Electric				None, Steam or Hot Water				Electric				None, Steam or Hot Water				
Humidifier Options		Infrared or Steam Generating*				Infrared or Steam Generating*				Steam or None				Steam or None				
Models/ Motor hp	Volts	208	230	460	575	208	230	460	575	208	230	460	575	208	230	460	575	
		DH 1.0 hp	75A 86W 72G	FLA WSA MFCB	58.4 73.0 80	52.0 65.0 60	27.9 34.9 35	24.9 31.1 35	55.8 59.0 70	51.0 54.2 60	26.3 27.7 30	23.9 25.0 25	44.4 54.5 60	42.4 52.1 50	20.8 19.5 20	15.9 19.5 20	29.2 32.4 40	28.8 32.0 40	13.4 14.9 20	10.4 11.5 15
DH 1.5 hp	75A 86W 72G	FLA WSA MFCB	60.1 75.1 80	53.6 67.0 60	28.7 35.9 40	25.6 32.0 35	57.5 60.7 70	52.6 55.7 60	27.1 28.5 30	24.6 25.7 30	46.1 56.2 60	44.0 53.7 50	21.6 26.4 25	16.6 20.2 20	30.9 34.0 45	30.4 33.5 45	14.2 15.7 20	11.1 12.2 15
DH 1.5 hp	114A 127W 110G	FLA WSA MFCB	73.9 92.4 90	66.6 83.1 90	35.7 44.0 45	30.7 38.4 40	71.5 76.4 90	66.6 71.5 90	35.7 38.2 45	29.4 31.1 35	66.9 82.2 90	63.9 78.6 80	32.4 39.9 45	24.1 29.6 30	44.9 49.8 60	44.4 49.3 60	22.8 25.3 35	15.9 17.6 20
DH 2.0 hp	114A 127W 110G	FLA WSA MFCB	75.7 94.6 90	68.2 85.1 90	36.5 45.0 45	31.3 39.1 40	73.3 78.2 90	68.2 73.1 90	36.5 39.0 45	30.0 31.7 35	68.7 84.0 90	65.5 80.2 90	33.2 40.7 45	24.7 30.2 30	46.7 51.6 70	46.0 50.9 70	23.6 26.1 35	16.5 18.2 25
DH 2.0 hp	125A 138W 116G	FLA WSA MFCB	75.7 94.6 90	68.2 85.1 90	36.5 45.0 45	31.3 39.1 40	73.3 78.2 90	68.2 73.1 90	36.5 39.0 45	30.0 31.7 35	68.7 84.0 90	65.5 80.2 90	33.2 40.7 30	24.7 30.2 70	46.7 51.6 70	46.0 50.9 70	23.6 26.1 35	16.5 18.2 25
DH 3.0 hp	125A 138W 116G	FLA WSA MFCB	78.8 98.5 100	71.0 88.6 90	37.9 46.7 50	32.5 40.6 45	76.4 81.3 100	71.0 75.9 90	37.9 40.4 50	31.2 32.9 35	71.8 87.1 90	68.3 83.0 90	34.6 42.1 45	25.9 31.4 30	49.8 54.7 70	48.8 53.7 70	25.0 27.5 35	17.7 19.4 25
DH 3.0 hp	199A 219W 192G	FLA WSA MFCB	108.2 133.2 125	103.3 126.7 125	51.6 63.3 60	42.5 53.1 50	93.6 100.7 125	88.2 95.2 110	45.9 49.4 60	40.0 42.8 50	108.2 132.6 125	103.3 126.7 125	51.6 63.3 60	40.3 49.4 50	67.0 74.1 100	66.0 73.1 100	33.0 36.5 50	26.5 29.3 40
DH 5.0 hp	199A 219W 192G	FLA WSA MFCB	114.3 140.9 125	108.9 132.3 125	54.4 66.5 70	44.7 55.9 50	99.7 106.7 125	93.8 100.9 125	48.7 52.2 60	42.2 45.0 50	114.3 138.7 125	108.9 132.3 125	54.4 66.1 70	42.5 51.6 100	73.1 80.2 100	71.6 78.7 100	35.8 39.3 50	28.7 31.5 40
DH 5.0 hp	245A 267W 240G	FLA WSA MFCB	131.8 160.6 175	129.8 158.4 150	64.5 78.7 80	50.4 61.5 60	115.3 124.3 150	109.4 118.4 150	54.8 59.2 70	46.1 49.7 60	131.8 160.6 175	129.8 158.4 150	64.5 78.7 80	50.4 61.5 60	88.7 97.7 125	87.2 96.2 125	43.2 47.6 60	34.5 38.0 50
DH 7.5 hp	245A 267W 240G	FLA WSA MFCB	139.3 168.1 175	136.6 165.2 175	67.9 82.1 90	53.3 64.4 70	122.8 131.8 150	116.2 125.2 150	58.2 62.6 80	49.0 52.5 60	139.3 168.1 175	136.6 165.2 175	67.9 82.1 90	53.3 64.4 125	96.2 105.2 125	94.0 103.0 125	46.6 51.0 60	37.4 41.0 50
DH 7.5 hp	290A 315W 265G	FLA WSA MFCB	144.3 174.3 175	141.6 171.5 175	70.0 84.7 90	55.1 66.6 70	132.8 143.1 175	126.2 136.4 175	62.4 67.4 80	52.6 56.6 70	144.3 174.3 175	141.6 171.5 175	70.0 84.7 90	55.1 66.6 70	106.2 116.4 150	104.0 114.2 150	50.8 55.8 70	41.0 45.0 60
DH 10.0 hp	380A 412W 363G	FLA WSA MFCB	171.6 201.0 225	164.4 197.6 225	78.7 94.9 110	63.6 74.2 80	171.6 185.9 225	164.4 178.7 225	76.8 83.2 100	63.6 68.7 80	167.0 201.0 225	163.7 197.6 225	78.7 94.9 110	61.6 74.2 80	145.0 159.3 200	142.2 156.5 200	65.2 71.6 90	52.0 57.1 70
Standard unit with 0.5" external static pressure and standard cfm																		

ANEXO 5
NOM-001-SEDE-1999, INSTALACIONES ELECTRICAS

NORMA ELECTRICA PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

Clasificación del servicio	Por ciento de la corriente eléctrica nominal indicada en la placa			
	Régimen de trabajo del motor			
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	Servicio continuo
De corto tiempo Accionamiento de válvulas, ascenso y descenso de rodillos	110	120	150	---
Servicio intermitente Ascensores y montacargas, máquinas herramientas, bombas y puentes levadizos, mesas giratorias, etc., para soldadoras de arco, véase 630-21	85	85	90	140
Servicio periódico: Rodillos, equipos para manejo de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Trabajo variable	110	120	150	200

Tabla tamaño nominal de los alimentadores a motores de acuerdo con el régimen de trabajo

Clasificación de servicio en función de la resistencia	Capacidad de conducción de corriente del conductor en por ciento de la corriente eléctrica del secundario a plena carga
Arranque ligero	35
Arranque pesado	45
Arranque extra-pesado	55
Arranque intermitente ligero	65
Arranque intermitente medio	75
Arranque intermitente pesado	85
Servicio continuo	110

Tabla Conductor secundario.

Conductor del circuito de control mm ²	Conductor del circuito de control AWG	Columna A Regla básica		Columna B Excepción 1		Columna C Excepción 2	
		Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
0,823	18	7	---	25	---	7	---
1,307	16	10	---	40	---	10	---
2,082	14	nota 1	---	100	---	45	---
3,307	12	nota 1	nota 1	120	100	60	45
5,280	10	nota 1	nota 1	160	140	90	75
mayor a 5,260	mayor a 10	nota 1	nota 1	nota 2	nota 2	nota 3	nota 3

1.- Valores especificados en 310-15, según sea aplicable.

2.- 400% del valor especificado en la Tabla 310-17 para conductores de 60 °C.

3.- 300% del valor especificado en la Tabla 310-17 para conductores de 60 °C.

En la siguiente tabla nos muestra el Máximo ajuste de los dispositivos de protección por sobre corriente (A)

		Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobre corriente)				Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobre corriente)			
Tipo de circuito		Clase 2		Clase 3	Clase 2		Clase 3		
Tensión eléctrica del circuito Máx. (V)(Nota 1)		0 a 20 [#]	Más de 20 Hasta 30 [#]	Más de 30 Hasta 150	Más de 30 hasta 100	0 a 20 [#]	Más de 20 hasta 30 [#]	Más de 30 hasta 100	Más de 100 hasta 150
Limitaciones de potencia VA máx. (VA)		--	--	--	--	250 (Nota 3)	250	250	N.A.
Limitaciones de corriente I máx. (A) (Nota1)		8,0	8,0	0,005	150/Vmáx	1000/Vmáx.	1000/Vmáx.	1000/Vmáx.	1,0
Máxima protección contra sobre corriente (A)		--	--	--	--	5,0	100/Vmáx	100/Vmáx.	1,0
Datos máximos de placa de la fuente de potencia	VA A	5,0x Vmáx.	00	0,005 Vmáx.	100	5,0x Vmáx.	100	100	100
		5,0	00/Vmáx.	0,005	100/Vmáx	5,0	100/Vmáx	100/Vmáx.	100/Vmáx

En la siguiente tabla nos muestra la Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos Clase 2 y Clase 3 en C.A.

		Fuente de potencia inherentemente limitada (nota 4) (no requiere protección contra sobre corriente)				Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobre corriente)				
Tipo de circuito		Clase 2		Clase 3	Clase 2		Clase 3			
Tensión eléctrica del circuito Vmáx. (V) (Nota1)		0 a 20 ^{##}	Más de 20 hasta 30 ^{##}	Más de 30 hasta 60 ^{##}	Más de 60 hasta 150	Más de 60 hasta 100	0 a 20 ^{##}	Más de 20 hasta 60 ^{##}	Más de 60 hasta 100	Más de 100 hasta 150
Limitaciones de potencia (VA)máx. (Nota1)		--	--	--	--	--	250 (Nota 3)	250	250	N.A.
Limitaciones de corriente I máx. (A) Nota1		8,0	8,0	150/Vm áx.	0,005	150/Vm áx.	1000/Vm áx.	1000/Vm áx.	1000/Vm áx.	1,0

Máxima protección contra corriente (A)	--	--	--	--	--	5,0	100/V _{máx.}	100/V _{máx.}	1,0	
Datos máximos de placa de potencia	VA A	5,0x Máx.	100	100	0,005 V _{máx.}	100	5,0x V _{máx.}	100	100	100
		5,0	100/V _{máx.}	100/V _{máx.}	0,005	100/V _{máx.}	5,0	100/V _{máx.}	100/V _{máx.}	100/V _{máx.}

En la siguiente tabla nos muestra las Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos Clase 2 y Clase 3 en c.c.

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
Mm ²	TIPOS TW*, TWD*, CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BM-AL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	AWG kcmil
	Cobre			Aluminio			
0,8235	---	---	14	---	---	---	18
1,307	---	---	18	---	---	---	16
2,082	20*	20*	25*	---	---	---	14
3,307	25*	25*	30*	---	---	---	12
5,26	30	35*	40*	---	---	---	10
8,367	40	50	55	---	---	---	8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
26,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900

506,71	455	545	615	375	445	500	1000
633,39	495	590	665	405	485	545	1250
760,07	520	625	705	435	520	585	1500
886,74	545	650	735	455	545	615	1750
1013,42	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	****	0,58	0,71	****	0,58	0,71	56-60
61-70	****	0,33	0,58	****	0,33	0,58	61-70
71-80	****	****	0,41	****	****	0,41	71-80

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobre corriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,082 mm² (14 AWG); 20 A para 3,307 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre.

En la siguiente tabla nos muestra la Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C.

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
Mm ²	TIPOS TW*	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THW-LS, THWN-2*, XHHW*, XHHW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2	AWG kcmil
	Cobre			Aluminio			
0,8235	....	---	18	....	....	....	18
1,307	....	---	24	....	....	....	16
2,082	25*	30*	35*	....	....	....	14
3,307	30*	35*	40*	---	---	---	12
5,26	40	50*	55*	---	---	---	10
8,367	60	70	80	---	---	---	8
13,3	80	95	105	60	75	80	6
21,15	105	125	140	80	100	110	4
26,67	120	145	165	95	115	130	3
33,62	140	170	190	110	135	150	2
42,41	165	195	220	130	155	175	1
53,48	195	230	260	150	180	205	1/0
67,43	225	265	300	175	210	235	2/0
85,01	260	310	350	200	240	275	3/0
107,2	300	360	405	235	280	315	4/0
126,67	340	405	455	265	315	355	250
152,01	375	445	505	290	350	395	300
177,34	420	505	570	330	395	445	350
202,68	455	545	615	355	425	480	400
253,35	515	620	700	405	485	545	500
304,02	575	690	780	455	540	615	600
354,69	630	755	855	500	595	675	700
380,03	655	785	855	515	620	700	750
405,37	680	812	920	535	645	725	800
456,04	730	870	985	580	700	785	900
506,71	780	935	1055	625	750	845	1000
633,39	890	1065	1200	710	855	960	1250
760,07	980	1175	1325	795	950	1075	1500
886,74	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
1013,42	1155	1385	1560	960	1150	1335	2000

FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	21-25	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	31-35	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	36-40	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	41-45	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	46-50	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	51-55	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	,,,,	56-60	0,71	,,,,	0,58	0,71	56-60
61-70	,,,,	61-70	0,58	,,,,	0,33	0,58	61-70
71-80	,,,,	71-80	0,41	,,,,	,,,,	0,41	71-80

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobre corriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,082 mm² (14 AWG); 20 A para 3,307 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre.

En la siguiente tabla nos muestra la Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 V nominales, al aire para una temperatura del aire ambiente de 30 °C.

Tamaño nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13				Tamaño nominal AWG Kcmil
	150 °C		200 °C		
	TIPOS FEP, FEPB, SF	TIPOS FEP, FEPB, SF	TIPO PFAH, TFE	TIPO Z	
	Cobre		Níquel o níquel recubierto de cobre	Aluminio	
2,082	34	36	39	----	14
3,307	43	45	54	---	12
5,26	55	60	73	---	10
8,367	76	83	93	---	8
13,3	96	110	117	75	6
21,15	120	125	148	94	4
26,67	143	152	166	109	3
33,62	160	171	191	124	2
42,41	186	197	215	145	1
53,48	215	229	244	169	1/0
67,43	251	260	273	198	2/0
85,01	288	297	308	227	3/0
107,2	332	346	361	260	4/0
126,67	----	----	----	----	250

152,01	----	----	----	----	300
177,34	----	----	----	----	350
202,68	----	----	----	----	400
253,35	----	----	----	----	500
304,02	----	----	----	----	600
354,69	----	----	----	----	700
380,03	----	----	----	----	750
405,37	----	----	----	----	800
506,71	----	----	----	----	1000
760,07	----	----	----	----	1500
1013,42	----	----	----	----	2000
FACTORES DE CORRECCION					
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.				Temperatura ambiente en °C
41-50	0,95	41-50	0,98	0,95	41-50
51-60	0,90	51-60	0,95	0,90	51-60
61-70	0,85	61-70	0,93	0,85	61-70
71-80	0,80	71-80	0,90	0,80	71-80
81-90	0,74	81-90	0,87	0,74	81-90
91-100	0,67	91-100	0,85	0,67	91-100
101-120	0,52	101-120	0,79	0,52	101-120
121-140	0,30	121-140	0,72	0,30	121-140
141-160	----	141-160	0,65	----	141-160
161-180	----	161-180	0,58	----	161-180
181-200	----	181-200	0,49	----	181-200
201-225	----	201-225	0,35	----	201-225

En la siguiente tabla nos muestra la Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores aislados individuales de 0 a 2000 V, de 150 °C a 250 °C en canalizaciones o cables, para una temperatura ambiente de 40 °C.

Tamaño nominal Mm ²	Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13					Tamaño nominal AWG Kcmil
	150 °C	200 °C	Conductores desnudos o cubiertos	250 °C	150 °C	
	TIPO Z	TIPOS FEP, FEPB, SF		TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z	
	Cobre			Níquel o de cobre recubierto de níquel	Aluminio	
2,082	46	54	30	59	----	14
3,307	60	68	35	78	---	12
5,26	80	90	50	107	---	10
8,367	106	124	70	142	---	8
13,3	155	165	95	205	112	6
21,15	190	220	125	278	148	4
26,67	214	252	150	327	170	3
33,62	255	293	175	381	198	2
42,41	293	344	200	440	228	1
53,48	339	399	235	532	263	1/0
67,43	390	467	275	591	305	2/0
85,01	451	546	320	708	351	3/0
107,2	529	629	370	830	411	4/0
126,67	----	----	415	----	----	250
152,01	----	----	460	----	----	300
177,34	----	----	520	----	----	350
202,68	----	----	560	----	----	400
253,35	----	----	635	----	----	500
304,02	----	----	710	----	----	600
354,69	----	----	780	----	----	700
380,03	----	----	805	----	----	750
405,37	----	----	835	----	----	800
	----	----	865	----	----	900
506,71	----	----	895	----	----	1000
760,07	----	----	1205	----	----	1500
1013,42	----	----	1420	----	----	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN						
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar las anteriores capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes					Temperatura ambiente en °C

41-50	0,95	0,97	----	0,98	0,95	41-50
51-60	0,90	0,94	----	0,95	0,90	51-60
61-70	0,85	0,90	----	0,93	0,85	61-70
71-80	0,80	0,87	----	0,90	0,80	71-80
81-90	0,74	0,83	----	0,87	0,74	81-90
91-100	0,67	0,79	----	0,85	0,67	91-100
101-120	0,52	0,71	----	0,79	0,52	101-120
121-140	0,30	0,61	----	0,72	0,30	121-140
141-160	----	0,50	----	0,65	----	141-160
161-180	----	0,35	----	0,58	----	161-180
181-200	----	----	----	0,49	----	181-200
201-225	----	----	----	0,35	----	201-225

En la siguiente tabla nos muestra la Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 V, de 150 °C a 250 °C al aire libre, para una temperatura ambiente del aire de 40 °C.

De cobre mm ² (AWG o kcmil)	De aluminio mm ² (AWG o kcmil)	Capacidad de conducción de corriente de la acometida o del alimentador (A)
21,15 (4)	33,63 (2)	100
26,67 (3)	42,41 (1)	110
33,63 (2)	53,48 (1/0)	125
42,41 (1)	67,43 (2/0)	150
53,48 (1/0)	85,01 (3/0)	175
67,43 (2/0)	107,2 (4/0)	200
85,01 (3/0)	126,7 (250)	225
107,2 (4/0)	152 (300)	250
126,7 (250)	177,3 (350)	300
177,3 (350)	253,4 (500)	350
202,7 (400)	304 (600)	400

En la siguiente tabla nos muestra el tipo y tamaño de los conductores RH, RHH, RHW, THHW, THW, THWN, THHN, XHHW, USE.