

01126  
13



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"MANTENIMIENTO A UNIDADES DE VENTANA,  
MANEJADORAS DE AIRE Y EQUIPOS  
CENTRALES"

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
**EN AREA MECANICA.**

P R E S E N T A

*LUIS ANTONIO CERPA VELAZQUEZ*

DIRECTOR DE TESIS:

ING. RODRIGO DE BENGOCHEA OLGUIN.



MEXICO, D. F.

2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS, por haberme permitido  
concluir una meta en mí MÉXICO,  
guiado por su máxima casa de estudios  
la UNAM.

A mis PADRES YOLANDA Y LORENZO por haberme  
dado el don más preciado LA VIDA ... GRACIAS.

A mí ESPOSA por brindarme su amor,  
apoyo y comprensión en todo momento  
... Te amo.

En memoria de mí MADRE por ser un ejemplo de  
valentía ante las adversidades de la vida, y por  
enseñarme el respeto hacia los demás y que solamente  
trabajando cumpliré mis objetivos... CUMPLÍ MADRE,  
CUMPLÍ.

A mis SUEGROS por creer en mí y  
brindarme su apoyo incondicional...  
GRACIAS.

A mi hermano JORGE GABRIEL por estar siempre a  
mí lado.

A IRAIS por ser la hermana, que nunca  
tuve e impulsarme con su juventud.

A mis amigos OSCAR, SANDRA, MARIBEL y ROCIO  
por brindarme su amistad y apoyo.

B

En especial para el ING. RODRIGO de  
BENGOECHEA OLGUÍN por su valiosa dirección y  
contribución para concluir el presente  
trabajo...GRACIAS.

A mis PROFESORES por transmitirme sus  
conocimientos y experiencias.

A mis compañeros y a todas aquellas personas que  
de una u otra manera contribuyeron para la  
realización de este trabajo.

A los ESCÉPTICOS que dudaron de mi  
capacidad.

C

# INDICE

## INTRODUCCIÓN

PAGINA

### CAPITULO PRIMERO

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
1.1	Nociones generales	1
1.2	Terminología del aire acondicionado	3
1.3	Clasificación de las unidades de aire acondicionado	3
1.4	Términos de eficiencia	11
1.5	Terminología del mantenimiento	14

### CAPITULO SEGUNDO

<b>2</b>	<b>PLAN ESTRATÉGICO</b>	<b>19</b>
2.1	Filosofía del mantenimiento	19
2.2	Pronóstico de la carga de mantenimiento	22
2.3	Planeación de la capacidad de mantenimiento	22
2.4	Programación del mantenimiento	23
2.5	Organización del mantenimiento	24
2.5.1	Actividades de organización	24
2.5.2	Diseño de trabajo	25
2.5.3	Estándares de tiempo	25
2.5.4	Administración de proyectos	26
2.5.5	Actividades de control	27
2.5.6	Control de trabajos	27
2.5.7	Control de inventarios	27
2.5.8	Control de costos	28
2.5.9	Control de calidad	29
2.5.10	Administración orientada a la calidad y capacitación	29

D

### **CAPITULO TERCERO**

<b>3</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>32</b>
3.1	Estudio previo	33
3.2	Proyecto	33
3.3	Instalación	36
3.4	Revisión final de funcionamiento	37
3.5	Planeación	39
3.6	Elementos del mantenimiento planeado	40
3.6.1	Administración del plan	41
3.6.2	Inventario de las instalaciones	41
3.6.3	Identificación del equipo	42
3.6.4	Registro de las instalaciones	42
3.6.5	Programa específico de mantenimiento	43
3.6.6	Especificaciones del trabajo	43
3.6.7	Programa de mantenimiento	44
3.6.8	Control del programa	44
<b>4</b>	<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>	<b>48</b>
4.1	Operaciones correctivas	48
4.1.1	Golpe de líquido	48
4.1.2	Arrastre de líquido	49
4.1.3	Dilución del líquido	50
4.1.4	Alta temperatura de descarga	51
4.1.5	Falta de aceite	52
4.2	Eléctricos	52
4.2.1	Quemado general uniforme	52
4.2.2	Quemadura de una sola fase	53
4.2.3	Quemadura de la mitad del embobinado en una sola fase	54
4.2.4	Quemadura del embobinado de arranque	54

F

4.2.5 Quemadura en el embobinado de trabajo	55
4.2.6 Quemadura de una sola fase primaria	55

<b>5 APLICACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO</b>	<b>56</b>
5.1 Objetivo	56
5.2 Estrategia	56
5.3 Programa	58
5.3.1 Mantenimiento preventivo mensual	59
5.3.2 Mantenimiento preventivo trimestral	60
5.3.3 Mantenimiento preventivo semestral	61
5.3.4 Mantenimiento preventivo anual	63
5.4 Organigrama	64

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
---------------------	-----------

## **BIBLIOGRAFIA**

11

## INTRODUCCIÓN.

La necesidad de acondicionar el ambiente en el cual ha vivido el hombre, ha sido un problema que lo ha inquietado desde los tiempos más remotos; se dice que los egipcios calentaban al sol grandes piedras durante el día, mismas que servían para proporcionar calor a las habitaciones de los faraones durante la noche; así mismo que humedecían hojas de palma poniéndolas en las ventanas para que la brisa de la tarde, penetrara al palacio húmeda y fresca.

En ese orden de ideas, se puede decir, que el primer sistema que se puede llamar de aire acondicionado, fue desarrollado por un granjero norteamericano que descubrió una gran caverna cerca de su casa, de la cual salía aire extremadamente frío; por lo que construyó un rustico sistema de ductos y por medio de un molino de viento introducía aire fresco al interior de su casa, logrando mantenerla fresca durante los cálidos veranos de su región.

Las instalaciones electromecánicas fueron aumentando rápidamente a partir de la segunda Guerra Mundial. Prácticamente todo lo que actualmente conocemos como instalaciones electromecánicas e hidro sanitarias existieron como tales hace 80 años, excepto por el drenaje, que tiene unos 150 años. En la década de los 60's se ponen de moda los sistemas de aire acondicionado y manejo de aire centrifugado pero no se generalizan.

Actualmente, muchos productos y servicios vitales dependen del control del clima interno; la comida para nuestra mesa, la ropa que vestimos y la biotecnología de donde obtenemos químicos, plásticos y fertilizantes.

El aire acondicionado, también juega un papel importante en la medicina moderna, desde sus aplicaciones en el cuidado de bebés y la salida de cirugía hasta sus usos en el laboratorio de investigación.

Por otro lado, sin el control exacto de temperatura y humedad, los microprocesadores, circuitos integrados y la electrónica de alta tecnología no podrían ser producidos. Los centros computacionales dejarían de funcionar. Muchos procesos de fabricación precisa no serían posibles. El vuelo de los aviones y de naves espaciales sería solo un sueño. Minerales valiosos no podrían ser extraídos desde la profundidad de la tierra y los arquitectos no podrían haber diseñado los enormes edificios que han cambiado la cara de las grandes ciudades del mundo.

Así mismo, el aire acondicionado ha hecho posible el crecimiento y desarrollo en las áreas tropicales, proporcionando los medios para más y mejores vidas productivas. Docenas de ciudades desérticas, no existirían aún hoy, sin la habilidad del hombre para controlar su medio ambiente.

El poder para controlar el medio ambiente interior, de forma artificial, ha cambiado por completo la manera en como nos sentimos en el trabajo, en las clases, etc.,.

H

Los equipos de refrigeración mantienen nuestros productos alimenticios frescos y en excelentes condiciones, y lo mismo refrigeran productos farmacéuticos y productos biológicos.

Un punto importante es preservar el medio ambiente porque estamos conscientes de que la calefacción, refrigeración y la ventilación son mucho más que un proceso para crear confort.

I

# **I. GENERALIDADES.**

## **1.1 Nociones generales.**

En termodinámica hay dos importantes áreas de aplicación, la generación de potencia y la refrigeración. Ambas se realizan mediante sistemas que operan en un ciclo termodinámico. Una de las principales áreas de aplicación de la termodinámica es la refrigeración, que es la transferencia de calor de una región de temperatura inferior hacia una de temperatura superior. Los dispositivos que producen refrigeración se llaman refrigeradores o bombas de calor, y los ciclos en los cuales operan se denominan ciclos de refrigeración. Las instalaciones de aire acondicionado se pueden clasificar por su misión: para confort y procesos industriales.

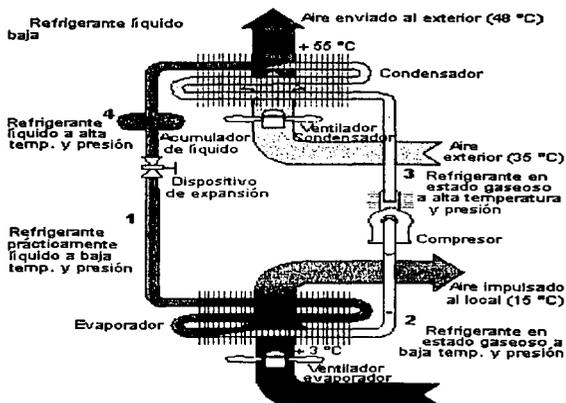
Las primeras se instalan con el objeto de lograr bienestar de las personas.

Las segundas están destinadas a conseguir determinadas condiciones ambientales que hacen posible o mejoran la elaboración de productos influyendo sobre sus características y calidad, también mantienen en óptima operación los equipos electrónicos.

Un ciclo de refrigeración consiste de un condensador, un evaporador, un compresor y un dispositivo de expansión. En el evaporador, el calor es transferido

del fluido que esta siendo enfriado para hervir el líquido refrigerante y convertirse en vapor. El compresor durante el ciclo toma vapor en baja presión del evaporador y agrega energía al refrigerante, aumentando su presión y su temperatura; descargando el vapor en alta presión al condensador. En el condensador, el fluido refrigerante transfiere calor provocando su condensación. El dispositivo de expansión, el cual puede ser una válvula o un orificio, hace que la expansión de líquido refrigerante baje de nuevo a la presión del enfriador. Reiniciando el ciclo nuevamente. Figura 1.1

Figura 1.1 Ciclo de refrigeración.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## **1.2 Terminología del aire acondicionado.**

**Manejadora de aire.** Es el componente de un sistema de aire acondicionado central o de un sistema de bomba de calor que mueve al aire enfriado o calentado a través del sistema de ductos.

**Fuente de calor.** Una masa de aire o líquido del cual el calor es recolectado. En una bomba de calor el aire exterior es usado como la fuente de calor durante el ciclo de calentamiento.

**Unidad evaporadora (serpentín interior).** Es la sección del sistema de acondicionamiento de aire central o bomba de calor que esta ubicado en el interior de la casa, oficina, etc., y funciona como el elemento de transferencia de calor para calentar o enfriar al interior.

**Unidad condensadora (serpentín exterior).** La parte de un sistema de aire acondicionado central o bomba de calor que esta ubicado en el exterior del inmueble y funciona como elemento de transferencia de calor para recolectar el calor o dispersarlo hacia el exterior.

## **1.3 Clasificación de las unidades de aire acondicionado.**

Ahora se puede instalar en casa, oficina, local comercial, edificio o proceso el clima que desee. Controlándolo efectivamente cada día. Hay diferentes

equipos y capacidades, ya que, los inmuebles y las necesidades son diferentes. Para lo cual se cuenta con:

**A. Acondicionador de aire individual (tipo ventana).** Son equipos formados por un conjunto auto contenido, destinados a ser montados en ventanas, paredes; y su nombre se debe a la ubicación que necesariamente debe ser al exterior. Son equipos residenciales o áreas pequeñas. Su gran ventaja reside en la facilidad de su instalación, fundamentalmente, su bajo costo con respecto a los sistemas más grandes. Una desventaja de este tipo de equipos es el nivel de ruido, por la ubicación directa al local. Con capacidades desde 1,260 hasta 7,560 kcal/h. El equipo se compone de dos partes fundamentales:

- **Unidad evaporadora.** Se coloca del lado interior del local y consta de un serpentín donde se produce la evaporación del refrigerante líquido, absorbiendo para ello el calor del aire interior del local mediante un ventilador centrífugo tipo multipalas de silencioso funcionamiento.
- **Unidad condensadora.** - se coloca del lado exterior, consta de un compresor y un serpentín de condensación, por medio del cual se hace circular el aire exterior, que constituye el medio de enfriamiento del refrigerante en estado de vapor a alta presión, procediendo así a su condensación. Es un sistema, entonces, de condensación por aire. El compresor es la parte más ruidosa del equipo. Figura 1.2 y 1.3

Figura 1.2. Unidad tipo ventana con flujo de aire y el lugar de instalación.

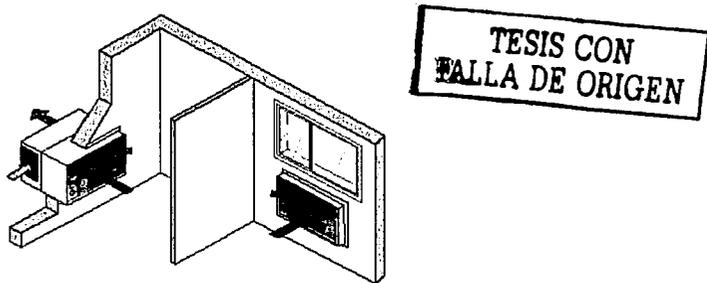
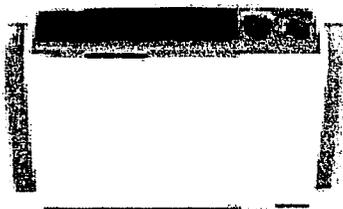


Figura 1.3 Unidad tipo ventana. Diseñada para instalación en pared o ventana.



**B. Sistemas integrales** (unidad central tipo paquete). Un sistema de acondicionamiento de aire y calefacción para todo el año que cuenta con todos los componentes alojados en un solo gabinete en el exterior. De los sistemas centrales, son los más populares por su gran adaptabilidad a las distintas necesidades en un rango de capacidad que va desde 3 hasta 25 TR (toneladas de refrigeración). Estas unidades, que han sido diseñadas para aplicaciones comerciales y de viviendas. La Unidad es enfriada por aire, y funciona sin torres de enfriamiento, ya que cuentan con condensación por aire incorporada al equipo. Son equipos similares en cuanto a funcionamiento a las unidades de ventana, pero de mayor capacidad; permiten la distribución del aire por medio de ductos a los distintos locales; bajo nivel de ruido y costo, fácil instalación, además, no requieren espacio en un cuarto de maquinas, ya que están diseñados especialmente para ser instalados a la intemperie sin ningún problema, típicamente en una losa de concreto u otra plataforma. En el verano, el sistema de paquete proporciona la comodidad de acondicionamiento del aire central. Durante los meses de más frío, la unidad proporciona calor. Esencialmente, es un aire acondicionado y una unidad de calefacción en un solo paquete, de lo cual surge su nombre.

Los modelos actuales disponibles están usando:

- Electricidad para el enfriamiento y la resistencia eléctrica de calentamiento.
- Gas para la calefacción y electricidad para el enfriamiento.

Las compañías existentes ofrecen una gran variedad de sistemas de paquetes en diferentes tamaños y eficiencias. Figura 1.4 y 1.5

Figura 1.4 Unidad central tipo paquete en azotea, la distribución del aire por medio de ductos a las diferentes áreas.

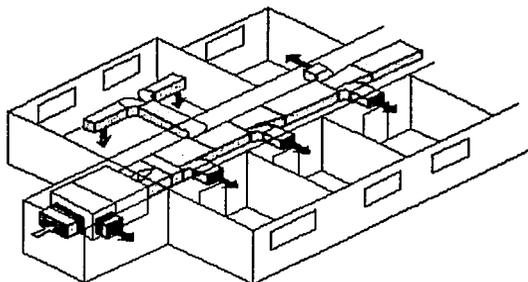
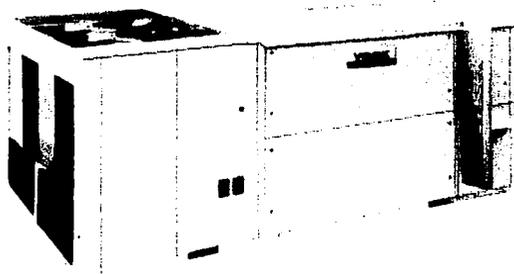


Figura 1.4 Unidad central tipo paquete.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



**C. Sistemas divididos (unidad central tipo dividido).** Los sistemas divididos construidos en dos piezas, un evaporador o unidad interior y un condensador o unidad exterior ambos debidamente conectados con tubería de cobre. El rango de capacidades va desde 6 hasta 40 TR., es el sistema más comúnmente instalado. La unidad evaporadora se instala en el interior del local, que contiene el serpentín y el ventilador para distribuir el aire por medio de ductos de distribución o sin ellos. La unidad condensadora esta compuesta por el condensador y el ventilador, para el enfriamiento por aire, y el compresor reunidos en un gabinete que se coloca al exterior, siendo el aire del alrededor el que realiza la condensación (enfriado por aire). Figura 1.6 y 1.7.

Figura 1.6 Unidad central tipo dividido así como la distribución física de los diferentes elementos que componen.

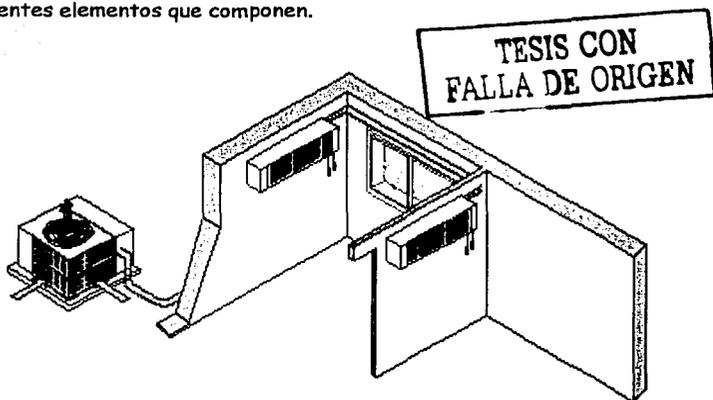
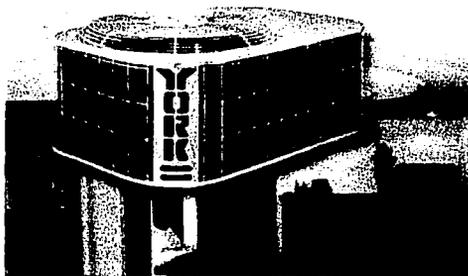
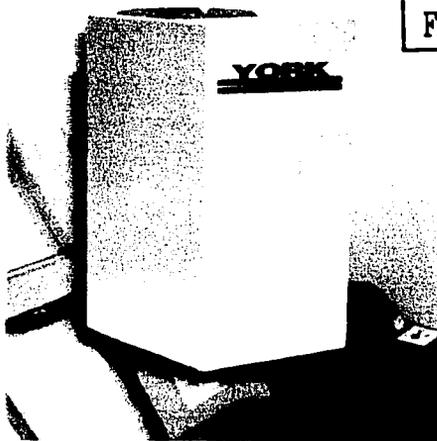


Figura 1.7 Unidad central tipo dividido con los siguientes componentes que son: unidad condensadora y evaporadora (distribuye el aire por medio de ductos).



Unidad condensadora



Unidad evaporadora

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**D. Equipo central centrifugado (chiller).** Un sistema de refrigeración que use un compresor centrífugo para enfriar agua para acondicionamiento de aire se denomina "enfriador centrífugo" las capacidades de estas maquinas van de 100 a 10,000 TR. Su fiabilidad es alta y sus necesidades de mantenimiento bajas, ya que la compresión centrífuga implica el movimiento rotativo de solamente unos pocos elementos mecánicos.

La mayoría de enfriadores centrífugos tienen condensadores refrigerados por agua. La fuente del condensador de agua es normalmente una torre de enfriamiento, pero también puede utilizarse el agua de un río o lago. Los condensadores enfriados por aire se usan en sitios donde no se dispone de agua de refrigeración.

En tamaños por encima de 1,300 TR, los componentes mayores de una enfriadora refrigerada por agua (cambiadores de calor, compresor, etc.) deben ser transportados individualmente para montarse y conectarse en el lugar de emplazamiento; estos enfriadores se denominan "montados en campo". Los tamaños más pequeños pueden estar completamente montados con sus tuberías y cableados antes de salir de fabrica; estas unidades se denominan "unidades montadas en fabrica". Figura 1.8

Figura 1.8 Enfriadora centrífuga de montaje en fabrica, capacidad 350 TR.



#### 1.4 Términos de eficiencia.

En 1992 el gobierno federal de los EE.UU., estableció los mínimos requisitos de eficiencia para todos los sistemas de aire acondicionado y calefacción. Si el equipo que usa actualmente (bomba de calor, o sistema de aire acondicionado) fue comprado e instalado antes de esa fecha, puede ser altamente ineficiente de acuerdo a los estándares de hoy. Los rangos de eficiencia son importantes para entender porque al instalar una unidad nueva podría alcanzar reducciones de costos significativos, y que podrían ahorrarle de los gastos de operación de equipos anteriores a 1992.

**A. AFUE.** Es la medida de la eficiencia del calefactor. Significa, eficiencia de utilización del combustible. Mientras más alto, más eficiente es el equipo. El gobierno de EE. UU. estableció un mínimo de 78%.

**B. HPSF.** Proviene del factor de eficiencia por temporada de calentamiento, mientras más alto, más eficiente es la bomba de calor en el calentamiento del inmueble. El gobierno de EE. UU. no ha legislado un valor mínimo.

**C. SEER.** Es la medida de eficiencia en enfriamiento para las unidades de aire acondicionado. SEER significa Relación de Eficiencia de Energía por Temporada. Mientras más alto es el SEER más eficiente es la unidad. El gobierno de los EE. UU. ha establecido un valor mínimo de 10 SEER.

En México fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de Marzo del 2002, la Norma Oficial Mexicana **NOM-011-ENER-2002**, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central paquete o dividido. Limite, métodos de prueba y etiquetado. , cuya finalidad es la preservación y uso racional de los recursos energéticos. La elaboración de la presente Norma responde a la necesidad de incrementar el ahorro de energía y la preservación de recursos energéticos; además de proteger al consumidor de productos de menor calidad y consumo excesivo de energía eléctrica que pudieran llegar al mercado nacional.

Esta Norma Oficial Mexicana establece el nivel mínimo de relación de eficiencia energética estacional (REEE) que deben cumplir los acondicionadores de aire tipo central; especifica además los métodos de prueba que deban usarse para verificar dicho cumplimiento y define los requisitos que se deben de incluir en la etiqueta de información al público.

Relación de eficiencia energética estacional (REEE). Es la relación del enfriamiento total de un equipo de aire acondicionado tipo central en watts térmicos ( $W_t$ ), transferidos del interior al exterior, durante un año de uso, dividido entre la potencia eléctrica total suministrada al equipo en Watts eléctricos ( $W_e$ ) durante el mismo lapso.

Nivel de relación de eficiencia energética estacional (REEE), mínimo en acondicionadores de aire tipo central, tabla 1.1

Tabla 1.1

CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO (WATTS)	REEE MINIMA ( $W_t/W_e$ )
DE 10,540 A 17,580	2.93

## **1.5 Terminología del mantenimiento.**

A continuación se definen algunos de los términos que se emplean comúnmente en la administración del mantenimiento. Estas definiciones se basan, en gran medida, en la Norma Británica BS3811.

**Descompostura.** Falla que da por resultado la falta de disponibilidad del equipo.

**Desperfecto.** Una desviación inesperada con respecto a los requerimientos y que justifica una acción correctiva.

**Disponibilidad.** La capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en el momento específico o durante un periodo de tiempo específico.

**Especificación del trabajo.** Un documento que describe la forma en que se debe realizar el trabajo. Puede definir materiales, herramientas, estándares de tiempo y procedimiento.

**Existencia de refacciones.** Piezas que están disponibles con fines de mantenimiento o para el reemplazo de piezas defectuosas.

**Factibilidad del mantenimiento.** La capacidad del equipo, bajo condiciones establecidas de uso, para conservarse o ser reparado y que quede en un estado en el que pueda realizar la función requerida, cuando el mantenimiento

se realiza bajo condiciones establecidas y empleando procedimientos y recursos prescritos.

**Falla.** La terminación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida.

**Historia del mantenimiento.** Un registro histórico que muestra la reparación, refacciones, que se emplea para ayudar a la planeación del mantenimiento.

**Inspección.** El proceso de medir, examinar, probar, calibrar o detectar de alguna otra forma cualquier desviación con respecto a las especificaciones.

**Interrupción forzada.** Interrupción debida al paro no programado de un equipo.

**Mantenimiento.** La combinación de todas las acciones técnicas y asociadas mediante las cuales un sistema o equipo se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas.

**Mantenimiento basado en las condiciones.** El mantenimiento preventivo que se indica como resultado del conocimiento de la condición del equipo observada mediante el monitoreo de rutina o continuo.

**Mantenimiento correctivo.** El mantenimiento que se lleva a cabo después de que ocurre una falla y que pretende restablecer el equipo a un estado en el que pueda realizar la función requerida.

**Mantenimiento de emergencia.** El mantenimiento requerido para evitar consecuencias serias, como pérdida del tiempo de producción y condiciones inseguras.

**Mantenimiento de operación.** Mantenimiento que puede realizarse mientras el equipo esta en servicio.

**Mantenimiento de paro.** Mantenimiento que sólo puede realizarse cuando el equipo está fuera de servicio.

**Mantenimiento planeado.** El mantenimiento organizado y realizado con premeditación, control y el uso de registros para cumplir con un plan determinado.

**Mantenimiento preventivo.** El mantenimiento realizado a intervalos predeterminados, con la intención de minimizar la probabilidad de falla y la degradación del funcionamiento del equipo.

**Mantenimiento programado.** El mantenimiento preventivo realizado a un intervalo de tiempo predeterminado o después de cierto número de operaciones, kilómetros, etc.

**Monitoreo de las condiciones.** La medición continua o periódica y la interpretación de los datos para inferir la condición del equipo a fin de determinar si necesita mantenimiento.

**Orden de trabajo.** Una instrucción por escrito que especifica el trabajo que debe realizarse, incluyendo detalles sobre refacciones, requerimientos de personal.

**Programa de mantenimiento.** Una lista completa de piezas (equipo) y las tareas de mantenimiento requeridas, incluyendo los intervalos con que debe realizarse el mantenimiento.

**Renovación.** Trabajo extenso con la intención de que el equipo alcance condiciones funcionales aceptables, que frecuentemente implica mejoras.

**Reparación.** El restablecimiento de un equipo a una condición aceptable mediante la renovación, reemplazo o reparación general de piezas dañadas o desgastadas.

**Reparación general.** Un examen completo y restablecido del equipo, o una parte importante del mismo, a una condición aceptable.

**Requisición de trabajo.** Un documento en el que se solicita la realización de un trabajo.

**Restablecimiento.** Acciones de mantenimiento con la intención de regresar al equipo a sus condiciones originales.

**Retroalimentación.** Un informe del éxito o fracaso de una acción para alcanzar los objetivos deseados, que puede ser utilizada para mejorar un proceso.

## II. PLAN ESTRATÉGICO.

Las actividades de planeación generalmente incluyen los siguientes puntos:

- Filosofía del mantenimiento.
- Pronóstico de la carga de mantenimiento.
- Capacidad de mantenimiento.
- Organización de mantenimiento.
- Programación de mantenimiento.

A continuación se desarrollaran los puntos anteriores.

### 2.1 Filosofía del mantenimiento.

La filosofía del mantenimiento es básicamente la que se refiere al hecho de tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la disponibilidad de las unidades sin que se comprometa la seguridad. Para lograr esta filosofía, las siguientes estrategias pueden desempeñar un papel eficaz si se aplican en la combinación y forma correcta:

**Mantenimiento correctivo.** Este tipo de mantenimiento sólo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento. Este es el caso que se presenta cuando el costo

adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse. Este tipo de estrategia a veces se conoce como estrategia de operación hasta que falle. Se aplica principalmente en los componentes electrónicos.

**Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso.** El mantenimiento preventivo es un mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales. Puede realizarse con base en el uso o las condiciones del equipo.

a) El mantenimiento preventivo con base en el uso o en el tiempo se lleva a cabo de acuerdo con las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia generalmente se necesitan conocimientos acerca de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo.

b) **Mantenimiento preventivo con base en las condiciones.** Este mantenimiento preventivo se lleva a cabo con base en las condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se determina vigilando los parámetros clave del equipo cuyos valores se ven afectados por la condición de este. A esta estrategia también se le conoce como mantenimiento predictivo.

**Mantenimiento de oportunidad.** Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad. Tales oportunidades pueden presentarse durante los periodos de paro generales

programados de un sistema en particular, y puede utilizarse para efectuar tareas conocidas de mantenimiento.

**Detección de fallas.** La detección de fallas es un acto o inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas. Un ejemplo de detección de fallas es el de verificación de la llanta de refacción de un automóvil antes de emprender un viaje largo.

**Modificación del diseño.** La modificación del diseño se lleva a cabo para hacer que un equipo alcance una condición que sea aceptable en ese momento. Esta estrategia implica mejoras y, ocasionalmente, expansión de fabricación y capacidad. La modificación del diseño por lo general requiere una coordinación con la función de ingeniería y otros departamentos dentro de la organización.

**Reparación general.** La reparación general es un examen completo y el restablecimiento de un equipo o sus componentes principales a una condición aceptable. Esta es generalmente una tarea de gran envergadura.

Cada una de estas estrategias de mantenimiento tiene una función en la operación del sistema de aire acondicionado. Es la mezcla óptima de estas estrategias la que da por resultado la filosofía de mantenimiento más eficaz. El número de unidades de aire acondicionado y su nivel de operación planeado, junto con la estrategia de mantenimiento aplicable, pueden ayudar a estimar la carga de mantenimiento o las salidas deseadas del sistema de mantenimiento. La figura siguiente resume las estrategias de mantenimiento.

## **2.2 Pronóstico de la carga de mantenimiento.**

Este pronostico es el proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento. La carga de mantenimiento en un inmueble dado varía aleatoriamente y, entre otros factores, puede ser una función de la edad del equipo, el nivel de uso, la calidad del mantenimiento, factores climáticos y las destrezas de los trabajadores de mantenimiento. El pronóstico de la carga de mantenimiento es esencial para alcanzar un nivel deseado de eficacia y utilización de los recursos, y sin éste, muchas de las funciones de mantenimiento no pueden realizarse bien.

## **2.3 Planeación de la capacidad de mantenimiento.**

La planeación de la capacidad de mantenimiento determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento. Estos recursos incluyen: la mano de obra, materiales, refacciones, equipo y herramientas. Entre los aspectos fundamentales de la capacidad de mantenimiento se incluyen la cantidad de trabajadores de mantenimiento y sus habilidades, las herramientas requeridas para el mantenimiento. Debido a que la carga de mantenimiento es una variable aleatoria, no se puede determinar el número exacto de los diversos tipos de técnicos. Por lo tanto, sin pronósticos razonablemente exactos de la demanda futura de trabajos de mantenimiento, no sería posible realizar una planeación adecuada de la capacidad a largo plazo. Para utilizar mejor sus recursos de mano de obra, las organizaciones tienden a emplear

una menor cantidad de técnicos de la que han anticipado, lo cual probablemente dará por resultado una acumulación de trabajos de mantenimiento pendientes. Éstos pueden completarse haciendo que los trabajadores existentes laboren tiempo extra o buscando ayuda exterior de contratistas. Los trabajos pendientes también pueden desahogarse cuando la carga de mantenimiento es menor que la capacidad. Ésta es realmente la principal razón de mantener una reserva de trabajos pendientes. La estimación a largo plazo es una de las áreas críticas de la capacidad de mantenimiento, pero que aún no ha sido bien desarrollada.

#### **2.4. Programación del mantenimiento.**

La programación del mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento. El equipo crítico de un inmueble se refiere al equipo cuya falla detendrá el servicio, proceso de producción y la seguridad. El trabajo de mantenimiento para estos equipos se maneja bajo prioridades y es atendido antes de emprender cualquier otro trabajo. La ocurrencia de tales trabajos no puede predecirse con certeza, de modo que los programas para el mantenimiento planeado en estos casos tienen que ser revisados. En la eficacia de un sistema de mantenimiento influye mucho el programa de mantenimiento que se haya desarrollado y su capacidad para adaptarse a los cambios. Un alto nivel de

eficacia en el programa de mantenimiento es señal de un alto nivel de eficacia en el propio mantenimiento.

## **2.5 Organización del mantenimiento.**

Dependiendo de la carga de mantenimiento, el número de unidades del inmueble, y las destrezas de los técnicos, el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por área o en forma centralizada. Cada tipo tiene sus pros y sus contras. En las organizaciones grandes, la descentralización de la función de mantenimiento puede producir un tiempo de respuesta más rápido y lograr que los trabajadores se familiaricen más con los problemas de una sección particular del inmueble. Sin embargo, la creación de un número de pequeñas unidades tiende a reducir la flexibilidad del sistema de mantenimiento como un todo. La gama de habilidades disponibles se reduce y la utilización de la mano de obra es generalmente menor que en una unidad de mantenimiento centralizada. En algunos casos, puede implantarse una solución de compromiso, denominada sistema en cascada. Este sistema permite que las unidades de mantenimiento de cierta zona se enlacen con la unidad de mantenimiento central. En la figura siguiente se muestra un sistema de este tipo.

### **2.5.1 Actividades de organización.**

La organización de un sistema de mantenimiento incluye lo siguiente:

- Diseño del trabajo.

- Estándares de tiempo.
- Administración.

Se sabe que los sistemas de mantenimiento se ponen en movimiento por las órdenes de trabajo, que generalmente son emitidas por los departamentos. Esas órdenes de trabajo describen el trabajo, su ubicación, las habilidades requeridas y la prioridad del trabajo.

### **2.5.2 Diseño de trabajo.**

El diseño de trabajo, en lo que se refiere al mantenimiento, comprende el contenido de trabajo de cada tarea y determina el método que se va utilizar, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores calificados requeridos.

### **2.5.3 Estándares de tiempo.**

Una vez que la tarea de mantenimiento ha pasado por la etapa de diseño, es básico estimar el tiempo necesario para completar el trabajo. Los estándares de tiempo realistas representan un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores y, de esta forma, reducir al mínimo el tiempo muerto. No es esencial tener estándares para todos los trabajos de mantenimiento. Por ejemplo, puede observarse que el 20% de los trabajos de mantenimiento consumen aproximadamente el 80% del tiempo disponible para las operaciones de mantenimiento. Deben hacerse los esfuerzos necesarios para

desarrollar estándares de tiempo para estos trabajos que consumen mucho tiempo. Es obvio que se requieren estándares de tiempo de los trabajos para pronosticar y desarrollar programas de mantenimiento.

#### **2.5.4 Administración de proyectos.**

En el caso de los grandes inmuebles, las reparaciones generales de gran envergadura o el mantenimiento preventivo que se han planeado se llevan a cabo en forma periódica. Durante estos trabajos, todos los inmuebles o parte de estos se paran. Teniendo en mente la minimización del tiempo muerto, conviene planear y graficar el trabajo para hacer el mejor uso de los recursos. La administración de proyectos implica el desarrollo de redes de actividades y luego el empleo de técnicas como el método de la ruta crítica o la técnica de evaluación y revisión de programas. Una vez que se ha desarrollado la red, que incluye una descomposición de trabajos, secuencia de los mismos, estimaciones de tiempo para cada actividad, puede utilizarse software de computadora para programar las actividades y determinar la mejor utilización de los recursos. La fase de control de un proyecto tal incluye medir el avance en forma regular, compararlo con el programa y analizar la varianza como un porcentaje del trabajo total. Pueden tomarse acciones correctivas para eliminar las deficiencias.

### **2.5.5 Actividades de control.**

El control es una parte esencial de la administración científica. El control, tal como se aplica a un sistema de mantenimiento, incluye lo siguiente:

- Control de trabajos.
- Control de inventarios.
- Control de costos.
- Control de calidad.

### **2.5.6 Control de trabajos.**

El sistema de mantenimiento se pone en movimiento por la demanda de trabajos de mantenimiento. En la carga de trabajo de este tipo, influye sobre todo la filosofía del mantenimiento. La administración y el control del trabajo de mantenimiento son esenciales para lograr los planes establecidos. El sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento. Una orden de trabajo bien diseñada con un adecuado sistema de informes es el corazón del sistema de mantenimiento.

### **2.5.7 Control de inventarios.**

Con anterioridad se afirmó que para la programación del trabajo de mantenimiento es esencial asegurar que se cuente con las refacciones y los

materiales requeridos. Es físicamente imposible y económicamente impracticable que cada refacción llegue de manera exacta cuando se necesita y donde se necesita. Por estas razones se mantienen inventarios. El control de inventarios es la técnica de mantener refacciones y materiales en los niveles deseados. Es esencial mantener un nivel óptimo de refacciones que disminuya el costo de tener el artículo en existencia y el costo en que se incurre si las refacciones no están disponibles. También proporciona la información necesaria para cerciorarse de la disponibilidad de las refacciones requeridas para el trabajo de mantenimiento. Si no están disponibles las refacciones, se deben tomar las medidas para lograr su abastecimiento e informar al departamento de programación acerca de cuando estarán disponibles las refacciones.

### **2.5.8 Control de costos.**

El costo del mantenimiento tiene muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo, los respaldos y los costos de un mantenimiento excesivo. El control de los costos de mantenimiento es una función de la filosofía del mantenimiento, el patrón de operación, el tipo de sistema y los procedimientos y las normas adoptadas por la organización. Es un componente importante en el ciclo de vida de los equipos.

El control del costo de mantenimiento optimiza todos los costos del mantenimiento, logrando al mismo tiempo los objetivos que se ha fijado la organización, como disponibilidad, porcentaje de calidad y otras medidas de

eficiencia y eficacia. La reducción y el control de costos se utiliza como una ventaja competitiva en el suministro de productos y servicios.

### **2.5.9 Control de calidad.**

Es un proceso de producción, la calidad de las salidas puede ser considerada como aptitud para su uso y hacerlo bien desde la primera vez. El control de calidad se ejerce midiendo los atributos del servicio o producto, respectivamente. El mantenimiento también puede verse como un proceso y la calidad de sus salidas deben ser controladas.

En el caso del trabajo de mantenimiento, es esencial hacerlo bien la primera vez. La calidad puede evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a la norma adoptada por la organización. Una alta calidad se asegura verificando los trabajos de mantenimiento crítico o mediante la supervisión del mantenimiento.

### **2.5.10 Administración orientada a la calidad y capacitación.**

La administración orientada a la calidad es una responsabilidad gerencial. Los gerentes de mantenimiento por lo común no están totalmente conscientes de la importancia de mejorar la calidad de los servicios del mantenimiento. La clave para una administración orientada a la calidad se

encuentra, en primer lugar, en la conciencia de la necesidad de mejorar y, en segundo lugar, en seleccionar las técnicas apropiadas para la mejora.

Deberá identificarse a los trabajadores que realizan un trabajo de mantenimiento por debajo de la norma. Esto puede lograrse dando seguimiento a los trabajos repetidos de cada uno de los trabajadores. Se puede realizar un análisis adicional para localizar la o las causas de trabajos por debajo de la norma. Las causas probables son la falta de disponibilidad de herramientas especiales, trabajadores que carecen del nivel necesario de destreza o una supervisión deficiente. La erradicación de estas causas y la vigilancia del trabajo de mantenimiento concluido puede dar por resultado una mejor calidad en la producción del mantenimiento.

Debe realizarse un pronóstico de las nuevas tecnologías que serán adquiridos por la compañía, y debe capacitarse a los trabajadores antes de la llegada del equipo en cuestión.

### **2.5.11 Comportamiento Humano.**

En el desarrollo de las funciones de planeación, organización y control, los gerentes de mantenimiento deben considerar la forma en que sus acciones afectan el comportamiento humano. Deberán entender de qué manera el comportamiento de los subordinados puede afectar las acciones de planeación, organización y control de la gerencia. En la toma de decisiones sobre el mantenimiento, el comportamiento de los subordinados debe ser de interés de la

gerencia. Deberá asegurarse que se logre y mantenga el nivel deseado de satisfacción del personal.

### **III. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

El mantenimiento se define como el aseguramiento de que un sistema de aire acondicionado continúe realizando las funciones para las que fueron instalados, entonces el mantenimiento preventivo es una serie de actividades planeadas previamente que se lleven a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones. Esto es diferente a un mantenimiento de reparación, el cual normalmente se considera como reemplazo, renovación o reparación general del o de los componentes del sistema para que sea capaz de realizar la función para la que fue creado.

El mantenimiento preventivo es el enfoque preferido para la administración de los activos:

- Puede prevenir una falla prematura y reducir su frecuencia.
- Puede reducir la severidad de la falla y mitigar sus consecuencias.
- Puede proporcionar un aviso de una falla inminente o incipiente para permitir una reparación planeada.
- Puede reducir el costo global de la administración de los activos.

### **3.1 Estudio previo.**

Es importante realizar un estudio previo de los sistemas de aire acondicionado y ventilación, ya que, de ello dependerá no tener problemas desde el arranque inicial y a lo largo de la vida útil del sistema.

- Etapa de proyecto.
- Etapa de instalación.

### **3.2 Proyecto.**

El proyectista en aire acondicionado deberá realizar un estudio sobre sus necesidades específicas para determinar:

- Cálculo de carga térmica.
- Selección del equipo adecuado.
- Cálculo y diseño de la red de ductos para distribuir el aire.
- Selección e instalación de los controles de volumen de aire y temperatura.
- Adicionalmente se puede añadir un sistema de control individual.

Las condiciones principales para el cálculo de la carga térmica máxima en el inmueble que tendrá sistema de aire acondicionado y ventilación, son los más

relevantes: el clima exterior, los efectos solares, la temperatura y humedad en interiores, nivel de operación del edificio y requerimientos energéticos.

Los criterios del entorno interior se establecen a menudo en función de especificaciones del inmueble como: oficinas, hospitales, salas de computadoras, laboratorios y procesos. En algunos casos, estos requisitos concuerdan con el confort de sus ocupantes, en tanto que en otros casos se oponen. Por ejemplo en las salas de computo, a menudo tienen corrientes de aire y son frías con la finalidad de adecuarse a los requisitos de entorno de las computadoras y equipos de comunicación pero resultara incómodo para los operadores, y será deseable incluir ciertas provisiones especiales para proporcionar mejores condiciones en ciertas áreas de la sala. De manera similar, los materiales que se guardan en un almacén pudieran tolerar temperaturas frías o calientes.

La siguiente etapa, es involucrar los sistemas: eléctrico, control, ventilación, hidráulica y sanitaria; además el espacio requerido para la infraestructura del sistema.

Por ultimo, para elegir correctamente algún equipo, dentro del conjunto de marcas que satisfacen nuestras necesidades, deberemos considerar básicamente los siguientes puntos:

**Economía:** se refiere a la inversión inicial del equipo y gastos generados por su instalación.

**Operación:** en este concepto se considera los costos de operación, así como simplicidad y facilidad en el funcionamiento.

**Eficiencia:** afecta directamente en los costos, principalmente en el consumo de energía.

**Seguridad:** reduce los riesgos para el personal.

**Fiabilidad:** representa la mayor probabilidad de proporcionar un servicio continuo.

**Mantenimiento:** esto es que permite un fácil acceso, para realizar las tareas de conservación.

**Flexibilidad:** es la facilidad con la cual se pueden modificar las condiciones normales de funcionamiento para proporcionar un servicio no contemplado en su diseño original.

**Adaptabilidad:** permite contemplar ampliaciones, modificaciones o reemplazos, para continuar proporcionando el servicio con el menor riesgo y tiempo de suspensión del servicio.

Hay tres modos básicos de comparar directamente las diferentes marcas y modelos:

1. ¿Cuánta energía consumen para enfriar? Eficiencia.
2. ¿Qué tanto nota usted su presencia? Niveles de ruido.

### 3. ¿Cómo lo hacen sentir a usted? Confort.

#### **3.3 Instalación.**

Al instalar un sistema de aire acondicionado para un inmueble, el instalador deberá tener siempre muy presente dos puntos: El primero es la seguridad de la instalación eléctrica tanto desde el punto de vista físico como eléctrico. El segundo es el rendimiento del sistema, que será muy afectado por una instalación defectuosa.

Un punto importante que debemos considerar cuando se tiene que decidir donde colocar un equipo enfriado por aire es el lugar donde se instalará. Este deberá proveer la cantidad suficiente de aire ambiente al condensador y disipar el aire caliente del área de la unidad condensadora o condensador remoto. De no seguirse estas recomendaciones se obtendrán valores más altos en la presión de descarga provocando mal funcionamiento y fallas en la potencia del equipo. Cuidando No colocar las unidades en ambientes próximos a salidas de humos, aire caliente o vapor.

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es la de instalar la unidad lejos de áreas sensibles al ruido y además tengan un soporte adecuado para evitar transmisión de ruido y vibraciones en la construcción o inmueble. Las unidades deben ser montadas a través de pasillos, áreas unitarias, sanitarios y otras áreas auxiliares donde los niveles del ruido no son un factor importante.

Algunas de las dificultades que encontrarán los técnicos para realizar la instalación de un sistema de aire acondicionado son: el sistema eléctrico, grandes ventanas con la orientación menos ventajosa, habitaciones de forma rara y mobiliarios que complican el flujo natural del aire.

### **3.4 Revisión final de funcionamiento.**

Después de que el sistema ha sido cargado y operado durante 2 horas por lo menos en condiciones normales, sin ningún indicio de mal funcionamiento, deberá ser operado durante 12 horas con los controles automáticos; entonces un chequeo completo del sistema en operación deberá efectuarse como se indica.

- **Cheque las presiones en la descarga y succión del compresor.** Si no están dentro de los límites de diseño del sistema, determine el porque y tome la acción correctiva.
- **Cheque el nivel del líquido en la mirilla de la línea del líquido y el funcionamiento de la válvula de expansión.** Si hay indicios de ser requerido más refrigerante pruebe contra fugas todas las conexiones y componentes del sistema y repare cualquier fuga antes de agregar refrigerante.
- **Observe el nivel de aceite en el cristal de mirilla del cárter del compresor.** Agregue tanto aceite como sea necesario para mantener el nivel mínimo  $\frac{1}{4}$  del cristal mirilla.

- Las válvulas de expansión termostática deben ser chequeadas para ajustar el sobrecalentamiento adecuado. Los bulbos sensores deben estar en contacto directo en la línea de succión y deberán aislarse. Las válvulas con alto sobrecalentamiento causan baja capacidad de refrigeración. Un sobrecalentamiento bajo favorece el regreso de refrigerante líquido y la falla total en cojinetes.

- Usando instrumentos adecuados, verifique cuidadosamente el voltaje de línea y amperaje en las terminales del compresor. El voltaje debe ser  $\pm 10\%$  del voltaje indicado en la placa de datos de la unidad condensadora. Si un bajo o alto voltaje es registrado se deberá corregir. Si el amperaje tomado es excesivo determine inmediatamente la causa y tome la acción correctiva. En motocompresores trifásicos, cheque que el balanceo de la carga sea igual en cada fase.

- El ajuste en controles de alta presión en sistemas enfriados por aire hay que revisarlos de la siguiente manera. Desconecte los motores de los ventiladores o tape la entrada de aire al condensador. Observe el punto de corte del manómetro de alta presión. Revise que los controles de seguridad y operación funcionen adecuadamente y ajústelos, si es necesario.

- Cheque el funcionamiento de la resistencia del cárter si es usada.

- **Instale una hoja de instrucciones y el diagrama de control del sistema para uso del usuario.**

Lo último será entregar toda la información básica necesaria de la instalación al personal de mantenimiento consistente en: memoria técnica descriptiva, bitácora de instalación, planos actualizados y manuales técnicos.

### **3.5 Planeación.**

El mantenimiento de reparación puede dividirse en dos amplias categorías: reparación planeada y reparación no planeada. La reparación planeada implica, en primer lugar, que todos los recursos necesarios para realizar las tareas han sido planeados previamente y están disponibles, y en segundo lugar, que el trabajo se llevará a cabo de acuerdo con un programa establecido. La reparación no planeada puede tener disponibles un conjunto de instrucciones normales, puede tener a la mano trabajadores y piezas necesarias, o puede estar insertado en un programa de mantenimiento bajo una base adecuada, pero no siempre se cumple con los criterios de planeación y programación previa. Si el mantenimiento preventivo se considera como trabajo planeado, la distribución por horas de mano de obra en una instalación industrial que funciona correctamente puede ser como se describe a continuación:

El mantenimiento preventivo, se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. La disponibilidad del equipo puede definirse como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre

que se le necesite. La confiabilidad de un equipo es la probabilidad de que el equipo este funcionando en el momento. El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, que se conoce comúnmente como preventivo. Una de las características principales de un equipo bien diseñado es que puede repararse / mantenerse durante el tiempo especificado para ello. Esto se conoce como mantenibilidad o facilidad de mantenimiento y puede definirse como la probabilidad de ser reparado / mantenido durante un tiempo específico. El mantenimiento preventivo también es un medio para proporcionar retroalimentación a los diseñadores de equipo para mejorar su facilidad de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo puede estar basado en las condiciones o en datos históricos de fallas del equipo.

La primera categoría se basa en datos obtenidos de los registros históricos del equipo. La segunda categoría se basa en el funcionamiento y las condiciones del equipo.

### **3.6 Elementos del mantenimiento planeado.**

El mantenimiento planeado se refiere al trabajo de mantenimiento que se realiza con una planeación, previsión, control y registros por adelantado. Incluye toda la gama de tipos de mantenimiento y se aplica a las estrategias de

reemplazo, mantenimiento preventivo y correctivo. Se caracteriza por lo siguiente:

- La política de mantenimiento se ha establecido cuidadosamente.
- La aplicación de la política se planea por adelantado.
- El trabajo se controla para que se ajuste al plan original.
- Se recopilan, analizan y utilizan datos que sirvan de guía a las políticas de mantenimiento futuras.

### **3.6.1 Administración del plan.**

El primer paso en el desarrollo de un programa completo de mantenimiento planeado consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo, además de que es esencial el compromiso de la dirección para el cumplimiento exitoso del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.

### **3.6.2 Inventario de las instalaciones.**

El inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas de un sitio. Se elabora con fines de identificación. Se

deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de éste, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).

### **3.6.3 Identificación del equipo.**

Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada pieza del equipo. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en este proceso de identificación. El código deberá indicar la ubicación, tipo y número de máquina. Este sistema de códigos deberá diferir de planta a planta y su diseño reflejará la naturaleza de la instalación.

### **3.6.4 Registro de las instalaciones.**

El registro de las instalaciones es un archivo (electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo (partida) debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexión, detalles de cimentación, dimensiones generales, tolerancias, número de plano de referencia, número de referencia para los manuales de servicio, intercambiabilidad con otras unidades.

### **3.6.5 Programa específico de mantenimiento.**

Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza del equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre, número de identificación del equipo, su ubicación, referencia del programa, lista detallada de las tareas que se llevaran a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo de cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.

### **3.6.6 Especificaciones del trabajo.**

La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento. La especificación del trabajo deberá indicar el número de identificación del equipo, ubicación del mismo, referencia del programa de mantenimiento, número de referencia la especificación del trabajo, frecuencia del trabajo, tipo de técnicos requeridos para el trabajo, detalles de la tarea, componentes que se van reemplazando, herramientas y equipos especiales necesarios, planos de referencia, manuales y procedimientos de seguridad a seguir.

### **3.6.7 Programa de mantenimiento.**

El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a periodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento, debe realizarse mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos del servicio. Esta es la etapa en donde se programa el mantenimiento planeado para su ejecución.

### **3.6.8 Control del programa.**

El programa de mantenimiento debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa. Si se observan desviaciones, es necesaria una acción de control.

Los sistemas de aire acondicionado están diseñados y construidos para proporcionar un máximo confort y alta eficiencia. Con el cuidado y mantenimiento apropiado, el equipo operará económica y confiablemente.

Si la falla no puede prevenirse, la inspección y medición periódicas pueden llegar a reducir la severidad de la falla y el posible efecto domino en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias negativas. Es la detección de las posibles fallas y su corrección antes del tiempo en que se habrían presentado, o bien se hace la corrección de la

**TRABAJOS CON  
FALLA DE ORIGEN**

falla en su fase inicial. La detección de las fallas se obtiene a partir de la tarea de inspección, estadística o estudio a partir de los siguientes formatos, figura 3.1, 2 y 3.

**Figura 3.1 Formato para solicitar servicio de mantenimiento.**

SERVICIO DE MANTENIMIENTO	PREVENTIVO	<input type="checkbox"/>
	CORRECTIVO	<input type="checkbox"/>
CUADRILLA	No DE ORDEN	FECHA
REPORTADO POR:		
INMUEBLE:		
DIRECCIÓN:		
ORDEN DE TRABAJO		
TRABAJOS REALIZADOS		
MATERIAL UTILIZADO		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
OBSERVACIONES		
EL SERVICION FUE		
BUENO	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	
REGULAR		
MALO		
Vo Bo CLIENTE		

# TRABAJOS CON FALTA DE ORIGEN

Figura 3.2 Formato para revisar parámetros de operación de unidades tipo ventana.

INMUEBLE: <input style="width: 100%;" type="text"/>			
MARCA <input style="width: 150px;" type="text"/>	MODELO <input style="width: 150px;" type="text"/>	SERIE <input style="width: 150px;" type="text"/>	
<b>REGISTRO DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN</b>			
<b>REGISTRO DE UNIDAD</b>			
VOLTAJE DE OPERACIÓN	L1-L2	L1-N	L2-N
AMPERAJE DE OPERACIÓN	L1	L2	
VOLTAJE DE PLACA			AMPERAJE DE PLACA
PRESIÓN DE OPERACIÓN	ALTA	PSI	BAJA
	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
<b>REGISTRO DEL COMPRESOR</b>			
VOLTAJE DE OPERACIÓN	L1-L2	L1-N	L2-N
AMPERAJE DE OPERACIÓN	L1	L2	
VOLTAJE DE PLACA			AMPERAJE DE PLACA
<b>PUNTOS DE REVISIÓN</b>			
FUNCIÓN	CORRECTO	INCORRECTO	
APLICACIÓN CORRECTA	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CUENTA CON PROTECCIONES ADECUADAS	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
VIBRACIONES O RUIDOS EXTRAÑOS	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
ESTADO FÍSICO DE SERPENTÍN EVAPORADOR	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
ESTADO FÍSICO DE SERPENTÍN CONDENSADOR	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
ESTADO FÍSICO DE TUBERÍAS EN GENERAL	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
ESTADO DEL DESAGÜE	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
REVISIÓN DE FUGAS DE REFRIGERANTE, POR ALGUNA CONEXIÓN	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
ESTADO DE AISLANTE TÉRMICO	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
SISTEMA DE CONTROL	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
<b>ACTIVIDADES</b>			
LAVADO EN GENERAL	SI	NO	
VERIFICACIÓN Y REAPIRIETE DE CONEXIONES ELÉCTRICAS EN GENERAL	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
<b>OBSERVACIONES</b>			
<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>			
<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>			
<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>	
TÉCNICO		Vº Bº CLIENTE	

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 3.3 Formato para revisar parámetros de operación de unidades centrales tipo paquete y dividido.

INMUEBLE: <input style="width: 100%;" type="text"/>							
FECHA: <input style="width: 60%;" type="text"/>				MARCA: <input style="width: 20%;" type="text"/>			
MODELO: <input style="width: 20%;" type="text"/>		SERIE: <input style="width: 20%;" type="text"/>		CAPACIDAD: <input style="width: 20%;" type="text"/>			
<b>REGISTRO DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN</b>							
<b>UNIDAD</b>							
VOLTAJE	L1-N	<input type="text"/>	L1-L2	<input type="text"/>	AMPERAJE	L1	<input type="text"/>
	L2-N	<input type="text"/>	L1-L3	<input type="text"/>		L2	<input type="text"/>
	L3-N	<input type="text"/>	L2-L3	<input type="text"/>		L3	<input type="text"/>
<b>VENTILADOR</b>							
VOLTAJE	L1-L2	<input type="text"/>	AMPERAJE	L1	<input type="text"/>	<b>DATOS DE PLACA</b>	
	L1-L3	<input type="text"/>		L2	<input type="text"/>		
	L2-L3	<input type="text"/>		L3	<input type="text"/>		
<b>COMPRESOR</b>							
VOLTAJE	L1-L2	<input type="text"/>	AMPERAJE	L1	<input type="text"/>	AMPERAJE: <input type="text"/>	
	L1-L3	<input type="text"/>		L2	<input type="text"/>	VOLTAJE: <input type="text"/>	
	L2-L3	<input type="text"/>		L3	<input type="text"/>		
PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI) ALTA: <input type="text"/>				BAJA: <input type="text"/>			
TEMPERATURA INMUEBLE (°F) INYECCIÓN: <input type="text"/>				RETORNO: <input type="text"/>			
				AMBIENTE: <input type="text"/>			
<b>PUNTOS DE REVISIÓN</b>							
FUNCIONA					<b>CORRECTO</b>		<b>INCORRECTO</b>
INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA, CUENTA CON LAS PROTECCIONES ADECUADAS					<input type="text"/>		<input type="text"/>
INSTALACIÓN ELÉCTRICA CONTROL, CUENTA CON LAS PROTECCIONES ADECUADAS					<input type="text"/>		<input type="text"/>
PUNTO DE COLOR EN INDICADOR DE LIQUIDO Y HUMEDAD					<input type="text"/>		<input type="text"/>
CANTIDAD DE REFRIGERANTE FLUYENDO EN INDICADOR DE LIQUIDO Y HUMEDAD					<input type="text"/>		<input type="text"/>
REVISIÓN DE FUGAS DE REFRIGERANTE, POR ALGUNA CONEXIÓN					<input type="text"/>		<input type="text"/>
VIBRACIONES O RUIDOS EXTRAÑOS					<input type="text"/>		<input type="text"/>
ESTADO FÍSICO DE SERPENTÍN EVAPORADOR					<input type="text"/>		<input type="text"/>
ESTADO FÍSICO DE SERPENTÍN CONDENSADOR					<input type="text"/>		<input type="text"/>
ESTADO FÍSICO DE TUBERÍAS EN GENERAL					<input type="text"/>		<input type="text"/>
ESTADO DEL DESAGÜE					<input type="text"/>		<input type="text"/>
ESTADO DE AISLANTE TÉRMICO					<input type="text"/>		<input type="text"/>
SISTEMA DE DUCTOS					<input type="text"/>		<input type="text"/>
SISTEMA DE FILTRADO EN DUCTOS					<input type="text"/>		<input type="text"/>
<b>ACTIVIDADES</b>							
LAVADO EN GENERAL					<b>SI</b>		<b>NO</b>
VERIFICACIÓN Y REAPRIETE DE CONEXIONES ELÉCTRICAS EN GENERAL					<input type="text"/>		<input type="text"/>
<b>OBSERVACIONES</b>							
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>							
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>							
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>							
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>				<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>			
TECNICO				Visto por CLIENTE			

## **IV Mantenimiento Correctivo.**

El mantenimiento que se lleva a cabo después de que ocurre una falla y que pretende restablecer el equipo a un estado en el que pueda realizar la función requerida. Siendo las tareas que se desarrollan en este tipo de mantenimiento la reparación y el reemplazo.

### **4.1 Operaciones correctivas.**

La mayoría de los compresores fallan debido al mal funcionamiento del sistema, el cual debe ser corregido para prevenir la repetición de las fallas. Después de que falla un compresor, la revisión en campo del compresor revelará frecuentemente los síntomas de los problemas en el sistema. Las correcciones apropiadas eliminarán fallas futuras.

#### **4.1.1 Golpe de líquido.**

**Síntomas:** Válvulas, bielas o cigüeñales rotos. Pernos de descarga flojos o sueltos. Empaques rotos. El golpe de líquido es el resultado de tratar de comprimir líquido en los cilindros. El líquido puede ser aceite o refrigerante y en la mayoría de los casos, una mezcla de ambos. El golpe de líquido es principalmente el resultado de migración de refrigerante fuera de ciclo en los

compresores enfriados por refrigerante e inundación en los compresores enfriados por aire.

**Corrección:**

1. Mantener un sobrecalentamiento adecuado en el compresor y en el evaporador.
2. Prevenir el retorno sin control de líquido (especialmente aceite) utilizando acumuladores.
3. Instale los compresores en ambientes calientes o instale recibidores de líquido.
4. Corrija condiciones anormales de baja carga.

**4.1.2 Arrastre de líquido.**

**Síntomas:** bujes y bielas desgastadas, desgaste de pistones y cilindros en la parte inferior, cigüeñal y bomba de aceite desgastado, cigüeñal y buje de cubierta rayados.

Esto es el resultado de que un refrigerante arrastra el aceite de las superficies. Migración de refrigerante saturado hacia el cárter. Al iniciar el compresor su funcionamiento da como resultado una masa de espuma, la cual al ser bombeada arrastra el aceite de las superficies eliminando la película de aceite requerida para la lubricación adecuada. El arrastre severo da como resultado el golpe de líquido.

**Corrección:**

1. Instale el compresor en ambientes calientes o instale recibidores de líquido.
2. Verifique la operación del calentador del cárter.

**4.1.3 Dilución del líquido.**

**Síntomas:** arrastre del rotor, estator en corto circuito, bujes desgastados, bielas rayadas o quebradas, cigüeñal rayado, bomba de aceite desgastada.

Esto es el resultado de regreso de refrigerante líquido al compresor durante el funcionamiento. El aceite se diluye y la lubricación de la bomba y el buje trasero puede ser adecuado, pero conforme el aceite viaja a través del cigüeñal resulta insuficiente para lubricar las bielas y el buje principal. Esto puede provocar el arrastre del rotor y en consecuencia un corto circuito en el estator.

**Corrección:**

1. Mantenga un sobrecalentamiento adecuado en el compresor y en el evaporador.
2. Prevenga el retorno incontrolado de líquido con un acumulador si es necesario.

3. Corrija condiciones anormales de baja carga.
4. Revise el ciclo de deshielo.
5. Verifique que la válvula de expansión termostática no sea de una capacidad mayor a la requerida.

#### **4.1.4 Alta temperatura de descarga.**

**Síntomas:** plato(s) de válvulas descoloridos (no deben limpiarse). Flappers recalentados o quemados. Anillos y pistones desgastados. Cilindros desgastados, bielas, bujes y cigüeñales rayados, quemaduras en el estator.

Esto es el resultado de altas temperaturas en las cabezas y cilindros del compresor de forma tal que el aceite pierde su habilidad para lubricar.

#### **Correcciones:**

1. Alta relación de compresión: verifique la presión de descarga. Problemas de baja carga en el evaporador.
2. Verifique el ajuste en el control de baja presión.
3. Verifique la limpieza del condensador, fallo el abanico del condensador y temperatura ambiente.
4. Verifique el flujo de aire alrededor del compresor.

#### **4.1.5 Falta de aceite.**

**Síntomas:** bujes rayados, bielas quebradas, cigüeñal rayado, bajo nivel de aceite en el cárter.

#### **Corrección:**

1. Verifique falla en el interruptor de aceite.
2. Verifique el diámetro de las tuberías y las trampas de aceite.
3. Verifique un deshielo insuficiente.
4. Corrija condiciones anormales de baja carga.
5. Elimine los ciclos cortos.

#### **4.2 Eléctricos.**

Muchos de los problemas en aire acondicionado son debido al mal funcionamiento de los componentes eléctricos externos, así como muchos motores fallan como resultado de un problema mecánico o de lubricación.

##### **4.2.1 Quemado general o uniforme.**

**Síntoma:** todo el alambre del motor esta recalentado o quemado uniformemente.

**Corrección:**

1. Verifique bajo voltaje.
2. Ciclos muy cortos del compresor.
3. Enfriamiento inadecuado del motor.
4. Voltaje no balanceado.

**4.2.2 Quemadura de una sola fase.**

**Síntomas:** dos fases de un motor de tres fases están sobrecalentadas o quemadas.

Esto es el resultado de que una de las fases no tiene suficiente corriente ( la que no está sobrecalentada o quemada) lo que provoca que las otras dos se sobrecarguen.

**Corrección:**

1. Reemplace el contactor.
2. Revise las conexiones en las terminales del compresor.
3. Revise el balanceo de la corriente.
4. Revise si hay fusible abiertos en el circuito.

#### **4.2.3 Quemadura de la mitad del embobinado en una sola fase.**

**Síntomas:** esto se muestra como condición de una sola fase en la mitad del embobinado en un motor de arranque bipartido con un sistema de dos contactores.

##### **Corrección:**

1. Revise los dos contactores ya que uno puede estar defectuoso.
2. Revise el retardador de tiempo para retraso adecuado.

#### **4.2.4 Quemadura del embobinado de arranque.**

**Síntoma:** solo el embobinado de arranque en un motor de una sola fase esta quemada debido a una corriente excesiva a través del embobinado de arranque.

##### **Correcciones:**

1. Revise el alambrado del común, el de arranque y de trabajo.
2. Revise el capacitor de arranque y el relevador de arranque.
3. Revise sobrecargas en el compresor.

#### **4.2.5 Quemadura en el embobinado de trabajo.**

**Síntoma.** Solo el embobinado de trabajo esta quemado en un motor de una sola fase.

##### **Corrección:**

1. Revise relevador.
2. Revise capacitores de trabajo.

#### **4.2.6 Quemadura de una sola fase primaria.**

Esto se mostrará como una sola fase quemada. Las otras dos están bien. Esto es el resultado de la pérdida de una fase en el primario del transformador a "Y" o delta.

##### **Corrección:**

1. Revise los voltajes de entrada y salida del transformador.

## **V. APLICACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO.**

Es menester señalar que una buena administración en el mantenimiento es una inversión, ya que es con el fin de mantener el valor de los sistemas y así obtener su máximo aprovechamiento.

### **5.1 Objetivo.**

Aplicar el Plan Estratégico al proceso de mantenimiento en sistemas de aire acondicionado en 121 sucursales bancarias, distribuidas en el Distrito Federal y Estado de Morelos e Hidalgo divididas en zona sur y norte; para obtener la máxima disponibilidad de los sistemas, a un menor costo de operación.

### **5.2 Estrategia.**

Los puntos a seguir para cumplir con el objetivo, será la elección de los cursos de acción para lograr cumplirlos satisfactoriamente, con base en la elaboración de un esquema y seguimiento detallado que habrá de cumplirse en un futuro.

- **Primer punto.-** Se deberá realizar una inspección a cada equipo de aire acondicionado para integrar un historial de mantenimiento; lo anterior sobre la base de un programa de visitas que se deberá efectuar en el lapso de un mes.
  
- **Segundo punto.-** La supervisión deberá contemplar las necesidades y fallas detectadas en las sucursales sobre la base de la inspección realizada; posteriormente se ejecutarán los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.
  
- **Tercer punto.-** Para cumplir con el objetivo fundamental, se requiere realizar los servicios de mantenimiento preventivo aplicando actividades mensuales, trimestrales, semestrales y anuales. Al mismo tiempo se desarrollará el mantenimiento correctivo dependiendo de las condiciones de cada equipo.
  
- **Cuarto punto.-** Para cumplir el objetivo, es necesario conocer los recursos con lo que se dispone, como son:
  - a) Recursos humanos.
  - b) Recursos materiales:
    - Equipo.
    - Herramientas.
    - Materiales.
    - Recursos económicos.

### 5.3 Programa.

Lo primero que se llevó a cabo fue realizar el levantamiento físico en cada sucursal, encontrando los siguientes equipos en tales condiciones:

Descripción	Cantidad	Descompuestos	Mal aplicados
Aire lavado	7	2	
Unidades de ventana	27	15	27
Paquete	86	36	
Sistema dividido	6	3	
Mini split	45	25	
Total de equipos	171	81	27

En general todos los sistemas presentaron deterioro normal y falta de: filtros, limpieza en general, desagüe y pintura en general; un 45% presento falta de protecciones eléctricas.

En cuanto a las unidades de ventana fueron mal aplicadas, ya que se instalaron en su totalidad en el estado de Morelos e Hidalgo, en condiciones totalmente desfavorables, como: retirados del espacio para acondicionar interconectado por medio de ductos, para acondicionar espacios demasiado grandes (patio bancario, gerencia, área de cajas), así como la errónea colocación de los termostatos de control. Por lo tanto se genera lo siguiente: altos niveles de ruido y consumo de energía eléctrica, así como la falta de confort, y el continuo congelamiento del serpentín del evaporador.

Para resolver estos problemas se sugirió al cliente sustituir en su totalidad las unidades de ventana por el equipo adecuado en cada caso. Y evitar el traslado continuo del personal de mantenimiento a las plazas antes mencionados para atender las fallas de las unidades.

La segunda etapa es el conjunto de ejecuciones que se desarrollaran en cada etapa del mantenimiento preventivo mensual, trimestral, semestral y anual; durante el ciclo de un año de operación, dentro de las cuales se deberá contemplar lo siguiente:

- Que el sistema eléctrico incluya las protecciones eléctricas primordiales como: interruptor termo magnético y de servicio, así como aterrizado, para contar con la seguridad necesaria (NOM).
- Desconectar la unidad antes de retirar los paneles de acceso para llevar a cabo los servicios de mantenimiento.
- Tener cuidado de evitar las orillas filosas, para poder maniobrar manualmente con las partes del equipo.

### **5.3.1 Mantenimiento preventivo mensual.**

Las acciones de rutina propias del mantenimiento preventivo mensual, serán:  
Sistema eléctrico

- Observar las conexiones eléctricas para determinar si requieren cambio.

- Cotejar con los datos de placa del equipo que las corrientes y voltajes de operación sean los correctos.
- Comprobar que el termostato se encuentre calibrado y operando correctamente.

#### **Sistema mecánico**

- Mantener limpia la unidad condensadora (libre de material ajeno a esta), considerando que requiere cuidados mínimos para operar adecuadamente.
- Inspeccionar la base de la charola (debajo de la unidad) y retirar todo el material que pudiera obstruir las líneas de desagüe.
- Examinar que las presiones y nivel del refrigerante sean los correctos.
- Comprobar que la condición y limpieza del aletado del serpentín, en el evaporador sea el correcto.

#### **5.3.2 Mantenimiento preventivo trimestral.**

Las funciones de rutina del mantenimiento preventivo bimestral. Se referirán a continuación:

#### **Sistema eléctrico**

- Verificación general de circuito eléctrico de fuerza y control, en cuanto a cableado, falsos contactos, sobrecalentamientos y operación.

- Examinar que el funcionamiento de los capacitores de arranque y operación sea el correcto.
- Cotejar que las corrientes y voltajes de operación se encuentren dentro de los parámetros de operación indicados en la placa de datos del equipo.

#### Sistema mecánico

- Lubricar baleros del abanico del condensador.
- Limpiar el serpentín del evaporador y revisar la condición en que se encuentra su aletado.
- Reemplazar los filtros cuando sean desechables.
- Verificar y ajustar cuando sea necesario la tensión de la banda del abanico.
- Lubricar los baleros del abanico y de su motor, en caso de no ser sellado.

#### 5.3.3 Mantenimiento preventivo semestral.

Las diligencias de rutina del mantenimiento preventivo semestral, se enlistan a continuación:

#### Sistema eléctrico

- Verificación general de los circuitos eléctricos de fuerza y control, (cableado, accesorios); verificando que no existan falsos contactos y sobrecalentamientos.

- Examinar que el funcionamiento de los capacitores de arranque y operación sea el correcto.
- Cotejar que las corrientes y voltajes de operación se encuentren dentro de los parámetros de operación indicados en la placa de datos del equipo.
- Revisar el buen funcionamiento de los contactores así como el desgaste de los platinos de contacto.

### Sistema mecánico

- Lubricar baleros del abanico del condensador.
- Limpiar el serpentín del evaporador y revisar la condición en que se encuentra su aletado.
- Cambio de filtros cuando sean desechables.
- Verificar y ajustar cuando sea necesario la tensión de la banda del abanico.
- Lubricar los baleros del abanico y de su motor, en caso de no ser sellado.
- Comprobar que no existan tornillos vencidos o sueltos y apretar si lo requiere y de ser necesario sustituir.
- Revisar que las tuberías no tengan fugas, en sus conexiones y además no se encuentren dobladas o sueltas.
- Asegurarse de que la unidad exterior se mantenga nivelada; en caso contrario deberá corregirse de inmediato.
- Cerciorarse que no existan fugas de aire en la red de ductos, particularmente en la conexión que acopla la manejadora de aire y los ductos de distribución.
- Los ductos deberán estar protegidos con aislante térmico, ya sea para interiores o exteriores.

### **5.3.4 Mantenimiento preventivo anual.**

Las diligencias de rutina del mantenimiento preventivo anual, son las siguientes:

#### **Sistema eléctrico**

- Verificación general de los circuitos eléctricos de fuerza y control, (cableado, accesorios); verificando que no existan falsos contactos y sobrecalentamientos.
- Examinar que el funcionamiento de los capacitores de arranque y operación sea el correcto.
- Cotejar que las corrientes y voltajes de operación se encuentren dentro de los parámetros de operación indicados en la placa de datos del equipo.
- Revisar el buen funcionamiento de los contactores así como el desgaste de los platinos de contacto.

#### **Sistema mecánico**

- Se deberá pintar el equipo de aire acondicionado.
- Impermeabilizar y mantener en buen estado el aislante térmico del sistema de ductos, con especial atención los que se encuentran a la intemperie.
- Se efectuara el cambio de filtro y aceite.
- Limpiar el serpentín del evaporador y revisar la condición en que se encuentra su aletado.
- Cambio de filtros cuando sean desechables.
- Verificar y ajustar la tensión la banda del abanico.

- Lubricar los valeros del abanico y de su motor, en caso de no ser sellado.
- Comprobar que no existan tornillos vencidos o sueltos y en su caso apretar o sustituir.
- Revisar que las tuberías no tengan fugas, en sus conexiones y además no se encuentren dobladas o sueltas.
- Asegurarse de que la unidad exterior se mantenga nivelada; en caso contrario deberá corregirse de inmediato.
- Cerciorarse que no existan fugas de aire en la red de ductos, particularmente en la conexión que acopla la manejadora de aire y los ductos de distribución.
- Los ductos deberán estar protegidos con aislante térmico, ya sea para interiores o exteriores.

#### **5.4 Organigrama.**

A continuación se describen las funciones que desarrollará cada elemento incluido dentro del organigrama de mantenimiento a sistemas de aire acondicionado a sucursales bancarias.

**Gerente de mantenimiento.-** planifica, diseña, organiza, programa y controla el sistema de mantenimiento. Aplica modelos de mantenimiento.

**Supervisor de mantenimiento.-** inspecciona que los programas de mantenimiento preventivo y correctivo, se realicen de acuerdo a lo programado, con la calidad

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

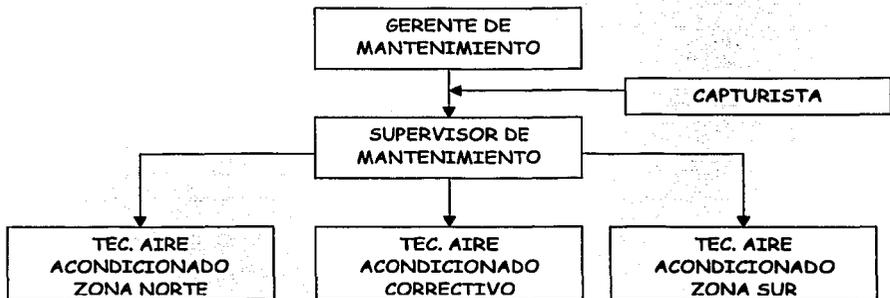
necesaria. Además de coordinar el suministro de mano de obra, herramientas y materiales de cada uno de trabajos e efectuar.

**Capturista.-** da seguimientos a cada una de los reportes solicitados, de principio a fin. Con el objetivo de poder realizar un control de costos.

**Técnico de aire acondicionado.-** Ejecuta las actividades de conservación de las unidades de aire acondicionado, preventivas o correctivas., en base al programa de mantenimiento realizado por el Gerente y Supervisor de Mantenimiento.

**Auxiliar del técnico de aire acondicionado.-** Apoya al técnico de aire acondicionado en las acciones de mantenimiento. Figura 5.1

Figura 5.1 Organigrama del personal técnico que se utilizo para servicio de 121 sucursales bancarias.



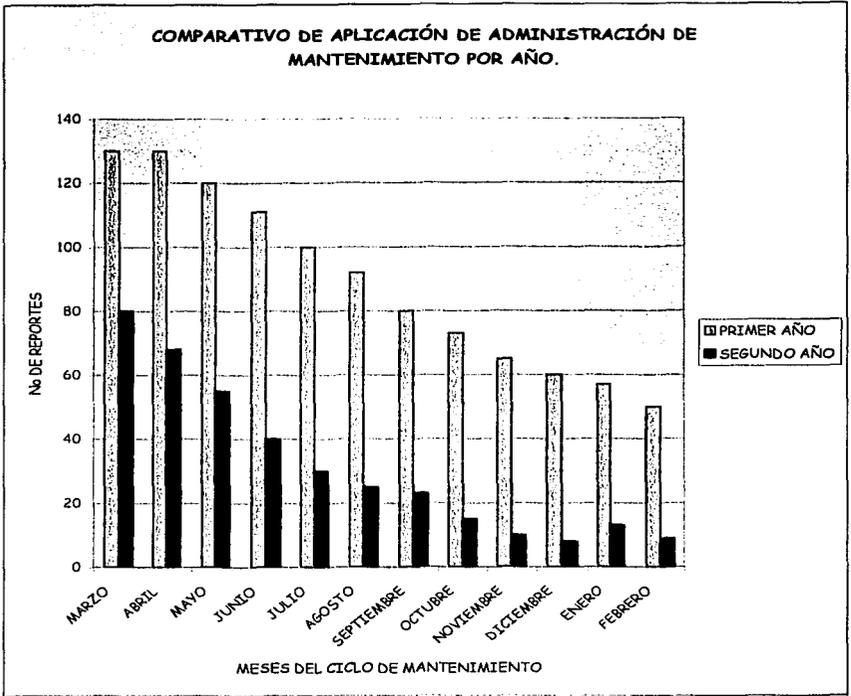
Para concluir este capítulo se presentan los siguientes datos obtenidos de la aplicación de administración de mantenimiento por medio de una tabla 5.1 y gráfica 5.1, mostrando el número de reportes en el primer y segundo año de aplicación. Es importante considerar que estos datos pertenecen a mantenimientos correctivos únicamente, reportados directamente por los usuarios a nuestra mesa control.

Tabla 5.1

MES DE MANTENIMIENTO	No DE REPORTES DEL 1ER. AÑO	No DE REPORTES DEL 2DO. AÑO
MARZO	130	80
ABRIL	130	68
MAYO	120	55
JUNIO	111	40
JULIO	100	30
AGOSTO	92	25
SEPTIEMBRE	80	23
OCTUBRE	73	15
NOVIEMBRE	65	10
DICIEMBRE	60	8
ENERO	57	13
FEBRERO	50	9

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

Gráfica 5.1



## **CONCLUSIONES.**

El centro de interés de las actividades del mantenimiento, es la forma de mantener dentro de un margen la calidad: los servicios, el funcionamiento de los equipos, instalaciones o construcciones que integran una empresa.

En el área de mantenimiento, la tarea es solucionar los problemas. En todos los niveles, tanto administrativo como técnico, con calidad y rapidez, es decir, realizar las actividades bien, una sola vez y en el momento oportuno. Para lograr esta misión hay que integrar un grupo de trabajo técnico administrativo, resaltar los siguientes conceptos: honradez, respeto, innovación, objetividad, imaginación, creatividad, amistad, confianza, colaboración mutua.

Para obtener los resultados satisfactorios, solo se alcanzaran con un método administrativo, técnico y humano. Aplicando un buen plan de trabajo.

Asegurando que los equipos, servicios e instalaciones, operen de manera satisfactoria. Una máquina no podrá comentar que la intervención realizada fue buena y en muchas ocasiones tampoco del usuario, ya que, es el trabajo que se

espera del personal de mantenimiento. Considerando que el usuario nos ayude a mejorar la calidad del servicio, debemos cuidar los siguientes puntos:

1. Mantener activo el liderazgo técnico.
2. Atender con prontitud las solicitudes.
3. Ofrecer calidad en todos los trabajos.
4. Aceptación total de nuestras responsabilidades.
5. Aplicación de acciones positivas en todos nuestros trabajos.
6. Cumplir con los tiempos comprometidos.
7. Buena relación y comunicación con todos los usuarios.
8. Preocuparse siempre por la imagen.

Este enfoque hace que sea universal el concepto del mantenimiento, y que pueda ser aplicado a cualquier tipo y tamaño de empresa, cuyo producto final sea: instalaciones, servicios, maquinaria, herramientas, etc.

La nueva filosofía del mantenimiento, determina que sólo hay dos clases de mantenimiento que son: el preventivo y correctivo.

Afinando lo anterior, cabe aclarar la diferencia principal entre un mantenimiento preventivo y correctivo, al realizar diligencias de mantenimiento a un sistema, máquina o instalación en los márgenes de operación establecidos corresponderá a mantenimiento preventivo, y en caso de no cumplir será mantenimiento correctivo.

Para planear un mantenimiento preventivo con organización y eficiencia, es necesario conocer los equipos y sus características de instalación en planta.

De esta manera se comporta el mantenimiento preventivo; primero, tiene que planear las intervenciones, y para esto debemos contar con un buen inventario de equipo, cada uno con clave de identificación personalizada de los mismos, que facilitará la elaboración de un plan, de preferencia anual. Antes de la elaboración del mismo, deben tomarse en cuenta algunos aspectos importantes que exponen a manera de preguntas:

1. ¿ Que tengo? ( Cuantos equipos hay ).
2. ¿ Que debo hacer ? ( Tener una relación general de las actividades que son viables aplicar ).
3. ¿ Cuánto tiempo ? ( Definición por equipo ).

4. ¿ Que requiero ? ( Recursos humanos, herramientas y materiales, según las actividades ).
5. ¿ En que momento ? ( Definición del tiempo de servicio en coordinación con los usuarios ).

Estas cinco propuestas son la base para elaborar un plan de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento correctivo se enfoca más a mantener funcionando los equipos de producción, de servicio e instalaciones, corrigiendo fallas ocasionales que no se requieren de ninguna planeación previa.

Considerando para lo cual cada empresa contrata a personas con ciertas características técnicas y experiencia suficiente para:

1. Solucionar fallas en los equipos e instalaciones.
2. Mantener en condiciones óptimas de operación los servicios necesarios para el desarrollo satisfactorio de un inmueble o planta industrial. Por ejemplo lo que nos atañe: aire acondicionado, y además el suministro de

energía eléctrica, agua, vapor, aire comprimido entre otros dependiendo el tipo de actividad.

Por ultimo para que el mantenimiento correctivo sea efectivo, debe contar con el personal técnico necesario, con la capacidad de solucionar los problemas a la primera vez, en el menor tiempo y costo posible.

## BIBLIOGRAFIA

R. GRIMM, Nilis y C. ROSALER, Robert, Manual de diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado, Editorial Mc Graw Hill, Volumen I y II, España 1996.

GATICA ÁNGELES, Rodolfo R., Mantenimiento industrial (manual de operación y administración), Editorial Trillas, México 2000.

KUADRI, Nestor Pedro, Instalaciones de aire acondicionado y calefacción, Quinta edición, Editorial Alsina, Argentina 1993.

CENGEL, Yunus A. y BOLES, Michael A., Termodinámica, Segunda edición, Editorial Mc Graw Hill, Tomo II, México 1996.

JENNINGS- LEWIS, Aire acondicionado y refrigeración, Editorial compañía editorial continental S.A. de C. V., México 1970.

MERRICK GAY, Charles; DE VAN FAWCETT , Charles ; MCGUINNESS, William J. et al. , Manual de instalaciones en los edificios , Tomos II y III , Sexta edición, Editorial G. Gili, S.A. de C.V. , México 1990.

HERNÁNDEZ GORIBAR , Eduardo, Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración , Editorial Limusa , México 1980.

DÉLMAR , Silvia , Mantenimiento de hoteles (la seguridad y comunidad del huésped) , Segunda edición, Editorial Trillas, México 2001.

K. Y. TAO, William y R. JANIS , Richard, Manual de instalaciones eléctricas y mecánicas en edificios , Tomos I y II, Editorial Prentice Hall , México 1997.

WARK , Kenneth Junior, Termodinámica , Quinta edición, Editorial Mc Graw Hill , México 1991.

DUFFUAA, Salih O. Y DIXON CAMPBELL, John, Sistema de mantenimiento (planeación y control) , Editorial Limusa Willey , México 2000.

74

HARPER ENRIQUEZ, Gilberto Manual de aplicación del reglamento de instalaciones eléctricas, Editorial Limusa S.A. de C.V. , México 1999.

TRICOMI , Ernest , ABC del aire acondicionado , Editorial Alfaomega marcombo , Colombia 1992.

BECERRIL L.,Diego Onésimo, Instalaciones eléctricas prácticas , Novena edición, México 1979.

COPELAND, Gilvert, Manual de refrigeración.

ÁVILA ESPINOSA ,Jesús , Mantenimiento rutinario , Sexta edición, Editorial Sommac, México 1991.

ÁVILA ESPINOSA ,Jesús , Conceptos básicos del mantenimiento , Novena edición, Editorial Sommac, México 1990.

FRIGUS- BOHN, Instalación del sistema de refrigeración , México 1999.

75