

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA

742
3/4 gen.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DISEÑO E IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA FABRICA DE HIELO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

FELIX HUMBERTO TORRES HERRERA

GUADALAJARA, JAL., 25 SEP. DE 1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

	PAGINA
INTRODUCCION.	1
CAP. I GENERALIDADES.	
1 Definición de mantenimiento.	2
2 Objetivos de mantenimiento.	2
3 Principios básicos de mantenimiento.	2
4 Tipos de mantenimiento.	4
A Mantenimiento correctivo.	4
B Mantenimiento predictivo.	5
C Mantenimiento preventivo.	6
5 Mínimas existencias de niveles de -- inventario.	8
CAP. II INGENIERIA DE PROYECTO.	
1 Ingeniería básica.	12
A Especificaciones.	12
B Proceso.	14
C Volumen de producción.	26
D Distribución de planta.	26
E Clasificación de maquinaria y -- equipo.	27
2 Ingeniería de detalle.	33

A	Mantenimiento actual.	33
B	Mantenimiento preventivo propuesto.	33

CAP. III PLANEACION Y ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

1	Planeación del trabajo de mantenimiento preventivo.	59
2	Programación del trabajo de mantenimiento preventivo.	67
3	Calendario de mantenimiento preventivo.	73
4	Estimación de trabajo (cargas de trabajo).	75

CAP. IV CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

1	Control de las actividades programadas.	81
2	Control de las actividades realizadas.	82
3	Orden de trabajo para mantenimiento preventivo.	82
4	Contenido de la orden de trabajo.	83
5	Emisión de la orden de trabajo.	84
6	Realización del trabajo.	84
7	Entrega del trabajo realizado.	85
8	Control final de la orden de trabajo.	85

CAP. V	JUSTIFICACION ECONOMICA.	
1	Costos de mantenimiento.	103
2	Presupuesto de mantenimiento.	104
3	Registro histórico de maquinaria y -- equipo.	106
4	Reemplazo de maquinaria y equipo.	109
5	Vida económica de una máquina.	112
CAP. VI	ORGANIZACION DE LA EMPRESA.	
1	Organigrama.	
2	Descripción de puestos.	114
	CONCLUSIONES.	120
	BIBLIOGRAFIA.	121

INTRODUCCION.

Debido a la relativa precariedad de los medios que - el hombre utiliza en la industria (máquinas, equipos, - etc.) hace que el tiempo que puedan prestar servicios y - la seguridad de funcionamiento en los mismos, constituya- uno de los problemas de la ingeniería.

Por la naturaleza misma de estos medios, se requiere inevitablemente prestar cuidados para conservar y mante- ner en condiciones adecuadas a las instalaciones, maquina- rias, equipos, etc., pues su mal estado significa:

- Riesgo constante en cuanto a su seguridad e higiene- del personal y del equipo mismo.
- Disminución de la eficiencia del conjunto.
- Emergencias, tiempos muertos, y desperdicios en la - producción.
- Depreciación acelerada, etc.

Con la elaboración de la presente tesis se pretende- solucionar el problema que a la fecha constituye en esta- fábrica de hielo, cubriendo no solo los aspectos técnicos sino también lo que se refiere a su administración y orga- nización.

CAPITULO I GENERALIDADES.

- 1 Definición de mantenimiento.
- 2 Función principal de mantenimiento.
- 3 Objetivos de mantenimiento.
- 4 Principios básicos de mantenimiento.
- 5 Tipos de mantenimiento.
 - A Mantenimiento correctivo.
 - B Mantenimiento predictivo.
 - C Mantenimiento preventivo.

CAPITULO I GENERALIDADES.

- 1.- DEFINICION DE MANTENIMIENTO. Es la estructura organizada de elementos integrados que tiene como objetivo la conservación de la maquinaria, equipo, herramienta e instalaciones de la planta productiva para garantizar su operación.

- 2.- OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO.
 - A Obtener costos totales mínimos de operación.

 - B Mantener la maquinaria, equipo, herramienta e instalaciones en buenas condiciones operacionales.

 - C Mantener las instalaciones y equipos operando un porcentaje óptimo del tiempo.

- 3.- PRINCIPIOS BASICOS DE MANTENIMIENTO OPTIMO.
 1. Mantenimiento es parte integral de la operación.
 2. Mantenimiento es parte integral de la organización.
 3. Mantenimiento es una función de servicio.
 4. Mantenimiento no debe dominar las operaciones.
 5. El trabajo de mantenimiento debe ser controlado en su origen.

6. La carga de trabajo debe ser controlada.
7. La carga de trabajo debe ser ejecutada de una manera ordenada.
8. Existen siete funciones básicas: Solicitar, plnificar, estimar, autorizar, programar, ejecutar y revisar.
9. El trabajo se planifica antes de su ejecución.
10. El trabajo de cada hombre de mantenimiento es -- programado.
11. Los supervisores tienen tres responsabilidades - básicas:
 - Obtener alta calidad de trabajo.
 - Obtener productividad satisfactoria de mano - de obra.
 - Minimizar los costos de materiales y transporte.
12. Todos los trabajos de mantenimiento son revisa-- dos.
13. El rendimiento de mantenimiento es comparado con índices.
14. Los costos de mantenimiento se informan de mane- ra que sean significativos.
15. Mantenimiento recibe apoyo técnico adecuado.
16. El mantenimiento óptimo se diseña en una instala- ción desde el principio.

17. Se instalan equipos de confiabilidad adecuada.
18. Mantenimiento vela por la condición del equipo.
19. Se diseña mantenibilidad adecuada en las nuevas instalaciones y cambios de planta.
20. Mantenimiento mide el rendimiento.
21. Existe un programa centralizado de mantenimiento preventivo.
22. Se hace uso de contratistas.
23. Se hace uso de consultores y expertos técnicos.
24. Existe un buen programa de entrenamiento supervisorio y técnico.

4.- TIPOS DE MANTENIMIENTO.

A Mantenimiento correctivo. Consiste en la reparación de las averías que se presentan sin previo - aviso, imprevistamente. Estas averías pueden ser originadas por: explotación inadecuada, negligencia, mal funcionamiento, fallas (en calidad, en el diseño de las máquinas y equipos).

En función de la urgencia se divide el mantenimiento correctivo en:

- Correctivo crítico.
- Correctivo programado.

Se efectúa el mantenimiento correctivo crítico -- cuando la avería es urgente; de la manera más directa, en el menor tiempo posible y con la mejor preparación que permitan las circunstancias.

El mantenimiento correctivo programado se efectúa cuando la avería no es urgente, difiriendo la ejecución para el momento más oportuno y con la preparación más adecuada.

B Mantenimiento predictivo. Son las revisiones o inspecciones llevadas a cabo por los sentidos humanos o con instrumentos adecuados, para predecir una falla.

Básicamente se caracteriza por inspecciones o revisiones debidamente planeadas para detectar el estado en que se encuentran un equipo o instalación.

Los recursos básicos del mantenimiento predictivo son:

- 1 Personal calificado (inspectores propios o extraños).
- 2 Especificaciones de calibradores y ajuste de equipo.

- 3 Termómetros.
- 4 Manómetros.
- 5 Calibradores.
- 6 Estetoscopios.
- 7 Programa de revisión o inspección.

C Mantenimiento preventivo. Es el mantenimiento -- realizado de manera sistemática a fin de conser-- var un equipo en condiciones de operación satis-- factorias a través de inspección, ubicación de -- defectos y prevención de fallas incipientes.

Porque la industria necesita mantenimiento preven
tivo.

- 1 Menos tiempo perdido de producción con ahorros y beneficios a causa de pocas interrupciones.
- 2 Menos tiempo extra pagado en ajustes ordinarios - de equipo o reparaciones causadas por las inte--- rrupciones repentinas.
- 3 Menos reparaciones de larga duración y menores -- reparaciones repetitivas.
- 4 Más bajos costos de reparación, pues conduce a -

reparaciones sencillas realizadas mucho antes de las posibilidades de interrupción y por lo tanto con menor potencia humana requerida, menor número de hombres especializados y menor número de partes necesitadas que las que puedan ser afectadas al presentarse el daño repentino.

5 Menor número de productos rechazados por causa de un ajuste escaso del equipo.

6 Identificación de equipos con altos costos de mantenimiento conduciendo a investigaciones y correcciones de causas tales como:

- A).- Mal uso.
- B).- Abuso de operación.
- C).- Descuido.

7 Mejor control de repuestos lo cual conduce a un mejor inventario.

Los 4 tipos de programas de mantenimiento preventivo:

- A).- De inspecciones periódicas. Cubre trabajos a intervalos prescritos sobre equipo trabajando o ---

parado. Inspecciones visuales, revisiones, desmontajes, análisis de vibración, calentamiento o ruido excesivo.

B).-De trabajos rutinarios. Este tipo de trabajos es hecho en intervalos regulares cortos. Ajustes, lubricación, limpieza, reparaciones etc. También incluye el cuidado de los otros equipos no productivos tales como iluminación, filtros edificio y otros.

C).-De cambio o reemplazo. En este caso los intervalos son mayores y en general se llevan a cabo en paros de equipo.

D).-De reparaciones mayores de equipo. Normalmente al año de estar operando o períodos mayores, se requiere que la planta sea parada por lo que generalmente se hace un programa de reparación con ruta crítica.

5.- MINIMAS EXISTENCIAS DE NIVELES DE INVENTARIO.

Para obtener la cantidad mínima de pedido existen varias técnicas, a continuación analizaremos la - -

técnica de lote económico. Esta técnica está basada en una fórmula matemática, la cual para aplicarse -- requiere el calcular previamente ciertas cifras, y -- de la exactitud de estas, dependerá de que el resultado al que se llegue sea real. La fórmula en cuestión es la siguiente:

$$L = \sqrt{\frac{2 RS}{P_i}}$$

Donde:

L= Lote económico.

R= Consumo de unidades durante el periodo.

S= Costo que representa cada una de las órdenes de compra.

P= Costo unitario de cada unidad.

i= El costo expresado en porcentaje, de lo que representa mantener un inventario en función de la cifra promedio de inventarios.

Por ejemplo: Supóngase que estudiamos el artículo -- "x" cuyo consumo aproximado es de 7500 unidades, el costo es de \$25.00 por unidad y cada orden de compra significa una erogación de \$35.00 y supóngase que el costo de mantener el inventario es equivalente al --

15% de lo anterior tenemos que:

$$R = 7500$$

$$S = 35.00 \quad \text{Por lo que } L = \frac{2 \times 7500 \times 35.00}{25.00 \times 0.15} = 374.16 = 375 \text{ unidades.}$$

$$P = 25.00$$

$$i = 15\%$$

La aplicación de esta técnica es con base a un consumo estimado el cual puede variar significativamente en un momento dado, o por otra parte, el proveedor puede demorar su entrega, ambas situaciones nos ocasionarían quedarnos sin existencia. Ahora bien, para la determinación de la cantidad mínima sea suficiente para evitar problemas, deben considerarse básicamente los siguientes factores:

- a).- Consumo estimado.
- b).- Tiempo necesario para su entrega.
- c).- Evaluación de las consecuencias en caso de quedarse sin existencia.
- d).- Costos de mantener esas existencias.

La operación del sistema de mínimas existencias de niveles de inventario, consiste en una vez determinadas las existencias de seguridad, se fijan un punto-

de reorden en el cual se genera una orden de compra igual a la cantidad previamente determinada a través del método de lote económico, y esto hace que la mecánica del control se simplifique y se pueda trabajar con un margen de seguridad razonable.

* * *

CAPITULO II. INGENIERIA DE PROYECTO.

- 1.- INGENIERIA BASICA.
- 2.- INGENIERIA DE DETALLE.

* * *

1. INGENIERIA BASICA.

A ESPECIFICACIONES.

B PROCESO.

C VOLUMEN DE PRODUCCION.

D DISTRIBUCION DE PLANTA.

E CLASIFICACION DE MAQUINARIA

Y EQUIPO.

A.- El hielo se fabrica con agua potable, químicamente pura, que contenga como máximo 0.60 gramos de sustancias minerales por litro.

El agua se purifica con cal y carbonato sódico y se filtra con arena y decantada.

El hielo se fabrica generalmente en barras, pero puede ser también en bloques, trozos, escamas y nieves. Estos últimos se utilizan generalmente para la conservación de productos frágiles, pescado por ejemplo, las barras tienen un peso variable 12.5, 25, 75, 150 kilogramos.

El hielo puede fabricarse en calidad opaca o cristalina, y el más corriente es el cristalino con cuerpo central opaco. La opacidad del hielo le da, entre otras cosas secundarias, las burbujas de aire que contiene el agua, de modo que si se logra sacar dichas burbujas por un procedimiento cualquiera, obtendremos el hielo cristalino.

Los diferentes procedimientos empleados para eliminar dichas burbujas los analizaremos en el proceso de elaboración del hielo.

Para la fabricación del hielo se utilizan moldes fabricados generalmente de chapa galvanizada.

El hielo se utiliza en gran parte para el transporte de mercancías perecederas en vagones refrigerantes y aislados; el hielo se almacena en recipientes y el frío se reparte a través de las mercancías mediante una ventilación dirigida a través de canalizaciones que hacen pasar el aire por encima de los recipientes de hielo. De esta forma se pueden transportar durante las épocas más cálidas productos entre 4°C y 8°C tales como carnes, leche, queso, huevos, volatería, legumbres, frutas, flores, etc.

Además se utiliza enormemente en muchas industrias como la preparación y conservación de bebidas diversas.

Se utiliza también en la medicina para combatir las hemorragias pulmonares; en farmacias para la conservación y preparación de vacunas, sueros, plasmas, etc.

El tonelaje de refrigeración requerido para fabricar una tonelada de hielo varía desde 1.4 con una - - -

temperatura de entrada del agua de 50°F hasta aproximadamente 1.7 si el agua entra a una temperatura tan alta como de 80°F.

B.- PROCESO.

Como ya se señaló, la opacidad del hielo la da las burbujas de aire que contiene el agua.

El procedimiento básico, para sacar las burbujas de aire, consiste en destilar el agua y una vez obtenida ésta verterla con cuidado, llenando los moldes -- por la parte inferior con el fin de no mezclarse aire de nuevo, pero este procedimiento es muy caro.

En la práctica se usan procedimientos mecánicos, que consisten en agitar el agua dentro de los moldes -- mientras esta en período de congelación.

Uno de ellos se logra mediante unos espadines de hierro ángulo de 30 a 40 milímetros de lado, o bien de madera, cuyos espadines llegan hasta unos 10 centímetros del fondo del molde. Un pasamanos que se apoya en dos vigas U, móviles, colocadas una a cada lado del tanque y a lo largo del mismo, sujetan dichos --

espadines de modo que éstos caigan verticalmente, ca da uno de ellos, al centro de la boca del molde.

Un plato excéntrico, colocado a un lado del tanque y movido mecánicamente a unas 70 revoluciones por minuto, hace accionar por medio de una viela una de las vigas U, que está unida por otra viga a la otra lateral y éstas dos laterales están unidas en su otro extremo a las paredes del tanque por medio de un tu--- rrión. De este modo se logra el movimiento oscilato rio de los espadines.

Estos espadines corren con el chasis del molde por medio de otro aparato empuja tandas, y al llegar los espadines en el último chasis, o sea cuando va el -- bloque de hielo en el interior de los moldes tiene una pared de más de 2/3 de hielo, se sacan a mano y se colocan en el primer chasis.

Cuando el molde sigue su proceso de congelación sin el movimiento del espadín, el agua que ha quedado se solidifica en forma opaca, dando lugar al cuerpo cen tral opaco del hielo semicristalino que vemos comun mente. Es indispensable quitar los espadines en el tiempo y forma indicado, pues de no hacerlo así - -

quedarían prisioneros dentro del agua congelada del molde.

Este procedimiento de producir el hielo cristalino - con cuerpo central opaco tiene sus ventajas e inconvenientes. Ventajas, que gasta poca fuerza motriz - y es de un relativo poco costo; inconvenientes, que hay que vigilar y sacar a su debido tiempo los espaldines. Otro sistema de fabricación de hielo semi-transparente es el que se funda en la expulsión de - las burbujas de aire que contiene el agua inyectando aire a presión.

Con este sistema se puede lograr un hielo con más pared transparente y consiste en un compresor de aire - que comunica con un tubo colocado encima del tanque - y en su pared lateral; dicho tubo está cerrado en su extremo y frente a cada chasis de moldes hay un grifo que enchufa por medio de un trozo de tubo de goma con otro tubo que se apoya a lo largo del chasis de los moldes. Frente al centro de cada uno de los moldes hay un pequeño tubo de goma que llega casi hasta al fondo y el aire del compresor sale por el extremo del pequeño tubo de goma y por su fuerza expulsa las burbujas de aire del agua del molde.

Ventajas de este sistema; se puede apurar más la congelación y, además que no es necesario el aparato empuja tandas. Inconvenientes; su instalación es más cara que la antes descrita, que se introduce en el interior del agua una gran cantidad de calorías con el aire que llega del compresor.

Puede obtenerse el hielo cristalino, también, fabri-
cándolo a una congelación muy lenta, o sea que el ba
ño salado esté a 1° ó 2°C bajo cero; se ha discutido mucho referente a qué clase de hielo es mejor em-
plear, si el opaco o el cristalino con cuerpo cen-
tral opaco. El cristalino es, desde luego, de un me
jo aspecto y tarda más tiempo en liquidarse; pero, por
este hecho precisamente, para ciertos usos, como fabricación de helados y enfriamiento de neveras, parece lógico que ha de ser mejor emplear el hielo opaco, puesto que a igualdad de peso y teniendo las mismas frigorías, derritiéndose antes el opaco, cede
ría más frío en un tiempo determinado que el cristali
no.

Los moldes están fabricados generalmente en chapa galvanizada, con un aro de hierro en la boca del mis
mo y otro en el fondo, y si la fábrica es muy peque-

-ña éstos se ponen en el tanque sostenidos por un -- emparrillado de hierro, metiéndolos y sacándolos manualmente, pero en fábricas de 4 toneladas para arriba, en que se desmoldea por medio de grúa, los moldes están sostenidos por unos chasis (canastillas) - construidas de hierro, que se apoyan en las paredes laterales del tanque. Si estos chasis tienen que -- avanzar por motivo de emplearse el sistema de espaldines para el hielo cristalino, entonces llevan rodillos, uno en cada extremo, que se apoyan en las paredes del tanque y facilitan la traslación.

Dicha traslación en este caso se logra por el empuje de dos cremalleras, una a cada extremo del primer -- chasis, y al avanzar el primero empuja al segundo y así sucesivamente hasta el último chasis del tanque.

Estas cremalleras engranan en 2 ruedas montadas en un eje paralelo al frente del tanque y apoyadas en 2 soportes. Este eje lleva un vis sin fin que engrana con una rueda helicoidal, movida a mano o por motor.

Girando la rueda en un sentido, avanzan las cremalleras empujando los moldes y una vez que ha desplazado a éstos dejando espacio para un chasis se hace girar

al revés, retrocediendo las cremalleras y ya están - en situación de poner en el tanque el último chasis, del cual habremos sacado el hielo y habremos llenado nuevamente los moldes de agua.

Para realizar estas operaciones se dispone de una -- grúa, que tiene un movimiento de traslación a lo largo del tanque. Este puente grúa se apoya por medio de ruedas en 2 vigas laterales situadas a una altura del tanque conveniente para poder realizar las operaciones de desmoldaje y lleva un soporte que contiene un motor eléctrico, y por medio de un reductor de velocidades, transmite el movimiento a un eje en el -- cual van 2 ruedas dentadas que engranan con las cadenas de galle. En los extremos de las 2 cadenas van 2 ganchos para enganchar los 2 extremos de los chasis que contienen los moldes (canastillas), y en los otros extremos de las cadenas van 2 contrapesos.

La corriente llega al motor de la grúa por unos trollers que existen en el extremo del puente y que toman la corriente de unos cables situados a lo largo del tanque.

Un pequeño cuadro de maniobras está emplazado también en el carro. El obrero engancha el último - -

chasis, cuyos moldes estarán ya con hielo hecho, y dando al interruptor, el chasis sube. Cuando ha salido ya del tanque, se empuja la grúa hacia adelante hasta poner los moldes encima del tanque desmoldeador (descongelador), que está situado después del tanque salmuera. Se pone entonces el interruptor en sentido inverso y así los moldes bajan y se sumergirán en el agua del tanque descongelador, esta agua es la que viene de los condensadores y como está a una temperatura más elevada que la normal, el hielo de los moldes se despegará fácilmente de las paredes metálicas de los mismos.

Una vez que el hielo está ya libre y sin perder tiempo, con el fin de que no se desgasten las barras, se acciona nuevamente el motor de la grúa por medio del interruptor, haciendo subir los moldes.

Cuando han subido los moldes lo suficiente, se avanza un poco más el puente y se colocan los moldes de modo que sus fondos se apoyen en un aparato llamado volteador, una vez apoyados se pone marcha abajo el motor y empujando hacia adelante los bloques de hielo caerán en un banco de madera.

Desmoldeado ya, se pone el motor en marcha arriba y-

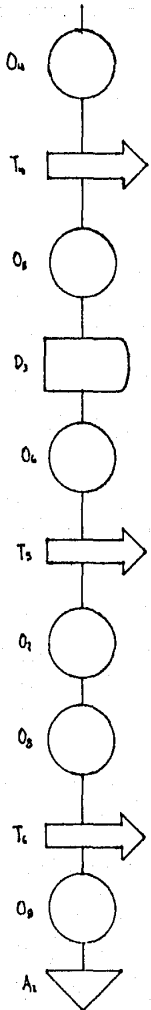
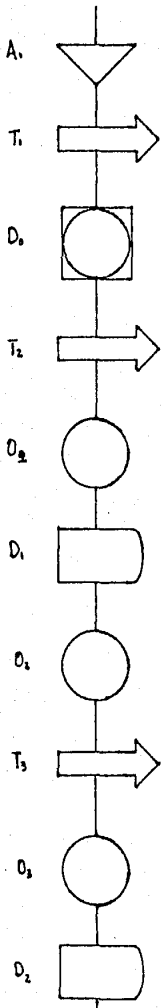
cuando los moldes están ya en posición vertical, se hace correr el carro hacia el otro extremo del tanque, en cuyo extremo, y en su parte alta, se encuentra el depósito llenador de moldes.

Este es un depósito de chapa, dividido interiormente en tantos departamentos como moldes contenga el chasis (canastilla). Estos departamentos tienen una capacidad de agua igual al peso de los bloques que van a fabricar, y en el fondo, y dentro de cada departamento hay un orificio que comunica con unos caños que avanzan hacia adelante. Unas válvulas o grifos comunican a voluntad el agua a los depósitos con el exterior. Con las válvulas cerradas se llena el depósito de agua y una vez colocados los moldes debajo de los caños se abren por medio de un dispositivo común a todos ellos, y el agua pasará a los moldes llenándolos. Una vez llenos se cierran las válvulas y por medio de las grúas se bajan los moldes hasta sumergirlos en la salmuera.

Los tanques de las fábricas de hielo pueden construirse de cemento armado o de chapa de hierro. Sea cualquiera el tanque se divide en 2 departamentos (el de moldes y el de serpentines). Ambos se comunican de manera que se puede establecer una buena circulación

de la salmuera, lo cual se logra por medio de una hélice que empuja la salmuera hacia los serpentines y en el extremo del callejón hay una abertura que comunica con el departamento de moldes.

Todo este proceso se puede visualizar mejor en el siguiente diagrama de flujo.



DESCRIPCION DEL PROCESO.

- A₁ = Almacén de materia prima (depósito de agua).
T₁ = Se bombea el agua a tanques de tratamiento.
D₀ = Tratamiento de agua (asentamiento y purificación).
T₂ = A llenadores por bombeo.
O₁ = Enganchar moldes en llenador.
D₁ = Llenado de moldes.
O₂ = Enganchar moldes a polipasto y accionar el mismo.
T₃ = Transporte de moldes a tanque de congelamiento --
por medio de polipasto.
O₃ = Desenganchar moldes de polipasto.
D₂ = Proceso de congelación.
O₄ = Transporte a fosa de aflojamiento.
O₅ = Accionar polipasto para bajar moldes a la fosa.
D₃ = Aflojamiento de moldes.
O₆ = Accionar polipasto, levantar moldes de fosa.
T₅ = Transporte de moldes a volteador.
O₇ = Accionar polipasto, bajar y desenganchar moldes.
O₈ = Accionar volteador (manualmente)
T₆ = Barra de hielo a cuarto frío (por medio de rampa).
O₉ = Acomodar barras de hielo.
A₂ = Almacén de producto terminado.

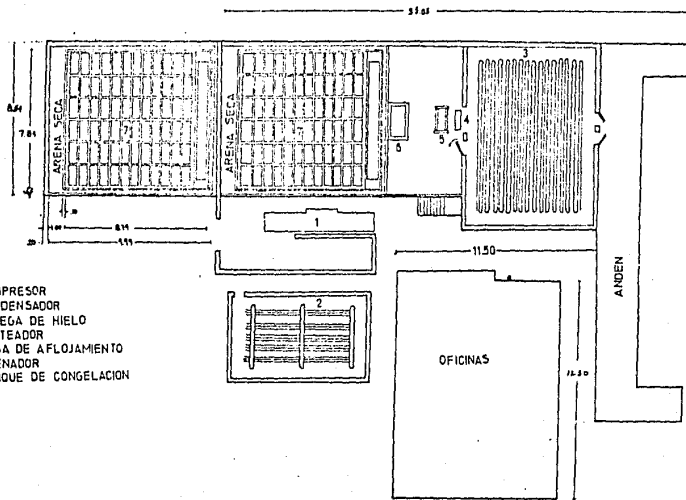
C.- VOLUMEN DE PRODUCCION.

En la planta en la cual se realizó el presente trabajo tiene una capacidad para producir 40.8 toneladas de hielo cada 24 horas de operación en moldes de 150 kilogramos, cosechando canastillas de 6 moldes cada 30 minutos. Cuenta además con una bodega de hielo para almacenar la producción de 3 días.

Actualmente se está sacando una producción promedio de 38 toneladas diarias. La empresa tiene planeada la construcción de 2 bodegas de refrigeración en un plazo de 2 años.

D.- DISTRIBUCION DE PLANTA.-

Esta planta se encuentra localizada en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa. Tiene laborando tan sólo 3 años. El área comprendida por la planta es de 25X30 metros. La distribución de planta es como la de cualquier otra fábrica de hielo de las mismas características, como se puede observar en la siguiente distribución de planta.



- 1 COMPRESOR
- 2 CONDENSADOR
- 3 BODEGA DE HIELO
- 4 VOLTEADOR
- 5 FOSA DE AFLOJAMIENTO
- 6 LLENADOR
- 7 TANQUE DE CONGELACION

ESCUELA DE INGENIERIA U.A.G.

FELIX HUMBERTO TORRES H.

DISTRIBUCION DE PLANTA

TESIS PROFESIONAL, ESC 1:100.

E.- CLASIFICACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

La clasificación de la maquinaria y el equipo se realizó de acuerdo a los siguientes sistemas, dándoles una clasificación centesimal.

- 100 Sistema de compresión.
- 200 Sistema de condensación.
- 300 Sistema de evaporación.
- 400 Bodega de hielo.
- 500 Sistema de cosecha de hielo.
- 600 Varios.

100 Sistema de compresión.

1 Compresor para amoníaco marca MYCOM mod. NWV-8B - trabajando a 970 Rpm. y con capacidad de 88.2 T.R. a una presión de succión de 23.8 PSIG y presión de descarga de 181 PSIG, completo con válvulas de servicio, volante acanalado, controles de seguridad de alta presión de descarga y baja presión de succión, control de capacidad automático, manómetros de alta y baja presión con tablero, todo montado sobre una base de fierro estructural listo para recibir motor eléctrico de 125 H.P.

1 Motor eléctrico tipo de inducción de jaula de ard
lla de 125 H.P. 220/440V-3F-60C., 1,800 RPM.

1 Transmisión de bandas "V" incluyendo polea acanala
da para el motor.

1 Separador de aceite de 16" día. x 43" de alto con
sistema de retorno automático al cárter.

1 Válvula check de alta presión de 2-1/2" para la lí
nea de descarga del compresor.

1 Lote de corcho para la base de concreto del compre
sor.

200.- SISTEMA DE CONDENSACION.

1 Condensador evaporativo tipo aguja, que se puede -
limpiar mecánicamente, marca ARCO mod. CEA-1680 con-
capacidad de 112 T.R. a una temperatura de bulbo hú-
medo de 81°F, con 4 abanicos axiales de 3 H.P. y bom
ba de recirculación de agua de 5 H.P.

1 Recibidor para amoniaco de alta presión de 36" día.
x 14" de largo completo con soportes.

1 Válvula de seguridad de alta presión de 1/2" x 3/4
"-250 PSIG.

1 Interruptor de presión para el control automático-
de los abanicos del condensador marca PENN mod. P70-
AA-4.

1 Indicador de flujo para la línea de líquido de sa-
lida del receptor.

300.- SISTEMA DE EVAPORACION.

1 Tanque de fierro hecho de placa de 1/4" de espesor,
con dimensiones interiores de 9.05 M de ancho x - -
14.95 M de largo x 1.37 M de alto completo con sopor-
tería, compartimiento para el serpentín a lo largo -
y el centro del tanque, diseñado para acomodar 4 ca-
nastillas a lo ancho de 6 moldes cada una, y 23 ca-
nastillas a lo largo.

1 Serpentín tipo VERTI-FLOW de 20 tubos de 1-1/4" --
dia. de ancho y de 31'-5" de largo.

1 Acumulador de succión, para el serpentín tipo ver-
tical, de 30" dia. x 6'-0" de alto.

- 1 Control de nivel de líquido consistiendo de lo siguiente:
- 2 Interruptores de flotador marca RSC mod. S7A de --
3/4" con cedazo externo bobina de 110 V.
- 1 Válvula solenoide de líquido marca RSC mod. S7A de
3/4" con cedazo externo bobina de 110 V.
- 1 Válvula de expansión manual de 1".
- 1 Agitador para salmuera con impelente de 20" dia. -
y con motor de 5 H.P. y transmisión de bandas.
- 552 Moldes de 150 kilos fabricados de lámina galvanizada calibre No. 14 para los lados y calibres No. 12 para el fondo de 11" x 22" x 51".
- 92 Canastillas de fierro para 6 moldes de 150 kilos, pintadas en planta.
- 1 Lote de tapaderas de pino para el tanque de congelación.

400.- BODEGA DE HIELO.

- 1 Serpentin para la bodega de tubo de 2" de dos circuitos de 20 tubos de ancho x 12.75 M de largo.
- 1 Control de temperatura de la bodega consistiendo -
en lo siguiente:
- 1 Válvula solenoide de líquido marca RSC Mod. S8F de

- 1/2" con cedazo externo y bobina de 110 V.
- 2 Válvulas de expansión manual de 1/2".
- 1 Termostato marca PENN No. A19AAF-20.

500.- SISTEMA DE COSECHA DE HIELO.

1 Cabezal llenador de moldes con tubos de salida para llenar 6 moldes a la vez.

1 Mesa de volteo fija al piso para 6 moldes a la vez.

1 Grúa de 1.5 toneladas consistiendo de polipasto -- eléctrico de 1 1/2 H.P., viga "I" de 12" para que corra la grúa a lo ancho canal de 3", cable uso rudo - No. 14, pasa-barra.

600.- VARIOS.

1 Lote de tubería, válvulas y conexiones especial para amoniaco para interconectar los varios componen--tes del sistema.

1 Lote de tubería, válvulas y conexiones para el sistema de enfriado de agua de las chaquetas del compresor.

1 Manguera para cargar amoniaco.

1 Salómetro para medir la densidad de la salmuera.

* * *

2.- INGENIERIA DE DETALLE.

A MANTENIMIENTO ACTUAL.

B DISEÑO DEL PROGRAMA DE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PROPUESTO.

* * *

A.- MANTENIMIENTO ACTUAL.

El mantenimiento actual de la planta en que se realizó la presente tesis se realiza en forma empírica, no planeada, por lo que el desarrollo de esta tesis tiende a resolver en el futuro esa deficiencia, por medio del mantenimiento preventivo propuesto.

B.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO.

A la fecha la empresa en la cual se realizó la presente tesis, con el fin de asegurar productividad y lograr la óptima conservación de edificio, maquinaria y equipo, requiere la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo para el logro de sus objetivos dentro de un marco de administración adecuado, por lo que se diseñó el siguiente programa de mantenimiento preventivo.

Mantenimiento preventivo
propuesto.

- A Sistema de compresión.
- B Sistema de condensación.
- C Sistema de evaporación.
- D Varios.
- E Proceso.

A:- SISTEMA DE COMPRESION.

MANTENIMIENTO DIARIO.

- 1.- Observar el nivel de aceite del carter.- Agregando aceite, usando una bomba manual cuando el nivel se encuentre bajo. Es preferible usar una bomba manual para agregar aceite al cárter de cualquier compresor para evitar la posible introducción de aire al sistema por el sello del cigueñal del mismo compresor.
- 2.- Verificar la presión de aceite de los compresores. - La presión de aceite de los compresores de alta velocidad debe de mantenerse a una presión de aproximadamente 3 kg/cm^2 (43 Lbs/plg^2) arriba de la presión -- de succión del compresor, en los de baja velocidad - se debe mantener a una presión de aproximadamente -- 1.5 Kg 21 PSIG) arriba de la presión de succión.
- 3.- Asegurar que haya agua de enfriamiento pasando por las chaquetas del compresor.- Se debe ajustar el -- flujo de agua pasando por las chaquetas, usando la - válvula de salida de agua de las chaquetas del com-- presor para mantener una temperatura de agua saliendo ligeramente arriba de la temperatura del cuerpo - humano.

- 4.- Observar que no exista regreso de líquido al compresor por la línea de succión. Al regresar líquido a un compresor, es indispensable investigar de inmediato la causa del regreso del líquido que siempre va a ser por falla en un sistema de evaporación, siendo falla en el sistema de control de nivel de líquido, o fallas en las válvulas de expansión termostática.

Para evitar esto se debe asegurar que el gas de succión entrando al compresor no esté demasiado caliente, es decir, no debe tener más de 15° de supercalentamiento.

- 5.- Observar el ruido de los compresores.- Se debe revisar el ruido usando una varilla de fierro de aproximadamente 1/4" de diámetro por 60 cms. de largo o un estetoscopio especial para maquinaria. Con el compresor funcionando normalmente se coloca un extremo de la varilla en la oreja y la otra sobre las siguientes partes del compresor:

- 1.- Sobre cada cabeza.
- 2.- Sobre cada cilindro.
- 3.- Sobre el cárter del compresor, en ambos lados y en cada extremo.

Si se encuentra un ruido extraño se debe parar el -- compresor e inmediatamente desarmarlo hasta encon--- trar el ruido. Las piezas que se encuentran desgastadas o dañadas se deben reponer de inmediato porque una pieza que falla puede causar daño a las otras -- piezas que se encuentran en buen estado.

MANTENIMIENTO SEMANARIO.

- 1.- Verificar que estén funcionando los sistemas de re-- greso de aceite a los cárter de los compresores. Re visar que el separador de aceite con sistema de re-- torno automático al cárter se encuentre en buen estado.

MANTENIMIENTO CADA 3 MESES.

- 1.- Cambiar el elemento del filtro.- Se debe cambiar el elemento del filtro colocado en la línea de regreso de aceite al cárter.
- 2.- Engrasar el motor eléctrico del compresor. Se debe engrasar conforme las instrucciones de placa del mo tor.

MANTENIMIENTO CADA 6 MESES.

- 1.- Asegurar que está funcionando el control de seguridad de baja presión de aceite. El control de seguridad más importante es el control de baja presión de aceite que para el compresor automáticamente al bajar la diferencia de presión entre presión de aceite y presión de succión del compresor a 1 kg/cm^2 .

Con el compresor funcionando normalmente, cierre la válvula que lleva presión de aceite al manómetro de presión de aceite del compresor y al diafragma inferior del control de seguridad de baja presión de - - aceite. Afloje una de las tuercas de esta misma línea de aceite para relevar la presión. Al bajar la presión del diafragma inferior del control, el compresor debe parar entre 45 a 90 segundos. Si el compresor no para de funcionar después de transcurrir este tiempo, se debe arreglar el control o cambiarlo de inmediato. El compresor no debe de funcionar sin el control de seguridad de baja presión del aceite.

- 2.- Asegurar que se encuentra funcionando el control de seguridad de alta presión de descarga del compresor. Colocar un manómetro de alta presión en la línea de

1/4" de diámetro que conecta la descarga del compresor al control de seguridad de alta presión de descarga, o en la válvula de escape a la atmósfera colocado en el lado de descarga del cuerpo del compresor. Con el compresor trabajando normalmente, se cierra la válvula de servicio de descarga del compresor lentamente observándose el manómetro que se acaba de -- instalar. El compresor debe de parar a una presión de descarga indicada por el manómetro de 225 PSIG -- (16 kg/cm²). Si al llegar la presión a 225 PSIG no ha parado el compresor, se abrirá nuevamente la válvula de descarga y se ajustará el control de alta -- presión, repitiendo la operación hasta que el compresor deje de funcionar al llegar la presión a 225PSIG. No se debe trabajar el compresor a una presión de -- descarga arriba de 225 PSIG durante esta prueba porque la válvula de seguridad del compresor abre a una presión de 250 PSIG.

- 3.- Cambiar el aceite del carter del compresor y de los separadores de aceite.

MANTENIMIENTO ANUAL.

- 1.- Abrir el compresor una vez al año. Para inspeccionar

el desgaste de ciertas piezas.

- 2.- Cambiar válvulas de succión y descarga. Se deben -- cambiar aunque se vean en buen estado, sobre todo en compresores de operación continua.

B.- SISTEMA DE CONDENSACION.

MANTENIMIENTO DIARIO.

- 1.- Observar el manómetro de descarga del sistema de -- condensación para asegurar que está dentro de los lí mites de operación.

Si se encuentra la presión de descarga arriba de 205 PSIG, con una carga de refrigeración normal, se debe investigar inmediatamente las razones por la alta -- presión, que pueden ser:

- A).- Gases no condensables en el sistema de conden-- sación.
- B).- El serpentín contaminado por sarro.
- C).- Insuficiente agua en la pileta del condensador, causando cavitación de la bomba de recircula--- ción de amoníaco.

D).- Los atomizadores de agua se encuentren pegados.

F).- Falla en el sistema de control de condensado.

- 2.- Asegurar que el sistema de condensación no contenga gases no condensables.

Esto se puede comprobar tocando la línea de condensado saliendo del condensador. Si el tubo se siente a la temperatura del cuerpo humano, es decir, ni caliente ni frío, este corresponde a una temperatura de condensación de aproximadamente 98°F (36.6°C) que corresponde a una presión de descarga de 190 PSIG 9- (13 Kg/cm²). Si el manómetro de presión de descarga del sistema indica una presión más elevada, pueden asegurarse que el sistema contiene gases no condensables.

Si el tubo de líquido saliendo del condensador se siente fresco, y la presión de condensación se encuentra elevada, se puede asegurar, con más razón, que el sistema contiene gases no condensables y se debe purgar.

Si el tubo de condensado saliendo del condensador se siente caliente, acompañado con una presión de - - -

condensación elevada, la alta presión de condensación no es causada por gases no condensables. Los gases no condensables se purgan del sistema de condensación usando un purgador de gases no condensables tipo automático o si el sistema no contiene purgador se debe purgar manualmente.

- 3.- Asegurar que esté funcionando normalmente el sistema de control de condensado entre el condensador y reci**bid**or de presión controlado.

Para asegurar que el control de condensado esté funcionando normalmente, el nivel de líquido de la corza de la válvula flotadora de piloto debe encontrarse en la mitad del indicador de nivel.

Si se encuentra que la coraza de la válvula flotadora de piloto está llena, indicando que la válvula moduladora se mantiene cerrada, las causas pueden ser las siguientes:

A).- La bola de la flotadora de piloto se encuentra rota, o se desconectó de la varilla que fija el mecanismo de la flotadora.

B).- El asiento de la aguja de la flotadora de - -

piloto se encuentra desgastada y la válvula flo
tadora ya no sella.

c).- Se encuentra pegado el pistón de la válvula mo-
duladora.

Si se encuentra a la válvula de piloto sin líquido-
y el manómetro en la línea de piloto indica una pre
sión más baja que la presión de condensación del --
sistema, y la línea de condensado saliendo de la co
raza y entrando al recibidor de presión controlado-
está caliente al tocarlo, esto indica que la válvu-
la moduladora de líquido se encuentra abierta debi-
do a que se encuentra atorado el pistón de la válvu
la en posición abierta o que se encuentra quebrado-
el resorte colocado sobre el pistón de la válvula.

MANTENIMIENTO SEMANARIO.

1.- Asegurarse que estén funcionando todos los rociado-
res de agua dentro del condensador.

Se debe asegurar que estén funcionando los rociado-
res de agua dentro del condensador, procediendo co-
mo sigue:

A).- Se para el sistema de compresión.

- B).- Se paran los abanicos del condensador.
- C).- Se sube a la parte superior del gabinete del -- condensador y se quitan los eliminadores de -- agua en una forma ordenada para poder colocar-- los exactamente en el mismo lugar, y se obser-- va el roceo de todos los rociadores, para asegu-- rar que están rociando uniformemente sobre la -- superficie de los serpentines. Si se encuen--- tran rociadores tapados o rociando erráticamen-- te, se deben de quitar y limpiar de inmediato.
- D).- Recolocar los eliminadores de agua en la misma-- posición en que se encontraban.

MANTENIMIENTO MENSUAL.

- 1.- Engrasar los motores de los abanicos y de la bomba - de recirculación de agua.

Se deben engrasar conforme a las instrucciones de la placa.

- 2.- Limpiar la charola del condensador.
- Se debe vaciar la charola del condensador para evi-- tar la formación de mucho lodo. Para realizar esto-

se debe parar el sistema de compresión y condensación y limpiar la charola completamente antes de llenarla nuevamente con agua.

- 3.- Asegurar que se está tirando agua del sistema de recirculación equivalente a la que se está evaporando del condensador.

Esto se realiza conectando un tubito de cobre de 3/9" de diámetro en la línea de descarga de la bomba de recirculación de agua para tirar la cantidad de agua conforme la cantidad que está evaporando el condensador, oprimiendo la punta del tubito de cobre.

- 4.- Asegurarse que esté funcionando el control de presión de condensación.

MANTENIMIENTO CADA 6 MESES.

- 1.- Verificar la calibración del manómetro de presión de condensación (descarga) del sistema.

Se debe checar la calibración del manómetro de presión de condensación.

MANTENIMIENTO ANUAL.

- 1.- Quitar los eliminadores de agua colocados en la salida de aire del condensador.

Como los eliminadores se encuentran totalmente (constantemente) bañados de agua, pueden existir grandes acumulaciones de sarro en los eliminadores después de un año de operación. Esta acumulación causa restricción al flujo de aire y disminución en la eficiencia del condensador.

Esta operación se debe hacer mecánicamente. Cuando se encuentren los eliminadores en mal estado se deben cambiar inmediatamente.

- 2.- Dar mantenimiento completo a la bomba de recirculación de agua.

Este mantenimiento consiste en lo siguiente:

- A).- Si el sello del eje de la bomba de recirculación está fugando, se debe cambiar o reempacar la prensa-estopa.
- B).- Si la bomba se encuentra acoplada a motor eléctrico con un cople flexible, se debe desarmar -

el cople y reponer las piezas que se encuentren dañadas o gastadas.

- C).- Desarmar la envoltura de la bomba o inspeccionar el impelente asegurándose que el impelente-esté bien apretado al eje de la bomba.

C.- SISTEMA DE EVAPORACION.

MANTENIMIENTO DIARIO.

- 1.- Observar el nivel de líquido en la trampa de succión del serpentín del tanque para asegurar que se encuentra a nivel adecuado.

Si se encuentra un bajo nivel de líquido en la trampa puede ser causado por lo siguiente:

- A).- Falta de amoníaco en el sistema.
B).- Tapado el cedazo en la línea de líquido alimentando el sistema de control de nivel.
C).- Quemada la bobina de la válvula selenoide de líquido.
D).- Demasiado cerrada la válvula de expansión manual.

E).- Defectuoso el interruptor de flotador.

Si se encuentra el nivel demasiado bajo, la causa --
puede ser:

A).- Gastado el asiento y aguja de la válvula flota-
dora.

B).- Colapsada la bola de la válvula flotadora.

C).- Defectuoso el interruptor de flotador.

D).- Alto nivel también puede ser causado por un cam-
bio brusco de carga de refrigerante en el tan-
que de congelación.

2.- Observar si existe buena circulación de agua a tra-
vés de los tubos del tanque, indicando que el agita-
dor está funcionando normalmente.

3.- Observar que estén abiertos los pasillos entre hile-
ras de serpentines indicando que no se encuentra em-
bancado.

MANTENIMIENTO MENSUAL.

1.- Purgar aceite del serpentín.

MANTENIMIENTO CADA 3 MESES.

1.- Engrasar la chumacera inferior y la chumacera de - -

baleros superior del agitador y al mismo tiempo ajus
tar la tensión de las bandas de la transmisión.

Se debe engrasar el motor del agitador conforme las-
instrucciones de la placa.

- 2.- Verificar que esté funcionando el sistema de control
de grueso de hielo.

MANTENIMIENTO ANUAL.

- 1.- Dar mantenimiento a la bomba de recirculación de - -
agua.

Consiste en lo siguiente:

A).- Si el sello del eje de la bomba de recircula--
ción ha estado fugando, se debe de cambiar si-
es sello mecánico o reempacar la prensa-estopa
si es de tipo empaque.

B).- Si la bomba se encuentra acoplada a motor eléc
trico con cople flexible, se debe de desarmar-
el cople y reponer las piezas que se encuen---
tren gastadas o dañadas.

C).- Desarmar la envoltura de la bomba e - - - -

inspeccionar el impelente y también asegurarse de que se encuentra el impelente bien apretado al eje de la bomba.

- 2.- Quitar el sedimento del fondo del tanque abriendo plenamente la válvula en el tubo de drenaje colocado en uno de los dos lados del tanque cerca del fondo.

D. VARIOS.

a).- MOTORES ELECTRICOS.

MANTENIMIENTO DIARIO.

- 1.- Lubricación.- Se verificará que las chumaceras y rodamientos estén correctamente lubricados.
- 2.- Vibraciones y ruidos.- Se verificará que no haya calentamiento, vibraciones o ruidos excesivos en los rodamientos.
- 3.- Sopleteado con aire.- Se realizará a los motores que por su ubicación están expuestos al polvo.

MANTENIMIENTO SEMANAL.

- 1.- Anclaje y tornillos.- Se verificará que las tuercas y tornillos estén bien apretados.
- 2.- Flechas y coples.- Se verificará que no tengan tornillos sueltos o desgaste excesivo en los separadores, así como ruidos o vibraciones anormales.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL.

- 1.- Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

b).- BOMBAS.

MANTENIMIENTO DIARIO.

- 1.- Lubricación.- Se revisará que el nivel de aceite -- esté a su altura correcta, adicionando cuando sea necesario.
- 2.- Vibraciones y ruidos.- Se verificará que no haya calentamiento, vibraciones o ruidos excesivos en los - rodamientos.

MANTENIMIENTO MENSUAL.

- 1.- Anclaje y tornillos.- Se verificará que las tuercas y tornillos estén bien apretados.
- 2.- Flechas y coples.- Se verificará que no tengan tornillos sueltos o desgaste excesivo en los separadores, así como ruidos o vibraciones anormales.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL.

- 1.- Válvulas.- Se verificará que sellen perfectamente.

MANTENIMIENTO ANUAL.

- 1.- Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

c).- SWITCHES.

MANTENIMIENTO QUINCENAL.

- 1.- Tornillos.- Se apretarán.
- 2.- Fusibles.- Se verificará que sea el requerido.
- 3.- Cuchillas.- Se verificará que hagan buen contacto.
- 4.- Limpieza.- Se limpiarán con aire.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL.

1.- Se retocará la pintura.

d).- PROTECCIONES TERMOMAGNETICAS.

MANTENIMIENTO MENSUAL.

1.- Tornillos.- Se apretarán.

2.- Fases.- Se verificará que estén balanceadas.

3.- Platinos.- Se lijarn.

4.- Limpieza.- Se limpiarán con aire.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL.

1.- Se retocará la pintura.

e).- GRUA.

DIARIO.

1.- Verificar ruedas motrices y engranes de levante.

SEMANTAL.

1.- Lubricación a ruedas motrices y engranes de levante.

ANUAL.

1.- Revisar motores y controles eléctricos.

f).- MOLEDORA.

DIARIO.

- 1.- Verificar que la banda esté bien colocada y en buen estado.

SEMANTAL.

- 1.- Lubricación.

SEMESTRAL.

- 1.- Cambiar banda aunque aparente buen estado.
- 2.- Revisión general.

g).- MOLDES Y TAPAS.

El mantenimiento que se le da a los moldes y canastillas no es otra cosa sino la de checar su estado diario. Para evitar la corrosión en ellos se agrega -- cada 3 meses a la salmuera magnatrol 3 con sosa líquida.

A las tapas el mantenimiento que se le da es el de limpieza diaria.

E.- PROCESO.

MANTENIMIENTO DIARIO.

1.- Observar el nivel de líquido en la trampa de succión del serpentín del tanque para asegurar que se encuentre al nivel adecuado. Si se encuentra un bajo nivel de líquido en la trampa, puede ser causado por lo siguiente:

- A).- Falta de amoniaco en el sistema.
- B).- Tapado el cedazo en la línea de líquido alimentado el sistema de control de nivel.
- C).- Quemada la bobina de la válvula solenoide de líquido.
- D).- Demasiado cerrada la válvula de expansión manual en sistemas utilizando un interruptor de flotador.

Si se encuentra demasiado alto, puede ser causado por lo siguiente:

- A).- Está gastado el asiento y aguja de la válvula flotador.
- B).- Colapsada la bola de la válvula flotador.

- C).- Defectuoso el interruptor de flotador.
- D).- Demasiado abiertas las válvulas de expansión -- de la bodega de hielo.

- 2.- Observar la temperatura de salmuera del tanque de -- congelación. Debe mantenerse a -10°C (15°F) para poder cosechar la capacidad de diseño del tanque.

Si se encuentra la temperatura de la salmuera arriba de -8°C y al mismo tiempo se nota una reducción en la presión de succión de los compresores, las causas pueden ser:

- A).- El serpentín del tanque se encuentre congelado-- haciendo inefectiva su superficie.
- B).- Falta de circulación de salmuera por mal funcionamiento del agitador.
- C).- Exceso de aceite en el serpentín del tanque, -- causando pérdida de superficie de evaporación.
- D).- Falta de amoníaco en el serpentín.

Si se encuentra la temperatura de salmuera arriba de

-8°C y al mismo tiempo se nota un aumento en la presión de succión de los compresores, la causa puede ser:

A).- Cosecha de hielo demasiada rápida.

B).- Falta de capacidad del sistema de compresión.

- 3.- Observar la temperatura de la bodega de hielo y asegurar que siempre esté entre -1°C y -4°C.

MANTENIMIENTO SEMANARIO.

- 1.- Quitar una tapadera en la salida de salmuera del compartimiento del serpentín para asegurar que exista un buen flujo de salmuera saliendo del compartimiento.

Si la salmuera sale con poca velocidad, esto indica que están resbalando las bandas del agitador y se deben de ajustar inmediatamente. Otra causa de baja velocidad de salmuera puede ser que hay hielo sobre la superficie del serpentín, obstruyendo el flujo de salmuera por el compartimiento.

No debe de existir espuma de la salmuera saliendo --

del compartimiento porque el entrenamiento de aire - causa que la salmuera se convierta en ácido y si no se corrige, afecta el galvanizado de los moldes.

MANTENIMIENTO MENSUAL.

- 1.- Verificar la sumersión de los moldes en la salmuera- del tanque de congelación.

El nivel del hielo acabado en el molde debe de que-- dar 1" más bajo que el nivel de salmuera del tanque.

- 2.- Purgar aceite del serpentín del tanque de congela--- ción.
- 3.- Verificar la densidad de la salmuera.

Para verificar la densidad de la salmuera, se usa el salómetro que mide la densidad en grados salómetro.

MANTENIMIENTO CADA 3 MESES.

- 1.- Verificar el PH de la salmuera.

El PH (alcalínez ó acidez) de la salmuera se comprue- ba usando un comparador o papel lipmus. El PH se de- be ajustar a 7.5 - 8. Si hay tendencia a ser alcali- no (PH de 8.5 ó más alto) es casi seguro que el - -

serpentín del tanque contenga una fuga de amoniaco.- Si la salmuera tiene tendencia a ser ácido, es posible que el agitador del tanque esté entrando oxígeno en la salmuera que puede ser por causa de bajo nivel de salmuera en el tanque. No debe de haber espuma en la salmuera saliendo del compartimiento del serpentín.

- 2.- Engrasar la chumacera inferior y también la chumacera de baleros superior del agitador, ajustando al mismo tiempo la tensión de las bandas de la transmisión.

Se debe engrasar el motor del agitador conforme las instrucciones de la placa.

MANTENIMIENTO CADA 3 AÑOS.

- 1.- Vaciar la salmuera del tanque de congelación. Se debe vaciar la salmuera del tanque de congelación y darle mantenimiento que consiste en raspar la superficie interior y pintar con pintura anticorrosiva, reparar sensores, tirantes, caja del agitador y dar mantenimiento al agitador, tapaderas y aramzón de madera. Al terminar este mantenimiento, se debe de fabricar salmuera de nuevo.

CAPITULO III. PLANEACION Y ORGANIZACION DEL MANTENI-
MIENTO PREVENTIVO.

- 1 Planeación del trabajo de M.P.
- 2 Programación del trabajo de M.P.
- 3 Calendario de M.P.
- 4 Estimación de trabajo (cargas).

I.- PLANEACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

La planeación del mantenimiento preventivo tiene como finalidad determinar:

- Maquinaria y equipo que va a estar sujeto a mantenimiento preventivo.
- Actividades que se les van a proporcionar.
- Elementos principales a considerar en cada máquina o equipo.
- Con que frecuencia se le va a proporcionar.

1.1 MAQUINARIA Y EQUIPO QUE VA A ESTAR SUJETO A MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Procedimiento para determinar prioridades en la maquinaria y equipo de la planta:

- Relación de maquinaria y equipo: Consiste en obtener una lista con los datos más significativos de la maquinaria y el equipo de producción.
- Relación de la maquinaria y el equipo crítico: Se obtiene a partir de la relación general.

Esta relación contiene a aquellas máquinas y - - -

equipos, que independientemente de su costo, realicen una actividad importante o clave en la manufactura de un producto o en el desarrollo de un proceso, y que su paro por alguna falla de tipo funcional, perjudique la producción.

- Relación de maquinaria y equipo costoso: Se obtiene de igual forma a partir de la relación general de maquinaria y equipo. La necesidad lógica de conservar en óptimas condiciones los activos de más valor, se confirma conociendo la función que realiza; generalmente son elementos clave en el desarrollo de la producción.

Tomando en consideración estos tres aspectos se definieron las siguientes prioridades para los equipos principales de esta planta:

<u>CLAVE</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PRIORIDAD.</u>
100	Compresor para amoniaco	10
200	Condensador evaporativo	10
500	Cabezal llenador moldes	10
100	Motores eléctricos	9
300	Tanque de fierro	9
300	Serpentín tipo verti-flow	9

400	Serpentín bodega de hielo	9
500	Grúa viajera.	9
500	Mesa de volteo.	8
300	Acumulador de succión.	7
300	Moldes y canastillas.	6

1.2 ACTIVIDADES QUE SE LE VAN A PROPORCIONAR.

Realizando el desglose y la clasificación se procede a asignar el tipo de actividades por realizar, éstase determina dependiendo de sus características específicas de funcionamiento. Las actividades generales que proporcionan el mantenimiento preventivo son:

- Inspección.
- Servicio.
- Cambio.

Inspección.- La inspección de mantenimiento preventivo se realiza con fines de detección de:

- . Fallas en potencia.
- . Condiciones de funcionamiento generales y específicas de los elementos o bloques de estos para tomar las medidas correspondientes para salvar las situaciones de riesgo, durante un período confia-

-ble de operación de la maquinaria y el equipo de producción.

Servicio.- El servicio de mantenimiento preventivo se realiza con el fin de conservar en óptimas condiciones de funcionamiento la maquinaria y el equipo de producción. Los tipos de servicio más comunes -- que se proporcionan son los de:

Lubricación	ajuste
limpieza	pintura.

Cambio.- La determinación de los cambios como actividad de mantenimiento preventivo, se realiza con base en los registros, experiencia del personal y recomendaciones de fabricantes y distribuidores, respecto a ciertas partes o elementos de la maquinaria y el equipo, para conservar la eficiencia de éstos dentro de los límites deseados.

1.3 ELEMENTOS PRINCIPALES A CONSIDERAR EN CADA MAQUINA O EQUIPO.

El desglose en elementos, mecanismos, secciones o -- bloques de éstos, tiene como finalidad realizar una clasificación para asignar el tipo de actividades --

específicas que se les va a proporcionar a la maquinaria y al equipo, así como para la determinación de la frecuencia de su realización.

1.4 CON QUE FRECUENCIA SE LES VA A PROPORCIONAR.

La determinación de la frecuencia para la realización de las actividades de mantenimiento preventivo, se hace en función de las características específicas de los elementos que componen la maquinaria y el equipo de producción, esto se obtiene a través de experiencias personales y las recomendaciones de fabricantes y distribuidores.

Las frecuencias se expresan en período de tiempo, éstos pueden presentar tiempo calendario o tiempo de operación, su equivalencia se representa comunmente bajo la clasificación siguiente:

- . Semanal.
- . Quincenal.
- . Mensual.
- . Bimestral.
- . Trimestral
- . Semestral.
- . Anual, etc.

Dependiendo del elemento considerado y de la actividad que se va a suministrar.

A continuación se muestran algunos formatos para --
realizar la planeación del mantenimiento preventivo.

MAQUINA O EQUIPO: _____

PLANEACION DE (L): _____

ELEMENTO DE LA MAQUINA	FRECUENCIA	OBSERVACIONES

PLANEACION DE TRABAJO

MAQUINA O EQUIPO _____

ACTIVIDAD A REALIZAR _____

ELEMENTOS DE LA PLANEACION

DATOS DEL TRABAJO

1 ¿Qué se le va a hacer?

2 ¿Para qué se va a hacer?

3 ¿Cuándo se va a realizar?

4 ¿Cuánto tiempo se estima necesario?

5 ¿Dónde se va a realizar?

6 ¿Que cantidad de mano de obra va a ser necesaria?

7 ¿Que tipo y cantidad de materiales se van a necesitar?

8 ¿Cuándo se van a necesitar?

9 ¿Cuándo se deben pedir?

10 ¿Qué equipo y herramientas se van a necesitar?

11 ¿Cuándo se deben solicitar?

2.- PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

La programación del mantenimiento preventivo consiste en canalizar la información contenida en la planeación previamente realizada, hacia los documentos o formatos destinados para ellos, los cuales serán utilizados como fuente emisora de trabajo y como elemento para el control del mantenimiento preventivo suministrado a la maquinaria y el equipo de la planta.

PROCEDIMIENTO A SEGUIR:

1. Diseño del formato a utilizar.
2. Selección y anotación de los puntos generales y básicos de la maquinaria en el formato correspondiente.
3. Anotación de las frecuencias.
4. Observaciones.

1.- Diseño del formato a utilizar. Al diseñar el formato se deben considerar ciertas características para lograr funcionabilidad en la forma y en su utilización.

Los puntos básicos por considerar - elementos de

la máquina y frecuencias - se plantean utilizando dos ejes perpendiculares. Estos formatos deben tener elasticidad suficiente, se recomienda utilizar una programación semestral para el mejor control del programa.

- 2.- Selección y anotación de los puntos generales y básicos de la máquina en el formato de programación correspondiente. Con base en la planeación del mantenimiento preventivo, se anota inicialmente el tipo de actividad por proporcionar a la máquina seleccionada; se recomienda utilizar un formato para cada actividad, en cada programa, dependiendo del tipo de empresa.

En forma de la columna vertical, se anotan los elementos de la máquina y en el eje horizontal las frecuencias, debe existir un espacio suficiente para anotar las observaciones necesarias.

3.- ANOTACION DE LAS FRECUENCIAS.

Las frecuencias se consideran con base en semanas de operación, quedando estas unidades de la siguiente manera:

- . semanal
- . quincenal (2 semanas)
- . mensual (4 semanas)
- . trimestral (13 semanas)
- . semestral (26 semanas)
- . anual (52 semanas)

La anotación se hará a semanas vencidas, según la frecuencia.

4.- OBSERVACIONES.

Una vez anotadas la programación de las actividades por realizar en los formatos, se complementan con las órdenes de trabajo correspondientes, que habrán de emitirse en función de lo programado anteriormente. Se recomienda agrupar la programación de las actividades para cada máquina y separar las de cada máquina.

A continuación se muestra el diseño de algunos formatos para programación de mantenimiento preventivo.

Inicio de R.M.:

ANT. DE: II NTI

MANTENIMIENTO

Programa de _____ semestral

Año de 197 _____

Supervisor: _____

Máquina: _____

SEMANAS

No.	DESCRIPCION Elementos de la Máquina	SEMANAS												Observaciones			
		1 14	2 15	3 16	4 17	5 18	6 19	7 20	8 21	9 22	10 23	11 24	12 25		13 26		

10

Cyd. N°

SOLICITUD DE SERVICIO DE MITO.

TIPO DE M.P. _____ EQUIPO _____
 NOMBRE USUARIO _____
 FECHA DEL ULTIMO MTTO. _____

TIEMPO ESTIMADOS
 HH _____ PARO _____

SUPERVISOR

MOTIVO DE
PENDIENTE

PARTE

DEFECTO

SOLUCION:

TIPO DE MANTEN
 HORAS WORKING
 TOTAL REP.

No. TRAB.	CARGO	DESCRIPCION DEL TRABAJO	M.O. ESTIMADA N. MEC. HICU TOTAL

CLAVES DE PENDIENTES

- | | |
|--|---|
| P1- FALTA DE MATERIALES
P2- FALTA DE HERRAMIENTAS
P3- FALTA DE PERSONAL
P4- MITO CORRECTIVO
P5- PAROS NO PROGRAMADOS | P6- PRODUC. NO PRESTO EQUIPO
P7- SEGURIDAD NO DA PERMISO
P8- ENFERM., PERMISO, ACCIDENT.
P9- POR T. CENTRAL
P10- MITO. EN PROCESO |
|--|---|

PLANO _____ PROGRAMA _____ SUPERVISO _____
 TIEMPO REAL _____ FECHA _____ RECIBIO _____

3.- CALENDARIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Una parte muy importante de todo programa de mantenimiento preventivo es el conocimiento con bastante anticipación de cuando es más conveniente parar una máquina, a efecto de estar preparado y listo para brindarle atención eficiente a la misma, igualmente se requiere balancear la carga de trabajo durante todo el año con el fin de aprovechar mejor los recursos humanos disponibles, es por ello que resulta provechoso elaborar un calendario de mantenimiento preventivo que permita la visualización rápida y anticipada de las fechas programadas para cumplir con los cometidos señalados.

De acuerdo a las condiciones existentes se procedió a la elaboración del calendario, utilizando las siguientes claves:

- D- Mantenimiento preventivo diario.
- S- Mantenimiento preventivo semanal.
- M- Mantenimiento preventivo mensual.
- T- Mantenimiento preventivo trimestral.
- 6- Mantenimiento preventivo semestral.
- A- Mantenimiento preventivo anual.

	JUNIO												JULIO												AGOSTO												SEPTIEMBRE											
	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G				
100 SISTEMA DE COMPRESION.	A	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
200 SISTEMA DE COAGULACION.	K	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	M	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	M	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	M	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
300 SISTEMA DE EMBORRACION		A																																														
600 VARIOS																																																
MOTORES	A	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
BOINAS.	G											M											M											M														
GRAS.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
SWITCHES.												O											O											O														
PROTECCIONES TERMOELECTRICAS	M											N											M											M														
MEJORA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
MANTENIMIENTO GENERAL (PROCESO)	M											N											M											M														

CLAVES

- S - SEMANAL
- O - OMBICENAL
- M - MENSUAL
- T - TRIMESTRAL
- G - SEMESTRAL
- A - ANUAL

TO	AT/STO	SQTH/RE	CC/RE	NJ/RE
T.M.M.J.V.L.M.M.J.V. H.P.O.V. I. H.M.M.J.V.I. H.M.M.J.V.L.H.H.V.I.	0021222324728293031 34567101112313141718192021242526272831	000101020304050607080910111213141516171819202122232425262930	0010102030405060708091011121314151619202122232627282930	001010203040506070809101112131617181920212425262730
S S S S S S T B S S S S	S S S S S S S	E S S S S	F S S S S	F S S S S L
S S H S S S H	S S S S S H	E S S S M	S R S M S	R R G R
	M	T	M	H
S S E S S S	S S S S	S S S S	E S S S S H	S F S G
H	H	H	H	H A
A S S S S S	S S S S S	S S S S S	S S S S S	S S S S
O	O	D	O	O
H	H	H	H	G
S S S S S S	S S S S S S	S S S S S	S S S S S	S S S S
H	H	H	H	A

4.- ESTIMACION DE TRABAJO (CARGA DE TRABAJO).

La determinación de cargas de trabajo es muy importante para que el desarrollo del trabajo sea llevado a cabo de una mejor manera, y que ésta no sea tan pesada para el operario.

La determinación de cargas de trabajo bien puede ser un buen tema de tesis a desarrollar, por lo que aquí sólo hablaremos de ellas de una manera superficial.

La siguiente carga de trabajo fue tomada en base a las funciones que el encargado de mantenimiento realiza a diario, sin tomar en cuenta sus labores semanales, mensuales, etc.

Las funciones se desglosarán en los siguientes elementos:

SISTEMA DE COMPRESION.

- 1.- Observar el nivel de aceite del carter.
- 2.- Verificar la presión de aceite de los compresores.
- 3.- Asegurar que haya agua de enfriamiento pasando por las chaquetas del compresor.
- 4.- Observar que no existe regreso de líquido al compresor por la línea de succión.

SISTEMA DE CONDENSACION.

- 1.- Observar el manómetro de descarga del sistema de condensación.
- 2.- Asegurar que el sistema de condensación no contenga gases no condensables.
- 3.- Asegurar que esté funcionando normalmente el sistema de control de condensado entre el condensador y receptor de presión controlado.

SISTEMA DE EVAPORACION.

- 1.- Observar el nivel de líquido en la trampa de succión del serpentín del tanque para asegurar que se encuentra bien.
- 2.- Observar si existe buena circulación de agua a través de los tubos del tanque, indicando que el agitador esté funcionando normalmente.
- 3.- Observar que estén abiertos los pasillos entre hileras de serpentines indicando que no se encuentra embancado.

PLANTA.

- 1.- Observar el nivel de líquido en la trampa de succión del serpentín del tanque para asegurar que se encuentra al nivel adecuado.

- 2.- Observar la temperatura de la salmuera del tanque -- de congelación.
- 3.- Observar el ruido de los compresores.
- 4.- Observar la temperatura de la bodega de hielo.

VARIOS.

a).- MOTORES ELECTRICOS.

- 1.- Lubricación.
- 2.- Observar vibraciones y ruidos.
- 3.- Sopleteado con aire.

b).- BOMBAS.

- 1.- Lubricación.
- 2.- Observar vibraciones y ruidos.

c).- GRUA.

- 1.- Verificar ruedas motrices y engranes de levante.

d).- MOLEDORA.

- 1.- Verificar que la banda esté bien colocada.

OPERACION	TIEMPO AJUSTADO	FRECUENCIA	TOLERANCIA (15%)	TIEMPO TOTAL TRABAJADO
S. COMPRESION				
1	1.000	1	0.150	1.150
2	1.000	1	0.150	1.150
3	1.000	1	0.150	1.150
S. CONDENSACION				
1	1.000	1	0.150	1.150
2	5.000	1	0.750	5.750
3	10.000	1	1.500	11.500
S. EVAPORACION				
1	1.000	1	0.150	1.150
2	2.000	1	0.300	2.300
3	10.000	1	1.500	11.500
PLANTA				
1	1.000	1	0.150	1.150
2	1.000	1	0.150	1.150
3	10.000	1	1.500	11.500
4	2.000	1	0.300	2.300
MOTORES ELECTRICOS				
1	0.750	7	0.112	6.034
2	3.000	7	0.450	24.150
3	1.500	7	0.225	12.075
BOMBAS				
1	0.750	4	0.112	3.448
2	3.000	4	0.450	13.800
GRUA				
3				
1	1.000	1	0.150	1.150
MOLEDORA				
1	1.000	1	0.150	1.150

114.707 MIN.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

79

CARGAS FIJAS.

1.-	Entregar y recibir turno	11.500
2.-	Hacer limpieza de área	11.500
3.-	Hacer reporte de fin de turno	<u>7.500</u>
		31.625 MIN.
		=====

RESUMEN:

$$\text{CARGA DE TRABAJO} = \frac{\text{TIEMPO TOTAL TRABAJADO} + \text{CARGAS FIJAS}}{\text{TIEMPO DISPONIBLE}}$$

$$\text{TIEMPO DISPONIBLE} = 450 \text{ MIN.}$$

$$\text{CARGA DE TRABAJO} = \frac{114.707 + 31.625}{450} = 0.325 = 32.5\%$$

NUMERO DE PERSONAS NECESARIAS PARA

$$\text{EL PUESTO} = 0.325 = 1 \text{ persona.}$$

NOTA: La carga de trabajo como se señaló anteriormente sólo incluye las operaciones que se realizan a diario, por lo que esta carga se verá aumentada cuando toque dar mantenimiento semanal, quincenal, mensual, etc.; pero su incremento no justifica la necesidad de colocar a una persona más en el puesto.

DETERMINACION DE TOLERANCIA.

	NIVEL	PUNTOS
1.- TEMPERATURA.	2	10
2.- POSICION.	2	20
3.- RUIDO.	2	10
4.- DURACION DE TRABAJO.	2	40
5.- HUMEDAD	2	10
6.- DEMANDA FISICA.	2	40
7.- DEMANDA MENTAL O VISUAL.	3	30
8.- ABASTECIMIENTO DE AIRE.	2	10
9.- ILUMINACION.	1	5
10.- REPETICION DE CICLOS.	2	<u>40</u>
	TOTAL	215
		===

SUPLEMENTO POR FATIGA = 10%

SUPLEMENTO POR NECESIDADES = 5%

PERSONALES

TOLERANCIA= 15%

===

CAPITULO IV. CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- 1 Control de las actividades programadas.
- 2 Control de las actividades realizadas.
- 3 Orden de trabajo para M.P.
- 4 Contenido de la orden de trabajo.
- 5 Emisión de la orden de trabajo.
- 6 Realización del trabajo.
- 7 Entrega del trabajo realizado.
- 8 Control final de la orden de trabajo.

CÓNTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El control de mantenimiento preventivo, abarca dos -
aspectos generales:

- Control de las actividades programadas.
 - Control de las actividades realizadas.
1. CONTROL DE LAS ACTIVIDADES PROGRAMADAS tiene como -
base central a los programas de actividades desarro-
lladas para proporcionar mantenimiento preventivo a -
la maquinaria y al equipo de la planta.

Los programas de mantenimiento preventivo más comu--
nes son:

- Programa de inspección
- programa de servicio
- programa de cambio.

Los programas, llegada determinada fecha, obligan a -
la emisión de una orden de trabajo correspondiente a
la actividad por realizar.

Los programas de cada máquina se deben agrupar para -
su mejor control. Para un buen control del manteni-
miento preventivo por actividad, se puede utilizar -

un tablero diseñado en función de las características especiales que se desee tener; se pueden hacer en el taller de carpintería o se pueden comprar.

- 2.- CONTROL DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS se llevan a cabo con base en:

Elementos principales:

- Órdenes de trabajo realizadas
- programas de actividades
- registro de maquinaria y equipo.

Elementos complementarios:

- informe a mantenimiento
- informe a producción.

Elementos auxiliares:

- tablero de control.

3. ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO La orden de trabajo de inspección o de servicio, se emite en la fecha señalada por el programa de la actividad correspondiente. Su diseño está en función de la actividad por proporcionar y su utilización es específica para cada máquina.

En su utilización final, se considera:

- la programación de una actividad por realizar, origi
ginada por una insepcción.
- La anotación de la información necesaria para:
 - . el registro de maquinaria y equipo
 - . los informes a mantenimiento y a producción
 - . el control del programa individual
 - . el control del programa general.

4. CONTENIDO DE LA ORDEN DE TRABAJO. El diseño de la forma por utilizar debe contener los elementos necesarios para facilitar su uso en función de la activi
dad por programar.

Existen datos generales que son comunes a las órde--
nes de trabajo para mantenimiento preventivo, estos
datos son los siguientes:

- nombre de la máquina
- fecha de emisión
- semana que ampara
- supervisor que emite la orden
- trabajador que realiza la orden
- costos del trabajo
- cuenta por cargar.

Los datos específicos están en función de la actividad por proporcionar.

5. EMISION DE LA ORDEN DE TRABAJO La emisión de la orden de trabajo para mantenimiento preventivo, se realiza en función del programa correspondiente a la actividad por proporcionar; los datos por anotar para su emisión, son los siguientes:

- nombre de la máquina
- fecha de emisión
- número de semana que ampara
- nombre del supervisor
- nombre del trabajador
- Elemento considerado; en la columna correspondiente
- se deben tachar los elementos a los que no se les dará mantenimiento preventivo.
- costo estimado de mano de obra y materiales.

6. REALIZACION DEL TRABAJO. Una vez entregada la orden de mantenimiento preventivo al encargado del trabajo, esta persona realizará las anotaciones siguientes:

- avance progresivo en la realización del trabajo.
- observaciones anotadas en función del trabajo desarrollado.

7. ENTREGA DEL TRABAJO REALIZADO. Al recibir el supervisor el trabajo realizado, anotará en la orden de trabajo, los datos siguientes:

- costo real del trabajo
- visto bueno.

A continuación la orden de trabajo seguirá el procedimiento complementario para lograr el control eficiente del trabajo de mantenimiento.

8. CONTROL FINAL DE LA ORDEN DE TRABAJO. Realizando el trabajo que ampara la orden correspondiente, se continúa con el procedimiento establecido.

A Programa de actividades. Se anota en el programa correspondiente, el avance logrado por la orden de trabajo.

B Registro de maquinaria y equipo. Se anotan los datos más significativos del trabajo realizado, en la tarjeta correspondiente a la máquina o equipo.

C Informe a mantenimiento. Se anotan los datos necesarios para informar al jefe de mantenimiento del-

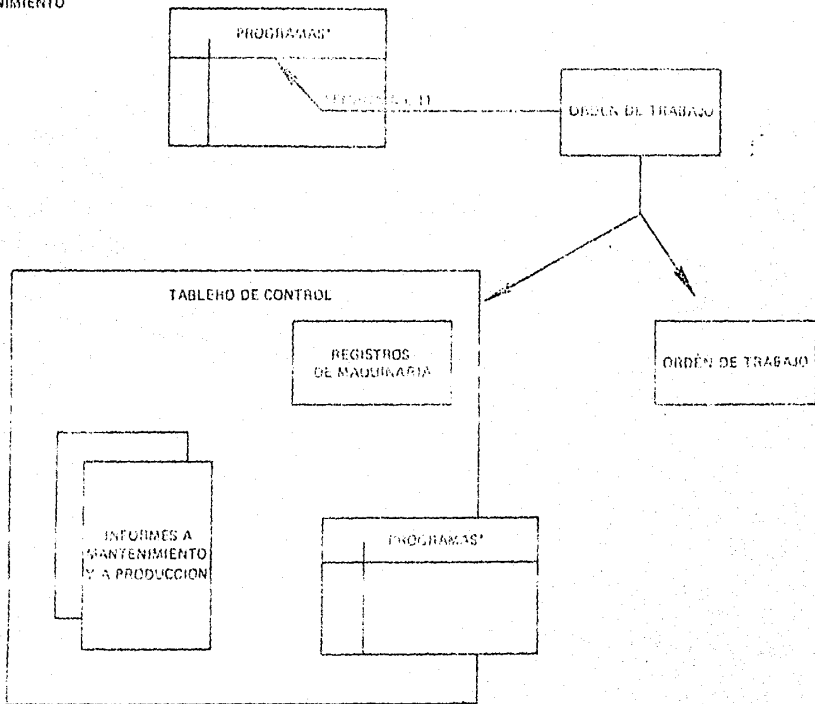
avance del programa.

D Informe a producción. Se anotan en este documento, los datos necesarios para crear la confianza del jefe de producción, de que la maquinaria continuará trabajando con eficiencia y seguridad.

E Tablero de control. Se registrará el trabajo desarrollado para observar físicamente el avance del programa de mantenimiento preventivo.

A continuación se presentan los diseños de algunos formatos para el control del mantenimiento preventivo.

MANTENIMIENTO



ORDEN DE TRABAJO

90

D A T O S D E L S O L I C I T A N T E

GERENCIA	SUPERINTENDENCIA	SECCION	FECHA
COSTO MATERIALES	COSTO MANO DE OBRA	COSTO CONTRATOS	COSTOS IMPREVISTOS E INDIRECTOS
PREPUESTO	FECHA DE ENTREGA REQUERIDA	NUMERO DE OT	

D E S C R I P C I O N

C L A S I F I C A C I O N

<input type="checkbox"/> ADICION	<input type="checkbox"/> MODIFICACION
<input type="checkbox"/> REPOSICION O SUST.	<input type="checkbox"/> REPARACION
DURACION ESTIMADA: MENOS DE 2 AÑOS <input type="checkbox"/> DE 2 A MENOS DE 5 <input type="checkbox"/> 5 AÑOS O MAS <input type="checkbox"/>	

B E N E F I C I O S Q U E S E O B T E N D R A N :

<input type="checkbox"/> AUMENTAR PRODUCCION	<input type="checkbox"/> EVITAR ACCIDENTES Y/O DAÑOS	<input type="checkbox"/> AMPLIACION
<input type="checkbox"/> AUMENTAR EFICIENCIA	<input type="checkbox"/> DISMINUIR COSTO Y/O GASTOS	<input type="checkbox"/> PRUEBA Y/O INVESTIGACION
<input type="checkbox"/> MEJORAR CALIDAD	<input type="checkbox"/> DISMINUIR DESPERDICIOS	<input type="checkbox"/> PROYECTO ESPECIAL
<input type="checkbox"/> MEJORAR ORDEN Y LIMPIEZA	<input type="checkbox"/> DISMINUIR CONTAMINACION	<input type="checkbox"/> OTROS

EXPLIQUE BENEFICIO Y TIEMPO PARA LOGRARLO

E S T U D I O I N G E N I E R I A I N D U S T R I A L

FECHA RECIBIDO _____	APROBADA <input type="checkbox"/>	RECHAZADA <input type="checkbox"/>
ESTUDIADA POR _____		
FECHA TERM. ESTUDIO _____	FIRMA AUTORIZADA _____	

C O N T R O L C O N T A B L E

FECHA RECIBIDO CONTABILIDAD _____	INCLUIDA EN LISTADO DE INVERSIONES	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
CUENTA DE CARGO _____	GERENCIA _____	AÑO _____
CONTABILIZO FECHA _____ FIRMA _____	VERIFICACION FISICA FECHA _____	FIRMA _____

GERACION PARA EFECTUAR EL TRABAJO

APROBACION PARA ESTIMACION DE COSTO

DEPARTAMENTO SOLICITANTE Y AFECTADOS

FECHA

FECHA

FECHA(S)

FIRMA

FIRMA

NOMBRE Y FIRMA(S)

E S T I M A C I O N D E L C O S T O

CANTIDAD	M A T E R I A L E S	COSTO	IMPORTE

TOTAL

TALLER	M A N O D E O B R A P L A N T A	COSTO
M. CANICO		
ELECTRICO		
OTROS		

CONCEPTO	T R A B A J O S P O R C O N T R A T O	TOTAL
MECANICO		
CIVIL		
ELECTRICO		
OTROS		

ESTIMADO POR	FECHA	COSTO TOTAL	ESTIMADO	REAL
D	M	A		
APROBADO POR	FECHA	MATERIALES		
	D	M	A	
		MANO DE OBRA		
		COSTOS INDIRECTOS		
		COSTOS IMPREVISTOS		
		CONTRATOS		
RECIBI TRABAJO TERMINADO	FECHA	TOTAL		
	D	M	A	

AMC

TENIMIENTO

ORDEN DE TRABAJO NORMAL
CONTROL COSTO

Orden No. _____
Cuenta _____

Solicitante _____

Fecha y hora de emisión _____

Máquina o Equipo _____

Servicio requerido _____

Descripción _____

Normal

Urgente

Extraurgente

Indicación: _____

Fecha _____

Hora _____

Terminación: _____

Fecha _____

Hora _____

	Costo Estimado	Costo Real
Materiales	\$ _____	\$ _____
Mano de obra	\$ _____	\$ _____
Total	\$ _____	\$ _____

Trabajador _____

Supervisor _____

Ve. Bo. _____

REFACCIONES Y MATERIALES USADOS	OBSERVACIONES Y ANOMALIAS ENCONTRADAS
---------------------------------	---------------------------------------

MANO DE OBRA UTILIZADA	HORAS

Servicio Nacional ARMO
MANTENIMIENTO
ORDEN DE TRABAJO PERMANENTE

INSPECCION Y SERVICIO A PLANTAS DE ENERGIA ELECTRICA PARA EMERGENCIA

TRABAJADOR _____

MFS _____ DE 197 _____

SUPERVISOR _____

CUENTA _____

FECHA	MOTOR						GENERADOR			TABLERO		Observaciones	Firma
	NIVELLES			TEMPERATURA			Frec.	Voltaje	Horas Acumuladas	Inter Select.	Control Autom.		
	Agua	Aceite	Comb.	Agua	Aceite	Matka							

INFORME DIARIO

CONSUMO ENERGIA ELECTRICA Y AGUA

Presente

Anterior

TEMP. MAX _____ Med. de Luz _____ _____ K. W. F.

TEMP. MIN. _____ Med. de Fuerza _____ _____ K. W. H.

Med. de Agua _____ _____ Mts

Hora	Presión NIT3		COMPRESORES					CONDENSADORES					TEMP. PALMUERA		NO HILELAS SACADAS		OBSERVACIONES
	SUC.	DESC.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	G.	CH.	G.	CH.	
0																	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	

COMENTARIOS : _____

F E C H A		
DIA	MES	AÑO

Maquina:

Color:

Marca:

Capacidad:

Tipo:

Costo:

No. de serie:

Fecha de instalación:

Datos Generales

Datos Transmision, Controler
Equipo auxiliar, y otros etc.

Relaciones, Control y
Datos de funcionamiento

INFORME

Sobre los trabajos realizados del

DE:

al de

de 197

Fecha	No.	Máquina	Actividad que se realizó	Defectos notados por producción	Recomendaciones de producción

Servicio Nacional AHMO
MANTENIMIENTO

TABLERO PARA PROGRAMACION DIARIA
DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

Trabajador	Juan N.	Pedro J.	Cerilo G.	Agustin G.	Manuel L.	Miguel T.	Luis M.
Trabajos terminados							
Trabajos en proceso							
Trabajos pendientes							

TABLERO PARA PROGRAMACION DE
TRABAJOS DEL SUPERVISOR

Trabajos	Realizados	Por analizar	En espera de Material	En espera de Pago de mano de obra	Analizados	Retagados	Por inspeccionar
Supervisor							
Juan M.							
Fidel J.							
Antonio P.							
Manuel G.							

CONTROL DE TRABAJO REZAGADO

SUPERVISOR _____

FECHA _____

No	Orden de trabajo	Máquina o equipo	Descripción del Trabajo	Tiempo estimado	Fecha de emisión - vencimiento		Acción a tomar

CAPITULO V. JUSTIFICACION ECONOMICA.

- 1 Costos de mantenimiento preventivo.
- 2 Presupuesto de mantenimiento -- preventivo.
- 3 Registro histórico de maquina-- ría y equipo.
- 4 Reemplazo de maquinaria y equi-- po.
- 5 Vida económica de maquinaria y-- equipo.

1.- COSTOS DE MANTENIMIENTO.

Conforme se va aprovechando ventajosamente el equipo y la maquinaria, sus componentes van sufriendo desgastes o cambios en sus condiciones físicas o químicas, que por necesidad obligan a un aumento en la frecuencia de fallas del servicio y, por lo tanto, se pierde el ingreso que origina la prestación de la misma; de tal manera que los costos aumentarán en forma sensible hasta prácticamente ser prohibitivos casi al final de la vida de la maquinaria y equipo.

Con el empleo de un programa de mantenimiento preventivo se reducen estos costos, debiendo tener cuidado de no sacrificar los gastos de este y posteriormente tener que lamentar gastos mayores al vernos obligados corregir de inmediato fallas que generalmente se presentan por un mantenimiento preventivo mediocre o mal planeado.

Los costos de mantenimiento preventivo no son tan elevados como los de un mantenimiento correctivo, además estos se pueden estimar con cierto grado de precisión, considerando la inestabilidad de los precios tanto en mano de obra como en materiales.

En la planta en la que se realizó la presente tesis, se tienen unos gastos de mantenimiento de - - - - \$2'193,750.00 anuales (dato proporcionado por la empresa).

2.- PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO.

Los presupuestos son instrumentos de dirección usados para planificar y para controlar.

Los presupuestos se elaboran en base a los programas resultantes de la planeación. Los presupuestos son imprescindibles para llevar a cabo el control, ya -- que en base a ellos se puede comparar lo obtenido y -- saber el grado de desviación que se pudo haber efectuado para aplicar el correctivo que se juzgue necesario.

El presupuesto que a continuación se presenta fue hecho para un período de 6 meses.

	<u>JUNIO</u>	<u>JULIO</u>	<u>AGO.</u>	<u>SEP.</u>	<u>OCT.</u>	<u>NOV.</u>	<u>TOTAL</u>
Sist. de com presión.	68,750	6,250	6,250	38,750	6,250	6,250	132,500
Sist. de con densación.	59,375	8,750	8,750	8,750	8,750	8,750	103,125
Sist. de eva poración.	41,250	11,250	11,250	41,250	11,250	11,250	127,500
Bodega de -- hielo	21,250	21,250	21,250	21,250	21,250	21,250	127,500
Edificio	-	481,250	-	-	-	314,250	795,500
Varios	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	112,500
TOTALES	209,375	547,500	66,250	128,750	66,250	380,500	1398,625

3.- REGISTRO HISTORICO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

Es un documento indispensable para el buen desarrollo de la función de mantenimiento. En él se anotan los datos más significativos de construcción y mantenimiento de la maquinaria y equipo, formando de esta manera la historia de las mismas; se utiliza como documento de consulta, para la toma de decisiones técnicas y económicas que afectan a la máquina o equipo de que se trate.

La información contenida en este documento, incluye comúnmente:

- características generales de la máquina.
- características de los elementos motrices.
- características de los elementos de transmisión, - controles, elementos complementarios, etc.
- relación de refacciones críticas y recomendables.
- relación de trabajos realizados en la máquina incluyendo:
 - . refacciones utilizadas.
 - . mano de obra utilizada.
 - . costo total del trabajo.

A continuación se muestra el diseño de algunos formatos de registro histórico de maquinaria y equipo.

TARJETA DE REGISTRO DEL EQUIPO

EQUIPO _____				No. DEL EQUIPO _____			
MODELO _____		TIPO _____		No. CATALOGO _____		No. SERIE _____	No. DE _____
FABRICANTE _____				DIRECCION _____			
VENDEDOR _____				DIRECCION _____			
No. de orden de compra. _____				COSTO _____		COSTO TOTAL (compras más instalaciones)	
Orderado		Ancho		Peso		Agua	
FECHA	Recibido		Largo		Descarga		Gas
	Instalado		Alto		Aire		Vapor
DETALLES							
UBICACION ACTUAL _____				TRANSFERIDO _____			
DEPARTAMENTO _____				A:FECHA _____			
LUBRICACIONES _____				REFACCIONES IMPORTANTES _____			
	REGISTRO DEL MOTOR				ARRANCADOR		PARTES CONDUcidas
CA 6 CD							
H P							
Volts.							
Fases							
Ampères							
RPM							
Fabricante							
Modelo							
Tipo							
Estilo							
Armadura							
No. serie							
Balancas							
Bandas							
N. Inventa- FIB							

NOMBRE _____ FABRICANTE _____ MODELO _____

LOCALIZACIÓN _____ FECHA DE INSTALACIÓN _____ NO. DE SERIE _____

DEFORMACION RESPONSIBLE	C/C	MOTOR ELECTRICO	REDUCTOR DE VELOCIDAD	TRANSMISION POR		
				BARRAS	CATERINAS	COPILES
Construcción		Marca	Marca	Polea Motriz	Cadena	Marca
Instalación		No. Serie	No. Serie	De paso	Paso lateral	Tipo
Operación		Arreglo	Modelo	De flecha	No. de dientes	Forma
Mantenimiento		Voltaje	Rol, Veloc.	Pro. Transmis.	De flecha	Epitoca
Substitución		Fuerza	Tipo	Entrada	Número	Bushing
Accesorios		Amperaje	Construcción	Caja	Caja	Caja
Partes de Repl.		Potencia HP	Potencia HP	Polea Cond.	Catena Cond.	Salida
Refacciones		P. P. M.	Entrada	De paso	No. de dientes	Dientes
Dibujos		Elecron.	Salida	De flecha	De flecha	Caja
Proveedor		Cuñero		Bushing	Bushing	

INSPECCION

B= BUENO

R= REGULAR

M= MALO

Inspección Mecánica																							
Inspección Eléctrica																							

REPARACIONES
INTERNAS I EXTERNAS E

CAMBIO
DE
CROCAMIENTOS

CAMBIO
LUBRICANTE

Año	ORDEN	DESCRIPCION	Mes Año	MOTOR	Mes Año	REDUCTOR
/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/

4.- REEMPLAZO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

Tanto si las máquinas o equipos se reemplazan de acuerdo con un programa, como si sólo se hace cuando surge algún problema relacionado con la fabricación (calidad, cantidad, nuevos productos, etc.), es necesario realizar algún plan de investigación. Este plan consistirá en hacer una lista de puntos que sirvan para evaluar la maquinaria existente, y la propuesta desde el punto de vista de la conveniencia técnica y el costo.

A. Factores técnicos:

1. ¿Está desgastada o es vieja?
2. ¿Es inadecuada por velocidad, calidad, resistencia?
3. ¿Carece de los controles, accesorios especiales y dispositivos de seguridad de las máquinas modernas?
4. ¿La máquina propuesta hará además de los trabajos de las viejas algunos extras?
5. ¿Se aumentará la automatización?
6. ¿La máquina nueva tendrá ventajas desde el punto de vista de facilidad de preparación del -

trabajo, comodidad, seguridad, mantenimiento?

B. Factores de costo.

1. Costo actual de mantenimiento relacionado con el costo de mantenimiento de la maquinaria -- propuesta.
2. Costo de modificación de la maquinaria vieja.
3. Posibilidad de disminuir el desperdicio.
4. Calidad de la mano de obra requerida.
5. ¿Podrá reducirse el número de operarios para igual producción?
6. Vida útil estimada.
7. Período de recuperación del capital invertido=
inversión
utilidad
8. En caso de cambios de diseño ¿la máquina servirá?
9. ¿Ahorrará espacios?
10. ¿Se dispone de fondos? ¿Puede financiarse?.

Se han desarrollado diferentes fórmulas para determi
nar el reemplazo de maquinaria pero ninguna es total
mente satisfactoria. Uno de los métodos más emplea-
dos es el siguiente:

Consiste en hallar los costos totales (por lo general anuales) para fabricar la cantidad deseada para las alternativas que se comparan.

Sea:

i = Inversión en la maquinaria existente o propuesta. Para la propuesta es el costo instalada y en condiciones de funcionamiento. Para la existente, es el valor realizable cualquiera que sea el valor de libros.

A = % Anual admitido sobre el capital invertido.

B = % Anual asignado a impuestos, seguros, etc.

D = % Anual designado a depreciaciones.

C = Costo anual de mantenimiento.

E = Costo anual de energía eléctrica, fuerza motriz o suministros.

F = Costo anual del espacio asignado a la máquina.

M = Costo anual de materiales.

L = Costo anual de mano de obra directa.

Y = Carga fija total por año $Y = i (A + B + D)$

R = Carga total por año para producir la cantidad deseada.

$$R = Y + C + E + F + L + M.$$

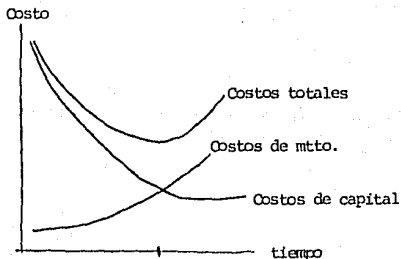
5.- VIDA ECONOMICA DE UNA MAQUINA.

Es el período durante el cual una máquina o equipo tiene el costo anual uniforme equivalente más bajo.

Los costos de mantenimiento aumentan en relación a la edad de la máquina o equipo. El período en costo anual es mínimo, es el período de la vida económica, debido a que:

- . La elevación de los costos indica el momento oportuno para el reemplazamiento.
- . El reemplazamiento no se llevará a cabo antes de alcanzar el período de menor costo.

En la siguiente gráfica se muestra el balance económico de mantenimiento.

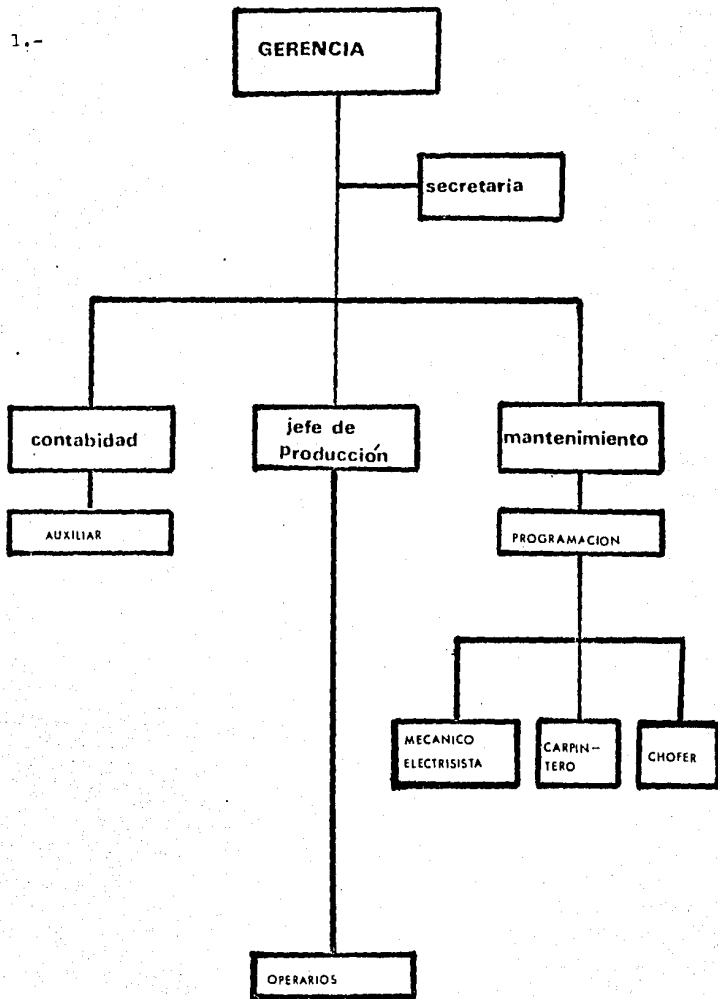


Momento oportuno de
reemplazo.

CAPITULO VI. ORGANIZACION DE LA EMPRESA.

1. Organigrama.
2. Descripción de puestos.

1.-



2.- DESCRIPCION DE PUESTOS.

GERENCIA.

a).- FUNCION BASICA.

Llevar el control general de la planta, así como aumentar la productividad de la misma.

b).- FUNCIONES ESPECIFICAS.

- Aumentar la productividad de la empresa.
- Conseguir clientes.
- Autorizar cheques para la raya semanal.
- Autorizar gastos.
- Orden y limpieza de la planta.
- Seguridad de la planta.

c).- REQUISITOS DEL PUESTO.

- Estudios de Lic. en administración de empresas.
- Experiencia mínima de 2 años.
- Deseos de superación.
- Conocimientos de refrigeración industrial (no indispensable).
- Buena presentación.

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD.

a).- FUNCION BASICA.

Llevar el control de los movimientos contables diarios.

b).- FUNCIONES ESPECIFICAS.

- Llevar a cabo el pago de impuestos.
- Realizar facturas.
- Pagar sueldos a empleados.
- Hacer depósitos.

c).- REQUISITOS DEL PUESTO.

- Carrera de contador privado.
- Experiencia mínima de 2 años.
- Buena presentación.

JEFE DE PRODUCCION.

a).- FUNCION BASICA.

Sacar una producción de 13 toneladas por turno.

b).- FUNCIONES ESPECIFICAS.

- Atender el proceso.

- Verificar y recibir materia prima.
- Evitar condiciones inseguras dentro de la planta.

c).- REQUISITOS PARA EL PUESTO.

- Experiencia en puesto similar.
- Estudios de preparatoria o equivalente.
- Conocimientos sobre refrigeración industrial.
- Don de mando.

JEFE DE MANTENIMIENTO.

a).- FUNCION BASICA.

Vigilar el buen funcionamiento y conservación de la-
maquinaria y equipo de la planta.

b).- FUNCIONES ESPECIFICAS.

- Llevar a cabo el mantenimiento preventivo programa
do.
- Efectuar correcciones al mismo.

c).- REQUISITOS PARA EL PUESTO.

- Carrera técnica sobre refrigeración industrial.
- Experiencia mínima de 2 años.
- Sin problema de horario.

CHOFER.

a).- FUNCION BASICA.

Hacer entregas a domicilio de hielo y realizar cualquier mandado que se requiera.

b).- FUNCIONES ESPECIFICAS.

- Hacer entregas a domicilio de hielo.

c).- REQUISITOS DEL PUESTO.

- Estudios mínimos de secundaria.
- Edad mínima de 20 años.
- Licencia de manejar vigente.
- Conozca el sector.

OPERARIOS.

a).- FUNCION BASICA.

Atender clientes y vigilar el desarrollo del proceso.

b).- FUNCIONES ESPECIFICAS.

- Tratamiento de agua (purificación).
- Cosecha de hielo, 13 toneladas por turno.

- Moler hielo.
- Atención al cliente.

c).- REQUISITOS PARA EL PUESTO.

- Estudios mínimos de primaria.
- Edad mínima de 20 años.
- Cartas de no antecedentes penales.
- Serviciales.

SECRETARIA.

a).- FUNCION BASICA.

Realizar todas las actividades que el departamento -
de contabilidad le asigne.

b).- FUNCIONES ESPECIFICAS.

- Hacer depósitos.
- Atender pedidos.
- Contestar el teléfono.

c).- REQUISITOS PARA EL PUESTO.

- Estudios de taquimecanografía.
- Edad mínima de 18 años.

- Buena presentación.

NOTA: El carpintero y mecánico electricista no es -
necesario tenerlos de planta.

* * *

CONCLUSIONES.

La implantación de un sistema de mantenimiento preventivo en una empresa, pretende resolver grandes problemas como lo son:

- Conservación de maquinaria y equipo.
- Confiabilidad y disponibilidad de maquinaria y equipo.
- Altos costos de mantenimiento.
- Mala calidad en los mantenimientos, etc.

Para que se logre una buena función del sistema, hay que concientizar a todas las personas involucradas en él, ejecutar de manera óptima la planeación y programación, así como el control del mantenimiento preventivo, para posteriormente realizar las modificaciones necesarias, modificaciones que se irán realizando en el transcurso del tiempo, tales como eliminar actividades que se consideren innecesarias o agregar actividades que se crean convenientes; las que enriquecerán el sistema de mantenimiento preventivo que en esta tesis presento.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- R. PUIG Y NEGRE
MANUAL PRACTICO DEL FRIO
EDITORES TECNICOS Y ASOCIADOS, S.A.
BARCELONA, ESPAÑA.

- 2.- P. RAPIN
PRONTUARIO DEL FRIO
EDITORES TECNICOS Y ASOCIADOS, S.A.
BARCELONA, ESPAÑA.

- 3.- E.A. AVALLONE
MARKS. MANUAL DEL INGENIERO MECANICO
VOL. III 8tava EDICION
MACGRAW HILL.

- 4.- ING. ENRIQUE DOUNCE
LA ADMINISTRACION EN EL MANTENIMIENTO
C.E.C.S.A.

- 5.- HOWARD FINLEY DE MEXICO, S.A.
CURSO DE OPTIMIZACION DE SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.