



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN UNA
PLANTA DE FABRICACION DE HERRAMIENTAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

PABLO GARCIA MUÑOZ

ASESOR: ING. ENRIQUE CORTES GONZALES



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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen Garcia Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Mantenimiento Preventivo y Correctivo en una Planta
de Fabricación de Herramientas.

que presenta el pasante: Pablo Garcia Muñoz
con número de cuenta: 8706327-1 para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 19 de Mayo de 2004

PRESIDENTE	<u>M.I. Héctor Curiel Reyna</u>	
VOCAL	<u>Ing. Daniel Hernández Pecina</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Enrique Cortés González</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Marco Antonio Hernández Rodríguez</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Rafael Berrum Escalona</u>	

Agradecimientos:

Primero que nada quisiera agradecer a dios por darme la oportunidad de vivir y de terminar una licenciatura, así como a mis padres y hermanos por su apoyo.

También agradecer a cada uno de los profesores que durante mi trayectoria académica me ayudaron en mi desarrollo, a mi asesor por tomarse un poco de su tiempo en ayudarme para poder concluir mi tesis, a los profesores que la aprueban y revisan. No menciono nombres porque faltaría espacio para mencionar a todos y poder expresarles la emoción que tengo en poder alcanzar mi adjetivo.

PREFACIO

En la medida que se entienda lo importante que es el mantenimiento dentro de una industria para que esta siga funcionando se podrá tener un mejor control de cada uno de los sistemas que se encuentran dentro de esta. Ya que todo elemento que compone un sistema productivo requiere de un mantenimiento llámese sistemas de calefacción, calderas, motores, máquinas sistemas de refrigeración, etc., este tipo de servicio permite seguir funcionando en las mejores condiciones posibles un proceso productivo.

En lo cual dentro de la construcción de los diferentes equipos, se tienen puntos críticos que presentan averías o fallas con más frecuencia. Dichas averías se pueden minimizar o en dado caso evitar o corregir si se cuenta con:

- Planeación
- Organización
- Control

Que entran dentro de las actividades que tiene el departamento de ingeniería y mantenimiento, así como se debe contar con una buena capacitación del personal que trabaja o repara una máquina, lamentablemente no todas las empresas tienen como prioridad el mantener sus equipos en buenas condiciones de operación ya que piensan en algunos casos que solo es un gasto innecesario y costos, y solo piensan en seguir produciendo aunque sus máquinas estén casi inservibles.

Sin tener en cuenta que es necesario y que bien llevado trae más beneficios que perjuicios ya que disminuirían las pérdidas de tiempos muertos por paros de máquinas, pérdidas de equipos, etc. , se debe tener en cuenta que para un mejor trabajo de los ingenieros dentro del departamento de ingeniería y mantenimiento, deben contar con los elementos que permitan realizar el servicio a la empresa con más eficiencia, como por ejemplo si se cuenta con el apoyo de los diferentes departamentos, para un mejor orden posible se cuenta con una computadora para llevar el control y la planeación, contar con el respaldo del jefe de planta para que los materiales, mano de obra o refacciones siempre estén disponibles lo más pronto posible.

En esta tesis solo trato de llevar el conocimiento y experiencia en mantenimiento y la manera en que ésta es administrada dentro de una planta de fabricación de herramientas y las cosas que uno tiene que aprender físicamente como son : los tipos de rodamientos que existen, retenes, neumática, componentes mecánicos, etc. Y que no solo es lo físico sino también el dibujo dentro de la reparación de un equipo como herramienta en el mantenimiento.

INDICE

Introducción.....	1
Capitulo 1 Administración del mantenimiento.....	5
1.1 La misión del mantenimiento.	
1.2 Tipos de administración del mantenimiento.	
1.3 Conceptos Clave.	
1.4 Propósitos y beneficios de la administración del mantenimiento.	
Capitulo 2 Programas de mantenimiento.....	22
2.1 Programas de mantenimiento preventivo (p.m.p.).	
2.2 Programas de mantenimiento correctivo (p.m.c.).	
Capitulo 3 Clasificación del trabajo de mantenimiento.....	43
3.1 Inspección formal.	
3.2 Ordenes de trabajo.	
Capitulo 4 Control y programación del trabajo.....	57
4.1 Recepción del trabajo.	
4.2 Procedimiento.	
4.3 Establecimiento y prioridad del trabajo de mantenimiento.	

Capitulo 5	Equipo en operación y mantenimiento.....	71
5.1	Equipos de transmisión mecánica de potencia.	
5.2	Equipos neumáticos.	
5.3	Equipos hidráulicos.	
5.4	Torres de enfriamiento.	
5.5	Bombas centrífugas.	
5.6	Subestación eléctrica.	
5.7	Hornos.	
Capitulo 6	Paquetería auxiliar del mantenimiento.....	94
6.1	MP V8 para windows y su función en el mantenimiento.	
6.2	Project 2000	
Capitulo 7	Valoración del trabajo de mantenimiento.....	110
7.1	Reportes de control.	
7.2	Medición del desempeño.	
7.3	Medición de la productividad.	
7.4	Revisión y análisis de discrepancias y tendencias.	

Conclusiones.....	119
Bibliografía.....	121

INTRODUCCIÓN

La localización sistemática de fallas y sus correspondientes soluciones, permite reducir el tiempo necesario para la puesta en servicio de los sistemas dentro de una empresa dedicada a la fabricación de herramientas y disminuye su tiempo de inactivación .

Las fallas surgen en diferentes lugares, esto provoca un funcionamiento deficiente de las máquinas y equipos o su inactivación total, estas fallas pueden ser solucionadas por las siguientes personas:

- Los operarios de las máquinas en cargados de la misma
- Los técnicos en cargados de realizar el mantenimiento
- Los técnicos de servicio post-venta

El mantenimiento es una tarea imprescindible para el trabajo continuo de cualquier equipo, dentro de cualquier industria, desde hace mucho se han dado estudios para optimizar esta tarea. Tenemos hasta la fecha grandes avances en la materia, es imposible pensar en una compañía o fábrica sin el debido mantenimiento, una clasificación aceptada del mantenimiento en lo general es:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Es entonces la tarea de aportar conocimientos que hagan más eficiente el mantenimiento que recibe una industria productora de herramientas, así también aportar experiencias a los futuros ingenieros para que conozcan un poco de lo que es un mantenimiento dentro de una industria.

Al estar desarrollando este trabajo y durante el tiempo que estuve laborando en este tipo de industria medí cuenta de algunos errores que repetíamos con frecuencia dentro del departamento de mantenimiento y que en el desarrollo de mi tesis pude darme cuenta.

Ya que el hecho de dar mantenimiento en lo general es una tarea muy laboriosa que rebasa lo es este trabajo, sin embargo trate de explicar lo más importante del mantenimiento. Sobre el mantenimiento de los equipos y máquinas en la empresa, esta lleva acabo contratos para que lleven acabo compañías el mantenimiento de algunos de sus equipos, también los técnicos de la planta llevan acabo el mantenimiento de la misma, pero se necesita de la supervisión por cada área de trabajo con fin de saber como se realizan y que se lleven acabo los mantenimientos a los equipos y máquinas.

Los Ingenieros encargados de supervisar el mantenimiento, apoyados por los técnicos que lo realizan deben efectuar un análisis sistemático y si procede, recurrir a las observaciones hechas por los operarios para localizar y resolver las fallas.

Es recomendable realizar el diagnóstico de fallas inmediatamente después de surgir la primera de ellas, una vez localizado deben adaptarse las medidas pertinentes para reparación. De esté modo pueden reducirse un mínimo el tiempo de paralización de la máquina y las interrupciones de la producción.

La vida y calidad de funcionamiento de los equipos y máquinas aumentan si los servicios de mantenimiento se efectúan sistemáticamente, es recomendable preparar un plan de mantenimiento para cada equipo o máquina. En dicho plan deberán especificarse los trabajos de mantenimiento y los intervalos de su ejecución.

Los intervalos para el servicio de mantenimiento depende de la duración del funcionamiento del sistema, del desgaste de cada elemento de la máquinas o equipos y de la circunstancias ambientales o de trabajo que estén sometidos.

En este trabajo se ilustra la importancia de mantener ajustado, reparado y en buen estado de operación los equipos en este caso de una empresa dedicada a la fabricación de herramientas. Las razones de esta compulsión para que el equipo se mantenga en perfecto estado de operación no sólo evitar interrupciones a la producción, sino también conserva bajos los costos de producción, mantiene elevada la calidad del producto, mantiene condiciones de trabajo seguras y evita embarques retrasados a los clientes.

Los malos funcionamientos del equipo en las industrias tienen un impacto sobre:

- Capacidad de producción.
- Costo de producción.
- Calidad del producto y del servicio.
- Seguridad de los empleados o de los clientes.

- Satisfacción del cliente.

Los departamentos de mantenimiento se crean para tener una mejor administración del mantenimiento dentro de las plantas. Típicamente, un gerente de mantenimiento es un ingeniero de planta que reporta ya sea al gerente de la planta o al gerente de manufactura para la empresa. Generalmente los departamentos de mantenimiento se dividen en dos grupos: edificios y terrenos, y mantenimiento de equipo. Pueden incluir trabajadores como electricistas, soldadores, mecánicos, pintores, carpinteros, etc.

En este trabajo se trata de destacar la gran responsabilidad del grupo de mantenimiento y su importancia dentro de una empresa, y de mantener disponibles los equipos, ya que el grado de tecnología de los procesos de producción, el monto de la inversión en la planta y equipo, la antigüedad de los edificios, otros factores, afectarán la organización del departamento de mantenimiento.

CAPITULO 1

ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

1.1 La misión del mantenimiento

Si bien el mantenimiento de la planta y del equipo en buen estado es esencial para un funcionamiento eficiente. La mejor máquina no trabajara satisfactoriamente si no se tiene cuidado, y el costo de una avería puede ser muy elevado, no sólo en términos financieros sino también en baja moral del personal y malas relaciones con los clientes.

La organización funcional. Está en la estructura tradicional para la planta y para las organizaciones. Se agrupa a todo el personal técnico (ingeniería y mantenimiento), sin embargo parece que hoy en día, las organizaciones, grandes o pequeñas, están reemplazando a las organizaciones tradicionales con equipos multidisciplinarios que trabajan juntos. Pero también tienen responsabilidad con la organización de ingeniería de planta del adecuado mantenimiento de sus máquinas y procesos.

Las organizaciones de ingeniería de planta trabajan mejor como parte de una estructura matricial de la organización. Las debilidades de una organización por equipos de productos finalmente conducen a resultados más importantes si existe un mantenimiento efectivo.

Esto se debe a dos factores principales. Primero, el mantenimiento debe administrarse usando herramientas que, por lo general, no constituyen parte del conjunto de herramientas de un gerente orientado hacia producción. Segundo, una porción significativa del esfuerzo de mantenimiento la realizará con más efectividad un equipo central de especialistas. La programación maestra del mantenimiento, la planeación y estimación del trabajo de mantenimiento, la planeación y la operación de un sistema computarizado de administración del mantenimiento.

La misión básica del mantenimiento es la de proporcionar la utilización óptima de la mano de obra, materiales, dinero y equipamiento que deben seguirse si una organización quiere lograr su misión. Esto se logra a través de lo siguiente :

- Garantizar la disponibilidad ilimitada de instalaciones y equipamiento.
- Preservar las inversiones de capital.
- Crear una confiabilidad absoluta en las instalaciones y en el equipamiento.
- Asegurar que el proceso opere dentro de control estadístico.
- Reparar y restaurar la capacidad productiva que se haya deteriorado.
- Reemplazar o reconstruir la capacidad productiva agotada.

Y para lograr la misión de la organización de mantenimiento, se han establecido las funciones básicas como sigue :

- Organización.
- Identificación de las cargas de trabajo.
- Control del trabajo.
- Planeación del trabajo.
- Programación del trabajo.
- Ejecución del trabajo.
- Valoración del Trabajo.

En sí el propósito de la gerencia es la utilización eficaz, de los recursos destinados al mantenimiento para obtener un producto o proporcionar un servicio. Área importante es la utilización eficiente de las máquinas y el equipo. Y examinar los efectos que tiene el mantenimiento en la industria de herramientas antes de gastar más dinero en capacidad adicional.

Se trata de una estructura de relaciones prácticas para ayudar a la consecución de los objetivos de la empresa. Esto es irremediable, porque el mantenimiento es parte de una entidad compleja, en movimiento, con la cual debe coordinarse.

Es obligación primordial de la función de mantenimiento el propugnar por la obtención de los objetivos de la empresa de la cual es parte. Conseguir las metas en la forma más económica posible y a largo plazo.

Si bien a menudo se requiere que los operadores mantengan limpias sus máquinas, ahora se acepta generalmente que el mantenimiento es un servicio especializado a producción. Con el objeto de aprovechar los beneficios de la especialización, todo mantenimiento debe ser realizado por un solo departamento bajo las órdenes de un supervisor de mantenimiento y un ingeniero de planta.

El vocablo “organización” que se viene mencionando implica un propósito, una finalidad. Sin un propósito no puede haber organización. Por tanto puede decirse que el objetivo primordial es la obtención de una utilidad o beneficio. La utilidad de una empresa de herramientas puede calcularse con precisión y en este caso en una serie de datos comprobables.

También para el departamento de mantenimiento el propósito primario y último es impulsar y cooperar a la generación de utilidades por la empresa. Toda operación en el departamento de mantenimiento tiene que estar sujeta a controles. Si éstos son pasados por alto o no se efectúan como debe ser, tanto el mantenimiento como la empresa sufrirán pérdidas en dinero.

La actuación que tiene el departamento de mantenimiento es que los objetivos de la empresa se lleven a cabo. Las distintas actividades y funciones de las unidades de mantenimiento deberán ser delineadas con toda precisión y consignadas por escrito, a fin de que puedan alcanzar sus objetivos. Y puede por consiguiente, afirmarse que los fines del departamento de mantenimiento son los mismos de los individuos que lo componen.

Donde la tarea principal del jefe de mantenimiento la constituirá organizar un departamento que suscite seguridad y permita alcanzar los objetivos de la compañía.

1.2 Tipos de administración del mantenimiento

Existen diferentes tipos de administración del mantenimiento dentro de la industria, pero que dentro de nuestro trabajo nos referiremos básicamente en dos tipos principalmente: uno la administración por mantenimiento correctivo, y el otro por mantenimiento preventivo que veremos con más detalle un poco más adelante.

Aunque cada enfoque de mantenimiento de instalaciones es adecuado para ciertas circunstancias, cuando el mantenimiento normal es muy costoso o cuando la falla no se puede predecir y cuando la falla no es tan aleatoria muchas operaciones adoptan una mezcla de estos enfoques porque tienen diferentes características en los distintos elementos de sus instalaciones.

Si bien es cierto un presupuesto de mantenimiento y un plan económico constituye el mejor cálculo posible, hecho por la administración, de los gastos que se harán en un lapso futuro determinado. Por tanto, puede decirse que los presupuestos son una expresión de resultados previstos. Deben reflejar planes reales y estar basados en posibilidades verdaderas, más bien que en conjeturas de lo que puede ocurrir. El presupuesto de mantenimiento tiene que estar proyectado de modo que fluctúe según los ingresos, y se asigne partida suficiente en los índices menores de producción para que pueda tener lugar el suficiente mantenimiento para conservar la fábrica en condiciones que pueda satisfacer de una manera adecuada

las demandas de la producción. Para esto tenemos las siguientes administraciones de mantenimiento.

Administración del Mantenimiento correctivo.

En la industria de fabricación de herramientas recurren a esta técnica de mantenimiento como decisión administrativa programada. La premisa de esta técnica es consumir un mínimo de mano de obra y dinero para mantener el equipo en funcionamiento. La mayoría de reparaciones consisten en ajustes rápidos, hasta que la condición del equipo exige la reconstrucción, ajuste general o reposición. Esa empresa tiene un personal mínimo de mantenimiento especializado en la reparación de averías y por lo general, contratan externos los servicios de construcción, reconstrucción y ajustes en general.

Esta técnica minimiza los costos del trabajo de mantenimiento y de materiales que tienen que salir de las utilidades de operación. Este método se aplica en esta empresa por tener las siguiente situaciones :

1.- Pequeñas instalaciones de fabricación que cuentan con máquinas herramientas de uso general, las cuales pueden ser reparadas con rapidez con una pérdida mínima de capacidad de la máquina.

2.- Instalaciones de manufactura que tiene capacidad obsoleta o excesiva debido a los cambios ocurridos en el mercado.

3.- Instalaciones de manufactura que está programada a desaparecer progresivamente en el futuro.

4.- Instalaciones que tienen equipo de repuesto múltiple o en línea. Por ejemplo instalación de ocho bombas (con su sistema de válvulas) en un proceso que requiere sólo de cuatro, esto les permite continuar con la operación cuando hay una o dos bombas dañadas.

5.- Operaciones auxiliares de la producción que no controlan la posibilidad de producir partes mientras terminan de reparar.

El uso de esta técnica de administración por correctivos no implica necesariamente mala administración. En los casos mencionados, puede ser el procedimiento correcto. La meta es maximizar el rendimiento del costo de mano de obra directo con desembolsos mínimos por costo de capital.

Administración por mantenimiento preventivo.

El “mantenimiento preventivo” es una expresión que ha sido objeto de una atención considerable, pero que no se comprende con claridad. Tal como se utiliza en esta empresa de herramientas, consiste en las actividades fundamentales que siguen:

1.- Lubricación. La característica principal de todos los planes de mantenimiento preventivo es el programa de lubricación. Debe ser establecido y administrado por personas versadas en la lubricación de equipo. Donde es esencial un personal competente.

2.- Inspecciones. La segunda característica es la preparación, por personas capacitadas, usando listas de verificación que usarán para efectuar inspecciones programadas en forma regular y para informar del estado del equipo. De aquí que la

gerencia de mantenimiento pueda evaluar la importancia de esos cambios y disponer una revisión o una suspensión de la operación para llevar a cabo anticipadamente la reparación o el reemplazo.

3.- Revisiones o cierres programados. Esta característica fundamental es la planeación, a corto y a largo plazo, de revisiones o interrupciones. La planeación o corto plazo, por lo general se refiere primordialmente al equipo de producción. La planeación a largo plazo afecta normalmente al equipo de servicios de la planta.

En la actualidad esta técnica la ocupa la empresa a la que nos referimos en este trabajo muy poco, ya que el exceso de producción y la mala planeación de la misma dan lugar a que esta técnica no se realice con frecuencia ya que en esta empresa sería indispensable que se realizara en algunas áreas de la planta.

De modo general la meta fundamental es maximizar el rendimiento del capital invertido en la industria controlada por el proceso o por equipos.

Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo es una técnica que permite prever fallas y la reparación o el reemplazo justamente antes de que se produzca la falla, este tipo lo utilizan industrias de un proceso continuo como sigue:

Se lleva acabo ajustes e inspecciones visuales rutinarias, actividades menores de mantenimiento preventivo con base a horas de funcionamiento, se recurre a la vigilancia de vibraciones, calentamientos, fugas, presiones, etc. En lugar de las inspecciones de mantenimiento preventivo.

La meta principal del mantenimiento predictivo es lograr un servicio continuo, sin interrupciones, mediante la vigilancia y programación de unidades de apoyo que se hagan cargo de la operación.

Mantenimiento planeado y programado.

Este tipo consiste en llevar a cabo las reparaciones o interrupciones, indicadas por los sistemas de vigilancia del mantenimiento preventivo y predictivo, a fin de minimizar el tiempo improductivo de las máquinas y maximizar el rendimiento del personal de mantenimiento. Las empresas de fundición, refinerías, acero y químicas recurren a esta técnica para programar y, así garantizar la disponibilidad del personal de mantenimiento requerido en la suspensión de actividades y en las reposiciones de equipo.

La característica más notable de esta técnica es la existencia de una reserva documentada de proyectos de trabajos de mantenimiento. Su meta es cumplir con los programas y mantener el equipo en funcionamiento durante el periodo económico que se requiere.

Mantenimiento según condiciones.

Este tipo de mantenimiento se realiza sólo cuando las instalaciones lo requieren. Por ejemplo en un equipo que se tiene en esta empresa de fabricación de herramientas como es la laminadora de barras de acero para fabricar la materia prima de la lima, cuya operación es de períodos largos a fin de lograr la alta utilización necesaria para la producción efectiva en costos. Detener la máquina para cambiar un buje cuando no es imperativo, la deja fuera de acción por largos

periodos y reduce su utilización. Aquí, el mantenimiento según condiciones tal vez requiera supervisión continua de las vibraciones o de alguna característica de la línea. Los resultados de la supervisión se usarían para decidir si se debe detener y cambiar el buje. La tabla 1.1 ilustra un ejemplo de características que pueden supervisarse para determinar si se requiere una intervención de mantenimiento.

Tabla 1.1 Ejemplos de características supervisadas y procedimientos para hacerlo en el mantenimiento según condiciones.

Característica	Procedimiento de <i>supervisión</i>
Vibración (por ejemplo, cojinetes)	La calidad y condición de una máquina herramienta se puede medir por sus características de vibración. Las vibraciones se miden cerca de las posiciones de los cojinetes y un programa de computadora las analiza.
Composición (por ejemplo, el aceite en una prensa) contaminantes; inminentes	En lugar de cambiar el aceite de las prensas cada 2000 horas de operación, se analizan muestras periódicas. El aceite requiere pruebas química, espectrográfica y de partícula un beneficio adicional que puede detectar impurezas debidas a fallas de partes.
Dimensiones	Se supervisa el espesor de los elementos de la cadena. (por ejemplo, transportador de cadena. Estos elementos se reemplazan solo si las cadenas están muy gastadas, al revisar el espesor y es necesario cambiar).
Temperatura	La carga y operación continuas Llevan a temperaturas (por ejemplo, motores eléctricos constantes; la supervisión continua Lleva a predicción sobre la condición de su temperatura).
Calidad de salida	Las dimensiones de las partes producidas puede ser una (por ejemplo, de productos indicación de la condición de la máquina. manufacturados). El CEP se puede ligar a este mantenimiento

Fuente: adaptado de Harrison, A. (1992) *Just-in-time Manufacturing in Perspective* Prentice Hall

1.3 Conceptos clave

Las distintas actividades y funciones de las unidades de mantenimiento deben ser delineadas con precisión y consignadas por escrito para poder alcanzar

los objetivos, varias ideas administrativas clave que proporcionan las bases para una administración efectiva del mantenimiento. Dichas ideas son :

- Un requisito fundamental para una función de mantenimiento efectivo es la óptima utilización de los fondos.
- La clave para el uso óptimo de los fondos es la aplicación de un sistema formal de administración de mantenimiento.
- La responsabilidad de mantenimiento recae en el ingeniero de la planta o en el gerente de mantenimiento.
- La actividad y capacidad administrativa de los ingenieros de la planta y de los gerentes de mantenimiento son factores críticos en la efectividad del mantenimiento total.
- Las técnicas de planeación y control orientadas hacia la acción son ingredientes necesarios para la administración diaria.
- La planeación es el proceso continuo de equilibrar los recursos de mano de obra, materiales, dinero y equipamiento, con las necesidades de la instalación.
- Deberán ponderarse constantemente las necesidades de mantenimiento contra la misión completa de la planta.

- Un control efectivo de la administración de mantenimiento exige que se establezcan metas realistas de cumplimiento, poner atención a las variaciones significativas y tomar acciones correctivas inmediatas.
- Los reportes administrativos precisos y puntuales son esenciales para la administración de mantenimiento.
- Un presupuesto óptimo para el departamento de mantenimiento que se prepara analizando sus requisitos de mantenimiento en lo tocante a los diferentes servicios a la planta que tiene que cubrir.
- Determinación del costo de un mantenimiento programado, como sería la reconstrucción de un torno como parte de MP, o el costo de algún programa de composturas mayores.
- En algunas operaciones, los operadores pueden realizar al menos parte del mantenimiento preventivo lo que reduce el costo de proporcionarlo y en momentos convenientes para la operación que minimiza las interrupciones.
- Confiabilidad. Término utilizado para expresar consistencia, o sea el grado en que una pieza del equipo o una operación cumple con su función.
- Modelo para simulación del mantenimiento. Esto es, modelos computarizados que representan sistemas de operación para simulación del mantenimiento, con esto es posible poner a prueba varias políticas de mantenimiento.

- Preparar programas, estadísticos para su incorporación en los procedimientos y normas de mantenimiento.

1.4 Propósitos y beneficios de la administración del mantenimiento

En todo tipo de operaciones desde una subestación eléctrica, un hotel, aerolínea, refinería, industrias, etc. Las actividades de mantenimiento consumen una proporción significativa de tiempo, atención y recursos.

Aunque al examinar diferentes enfoques de mantenimiento, vale la pena considerar por qué las operaciones se preocupan por dar un mantenimiento sistemático a sus instalaciones.

Los propósitos de la administración del mantenimiento son los siguientes :

- Realizar un mantenimiento programado en lugar de esperar a que falle la maquinaria.
- Proporcionar un control efectivo de los recursos de mantenimiento:
- Proporcionar un nivel adecuado de mantenimiento.
- Iniciar una acción correctiva proactiva en lugar de reactiva.

- Relevar al supervisor de mantenimiento de las tareas administrativas diarias que interfieran con el liderazgo del equipo de trabajo.
- Correlacionar los recursos de mantenimiento con la carga de trabajo.
- Proporcionar un método de valorar la diferencia entre el costo real de un trabajo y lo que debería costar.
- Proporcionar la información detallada necesaria para identificar las áreas problema que necesiten atención específica.
- Lograr un mantenimiento autónomo, donde los operadores realicen parte del mantenimiento.
- Seleccionar y adiestrar a personal calificado para que lleve a cabo las distintas tareas.
- Disponer la relevación de máquinas, equipos en general, para realizar las labores de mantenimiento planeadas.
- Instalar, redistribuir o retirar maquinaria y equipo, con miras a facilitar la producción.
- Proporcionar servicio de limpieza a toda la planta, con relación a maquinaria, equipos y sistemas de elaboración.
- Solicitar herramientas, accesorios, piezas especiales de repuesto para máquinas.

- Juntar, seleccionar y deshacerse de desperdicios, combustibles, metales y materiales que pueden volver a utilizar.
- Preparar solicitudes de piezas de reserva para maquinaria y equipo.
- Conservar en buen estado los dispositivos de seguridad e higiene y cuidar que se observen las normas de seguridad e higiene.
- Cerciorarse de que los inventarios de piezas de reserva, accesorios de mantenimiento y partes de repuesto sean conservados en un nivel óptimo.

Los beneficios de una administración de mantenimiento bien realizada han sido probados en diferentes partes. La mayoría de los siguientes beneficios pueden obtenerse en un periodo corto; otros se realizan al final.

- Seguridad mejorada y obtención económica de la duración de vida de las instalaciones y del equipo, es menos probable que tanto instalaciones como equipo bien cuidados tengan un comportamiento impredecible o no estándar, que pondría en peligro al personal.
- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad del equipamiento, servicios y servicios públicos esenciales. El tiempo de reparación de instalaciones, así como la interrupción de las actividades normales son menores y la variación en la producción disminuye.
- Mejorar el espíritu de trabajo del personal de mantenimiento.

- Incrementar la productividad de los trabajadores de mantenimiento.
- Disminuir la necesidad de inversión de capital, utilizando las instalaciones y equipos existentes hasta su máxima expectativa de vida.
- Crear datos técnicos que permitan mejorar las instalaciones, maquinaria y materiales, y ocasione costos de operación menores. Esto es, muchas piezas de tecnología del proceso trabajan con mayor eficiencia cuando se les da servicio constante.
- Disponibilidad de datos que apoyen los recursos del presupuesto.
- Calidad más alta. Es más probable que el desempeño del equipo mal mantenido sea menor que el estándar y ocasione problemas de calidad.
- Mayor vida útil y valor final más alto. El cuidado continuo puede prolongar la vida útil de las instalaciones y reducir problemas de operación cuyo acumulado es el deterioro, es más fácil vender instalaciones bien mantenidas en el mercado de segunda mano.

Como hemos visto, los propósitos y beneficios de dar un buen mantenimiento a una planta industrial, es reducir la frecuencia del mal funcionamiento de las máquinas para brindar oportunidad de participación de los obreros para así estudiar problemas de mantenimiento.

En la actualidad también se invierte grandes sumas en proyectos de automatización de operación de fábricas y servicios, y en la capacitación e instrumentación del personal para utilizar este equipo. El uso amplio de la

automatización ha hecho que estos sistemas sean más vulnerables a la descompostura del equipo, esto ha traído como consecuencia la necesidad de mejores programas de mantenimiento y entre más complejos y complicados sean los equipos el mantenimiento se ha hecho más difícil pero con programas de capacitación a los trabajadores de mantenimiento se puede mantener al día respecto a los adelantos tecnológicos donde el mantenimiento es auxiliado por éstos.

Otro beneficio es la utilización de programas y computadoras en la administración del mantenimiento. La programación de los proyectos, sistemas de inventarios de refacciones y los datos de fallas de componentes son ejemplo de este uso.

Porque se sabe el servicio, la capacidad de producción , los costos así como la calidad del producto se ven afectados por la calidad del mantenimiento, es de primerísima prioridad una administración efectiva del mantenimiento.

CAPITULO 2

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

2.1 Programa de mantenimiento Preventivo (P.M.P.)

Mantenimiento preventivo es el término comúnmente usado para referirse al esfuerzo de una empresa para evitar fallas, para cuidar de sus instalaciones físicas. Una parte importante de muchas operaciones donde las instalaciones físicas constituyen el eje de la creación de bienes y servicios, donde el mantenimiento consume una proporción significativa de tiempo atención y recursos.

Donde el mantenimiento preventivo es la conservación sistemática y planeada del buen estado del equipo, para reducir al mínimo o evitar los futuros problemas de operación y fallas, ejecutando por adelantando las reparaciones de menor importancia necesarias para la prevención de dificultades de funcionamiento de mayores proporciones. Toda programación de mantenimiento se basa en las recomendaciones del fabricante y en las condiciones de aplicación del equipo.

Dentro de la empresa de herramientas y dentro de cualquier otra, existen políticas de mantenimiento preventivo que ordena una inspección y la revisión de ciertas piezas críticas luego que la máquina haya funcionado durante cierto tiempo fijo llamado periodo de mantenimiento preventivo, donde la máquina debe quedar en condiciones de funcionamiento durante el mismo tiempo.

El mantenimiento preventivo implica que se puede determinar cuándo un sistema necesita servicio o reparación, para llevar esto se debe definir lo ya mencionado o cuándo tiene posibilidades de fallar. La falla ocurre a diferentes tasas durante la vida de un producto.

Debidamente dirigido, el mantenimiento preventivo es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a la empresa dinero en conservación y operación. En todo plan de mantenimiento preventivo se pueden introducir cuantos refinamientos se deseen; hay empresas que utilizan computadoras para escribir órdenes de trabajo requeridas, esto es independiente del refinamiento a que se quiera llegar, un programa de mantenimiento preventivo bien intencionado debe incluir : una inspección periódica de las instalaciones y equipo para descubrir fallas, y el mantenimiento necesario para remediar esas situaciones antes de que lleguen.

Es preciso trazar planes y elevar el nivel del equipo hasta un estándar mínimo de mantenimiento, antes de iniciar un programa de mantenimiento preventivo en regla dentro de una empresa, ya que es necesario llegar a una cierta condición de estabilidad para introducir técnicas de MP. Una vez establecido el programa, el número de trabajadores tendrá que ser inferior al que había cuando se inició, como resultado de reparaciones más económicas y menos paros. Por otra parte, el tiempo perdido en la producción disminuirá, con un apreciable ahorro en los costos.

En la empresa de herramientas al querer implementar este tipo de programa de mantenimiento preventivo nunca faltó quien se preguntara ¿ para que implementar este tipo de programa si así como estamos nos hallamos bien ?. Una respuesta a esto sería que si no pudiera demostrarse que la compañía obtendría un

ahorro con el mantenimiento preventivo no habría que adoptarlo, pero si se controla y se concibe no hay que pensar que no se conseguirán economías. El objetivo principal para poner en práctica el MP es bajar los costos, pero esto puede asumir distintas formas:

1.- Menor tiempo perdido como resultado de menos paros de máquinas.

2.- Mejor conservación y duración de las cosas, al no haber necesidad de reponer equipo.

3.- Menor costo por concepto de horas extraordinarias de trabajo, la utilización más económica de trabajadores de mantenimiento como resultado de laborar con programa establecido, en lugar de componer desarreglos.

4.- Menos reparaciones en gran escala. Estas deben ser prevenidas mediante reparaciones oportunas y de rutina.

5.- Menor costo por concepto de composturas.

6.- Menos ocurrencia de productos rechazados como condición de tener un mejor equipo.

7.- Identificación del equipo que origina gastos de mantenimiento exagerados pudiendo señalar un mantenimiento correctivo para el mismo.

8.- Mejores condiciones de seguridad.

Las ventajas que trae implementar un MP son múltiples y variadas, se dice que una regla del MP es que a mayor valor de instalaciones por metro cuadrado, mayor será el beneficio del programa. Viendo los beneficios que esta implementación trajo no habrá quien con una buena administración no quiera adoptar el procedimiento de MP.

Antes de iniciar un MP es indispensable hacer un plan general y despertar interés de todos los que van a participar en el mismo incluyendo a quienes sean ajenos. Para establecer bases y elaborar, lo más posible un registro del tiempo de paro de las máquinas causado por un deficiente mantenimiento que no solo se identifique sino también se anote en forma breve el motivo, indicando a la gente de mantenimiento iniciación y operación del programa de MP. Nos dimos cuenta que varían las necesidades en la planta y se tiene que implementar poco a poco.

Para que el programa reporte resultados se requirió de meses en algunas máquinas en otras se requiere de años para quedar el programa bien establecido. Cuando se planeo se tuvo que tomar en cuenta los objetivos del programa y un itinerario preciso, para poder evaluar e informar los beneficios.

Para poder instaurar el programa de MP fue necesario acumular datos históricos de reparación de máquinas y equipo en general donde se asientan manualmente las reparaciones importantes en una solicitud de mantenimiento, en este tipo de programa se necesita iniciar con el conocimiento de los problemas del equipo, un estudio de las dificultades del pasado para poder saber si es o no conveniente implementarlo y nos indicará la frecuencia con que deben efectuarse las inspecciones para reducir al mínimo las composturas.

Esta información de referencia tiene como origen la revisión de órdenes de trabajo de mantenimiento correspondientes a los últimos dos años o antes y análisis de antecedentes del equipo. De las fuentes la que más llevo tiempo de revisión fue la de órdenes de trabajo, dichas órdenes se clasificaron por descripción, por departamento y por prioridad, la información obtenida se asentó en un registro, por número y marca de máquina dentro de una base de datos de una computadora, incluyendo fecha y tipo de reparación, así como una lista de las partes de repuesto usadas. Un examen a estos registros señalan las situaciones que exigen excesivas intervenciones de reparación así como los equipos que necesitan mantenimiento.

Las inspecciones que se realicen también se incorporan a los datos anteriores ya mencionados, los inspectores al realizar su inspección llevarán unas tarjetas anotando dos tipos de datos: los de tipo permanente, físico que se relaciona con la máquina y su instalación (figura 1) los de reparaciones y ajustes de importancia (figura 2).

Para que este programa de MP funcionara se necesita preparar orden de trabajo o una solicitud de mantenimiento llenada a mano sin esto no habría forma de conservar un registro y no tendría una continuidad el programa (figura 3), esto trajo más trabajo como resultado de inspecciones periódicas. También se inicio el servicio de otras formas como son que el supervisor de producción solicita una reparación como consecuencias de fallas en su equipo, la función de mantenimiento es de emitir una orden de reparación para el control del programa y ampara el trabajo solicitado. Estas solicitudes solo son expedidas por el departamento de mantenimiento o por los supervisores de producción o mantenimiento.

Dentro del programa de MP toda la maquinaria se inspecciona, área por área para precisar el trabajo que haya de realizar para preacondicionar el equipo, en una

ing de fab.		S.T. No. 130427		Descripción		PRENSA DE 300 TON., " CLEARING "			
						ACCION SENCILLA - HIDRAULICA			
REGISTRO DE REPARACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO									
Fabricante		Tipo		O.F. No.		Costo		Información adicional	
CLEARING MACHINE				AP 43067-M					
Capacidad		Modelo No.		Recibido en		Precio de compra			
300 Ton.				02/07/		\$45,900.00			
Peso	Area de piso	Serie No.		Operación		Flete			
95000 kg	64 S.F.	579046P		Mold. Cal		1,076.00			
Servicio	Aire	<input checked="" type="checkbox"/>	Agua	<input type="checkbox"/>	Alcant. Procesos	<input type="checkbox"/>	Lugar	Instalación	
	Gas	<input type="checkbox"/>	Vapor	<input type="checkbox"/>	Alcant. Sanitarios	<input type="checkbox"/>	L-13	2,196.00	
							Total		49,172.00
Especificaciones del motor									
S.T. No.	Estructura	H.P	Voltios	W-201	W-316				
B-203602	304-U	50	440						
Fabricante	Modelo	R.P.M.	Fase	M-205	M-305				
WAGNER		400	3						
Serie No.	Tipo	Tamaño	Ciclos	Q-325	Q-415				
L-Q 31246			60						
Equipo auxiliar (motores, accesorios, etc.)				A-207					
S.T. R-203621 3/4 H.P Wagner 1800 RPM				Existencia de part. de rep.		Cantidad	Existencia de part. de rep.		Cantidad
P 4472 BOMBA PARA ACEITAR ENGRANES - HIDRAULICA				Cartucho de ref. A4141		2			
SISTEMA TRABON LUBE				Emp. De cubierta 230-1		4			
				copa de cuero A-79H4		2			
				Micro SW. SAF-1		1			
				Anillo "O" 401		4			
				Sello de carrete		1			
				Empaque de cil. A7784		1			
				Valvula de rep.					
				Arbol HB40929		1			

Figura 1. Registro de reparación de máquina y equipo

forma de examen para recabar este tipo de datos se tiene una forma como muestra la (figura 4), para tener un campo más amplio de información y datos complementarios de la maquinaria se recurrió a los fabricantes para tener una lista de periodicidad de mantenimiento de las máquinas (cada cuándo revisar la máquina, lubricación , mantenimiento , etc.) para tener así una inspección más formal y menos errónea.

Existen dos tipos de inspecciones la general y la especializada, la primera es su administración más sencilla ya que la inspección se realiza a toda la maquinaria existente y es una sola vez, donde el ciclo de inspección de una máquina se determina por la porción que falle más. La segunda se emplea para ahorrar inspecciones a partes de maquinaria que duran más y no necesitan ser revisadas con la misma frecuencia que otras, la fijación de verificación es asunto de experiencia.

Uno de los medios que también se ocupó en el MP es de una hoja de comprobación la cual establece el tipo de inspección que se emplea, donde se anotan todas las características de mayor importancia de la maquinaria que requiere reparación así como elementos básicos o subgrupos eléctricos, hidráulicos, mecánicos entre otros, cuando se llenan estas hojas se entregan al departamento de mantenimiento que expide orden de trabajo al taller para que efectúe las reparaciones recomendadas donde se anota el número de orden y plazo asignado para reparación.

Una vez realizada la hoja de comprobación para cada equipo se elabora un programa de itinerario para asegurar que se lleve a cabo las inspecciones, se estudian las inspecciones para determinar el tiempo o los lapsos de inspección y verificarlos posteriormente. Esto nos da una idea de la carga de trabajo para realizar programas que proporcionen un flujo uniforme y parejo de inspecciones a lo largo

del año tomando en cuenta las necesidades de la planta. La programación de inspecciones y los datos de estas son contenidas en una base de datos en una computadora en paquete llamado MP que veremos después con más detalle, para preparar un programa de MP se necesita de una coordinación con producción, ya que el equipo se encuentra en un plan de producción riguroso contando con tres turnos y es necesario un momento para detener la máquina para la inspección con un mínimo de interferencia para la producción porque hay que recordar que MP es para disminuir lo más que se pueda el tiempo de paro.

El inspector informa directamente al jefe de mantenimiento y es responsabilidad de él crear un coordinador o un responsable de planear y programar las inspecciones de MP, reparaciones, composturas mayores y servicios, de expedir órdenes de taller para su aprobación por el jefe de mantenimiento, se crea un grupo de supervisores para vigilar que los inspectores lleven a cabo su trabajo.

La lubricación es parte de un mantenimiento preventivo por lo cual se hizo un programa de lubricación para cada una de las máquinas en lo cual con los datos obtenidos se determinó cuáles son los productos apropiados para cada equipo para un mejor funcionamiento y la frecuencia que deben ser aplicados, tomando en cuenta las recomendaciones de los fabricantes de diferentes tipos de marcas, estos datos son almacenados en la base de datos de la computadora en el paquete MP aquí se da un ejemplo (figura 5).

Número del código	Nombre y especificación del fabricante
32000412	Esso Nuto H68 Aceite Hidráulico
32000413	Mobil DTE 24 Aceite Hidráulico
32000414	Esso Nuto H32 Aceite Hidráulico
32000415	Mobil DTE 26 Aceite Hidráulico
32100 511	Texaco Regal 32 turbinas
32100512	Texaco Regal 68 Turbinas
32100513	Esso Tesesso 32
32100514	Esso Teresso 68
32100600	Grasa tipo universal uso universal en temperaturas y velocidad media resiste agua
32100601	Grasa moly plus xx carga y temperaturas

Figura 5. Índice de lubricación , catalogo de almacén.

Dentro del paquete de MP se tiene información del departamento al que pertenecen las distintas máquinas y su denominación, así como las partes que hay que lubricar, frecuencia, y tipo de lubricante. El paquete nos genera automáticamente ya con todos los datos las ordenes de lubricación, periodo e historia de lubricación, el coordinador del MP supervisa a los lubricadores para revisar su adelanto y verificar que se lleve a cabo, los lubricadores en un principio pensaron que no se necesitaban y que los mecánicos podrían hacer este trabajo pero en el trascurso nos dimos cuenta que tendría que haber lubricadores ya que los mecánicos muchas veces no contaban con tiempo, este personal forman parte del departamento de mantenimiento, la lubricación eficaz trae como con secuencia un menor número de fallas y más duración de la máquina. Se logra una buena

economía si el mantenimiento se concentra en máquinas que hayan causado el mayor tiempo de paro, las que originan mayores gastos y en las que estuvieron mayor número de veces fuera de operación.

Empleando las técnicas y los controles de MP salieron las situaciones de fallas repetidas por parte de una pieza de lo cual se recurre a un mantenimiento correctivo para poder evitar su reiteración. Aunque en esta empresa de herramientas falta implementar un poco más el MP como son previsiones de mantenimiento y revisiones anuales del sistema, el mantenimiento preventivo tiene el objetivo de disminuir el costo de mantenimiento, como reducir el tiempo de paro en la producción por medio de lubricación , inspecciones, arreglos y reparaciones controladas para asegurar el continuo funcionamiento de los equipos, máquinas y cuidado de edificios para tener un mejor control.

2.2 Programa de Mantenimiento Correctivo (P.M.C.)

El mantenimiento correctivo es un conjunto de actividades tendientes a mantener en operación el equipo, mediante reparaciones o sustituciones efectuadas cuando se ha presentado una falla imprevisible, accidental o por mala operación del equipo, se dice también que es un remedio; ocurre cuando el sistema falla y debe ser corregido sobre una base de emergencia o de prioridad.

Con el uso del MP y sus técnicas, surgieron casos donde se tuvo que recurrir al MC para evitar su repetición, en esta empresa de herramientas al examinar los registros de maquinaria para precisar la frecuencia de las inspecciones se vio en la necesidad de recurrir al mantenimiento correctivo, no solo por esto sino muchas

veces por mala operación de las máquinas de parte de los operadores o mal ajuste de la máquina por algún mecánico, al notar esta situación de falla repetida se le informó al jefe de mantenimiento del estado y causa, de la deficiencia.

El jefe de mantenimiento con ayuda del coordinador del programa de MP, del supervisor del área de mantenimiento, determinan qué es lo que se necesita hacer para solucionar o reducir en un mínimo las fallas. Esto es que se requiera de una modificación al diseño de algunas piezas, controles de más eficacia, más atención de parte del supervisor de producción en los operarios para una mejor operación del equipo o una capacitación más constante al operador, mecánicos mejor capacitados.

Igual que MP, el mantenimiento correctivo empleándolo de una manera apropiada, nos sirvió para disminuir el costo de mantenimiento mediante la resolución, con mejores diseños, de los problemas reiterados y es de gran ayuda a la producción al reducir al mínimo los paros, algo que también notamos es que en algunos equipos como son equipos de bombeo podemos tener equipo de reserva cuando hay una descompostura se puede sustituir y continuar con la operación ya que es una ruta económica para MC.

El MC se puede dividir en dos categorías; en trabajo menor y trabajo mayor, la diferencia entre ambas es la cantidad de horas trabajadas por un trabajador, el porcentaje de trabajos realizados ver ejemplo tabla 2.1. Los parámetros para poder medir y controlar la maquinaria atendida con base en las fallas o mantenimiento correctivo son:

- 1.- El costo de las horas máquina perdidas, en términos de las unidades perdidas de producción y su efecto en la utilidad.

2.- Las diferencias entre el costo de un programa de mantenimiento preventivo y de las constantes reparaciones de fallas. A este tipo de diferencias algunos libros lo llaman “ punto de equilibrio” , esto es cuando los costos combinados de las reparaciones exceden a los costos de un programa de mantenimiento preventivo.

3.- Los efectos de productividad de la mano de obra directa donde la operación está controlada o regulada manualmente. La pérdida de productividad de la mano de obra directa se debe minimizar.

Rango hora Trabajador	Porcentaje del total De trabajos	Porcentaje de horas Trabajador empleadas
0-2	16	3
3-4	32	14
5-6	19	13
7-8	10	9
9-10	4	5
11-12	4	5
13-14	0	1
15-16	4	7
17-18	1	2
19-20	2	4
21-22	4	9
23-24	1	2
Más de 24	5	27
Total	100	100

Tabla 2.1. Análisis del trabajo, porcentajes por grupo.

La meta fundamental del mantenimiento correctivo es maximizar el rendimiento del costo de mano de obra directa con desembolsos mínimos por costo de capital.

En esta empresa de fabricación de herramientas basado también en el mantenimiento correctivo, su objetivo es que el equipo siga funcionando, para esto se tiene un programa de mantenimiento correctivo del cual los datos obtenidos son capturados en una base de datos de un paquete llamado MP que ayuda a tener más información de cada una de las máquinas o equipos, las técnicas que se ocupan para medir o controlar este tipo de mantenimiento son :

1.- Registro de utilización del equipo. Esto es, que todo tipo de fallas o averías se registran mediante una orden de trabajo de mantenimiento correctivo (ver figura 6). El registro o las órdenes de trabajo se analizan por número de equipo para determinar si se ha alcanzado el punto de equilibrio. El interés no es ver costo de mantenimiento sino el efecto de utilización de la mano de obra directa. Al igual que el mantenimiento correctivo esta orden debe ser autorizada por el jefe de mantenimiento para poder dar seguimiento.

2.- Análisis de variaciones de la mano de obra directa. Cada vez que se suspende una operación para realizar el mantenimiento correctivo, los operadores directos tienen tiempo perdido, los informes detallados de esto se analizan para determinar el efecto de las fallas en los costos de mano de obra directa.

3.- Muestreo del trabajo. Con los informes se realiza un muestreo que determinan el tiempo improductivo.

Fecha de cierre: 03/10/1995	# O.T. : 9300009
-----------------------------	------------------

CAMBIAR POCO DEFECTUOSO DE 150W

# Tarea		Fecha de Solicitud	
Tipo de O.T.:PROG		Hora de Solicitud	
Prioridad.....		Fecha de Inicio Programada....	
Hecho por Garantía...:N		Fecha de Terminación Programada:	
Asignado por.....		Fecha al Término	03/10/1995
Asignado a.....		Hora al Término	12:39:10
Motivo de la Interrupción: EOF		Días de Pre-ejecución	1
Tiempo de Paro	0,00	Horas de Pre-ejecución	21
Horas de Trabajo	0,50	Minutos de Pre-ejecución ...	0
Costo de la Mano de Obra:	N\$15,50		
Costo de Materiales ..	N\$47,00		
Costo Total.....	N\$62,50		

Equipo . . . : ESBP-GIM **Tiempo de Paro:** 0,50
Descripción . : EDIFICIO DE GIMNASIA - ESCUELA SECUNDARIA BENITO PEREZ G.
Comentarios : SE INSTALO EL FOCO POR LA TARDE EL 10/03/95 Y ESTABA DEFECTUOSO.
DEVOLVER AL FABRICANTE.

# Empleado	Nombre	Fecha	Horas Reg	Horas Extra
556-6119877	JOSE SALCEDO F	03/10/1995	0,50	0,00

# Artículo / Descripción	Fecha	Cant Usada	Costo Total
230 VAC LAMPARA	03/10/1995	1,00	N\$47,00

Grandes Totales:	Tiempo de Paro :	274,30	Horas de Trabajo :	N\$19.881,00
	Horas de Trabajo:	751,65	Costo de Materiales:	N\$10.672,50

Figura 6. Orden de trabajo de mantenimiento correctivo.

El departamento de mantenimiento implementan el programa de mantenimiento correctivo para poder lograr los siguientes objetivos:

1.- Regresar el equipo a operación tan rápidamente como sea posible, para minimizar interrupciones en la producción.

2.- Controlar el costo de cuadrillas de reparaciones, incluyendo costo de mano de obra por tiempo extra.

3.- Controlar el costo de talleres de reparación.

4.- Controlar la inversión en refacciones empleadas para reparar máquinas.

5.- Realizar la cantidad apropiada de reparación en cada mal funcionamiento. La decisión de hasta dónde llegar en una reparación desde provisional hasta una completa reconstrucción . Algunos componentes pueden reemplazarse pronto para aplazar el tiempo hasta la siguiente reparación.

6.- Controlar la inversión de máquinas de reemplazo, sustitución de maquinas que funciones mal, hasta que se completen las reparaciones necesarias.

En esta empresa aun no existe dentro del programa de mantenimiento correctivo un tipo de prioridades que debería de existir y de clasificarse en A, B, C, desde la más urgente hasta la de la menor importancia. Solo existen registros de control de órdenes trabajo semanal, que ayudan para saber que trabajos están pendientes o por reparar, fechas de entrega, etc (figura 7). Para el departamento de producción todas las fallas son urgente sin tener en cuenta cuál o cuáles son las de mayor prioridad o urgencia y en ocasiones no quieren tomar en cuenta los programas de mantenimiento y esto por supuesto trae problemas al departamento de mantenimiento, por supuesto estas deficiencias se están solucionando para tener un mejor control, y mantener los programas de mantenimiento.

#Tarea	# O.T.	# Equipo	Centro de costo	Clase de gasto	Ubicación	Oficio	Horas
Semana 1			09/10/1995				
MPH-5		MILL-26	ASEM	MEC	ESTAMPADO	MEC	28,00
Total para la semana 1							28,00
Semana 2			16/10/1995				
MT02	9400003	INJM-01	103	OSHA	POSICN1	MECB	6,00

Figura 7. Registro de ordenes de trabajo semanal.

Las reparaciones se pueden realizar cuando urgen para minimizar interrupciones a la producción, poniendo a la disposición de la urgencia desde el taller de máquinas y herramientas, refacciones, especialistas y máquinas de repuestos en algunos casos. Esto teniendo en cuenta una clasificación de prioridades, en esta situación los especialistas pueden trabajar tiempo extra, los supervisores de mantenimiento como el jefe de mantenimiento deben estar disponibles para colaborar con los trabajadores y tomar decisiones una vez que avanzan las reparaciones, con esto se obtiene tiempos rápidos de respuesta y trabajos rápidos de reparación.

El reto fundamental de este tipo de programa en la administración es equilibrar el costo de las cuadrillas de reparaciones , talleres, refacciones y maquinaria de repuesto (en algunos casos), contra la necesidad de reparaciones rápidas. Cuando se hacen reparaciones de máquinas de producción; los supervisores de mantenimiento deciden junto con los supervisores de producción la amplitud del trabajo que van a efectuar, se hace una orden de trabajo por mantenimiento correctivo, se autoriza, se analiza la extensión de la reparación y que puede abarcar y se toma el siguiente rango:

- Hacer sólo una reparación suficiente para que la máquina se ponga en marcha de nuevo.
- Reparar el mal funcionamiento, reemplazar algunos componentes desgastados, que aun no se descomponen.
- Ejecutar una reconstrucción general de la máquina.
- Reemplazar la máquina.
- Reemplazar y reparar partes que hayan funcionado mal y aquellas que tengan más de mil horas de servicio.

Una vez hecho este análisis dependiendo de las necesidades de la producción y de la prioridad se realiza el mantenimiento respectivo, dando la orden del trabajo al supervisor de mantenimiento, el jefe del departamento supervisa el trabajo dando en algunas ocasiones algunas alternativas para la solución de la falla así como el apoyo necesario al supervisor, en algunas ocasiones se da el caso que el jefe de mantenimiento intervenga en el departamento de compras para la adquisición de algún material, refacción o equipo que muchas veces no se tiene en el almacén, cuando en ocasiones hay equipos a los que nunca tienen este tipo de problema por el mantenimiento preventivo que llevan pero que llegan a tener fallas y requieren un MC donde no hay muchas veces refacciones o material.

Así, contando con el programa de MC y ayudándonos con el programa de MP y las órdenes de trabajo, en las inspecciones se tiene un mejor control de las fallas reduciéndolas al mínimo, también contando con un control más preciso del

almacén, mano de obra y herramientas, se tiene una empresa más segura, limpia para que entre en los planes en el proyecto de obtener la certificación de ISO 9000.

CAPITULO 3

CLASIFICACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

3.1 Inspección formal

Existen dos métodos para identificar el trabajo de mantenimiento, la inspección formal planeada y la orden de trabajo. La inspección formal es una identificación de trabajo en la administración del mantenimiento, estas inspecciones proactivas se planean, se programan y ejecutan sistemáticamente por personal calificado. Las órdenes de trabajo que recibe el departamento de mantenimiento tienen las observaciones realizadas durante el trabajo, con este propósito se llevan a cabo procedimientos formales de órdenes de trabajo.

La inspección formal de mantenimiento se realiza por personal que está familiarizado con las instalaciones y equipamiento que se le dará mantenimiento, que conoce y comprende las normas de mantenimiento y que opera de acuerdo con un programa formal. Este tipo de programa emplea una cobertura de toda la planta, los beneficios ideales de este tipo de programa dentro de la administración de mantenimiento se obtienen cuando una mayor cantidad de trabajo resulte de las inspecciones. Dentro del mantenimiento existen tres formas de inspección formal y son las siguientes:

Inspecciones de mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo es una inspección periódica para detectar condiciones que pudieran causar descomposturas, paros de producción o pérdida en detrimento de la función

combinada con mantenimiento para controlar, eliminar o evitar tales condiciones en sus primeras etapas, llevando acabo lubricación, ajustes menores y reparaciones menores de las máquinas. En otras palabras también el mantenimiento preventivo es una rápida detección y tratamiento de las anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas, es medicina preventiva para el equipo. El MP ayuda a evitar las fallas en el equipo y a minimizar las suspensiones de producción. Esta organización es responsable de planear programar y ejecutar las inspecciones de MP así como es responsabilidad de asegurarse que las inspecciones se terminen puntual y satisfactoriamente.

Para establecer este tipo de programa en MP es necesario realizar un inventario preciso, actualizado y completo de todo el equipo y maquinaria dentro de la planta, registrando los datos básicos de piezas de instrumental como fecha de adquisición, clasificación de equipo, descripción, ubicación dentro de la planta, valor en libros, tamaño y capacidad. Existen equipos de bajo costo y baja prioridad como motores pequeños, puertas automáticas que pueden repararse o reemplazarse en el momento de la falla que conservarlos con inspecciones de MP, cuando son equipos vitales hay que asegurarse que existen refacciones suficientes en el momento de la falla.

Dentro de este tipo de inspecciones existe una lista de cómo realizar la inspección en mantenimiento preventivo, ésta lleva como nombre lista de verificación, en ella lleva la frecuencia y procedimiento recomendado de inspección y periodicidad con que debe realizarse (figura 8). Todos estos tipos de datos nos permiten llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo de cada pieza del equipo con la frecuencia planeada pero deberá estimarse un tiempo para llevar a cabo la inspección, lo ideal será que se haga conforme a las normas de trabajo formales, una alternativa es tener estimados iniciales realizados por

trabajadores y ajustar a medida que se tenga experiencia, el tiempo permitido de servicio debe ser el suficiente para permitir que el inspector cumpla con su deber. El programa maestro de mantenimiento preventivo se crea una vez que se haya establecido los estimados en las listas de verificación, divididas a las inspecciones por área según la frecuencia se programan primero diarias, después semanales y así sucesivamente hasta que todas las actividades del mantenimiento preventivo sean programadas, para poder programar inspecciones menos frecuentes equilibrando la carga de trabajo en tiempos oportunos. Antes de llevar a cabo lo señalado se debe primero estandarizar las actividades de mantenimiento, por varias razones:

LISTA DE VERIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
EQUIPO: Motor Ajax ensamblaje de la bomba Número: MP274739 Tipo de PM: Estático		Frecuencia: mensual		
		Bien	Ajustes	Orden de trabajo
1	Revise la válvula principal y ajuste para mantener la presión adecuada de operación.			
2	Revise adherencias en la válvula de alivio Repare o reemplace según se necesite.			
3	Revise la circulación observando el líquido en el recipiente.			
4	Revise la temperatura del aceite para una adecuada operación del intercambio de calor.			
5	Revise la unidad por ruido o vibración excesivos.			
6	Revise que el cilindro de control de volumen de la bomba funcione con libertad.			
7	Revise el nivel de aceite del recipiente y agregue más si es necesario. Use aceite Mobil CTE.			
8	Revise fugas en todo el sistema. Repare o reemplace según se necesite.			
9	Inspeccione visualmente todos los equipos eléctricos para encontrar deterioro, polvo y humedad.			
Comentarios				

Figura 8. Lista de verificación de mantenimiento preventivo.

- las técnicas y destrezas de mantenimiento llevan largo tiempo para ser ejecutadas adecuadamente.
- Las actividades de mantenimiento no pueden ser ejecutadas efectivamente si cada quien las lleva como a él le gusta.

La estandarización dirige estos problemas incorporando manuales. Tales documentos permiten que un gran número de trabajadores, incluyendo los nuevos, hagan el trabajo que previamente fue hecho por trabajadores con experiencia. Esta capacidad de involucrar a varios individuos en el mantenimiento, es clave para desarrollar programas eficientes de mantenimiento. Los estándares se deben de revisar el menos una vez al año. Existen varios estándares como:

- Estándares de desempeño del equipo o especificaciones del equipo. Indicando cómo el equipo debe ser operado, incluye las principales dimensiones, capacidad y desempeño, precisión, funciones mecánicas, los materiales con que están hechas sus partes principales, cantidad de energía eléctrica, vapor o agua necesario para la operación.
- Estándar para la obtención de materiales para los equipos. Cubre la cantidad para materiales y partes; son basados en el diseño del equipo y en el estándar de desempeño.
- Estándar para la inspección de materiales del equipo. Provee métodos de prueba e inspección para determinar los materiales y partes usadas en el equipo.

- Estándar de aceptación y corrida de prueba. Indica la aceptación y prueba de operación a ser desempeñadas en el equipo que ha sido instalado, modificado o reparado.

Estándar de mantenimiento del equipo. Indica métodos para medir el deterioro del equipo, detención de deterioro y restauración del equipo, este estándar como hemos venido mencionando es la de inspección que es una técnica para medir el deterioro. Especifica área y objetos a ser inspeccionados, los intervalos de inspección, métodos, instrumentos de medición, criterio de evaluación, acción correctiva a tomar, etc. Incluye dibujos ilustrativos y fotografías.

Auditoria de las instalaciones. Para llevar acabo una auditoria primero se debe realizar un inventario preciso, actualizando y completo de todas las instalaciones. Este tipo de información es necesaria para que en la administración de mantenimiento pueda analizar la condición de la instalación y tomar decisiones adecuadas con relación a los programas y para procedimientos de inspección. Los objetivos de un programa de auditoria son los siguientes:

- Garantizar una medida del total de los requisitos del trabajo atrasado de mantenimiento.
- Recomendar prioridades de mantenimiento y renovación de necesidades.
- Valorar la efectividad de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Proporcionar una estimación de costos para el plan de las obras de infraestructura de la instalación.

- Mejorar la seguridad del personal señalando los riesgos potenciales.
- Incrementar la confiabilidad de los componentes de la instalación mediante la identificación oportuna de fallas.
- Reducir el costo total de mantenimiento al iniciar oportunamente las acciones correctivas.
- Conseguir toda la vida económica de la instalación a través de un mantenimiento adecuado.
- En el inventario nos ayuda a preparar la auditoria e identificar los requisitos de tiempo para las inspecciones.

Inspecciones del operario. Este tipo de inspección debe usarse con el equipo que tenga asignado un operario de tiempo completo, El trabajo de inspección es recomendar la limpieza del equipo, lubricación e inspecciones visuales de las bandas, cables, etc. Las inspecciones del operario deberá realizarla la persona asignada para manejar el equipo, las instrucciones para la inspección deberán colocarse en el equipo, este tipo de inspecciones no tiene un calendario formal pero se realizan diariamente o cada semana.

Así pues las inspecciones formales nos dan los parámetros necesarios de interés que no son más que las características representativas del servicio de mantenimiento, otro es que son parte de conocimiento teórico y aporte a la práctica los datos suficientes para tener un menor tiempo perdido por fallas del equipo y un mejor adiestramiento en su manejo.

Los registros de inspección nos permiten evaluar rápida y sencillamente las condiciones existentes y tomar de decisiones adecuadas, gracias a los datos obtenidos en las inspecciones de mantenimiento preventivo, auditorias e inspecciones del operario se tiene un control más de gastos y costos originados al realizar reparaciones dichos datos son vaciados en una base de datos llamado MP, en el cual tenemos el registro de cada una de las máquinas ya que también nos permite tener un stock de refacciones de partes que tienen la posibilidad de fallar o de ocasionar una falla. Las auditorias e inventarios son forzosos para un buen programa de inspecciones formales como ya se mencionó, con estos datos dentro de una base de datos de una computadora podemos recurrir a estos cuantas veces sea posible para identificar la máquina como el tipo de refacción que es la que necesita este equipo.

La inspección formal debe servir de base para tomar decisiones con respecto de cuál es el mantenimiento más adecuado con las características de las actividades que deben de partirse, los cambios que deben hacerse y las actividades (mecánicos de piso, mecánicos aparatistas, soldadores, etc.) que nos puedan auxiliar para servir mejor al área de producción, los inspectores deben procurar cubrir todos los aspectos de las máquinas dentro de la inspección así como de las instalaciones de la planta.

Dentro del transcurso de este trabajo pude notar que algunos aspectos de inspección no eran llevados a cabo o simplemente cuando surgen algunas urgencias no tomaban en cuenta los programas y en algunas ocasiones quedaban rezagados, encontré que hay dos que tres equipos de los cuales no se tiene ningún tipo de registro de los cuales empecé a crearles un registro y hacer inspecciones. Estos equipos son el horno de inducción, grúas viajeras, hornos de campana entre otros.

Pero desafortunadamente no se si lo que yo empecé a desarrollar dentro del mantenimiento de esta planta lo sigan llevando a cabo ya que tuve que salir de la misma planta.

Este procedimiento de inspecciones se empezó de cero y con las distintas políticas cambiantes de la planta, se tuvieron muchos problemas, pero estas técnicas resultaron de gran ayuda, ya que hubo algunos beneficios a corto plazo, entre ellos tenerse que quedar más tiempo o incluso ir a trabajar los domingos, tiempos extras se redujeron , los mecánicos tuvieron actividades más específicas y menos metódicas.

3.2 Ordenes de trabajo

Definir, clasificar y controlar los trabajos de mantenimiento mediante el uso de ordenes de trabajo que realiza el departamento de ingeniería y mantenimiento de la empresa de herramientas a través de sus áreas de mantenimiento mecánico, eléctrico y de conservación de edificios. Todas las áreas requieren los servicios de mantenimiento por parte del departamento de ingeniería y mantenimiento. Llenar la orden de trabajo con todos los datos que se solicitan y entregarla al departamento que corresponde es responsabilidad del usuario, así como mantener su copia para cualquier reclamación, a la entrega del servicio el usuario tiene que firmar de conformidad el original del orden del trabajo.

En un principio las órdenes de trabajo eran emitidas por personas ajenas al departamento de mantenimiento, por lo tanto fue necesario llevar un procedimiento formal dedicado a esta área donde se crearon formas estándar para generarlas y

aprobarlas, donde el control lo lleva un coordinador de MP y quien aprueba es el jefe de mantenimiento una vez que la orden es recibida.

Asimismo, se establece y documenta un procedimiento que proporcionamos a los solicitantes la información de la máquina y lo que se le va a realizar, así como un aviso de recibido, estado del trabajo y un estimado de tiempo para terminarlo, esto es importante para tener buenas relaciones con los supervisores de producción.

Este tipo de trámite administrativo es un flujo de información técnica que coincide con el plan operativo del departamento de mantenimiento, donde el sistema que se sigue es sencillo y práctico tales ordenes de trabajo son llevadas por el departamento de mantenimiento al ser tareas costosas, complicadas o para las cuales se necesita calcular el costo o aplicar horas extras y registros históricos de toda la reparación, así como para conocer el costo del mantenimiento de aquí que los datos obtenidos durante la orden de trabajo ya sea del mantenimiento preventivo o correctivo nos dan los medios claros y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos de mantenimiento; computar tiempo, materiales, mano de obra y costos. Para reducir al mínimo el costo de mantenimiento y el tiempo de paro del equipo o maquinaria, los resultados se evalúan, se comparan con lo planeado o programado y se hacen algunos cambios si se hace indispensable.

El coordinador de MP es el encargado de tramitar la documentación del programa respectivo que es de gran ayuda para el supervisor de mantenimiento y de ingresar los datos después de realizar el trabajo, el supervisor de mantenimiento es el encargado de vigilar que esta orden se cumpla y de anotar anomalías correcciones o algún detalle dentro de esta orden.

Las modificaciones a maquinaria y equipo son mejoramientos, y a menudo constituyen un aumento al importe del equipo original necesarios para remediar deficiencias del mismo. Antes de autorizar modificaciones, estas tendrán que aprobarse por el ingeniero de planta, como no es una reparación su costo se acumula en las ordenes de trabajo cargándose a una cuenta de ajuste de maquinaria. Los siguientes procedimientos atañen al empleo de ordenes de trabajo en esta fábrica de herramientas:

1.- Ordenes de trabajo preventivas: estas amparan el tiempo empleado en las inspecciones de MP, deben ser expedidas el día primero de cada mes por el coordinador de MP del departamento de ingeniería y mantenimiento de la planta, se expide una orden de trabajo por cada equipo de cada centro.

2.- Cada semana el coordinador de MP debe proporcionar listas de comprobación de mantenimiento preventivo o correctivo, especificando las inspecciones requeridas.

3.- El original de la orden de trabajo, será enviada por el coordinador de MP al supervisor de mantenimiento designada al servicio de inspección y reparación

4.- Al terminarse el turno de trabajo, el supervisor de mantenimiento escribirá su nombre y las horas laboradas en la orden de trabajo y las tareas completadas o no completadas en el casillero.

5.- El supervisor de mantenimiento utilizará el original de orden de trabajo para encontrar la siguiente inspección hasta terminar, y se emita una nueva orden de trabajo.

6.- Toda reparación desde un mantenimiento preventivo, correctivo salvo las de emergencia, se autoriza mediante una orden de trabajo expedida por el responsable.

7.- La solicitud de orden de trabajo que ampare la reparación salvo emergencia, será el documento en que se base el supervisor de mantenimiento para encomendar las tareas,

8.- Dentro de la orden de trabajo el supervisor de mantenimiento, conforme al mantenimiento realizado, anotará en el original tiempo elaborado y los detalles de la fuerza efectuada que no aparezca en las instrucciones, una vez terminada la orden y entregada al supervisor de producción del área el trabajo y firmada la orden éste la entregará al coordinador de MP para llevar el control y vaciar datos en la computadora del trabajo realizado.

9.- Dentro de la orden de trabajo aparecen las refacciones que utilizará la máquina y el costo de las mismas, de las que no aparezcan el supervisor de mantenimiento las anotará para tener el control de refacciones.

10.- El usuario o departamento que requiera de algún servicio lo hará por medio de la orden de trabajo acorde a las labores que desempeña el departamento de ingeniería y mantenimiento, de lo contrario no se podrá efectuar el servicio.

En la siguiente forma de trabajo de una orden, (figura 9) aparece parte de lo que se ha mencionado, como es el espacio destinado a especificar lo que se va a realizar, dónde, cuándo y por quién, aquí no aparecen los datos de costo de refacciones tipos de refacciones, esto aparece en un documento detallado de almacén, que dentro de un paquete como el que se cuenta en la empresa aparece este tipo de datos (figura 10), donde también aparecen fecha de inicio y

terminación, así como número de equipo, folio, tipo de mantenimiento, centro de costo, área de mantenimiento, nombre del equipo, descripción del trabajo, responsable, etc.

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO							
Fecha de terminación (1) Mes Día Año			Centro de costo (2)	Equipo (3)	Mantenimiento Tipo (4) Área (5)		Boleta de trabajo No. (6) No. 0426
Fecha de expedición (7) Mes Día Año			Originado por (8)		Lugar de trabajo (9)		
Fecha en que se necesita Mes Día Año (10)			Aprobada por (11)		Nombre del equipo y sección No. (12)		
Oficio (13)	Horas estándar (14)		Descripción del trabajo (15)				
			(El originador llena esto. Puede ampliarse por el supervisor de mantenimiento para aclarar.)				
			MATERIALES o EQUIPO ESPECIAL				
			(16)				
Total	(17)		Sobrestante de mantenimiento (18)		Supervisor de mantenimiento o de área (19)		
Azul- Supervisor de mantenimiento							* Llenado por el originador
Amarillo- Planeación de mantenimiento							
Rosa- Originador							

Figura 9. Forma de orden de trabajo de mantenimiento.

Las órdenes de trabajo siempre se enumerarán para fines de control y se hará en cada tarea, la original se conservará en el departamento de ingeniería y mantenimiento, las órdenes de trabajo se utilizarán para solicitar servicios de mantenimiento en tareas no repetitivas. Las órdenes de trabajo anteriores generadas y aprobadas son diferentes a las órdenes de trabajo generadas para un mantenimiento correctivo o preventivo, mientras que las primeras son para trabajos de rutina dentro del horario de trabajo y tiempo del departamento, las segundas son de más importancia para la obtención de datos y control de mantenimiento.

Inventario de Refacciones ver. 2						
Menú Principal Editar Ver Reportes Herramientas Ayuda						
Inventario - Existencias y Valuación						
Almacén: ALMACEN 1						
No. de Parte	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Monto	
AC0038	ACEITE DE TRANSMISION HIDRAULICA	lt.	510.00	\$23.32	\$11,892.45	
ALA020	ACEITE MOBIL 600 W	lt.	593.00	\$50.90	\$30,182.33	
AC0040	ACEITE MULTIGRADO ESSO	lt.	229.00	\$35.61	\$8,153.78	
AC0033	ACEITE SAE 20W40 MARCA ESSO EAC-0033 O EQ	lt.	200.00	\$77.59	\$15,518.14	
SOLA015	AFLUJATODO	frasco	26.00	\$50.00	\$1,300.00	
AICD-4560	AIRE COMPRIMIDO ECCD	bote	4.00	\$80.00	\$320.00	
AMO-023	AMORTIGUADORES 34-97	pza	2.00	\$250.00	\$500.00	
AMO-25	AMORTIGUADORES 45-34	pza	0.00	\$0.00	\$0.00	
AN5630	ANTICONGELANTE	lt.	1.00	\$35.00	\$35.00	
AN-345	ANTICONGELANTE AUTOMOTRIZ	lt.	30.00	\$35.00	\$1,050.00	
BALA-568	BALATAS PARA DODGE	igo	25.00	\$360.00	\$9,000.00	
BAL0068	BALERO 6201 ZZ	pza	28.00	\$80.83	\$2,263.35	
BAL0069	BALERO 6202	pza	27.00	\$294.07	\$7,939.93	
BAL0070-1	BALERO 6203 ZZ	pza	10.00	\$177.38	\$1,773.85	
BAL0071-1	BALERO 6204 2RSC3	pza	5.00	\$234.29	\$1,171.43	
BAL0071-2	BALERO 6204 ZZ	pza	12.00	\$87.71	\$1,052.57	
BAL0070-2	BALERO 6208 ZZ	pza	61.00	\$223.77	\$13,650.00	
BAN0576	BANDA 1922 V-386	pza	6.00	\$105.75	\$634.50	
BAN0575	BANDA V-140	pza	14.00	\$578.42	\$8,097.83	
BAN0574	BANDA V-158	pza	16.00	\$336.97	\$5,391.50	
BLU-987	BUJIA	pza	110.00	\$82.68	\$9,094.99	
BU-23	BUJIAS PARA DODGE	pza	120.00	\$7.50	\$900.00	
CMA-3290	CAMISA DE MOTOR 18156 PARA CAMION	pza	10.00	\$3,136.36	\$31,363.64	
CE-01	CERA LIQUIDA	bote	0.00	\$0.00	\$0.00	
TOTAL:					\$2,775,512.32	
Total de productos: 62			demoinv - Lotus			

Figura 10. Pantalla del paquete MP del sistema de almacén de refacciones.

Estas órdenes no solo se capturan en una base de datos, sino también a través del MP podemos saber cuando y que tipos de refacciones necesitamos para una máquina a través de un programa que nos da automáticamente (ver figuras siguientes) las fechas de su mantenimiento preventivo y podemos pedir adelantar las fechas si lo necesitamos, sin que tengamos la máquina en preventivo, así no paramos la máquina o equipo más de lo necesario y producción siempre está en función. Como ya se mencionó mediante este sistema se pueden colocar las órdenes de trabajo para mantenimiento dentro de una empresa. Sólo deberá llenarse la forma que donde se presentan los datos solicitados y entregarla al departamento de mantenimiento, esperando una respuesta de parte de mantenimiento dependiendo de la magnitud y costo de la orden.

Responsable: _____

 ALISADORA DE BORDES NICHOLSON 301 COR-ADB-01

Grupo: CORTADO

Centro de Costo: CORTADO

Actividad del: Domingo 02/Mar/2003 al: Sábado 08/Mar/2003

Actividad	2	3	4	5	6	7	8
RELLENAR Y RECTIFICAR: Topes\ Barmes\ Transmision de barmes\		-					
TENSAR O CAMBIAR: Bandas\ Transmision general\		-					
RECTIFICAR O CAMBIAR: Corredoras\ Braso de transmision\		-					
CAMBIAR: Bujes\ Flecha de leva\ Transmision general\		-					
LIMPIAR Y AJUSTAR PLATINAS: Arrancador\ Sistema electrico\		-					
LIMPIAR Y PINTAR: Motoreductor\ Sistema electrico\		-					
REVISAR O CAMBIAR: Coronas\ Flecha de transmision\ Avance transversal\		-					
REVISAR O CAMBIAR: Valvulas\ Sistema neumatico\		-					
REVISAR O CAMBIAR: Engranos\ Flecha motriz\ Transmision de barmes\		-					
REVISAR O CAMBIAR: Mordazas\ Barmes\ Transmision de barmes\		-					
REVISION GENERAL: Barmes\ Transmision de barmes\		-					
CAMBIAR: Bujes superiores: Braso de transmision\		-					
LIMPIEZA Y PINTURA: Motor\ Sistema electrico\		-					
REVISAR O CAMBIAR: Catanna\ Flecha motriz\ Transmision de barmes\		-					
REPARAR O CAMBIAR: Chumacera (carcasa)\ Barmes\ Transmision de barmes\		-					
ACENTAR: Guas y corredoras\ Avance transversal\		-					
REVISAR O CAMBIAR: Sinfines (3)\ Flecha larga transversal\ Transmision de barmes\		-					
REVISAR O CAMBIAR: Elevadores\ Barmes\ Transmision de barmes\		-					
CAMBIAR Y AJUSTAR: Corredoras\ Carro porta streeper\		-					
CAMBIAR: Bujes\ Flecha barm cambio\ Avance transversal\		-					
CAMBIAR: Flecha larga transversal\ Transmision de barmes\		-					

Actividad

del: Domingo 02/Mar/2003 al: Sábado 08/Mar/2003

	2	3	4	5	6	7	8
REVISION GENERAL: Tren de engranes; Motoreductor; Sistema eléctrico							
ELIMINAR FUGAS: Red general; Sistema neumático							
CAMBIAR: Tuerca cuadro conector; Flecha de leva; Transmisión general							
REVISAR Y LIMPIAR: Devanados; Motor; Sistema eléctrico							
CAMBIAR: Bujes intermedios (3); Flecha larga transversal; Transmisión de barriles							
REVISAR O CAMBIAR: Rodillos para cuerpos; Barriles; Transmisión de barriles							
REVISAR O CAMBIAR: Coronas; Barriles; Transmisión de barriles							
CAMBIAR: Cadenas; Flecha de leva; Transmisión general							
LIMPIAR Y REAPRETAR CONEXIONES: Estación de botones; Sistema eléctrico							
REVISAR SUJECION: Soporte; Flecha de leva; Transmisión general							
REVISAR Y REPARAR DANOS: Red de alimentación; Sistema eléctrico							
REVISAR O CAMBIAR: Engrane; Flecha intermedia; Transmisión de barriles							
REVISAR O CAMBIAR: Pernos; Braso de transmisión							
REVISAR O CAMBIAR: Flecha de transmisión; Avance transversal							
REVISAR O CAMBIAR: Catarina; Flecha de leva; Transmisión general							
REVISAR: Baleros; Motoreductor; Sistema eléctrico							
CAMBIAR: Mecanismo; Flecha barril cambios; Avance transversal							
CAMBIAR: Bujes; Flecha motriz; Transmisión general							
REVISAR O CAMBIAR: Regulador; Sistema neumático							
CAMBIAR: Bujes inferiores (3); Braso de transmisión							
LIMPIEZA Y PINTURA: Alisadora de bordes 301							
MANO DE OBRA: Total							
MAQUINAR O CAMBIAR: Flecha motriz; Transmisión de barriles							
CAMBIAR: Baleros axiales (3); Flecha larga transversal; Transmisión de barriles							

Actividad

del: Domingo 02/Mar/2003 al: Sábado 08/Mar/2003

	2	3	4	5	6	7	8
REVISAR O CAMBIAR: Perro(Braso de transmision)		1					
REVISAR O CAMBIAR: Engrane, Flecha larga transversal(Transmision de barriles)		1					
CAMBIAR: Baleros(Motoreductor Sistema electrico)		1					
REVISAR: Retenes(Motoreductor Sistema electrico)		1					
CAMBIAR: Baleros(Motor Sistema electrico)		1					
REVISION O CAMBIO: P.Acn(Flecha motriz) Transmision general		1					
REVISAR SUJECION: Volante(leva) Flecha de leva(Transmision general)		1					
REVISAR O CAMBIAR: Engrane(Flecha de leva) Transmision general		1					
RECTIFICAR O CAMBIAR: Flecha motriz(Transmision general)		1					
CAMBIAR: Form(Carro porta streepen)		1					
REVISAR O CAMBIAR: Flecha intermedia(Transmision de barriles)		1					
RECTIFICAR O CAMBIAR: Flecha barril cambios(Avance transversal)		1					
RECTIFICAR O CAMBIAR: Guias(Carro porta streepen)		1					
CAMBIAR: Retenes(Motoreductor Sistema electrico)		1					
REVISAR O CAMBIAR: Guias(Barriles) Transmision de barriles		1					
REVISAR: Pernos(Brazo soporte) Carro porta streepen		1					
LUBRICACION GENERAL: A. sadora de bordes 30:		1					
LIMPIAR ELEMENTO: Filtro secador(Sistema neumatico)		1					
RELLENAR Y AJUSTAR: Barril(Flecha barril cambios) Avance transversal		1					
CAMBIAR: Bujes(Barriles) Transmision de barriles		1					
REVISAR O CAMBIAR: Flechas(Barriles) Transmision de barriles		1					
REVISAR Y AJUSTAR: Porta streepen(Brazo soporte) Carro porta streepen		1					
CAMBIAR: Bujes(Flecha motriz) Transmision de barriles		1					
REVISAR SUJECION: Brazo soporte(Carro porta streepen)		1					

Actividad

del: Domingo 02/Mar/2003 al: Sábado 08/Mar/2003

	2	3	4	5	6	7	8
CAMBIAR ACEITE: Motoreductor, Sistema eléctrico		()					
REVISAR O CAMBIAR: Sinfines(Flecha de transmision) Avance transversal		()					
CAMBIAR: Bujes(Flecha intermedia) Transmision de barnies		()					
RECTIFICAR O CAMBIAR: Flecha de leva(Transmision general)		()					
REVISAR O CAMBIAR: Resorte(Flecha motriz) Transmision de barnies		()					
REVISAR O CAMBIAR: Bujes laterales (2), Flecha larga transversal(Transmision de barnies)		()					
ALINEAR: Poleas(Transmision general)		()					
NIVELAR ACEITE: Motoreductor, Sistema eléctrico		()					
REVISAR O CAMBIAR: Cuerpos(Barnies) Transmision de barnies		()					
REVISAR O CAMBIAR: Dodos rectos (izq. der.) Barnies(Transmision de barnies)		()					
REVISAR O CAMBIAR: Dodos traseros der. (izq.) Barnies(Transmision de barnies)		()					

CAPITULO 4

CONTROL Y PROGRAMACIÓN DEL TRABAJO

4.1 Recepción del trabajo

La función del mantenimiento se expresa como el empleo de técnicas de administración cuya eficacia ha sido comprobada en el trabajo de producción. En ningún campo tiene una más eficaz aplicación este concepto que en el de la planeación y programación.

Los trámites administrativos son de fundamental importancia para el mantenimiento, el trámite es un flujo de información que coincide con el plan operativo del departamento donde se tiene que reducir al mínimo la cantidad de documentos, como solicitudes de trabajo de mantenimiento; órdenes de trabajo para tareas costosas etc. La administración del trabajo de mantenimiento necesita contar con medios claros y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; computar tiempos, materiales y costos; saber qué acciones son necesarias para reducir al mínimo el costo de mantenimiento y el tiempo de paro, finalmente evaluar los resultados comparándolos con lo planeado, estimado y programado.

Una función independiente de control del trabajo es esencial para controlar todo trabajo de mantenimiento. La organización que se usa se administra a través de un sistema de cómputo donde se incorpora la función de control del trabajo en la operación. Dicha función debe rendir un informe tanto al ingeniero de la planta como al jefe de mantenimiento, esto es esencial para permitir que se tomen las

decisiones adecuadas con relación a prioridades y a los programas de trabajo. Las siguientes funciones son básicas para tener un control:

- Recepción centralizada del trabajo.
- Planeación y estimación.
- Preparación y aprobación de la orden de trabajo.
- Programación del taller y planeación de la carga.
- Auditoria de las instalaciones.
- Apoyo técnico para planes y presupuestos de mantenimiento a largo plazo.
- Administración contractual.
- Análisis del origen de la causa.

El número de personas en la función del control del trabajo depende de la carga de trabajo de mantenimiento, se debe contar con personal que tenga la suficiente experiencia y habilidad para cubrir pronto su función y de ser necesario en algunas funciones contar con personal de apoyo.

Todas las órdenes de trabajo de mantenimiento deben pasar por recepción, excepción de las órdenes de trabajo urgentes, que talvez pudieran pasar por alto este trámite de recepción del trabajo con el fin de evitar demoras innecesarias. Sin embargo, la orden de trabajo de emergencia siempre deberá enviarse en cuanto sea

posible, es importante para no perder el control dentro del departamento de ingeniería y mantenimiento llevando un seguimiento de carga de trabajo. En la recepción del trabajo se controla paso a paso, el proceso de todas las órdenes de trabajo, los reportes de inspecciones del mantenimiento preventivo y de las auditorias de las instalaciones.

De la orden de trabajo el programador o coordinador de mantenimiento debe quedarse con una copia de una orden de trabajo autorizada donde se muestre el alcance y la prioridad del trabajo como fechas, estimados de mano de obra y de materiales o requisitos especiales. En la recepción del trabajo el programador cuenta con todas las órdenes de trabajo correctivo mayor para llevar un plan de trabajo detallado, y está al tanto de cualquier solicitud de piezas que no se tengan en inventario, de requisitos de coordinación de mano de obra, de herramientas y de las diversas fases del proyecto, si es necesario.

4.2 Procedimiento

A fin de observar en forma apropiada de reglas desde lo tocante a producción hasta lo que va hacer el mantenimiento y una previsión de ventas para determinar procedimientos y condiciones, precisar las limitaciones en capacidad provechosa, definir autoridad y responsabilidad, y el funcionamiento de control; para obtener información debe establecerse programas de mantenimiento.

La eficiencia y el alcance de un programa de mantenimiento son limitados por el acierto de la orden de trabajo y los procedimientos de control, de manera muy especial por el grado y exactitud de la planeación el programador o

coordinador debe contar con toda la información posible para preparar los programas donde son los encargados de controlar el mantenimiento de la planta.

El coordinador o programador emplea un programa para colocar todas las órdenes de trabajo en un programa de trabajo, donde este programa maestro se tiene dentro de una computadora, aquí las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo se identifican de una manera automática. El coordinador de mantenimiento debe tener a su disposición una copia del programa de producción de la planta, esto permite tener ventajas de oportunidades para trabajar en un equipo y se cuente con días o turnos libres, y se reduce tener que cambiar el programa continuamente, se debe conocer lo que podría esperarse de un trabajo urgente no planeado para poder hacer y controlar un programa de acuerdo a esta situación.

La programación del mantenimiento es un procedimiento tanto diario como semanal, se deben preparar los programas de un día a otro y fines de semana, donde el programador debe tener en cuenta tanto los trabajos pendientes dependiendo de su prioridad, trabajos correctivos más indispensables, donde estos trabajos se deben de estimar planear por completo para elaborar un plan, las órdenes de trabajo se toman de la numeración de pendientes y se agregan al programa, se utiliza todo el tiempo posible y dependiendo de la prioridad se solicita tiempo extra para cumplir con el trabajo, los programas diarios difieren de los semanales ya que se modifican para satisfacer nuevos requisitos que se desconocían, esto es identificación de un nuevo trabajo con una prioridad mayor a la programada .

En las recepciones de trabajo clasifica cada orden que se recibe, en las diversas categorías ya vistas en “clasificación del trabajo de mantenimiento” .

Donde un hoja de orden de trabajo debe contener número de orden, la fecha de recepción, nombre del solicitante y clase de trabajo por realizar.

Después de esto la orden de trabajo se envía a la persona designada para que revise y apruebe el trabajo (en este caso el jefe de mantenimiento). Este a su vez delega responsabilidades a los supervisores de las diferentes áreas dependiendo del tipo de trabajo y del que corresponda al área, después de la aprobación con el supervisor del área de mantenimiento y del jefe de mantenimiento se asignan prioridades a las órdenes de trabajo y éstas se planean y estiman de acuerdo con los requisitos del tipo de trabajo en particular.

La función de planear y estimar es fundamental para una administración efectiva del mantenimiento, aquí se da el número de horas que se necesita para un trabajo y el tiempo que se necesita para terminarlo. Estas estimaciones son la base para programar el trabajo de mantenimiento y son el fundamento sobre el cual la gerencia evalúa el trabajo y costos del mantenimiento.

Resulta importante planear y estimar para seguir un orden dentro del procedimiento para poder saber cual es el alcance del trabajo que deberá corresponder a la orden de trabajo o al reporte de inspección, además el alcance del trabajo debe estar de acuerdo con la calidad y cantidad de mantenimiento esperado, los planes de trabajo preparados por el jefe y el supervisor de mantenimiento especifican el trabajo que se va a realizar, el material y el equipo necesario, la forma de dividirlo en fases y las diversas habilidades necesarias. El alcance del trabajo deberá incluir lo siguiente:

- Descripción completa de la deficiencia y de los resultados deseados.

- La ubicación exacta del trabajo.
- La identificación de las instrucciones o condiciones especiales.

La identificación de los materiales necesarios para la realización de un trabajo es fundamental dentro de planeación y estimación, siguiendo los cinco pasos podemos llevar a cabo el trabajo:

1.- Identificar materiales y pasos para realizar el trabajo.

2.- Revisar la disponibilidad de partes en el almacén.

3.- Hacer una solicitud de piezas y materiales necesarios.

4.- Marcar la orden de trabajo como espera de piezas hasta recibir el material.

5.- Juntar todas las piezas y materiales en un lugar dentro del almacén correctamente identificadas con el número de orden de trabajo; con herramientas especiales necesarias para el trabajo.

La estimación es importante dentro de la administración del mantenimiento, los objetivos principales de la estimación son los siguientes:

- Ofrecer un costo estimado para que se use de base para aprobar el trabajo.
- Ofrecer información que ayude a preparar un programa realista del trabajo.

- Ofrecer bases para evaluar la efectividad de la función del control del trabajo.

Existen métodos para estimar el trabajo de mantenimiento, los tres que existen son los siguientes:

- Estimados aproximados. Esto es, algunas suposiciones basadas en una idea general de lo que han demorado otros trabajos similares en el pasado y en la experiencia personal del supervisor de mantenimiento o de los trabajadores. Los cálculos se realizan en las órdenes de trabajo recibidas, estas son base para clasificar en diferentes categorías los trabajos y están listos para programarse tan pronto como la orden de trabajo reciba la aprobación.
- Estimados basados en datos históricos. Datos recibidos de la experiencia acumulada, son datos de archivos de las máquinas que se les haya dado mantenimiento, en general se utiliza un sistema computarizado de administración del mantenimiento, donde con la base de datos se puede tener un acceso a los datos históricos con rapidez, con el fin de realizar la estimación de las nuevas órdenes de trabajos.
- Estándar de trabajo. Es el tiempo promedio necesario que un trabajador calificado, trabajando a un ritmo normal y con experiencia normal, se demora en hacer una cantidad definida de trabajo con una calidad especificada. El uso consiste en proporcionar un medio efectivo para evaluar y planear un trabajo durante una orden de trabajo, obteniéndose estándares formales de trabajo.

También existe una evaluación rápida y exacta del trabajo realizado por el departamento de ingeniería y mantenimiento para una administración efectiva, la inmediata identificación de los problemas y la retroalimentación de información para corregirlos permiten una mejor continuación en la operación, a través de una base de datos que ayuda a simplificar la información de este proceso. La evaluación y control de la valoración de los trabajos realizados mediante un reporte de control del mantenimiento ayuda a identificar los trabajos relevantes para un mejor desempeño real y relacionar las metas pretendidas (Fig.11).

El reporte de control del mantenimiento ayuda a tabular variables relevantes para hacer más relevante el desempeño del mantenimiento, mediante un sistema de computación estas variables pueden ser graficadas y ver estas tendencias, al igual se mide el desempeño de los trabajadores tomando en cuenta calidad y cantidad del trabajo que realizan, mediante la medición de trabajo se consigue estimar la mano de obra y los materiales necesarios para cumplir con las órdenes de trabajo de mantenimiento tanto correctivo, de rutina y preventivo.

Los resultados de llevar acorde el procedimiento y la programación , deben de ir ajustados a la realidad para la clase de estudio y su planeación procedan a la misma . El no preparar los programas tan exactos como se pueda para poder cumplir con las fechas de entrega prometidas a producción, los programas deficientes y los plazos no cumplidos se acaba con la confianza del personal de producción y de control de la misma en la capacidad y formalidad del departamento de ingeniería y mantenimiento. Esto trae como resultado exigencias por parte de producción , éstas se incrementan a medida que no se cumpla y que el supervisor de producción se percate que es la forma en que puede obtener lo que necesita; para evitar estas situaciones siempre deben equilibrarse las necesidades con la capacidad de ejecución del trabajo.

El método de ruta crítica consiste en proporcionar información para tomar decisiones en tiempo y costo de mantenimiento, sin en cambio este método en la empresa no se ocupa ya que se tiene un programa de proyectos donde se trabaja con diagramas de gantt. En las graficas de gantt barras de herramientas horizontales que muestran fases del proyecto, útiles para su control y seguimiento, se controla también trabajos de mantenimiento (órdenes de trabajo de mantenimientos preventivos, correctivos), trabajos pendientes entre otros. Estas gráficas pueden producirse en un software llamado project 2000 que más adelante veremos.

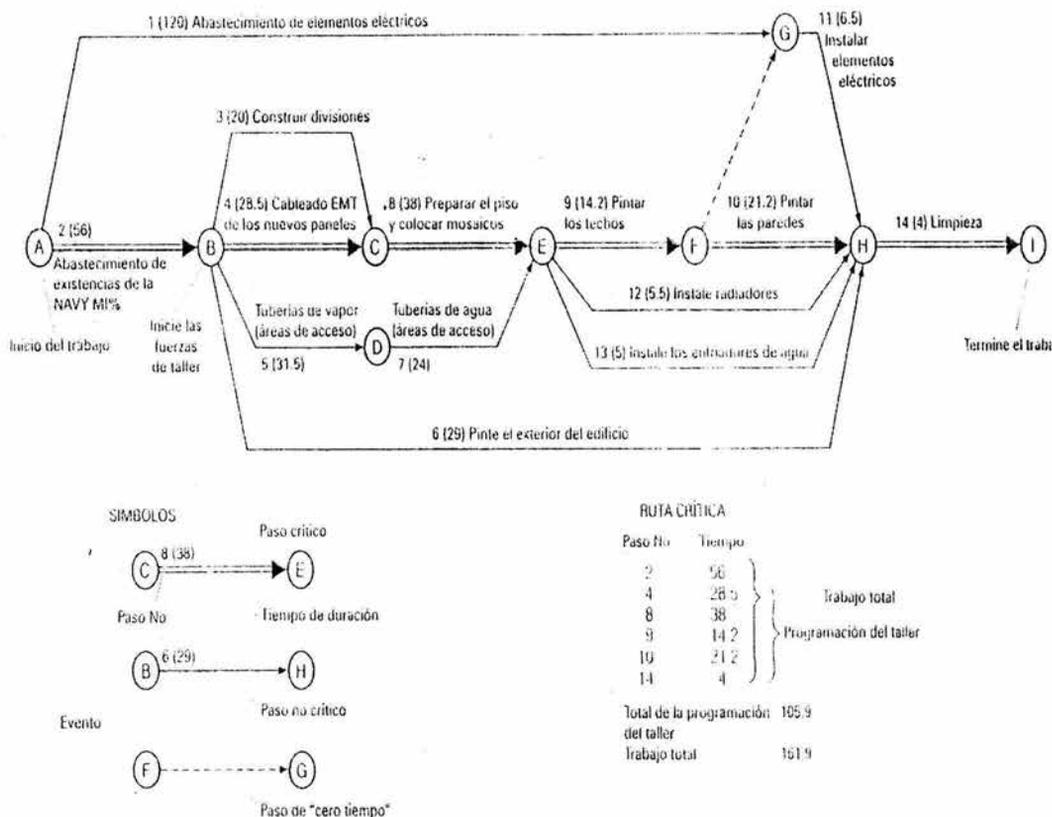


Figura 12. Ejemplo de programa de ruta crítica.

4.3 Establecimiento y prioridad del trabajo de mantenimiento

La programación del trabajo encomienda al personal de mantenimiento las asignaciones específicas de trabajo con la suficiente anticipación como para garantizar la máxima coordinación entre mano de obra, material y equipo. Donde la programación del trabajo es un plan de acción cuidadosamente preparado que ha considerado la disponibilidad de mano de obra, materiales, equipos y las prioridades relativas de los trabajos.

Los principios importantes para programar efectivamente el mantenimiento son:

- Los programas deberán estar basados en lo que sea más probable que suceda y no en lo que nos gustaría que sucediera, programación realista primer punto efectivo de que las tolerancias se adapten a las condiciones existentes en la planta.
- Debe realizarse una revisión del programa, excita flexibilidad en el sistema de tal forma que puedan enfrentarse las interrupciones de ultimo minuto.
- Causa para la revisión son las emergencias que tienen una frecuencia más alta que lo planeado, como que las piezas no llegan a tiempo entre otros.
- Un programa es un medio para lograr un fin, y no un fin en si mismo. En ocasiones el entusiasmo del departamento de mantenimiento hace perder de vista los objetivos de un buen trabajo o programa, planear las urgencias esperadas

La persona encargada de planear, controlar y programar el mantenimiento de la planta debe tener a su alcance elementos antes de iniciar como son la orden de trabajo, el plan de trabajo (para un trabajo correctivo mayor), la acumulación de órdenes de trabajo pendientes, el reporte de disponibilidad de mano de obra y materiales, el programa maestro de mantenimiento preventivo y el programa de producción, todo esto se tiene almacenado en una base de datos de una computadora en un paquete llamado MP y un control de plantación de trabajos a través de un paquete llamado project 2000 (Fig. 13). Donde el programador conoce los índices históricos de las órdenes de trabajo terminadas por día, turno y departamento.

Reporte de control de mantenimiento								
Semana que termina:	Semana actual			Mes a la fecha				
Variable de control	Planeado	Real	Variación	Planeado	Real	Variación	%	Meta
Mantenimiento preventivo								
Urgencia								
Correctivo mayor								
Correctivo menor								
Trabajo de rutina								
Trabajo de servicio								
Trabajo de proyecto								
Total de horas de trabajo productivo								

Figura 13. Forma de reporte control de mantenimiento.

Muchas veces en la recepción de órdenes de trabajo, las ordenes quedan pendientes y éstas se van acumulando, el programador las organiza, compila y actualiza en forma fácil de consultar. Cada orden de trabajo se identifica con su nivel de prioridad, los estimados de tiempos de mano de obra fechas de recepción y fecha de terminación. Por lo general, se utiliza un sistema formal de prioridades, ordenarán en una lista de tal forma que los trabajos con la más alta prioridad queden al principio.

Este reporte es el principal herramental para programar los trabajos por lo tanto su exactitud es critica para una programación efectiva . Debe tener cuidado de eliminar órdenes de trabajo ya terminadas, de identificar trabajos parcialmente terminados y de toda solicitud de trabajo que se tenga conocimiento se encuentre en la lista. Además la utiliza la administración como herramienta para identificar la carga de trabajo para el departamento de ingeniería y mantenimiento, y para las diversas áreas de trabajo dentro del mismo, así mismo es un excelente indicador oportuno de problemas potenciales.

El mantenimiento se administra con dos restricciones : fondos limitados y mano de obra limitados. Estas restricciones deciden el tamaño del trabajo en mantenimiento, a menos que el trabajo pueda hacerse más grande o más pequeño añadiendo dinero o trabajadores adicionales, al agrandar el tamaño de un trabajo se reducen otros.

Sistemas sencillos para establecer prioridades. Para que el departamento de ingeniería y mantenimiento pueda decidir cuál cliente o tipo de trabajo recibe su parte adecuada de recursos, es necesario que se usara algún tipo de sistema de prioridades, lo más frecuente es que esta decisión sea del supervisor de

mantenimiento. El sistema que es muy sencillo, que tiene tres prioridades, que se emplea con mayor frecuencia es el trabajo “A” tiene la máxima prioridad, el “B” tiene la siguiente y el “C” la más baja.

Muchas veces este tipo de sistema no se sigue como tal, por lo que las decisiones que se toman no son las más correctas y el departamento de ingeniería y mantenimiento sufre las consecuencias, este tipo de sistema también se ocupa para clasificar las refacciones en el almacén y pienso que no es el más adecuado para el mismo.

Aunque existen otros sistemas de prioridades como el RIME, este no es empleado en esta industria y su técnica consiste en dos procedimientos: la categorización de cada parte del equipo y la clasificación de cada tipo de trabajo de mantenimiento. Cada tipo de equipo y clase de trabajo se clasifica en una escala del 1 al 10. El diez es el que tiene la máxima prioridad. Estas decisiones las toma el departamento de mantenimiento y producción cuando el sistema esta preparado y, por lo general, se cambia cuando se cambia el equipo o las prioridades funcionales de la instalación.

CAPITULO 5

EQUIPO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Dentro de las industrias existen diferentes tipos de máquinas y equipos que están en operación y a la vez necesitan de un mantenimiento, esta industria de fabricación de herramientas no es la excepción. Como ya se ha dicho no sólo se necesita llevar a cabo un historial de las máquinas de cuándo y cómo hacer su mantenimiento, sino también contar con manuales y asesoría de los fabricantes de estas máquinas y equipos para poder brindar un mejor servicio a la planta. Entre los equipos tenemos:

5.1 Equipos de transmisión mecánica de potencia

Engranajes y transmisiones encerradas por engranes

La funciones de las transmisiones de engranes son reducir la velocidad, aumentar velocidad, multiplicar el par de torsión y posicionar las flechas, así como su utilización para transmitir de manera uniforme movimiento rotatorio y potencia de una flecha a otra.

Los engranes más comunes se muestran en las Fig. 14,15,16. Otros tipos de engranes disponibles son, por lo general, modificaciones de los engranes básicos.

Engranés rectos. Tienen una superficie de paso cilíndrica y dientes que son paralelos al eje geométrico, estos operan sobre ejes geométricos paralelos.

Cremallera recta. Tiene una superficie de paso plana y dientes rectos colocados en un ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento.

Engranés helicoidales. Tienen una superficie de paso cilíndrica y dientes helicoidales, los engranes helicoidales paralelos operan sobre ejes geométricos paralelos. Los engranes helicoidales externos montados sobre ejes paralelos tienen hélices en sentidos contrarios, si son internos tienen el mismo sentido, los engranes helicoidales sencillos tienen dientes en un solo sentido en cada engrane. Los engranes helicoidales dobles tienen dientes hacia la derecha y la izquierda en cada engrane, los dientes se encuentran separados por medio de un espacio entre las hélices lo que se conoce como engranes de espinas de pescado. Engranés helicoidales cruzados operan sobre ejes cruzados, llamados también engranes espirales, tienen dientes en los mismos o en diferentes ángulos de la hélices, en el mismo sentido una combinación de engrane recto y helicoidal.

Engrane de tornillo sinfín. Incluye el tornillo sin fin y sus engranes aparejados, sus ejes geométricos se encuentran en ángulos rectos. Rueda sinfín es la pareja de un tornillo sinfín donde éstos están unidos y tienen una línea de contacto y se dice que es una envolvente. El tornillo sinfín cilíndrico tiene uno o más dientes en forma de rosca de tornillo sobre un cilindro, el tornillo sinfín doble envolvente este tipo de engrane comprende los engranes de tornillo sinfín de envoltura completa.

Existen también engranes cónicos que tienen superficies de paso cónicas y funcionan sobre ejes geométricos que se interceptan, suelen estar en ángulo recto.

Los engranes de inglete son otro tipo de engrane cónico pero acoplado, engrane cónico recto, en espiral este tiene los dientes curvos y oblicuos.

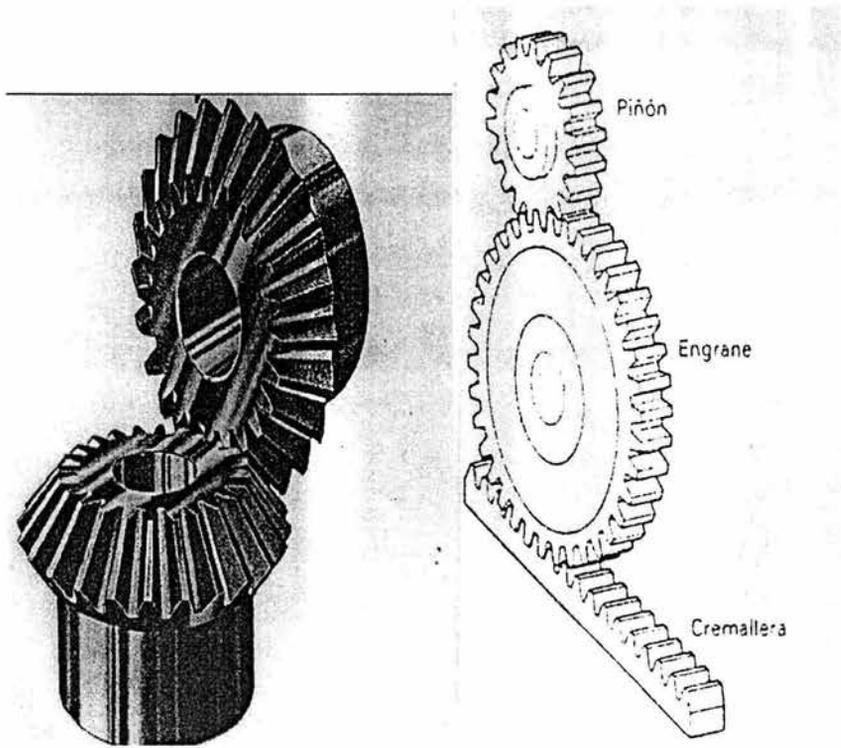


Figura 14, 15. Engranes cónicos, rectos y cremallera recto.

Algunos de los campos de aplicación de estos tipos de engranes en la planta son en agitadores, alimentadores, barnett I, II, IV, alisadoras de bordes, cortadoras de caras, alisadoras de caras, cortadoras de bordes, cortadora de redondas, picadora de caras, picadora de lomos, fresadora de flexible, desengrasador, máquinas y herramientas, cizallas, troqueles, martillos automáticos, rectificadoras de cinceles, entre otros equipos.

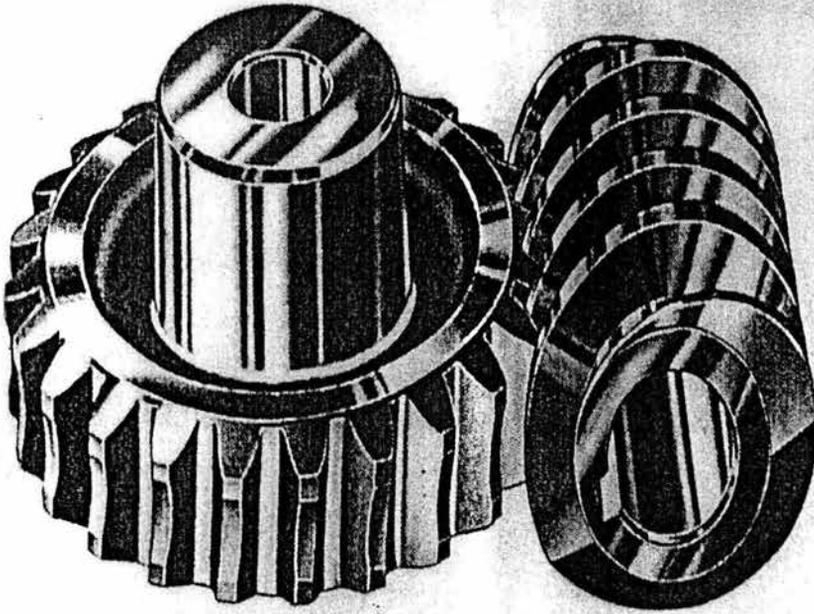


Figura 16. Engrane de tornillo sinfin.

La cantidad de materiales que se utilizan para fabricar los engranes es amplia, pueden ser ferrosos, no ferrosos y no metálicos, es común ver aquí que utilicen acero (4140 tratado o recocido, 9840, M2, D2), hierro, bronce en pares de engranes. A menudo también se utiliza el tratamiento térmico para algunos engranes. Los engranes suelen cambiarse cuando un equipo tiene mantenimiento correctivo, preventivo o cuando por descuido del operador llegan a romperse los engranes, Cuando esto llega a suceder se recurre a tablas de engranes para fabricar el engrane (tabla 5.1).

DIAMETROS EXTERIORES

PASO DIAMETRAL

núm. de dientes	3P	4P	5P	6P	8P	10P	12P	14P	16P
10	4.000	3.000	2.400	2.000	1.500	1.200	1.000	.857	.750
11	4.333	3.250	2.600	2.167	1.675	1.300	1.083	.929	.812
12	4.667	3.500	2.800	2.333	1.750	1.400	1.167	1.000	.875
13	5.000	3.750	3.000	2.500	1.875	1.500	1.250	1.071	.937
14	5.333	4.000	3.200	2.667	2.000	1.600	1.333	1.143	1.000
15	5.667	4.250	3.400	2.833	2.125	1.700	1.417	1.214	1.062
16	6.000	4.500	3.600	3.000	2.250	1.800	1.500	1.286	1.125
17	6.333	4.750	3.800	3.167	2.375	1.900	1.583	1.357	1.187
18	6.667	5.000	4.000	3.333	2.500	2.000	1.667	1.429	1.250
19	7.000	5.250	4.200	3.500	2.625	2.100	1.750	1.500	1.312
20	7.333	5.500	4.400	3.667	2.750	2.200	1.833	1.571	1.375
21	7.667	5.750	4.600	3.833	2.875	2.300	1.917	1.643	1.437
22	8.000	6.000	4.800	4.000	3.000	2.400	2.000	1.714	1.500
23	8.333	6.250	5.000	4.167	3.125	2.500	2.083	1.786	1.562
24	8.667	6.500	5.200	4.333	3.250	2.600	2.167	1.857	1.625
25	9.000	6.750	5.400	4.500	3.375	2.700	2.250	1.929	1.687
26	9.333	7.000	5.600	4.667	3.500	2.800	2.333	2.000	1.750
27	9.667	7.250	5.800	4.833	3.625	2.900	2.417	2.071	1.812
28	10.000	7.500	6.000	5.000	3.750	3.000	2.500	2.143	1.875
29	10.333	7.750	6.200	5.167	3.875	3.100	2.583	2.214	1.937
30	10.667	8.000	6.400	5.333	4.000	3.200	2.667	2.286	2.000
31	11.000	8.250	6.600	5.500	4.125	3.300	2.750	2.357	2.062
32	11.333	8.500	6.800	5.667	4.250	3.400	2.833	2.429	2.125
33	11.667	8.750	7.000	5.833	4.375	3.500	2.917	2.500	2.187
34	12.000	9.000	7.200	6.000	4.500	3.600	3.000	2.571	2.250
35	12.333	9.250	7.400	6.167	4.625	3.700	3.083	2.643	2.312
36	12.667	9.500	7.600	6.333	4.750	3.800	3.167	2.714	2.375
37	13.000	9.750	7.800	6.500	4.875	3.900	3.250	2.786	2.437
38	13.333	10.000	8.000	6.667	5.000	4.000	3.333	2.857	2.500
39	13.667	10.250	8.200	6.833	5.125	4.100	3.417	2.929	2.562
40	14.000	10.500	8.400	7.000	5.250	4.200	3.500	3.000	2.625
41	14.333	10.750	8.600	7.167	5.375	4.300	3.583	3.071	2.687
42	14.667	11.000	8.800	7.333	5.500	4.400	3.667	3.143	2.750
43	15.000	11.250	9.000	7.500	5.625	4.500	3.750	3.214	2.812
44	15.333	11.500	9.200	7.667	5.750	4.600	3.833	3.286	2.875
45	15.667	11.750	9.400	7.833	5.875	4.700	3.917	3.357	2.937
46	16.000	12.000	9.600	8.000	6.000	4.800	4.000	3.429	3.000
47	16.333	12.250	9.800	8.167	6.125	4.900	4.083	3.500	3.062
48	16.667	12.500	10.000	8.333	6.250	5.000	4.167	3.571	3.125
49	17.000	12.750	10.200	8.500	6.375	5.100	4.250	3.643	3.187
50	17.333	13.000	10.400	8.667	6.500	5.200	4.333	3.714	3.250
51	17.667	13.250	10.600	8.833	6.625	5.300	4.417	3.786	3.312
52	18.000	13.500	10.800	9.000	6.750	5.400	4.500	3.857	3.375
53	18.333	13.750	11.000	9.167	6.875	5.500	4.583	3.929	3.437
54	18.667	14.000	11.200	9.333	7.000	5.600	4.667	4.000	3.500
55	19.000	14.250	11.400	9.500	7.125	5.700	4.750	4.071	3.562

Tabla 5.1. Tabla de engranes rectos diámetro exterior.

Resultan de gran ventaja las transmisiones encerradas por engranes desde seguridad, retención de lubricante, protección contra medio ambiente, economía, disponibilidad, debido a la variedad tipos y tamaños, resultan de fácil instalación y mantenimiento, ya que la información es proporcionada por el fabricante. Algunos fabricantes en su hoja de información de instalación, operación y mantenimiento nos dicen:

Montaje .- La unidad debe mantenerse en posición para la que fue diseñada.

Cimentación .- Para facilitar el drenaje de aceite los cimientos de la unidad arriba del nivel de aceite del piso, pueden montarse en bases de estructura de acero o anclas de concreto.

Nivelación .- Se debe nivelar la unidad con laines debajo de las patas y asegurarse que estén apoyadas para evitar distorsiones en la caja.

Operación .- Cerciorarse de que la unidad tenga aceite al nivel indicado, el aceite recomendado depende de la temperatura ambiente de operación que va 0° a 20°C , operar la unidad a la potencia, velocidad y relación que indica la placa de datos, etc.

Mantenimiento.- Seguir las instrucciones del croquis y etiquetas de aviso, a los 15 días de operación o máximo 100 horas cambiar el lubricante cuidando de cambiar totalmente el aceite usado y las impurezas, después cambiar cada tres meses, verificar periódicamente el nivel de aceite y que los tapones de aceite no presenten fugas, Usar las graseras según los croquis de lubricantes, usar grasa SKF Gra-2P o equivalente.

El mantenimiento en engranes abiertos o semiabiertos se debe hacer con arreglos necesarios para lubricar adecuadamente, ya sea con grasas o aceites darles una mayor limpieza ya que se encuentran al intemperie expuestos a polvos y otras impurezas, contar con una inspección más continua para evitar fallas en el equipo, el montaje de estos debe lograrse mediante cojinetes de capacidad apropiada para dar cabida a las cargas de empuje correspondientes.

Cojinetes (rodamientos)

Existen una gran variedad de cojinetes en el mercado como son: ajuste de la flecha, de alojamiento, anillo, asiento de flecha, carga axial, carga radial, cojinete de bolas, cavidad, de alineación, de empuje, de rodillos, de rodillos esféricos, rodamientos cónicos, rodillos de aguja, tasa, separador, chumaceras, etc. Los cojinetes suelen constar de cuatro componentes esenciales, anillo interior y exterior, con sus pistas correspondientes; un complemento de elementos rodantes (bolas o rodillos) y una jaula, retenedor o separador. Al entrar en funcionamiento, las superficies endurecidas y rectificadas de las pistas, forman el carril que deben seguir los elementos rodantes mientras transmiten la carga de los elementos dinámicos. Muchos cojinetes están diseñados también con protectores o sellos que permiten prelubricar los cojinetes, así como proteger los elementos rodantes contra la contaminación (Fig.17).

La vida del cojinete se expresa como el número de revoluciones o el de horas que el cojinete funcionará a una velocidad determinada antes de que los elementos rodantes o las pistas presenten cualquier evidencia de fatiga.

Mantenerlos limpios .- Trabaje en un ambiente libre de polvo y humedad, el instalador hará lo posible para garantizar la limpieza mediante lienzos limpios y artículos similares.

Planear el trabajo .- Informar con anticipación acerca de lo que hará y tener a la mano las herramientas necesarias.

Preparación e inspección .- Antes de armar las piezas deben de estar al alcance de la mano y limpias, los alojamientos deben estar limpios, soplear las perforaciones para el aceite, no utilizar mangueras de aire en los cojinetes. Los hombros de la flecha y los anillos espaciadores que estén en contacto con el cojinete deben formar ángulo recto con el eje de la flecha.

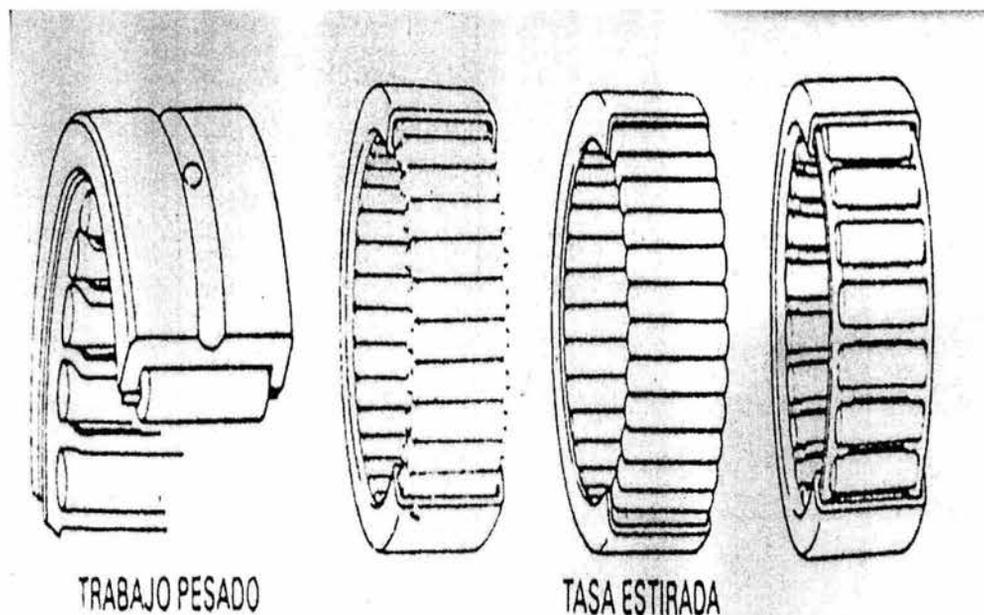


Figura 17. Cojinetes de aguja que permite prelubricar.

En el montaje de cojinetes existen métodos como son:

Método de expansión térmica . La mayoría de las aplicaciones necesitan en la flecha un ajuste de interferencia adecuado. El montaje se simplifica calentando el cojinete para expandirlo lo suficiente de modo que se deslice sobre la flecha. Son dos métodos de calentamiento más comunes:

1.- Inmersión en un tanque de aceite caliente (Fig. 18).

2.- Calentando por inducción.

Método de prensa de husillo. Sólo se usa para los cojinetes de tamaño pequeño, consiste en prensar el cojinete en la flecha o en el alojamiento. Esto puede hacerse mediante una prensa de husillo y un tubo de montaje.

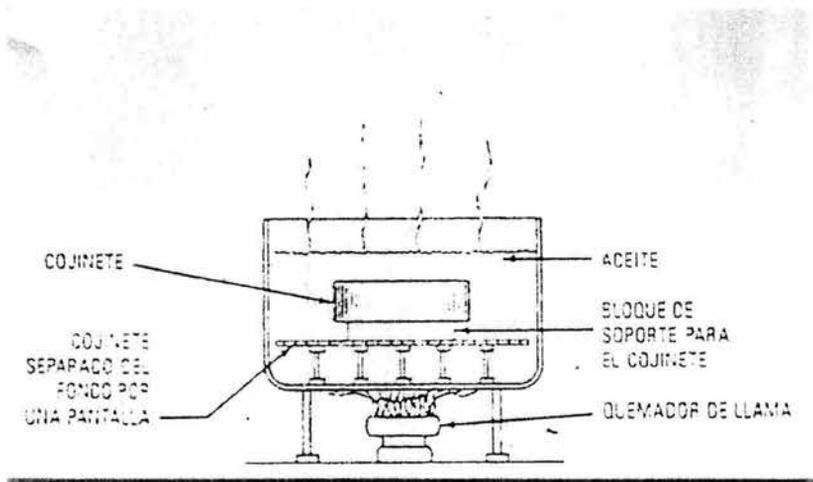


Figura 18. Tanque de inmersión de aceite

Método hidráulico. Se retira la placa de fijación o tuerca de seguridad, se consigue un medio para tirar del cojinete hasta que salga de la flecha, se puede usar un extractor de cojinetes en el anillo exterior sin dañar las pistas ya que sólo se necesita una fuerza nominal para retirar los cojinetes.

Debido a que la lubricación tiene un efecto en la vida y operación de los cojinetes, la elección del lubricante adecuado es una función importante. El propósito de la lubricación en los usos de los cojinete es:

- 1.- Minimizar la fricción en los puntos de contacto dentro de los cojinetes.
- 2.- Proteger de la corrosión las superficies de terminado muy fino del cojinete.
- 3.- Disipar el calor que se genera en los cojinetes.
- 4.- Retirar la materia extraña o evitar que ésta penetre en los cojinetes.

Los dos tipos de lubricantes que se utilizan con los cojinetes antifricción son los aceites y las grasas, cada uno tiene ventajas y limitaciones. Los aceites por ser líquidos lubrican todas las superficies y son capaces de disipar el calor de las mismas con mayor facilidad, además pueden usarse en aplicaciones de velocidad y temperatura altas, es posible controlar con exactitud la cantidad de aceite que se suministra al cojinete y tener una lubricación más efectiva. La grasa que es más fácil de retener en el alojamiento, se comporta como sellador contra la materia extraña y los humos corrosivos. Sus aplicaciones son dentro de la planta desde barnett hasta lo que son máquinas y herramientas.

Transmisiones con bandas

Las transmisiones con bandas son el método más usado para la transmisión de potencia con un medio flexible, las mejoras en materiales y métodos de manufactura han hecho posible la introducción de nuevas bandas con posibilidades de aplicación mucho más extensas. Las bandas se clasifican en cuatro tipos que son: plana, en V, con nervaduras en V y síncronas, aunque cada uno de estos tipos básicos resulta más adecuado para ciertas áreas de aplicación (Fig.19).

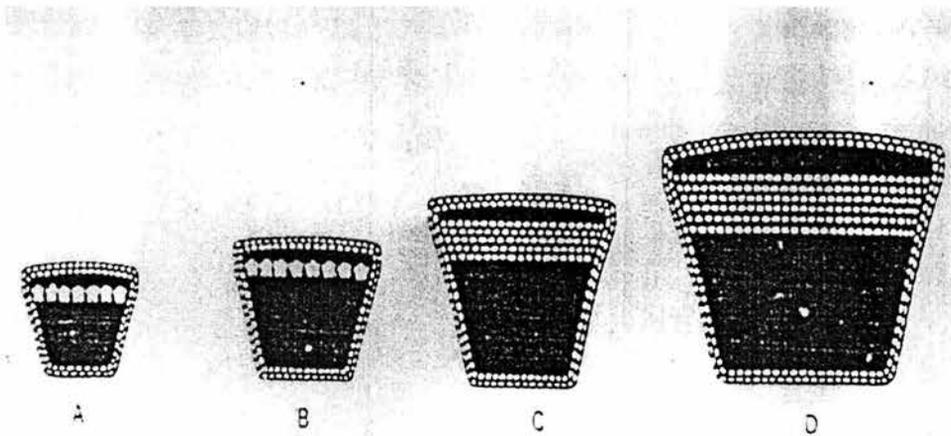


Figura 19. Secciones transversales de bandas en V

Las bandas planas es una de las primeras formas empleadas para transmitir potencia con un medio flexible de mejor adaptación en aplicaciones con alta velocidad y poco caballaje, su sección transversal delgada y flexible permite trabajar en diámetros pequeños. La desventaja es que las bandas planas son dependientes de la fricción para transmitir potencia, estas bandas necesitan mayor tensión para realizar trabajo lo cual trae como consecuencia mayor carga en la

flecha y cojinete, así mismo la necesidad de mayor tensión puede causar que la banda se estire y provocar que se deslice con mayor facilidad que una banda en V.

Las bandas en V son las más usadas en la actualidad y son las únicas que pueden usarse en transmisiones que tengan paso variable y un amplio rango de velocidad. El problema de la tensión da como resultado la creación de este tipo de banda. Este tipo de banda a diferencia de la bandas planas tiene un sección transversal en forma de V que se introduce en una polea como si fuese una cuña en el canal de ésta que permite tener mayor capacidad, tienen una mayor estabilidad y pueden funcionar con tensión inferior a las planas. existen varios tipos de bandas en V para trabajo pesado, angostas, para velocidad variable y para trabajo ligero.

Las bandas con nervaduras en V se acoplan en canales en una polea acanalada pero no tienen toda la capacidad de acñamiento que las anteriores, funcionan con tensiones un poco mayores a las anteriores, es más estable que las bandas en V, actualmente se utilizan con nervadura truncada que permite mayor acción de cuña.

Las bandas síncronas o de transmisión positiva, son especialmente adecuadas para las aplicaciones que necesiten una velocidad de entrada y salida sincronizada, la ventaja de este tipo de banda es que transmite cargas en un amplio rango de velocidad con muy poco ruido y sin lubricación y resulta muy útil para algunas aplicaciones, necesitan tolerancias de alineación más precisas para evitar fallas o desgastes prematuros.

En la instalación de bandas múltiples se deben de remplazar todas, ya que al combinar nuevas bandas con viejas las primeras serán más tensas y trasportarán más carga que la que les corresponda y fallarán antes de tiempo. Asegurarse que las

bandas sean del mismo fabricante ya que las bandas pueden tener características diferentes y trabajar unas en perjuicio de otras.

Cuando se tiene el tipo de banda que se instalará al momento de colocarlas lo importante es no hacer palanca ni hacer rolar la banda en la polea porque puede causar daño en las cuerdas de tensión y acortar la vida útil, la forma adecuada es usar el mecanismo de ajuste de la transmisión por lo general en la base del motor para acercar las poleas y permitir que la banda se coloque con facilidad, usando una barra para mover el motor. Mantener los rieles libres de suciedad, polvo y herrumbre, lubricar con frecuencia, así el cambio de bandas será más sencillo.

5.2 Equipos neumáticos

En la actualidad, la necesidad de automatizar la producción no afecta únicamente a las grandes empresas, sino también a la pequeña industria y esta empresa no es la excepción, la fuerza neumática puede realizar muchas funciones mejor y más rápidamente, sobre todo durante más tiempo sin sufrir los efectos de fatiga. No obstante sustituir actividades manuales con dispositivos mecánicos y neumáticos, sólo es un paso en el proceso de automatización en la producción industrial.

La energía neumática no es utilizable en todos los casos de automatización ya que está sometida a ciertas limitaciones en lo que se refiere a fuerza, espacio, tiempo y velocidad. Esta tecnología su ventaja más importante es la flexibilidad y variedad de aplicaciones en casi en todas las ramas de la industria, y es la

neumática en la práctica una esencial aportación como magnífico medio de racionalización y automatización.

Aunque la neumática funciona con aire comprimido, esto tiene también su principal ventaja como es el aire que está disponible en cualquier parte y en cantidades prácticamente inagotables, el aire puede suministrarse en tuberías a distancias largas, no necesita retorno, el aire no ofrece peligro de explosión, es indiferente a las oscilaciones de la temperatura. Otras ventajas son: los compresores no funcionan constantemente, el aire es limpio, no contamina en caso de fugas en los elementos, los elementos de trabajo son fáciles de montar, el aire comprimido es un medio de trabajo altamente veloz, la potencia y velocidad pueden ser regulados, los elementos neumáticos pueden someterse a esfuerzos por lo que son seguros frente a sobrecargas y entre las desventajas encontramos que el aire requiere de acondicionamiento previo pues no debe tener humedad y suciedad, el aire dado que es comprimible no permite obtener velocidades homogéneas y constantes de cilindros, los sistemas neumáticos sólo son económicos hasta determinadas potencias según la distancia y velocidad, entre otros.

En los elementos neumáticos su punto principal lo constituye la función de éstos; su estructura está condicionada por la construcción de los mismos y por esta razón pueden variar algunos detalles dependiendo del fabricante (Fig. 20). Los elementos neumáticos se dividen en :

1.- elementos de posicionamiento o trabajo (transformadores de energía) cilindros y motores neumáticos.

2.- elementos de mando y pilotaje de los anteriores, válvulas de vías.

3.- elementos de bloqueo, presión y flujo.

4.- elementos de transmisión de energía. Conductos, racores, unidades de mantenimiento .

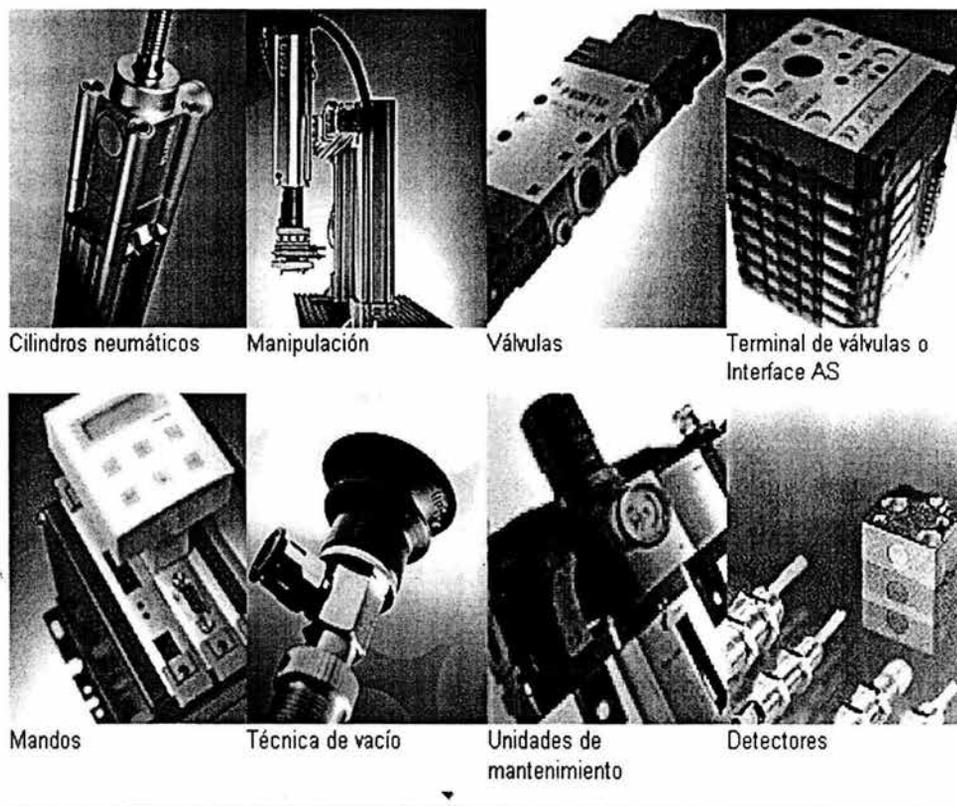


Figura 20. Elementos neumáticos.

La localización de fallas en los sistemas neumáticos nos permite reducir el tiempo de paro y la puesta en marcha lo antes posible, en un sistema neumático las fallas pueden surgir en los siguientes lugares:

1.- En la activación de los componentes neumáticos en la máquina.

2.- En la activación de componentes del sistema neumático mismo.

Las fallas de las máquinas y muchos sistemas neumáticos pueden ser reparados por operarios que cuenten con la debida experiencia. Los técnicos encargados del mantenimiento efectúan un análisis y, si procede, recurren a las observaciones hechas por los operarios para localizar y resolver las fallas, es necesario después de surgir el primera falla se adapten medidas para la reparación y reducir al mínimo los paros posibles. La vida útil de los elementos neumáticos aumenta si los servicios de mantenimiento se efectúan sistemáticamente, para esto se elaboran planes de mantenimiento, y no solo debe atenderse los sistemas neumáticos sino los compresores y tuberías.

5.3 Equipos Hidráulicos

El aceite hidráulico trabaja en aparatos y mecanismos de una determinada manera (fuerza, velocidad y trabajo), su nombre correcto es oleohidráulica al ser el aceite un fluido que circula por tuberías. La clave de entender la hidráulica es que los aceites no son compresibles (pero si elásticos), los aceites transmiten en todas las direcciones la presión que se les aplica, toman la forma de la tubería o aparato, por lo que circulan en cualquier dirección, permiten multiplicar la fuerza aplicada y son directamente proporcionales a su superficie.

El control de una instalación hidráulica se realiza mediante válvulas las cuales regulan presión, caudal, distribuyen o abren y regulan potencia. Existen

otros equipos también en un sistema hidráulico como son de accionamiento, bombas, motores, servo válvulas y varios pistones (Fig.21).

El mantenimiento de este tipo de equipos es esencial para su correcto funcionamiento, el principal en un sistema hidráulico es el aceite, la entrada de polvo en cualquier momento causa desgaste en los componentes, la eficiencia del sistema se reduce, produciendo atascos, cavitación en una bomba, tuberías tapadas entre otros, para evitar este tipo de problemas es necesario cambiar el aceite hidráulico, limpiar todos los circuitos (depósito, filtros, aceite), revisión de tuberías para evitar fugas, revisión de conexiones, ya que la avería de un componente hidráulico es muy costoso y trae como consecuencia el paro de equipos de producción.

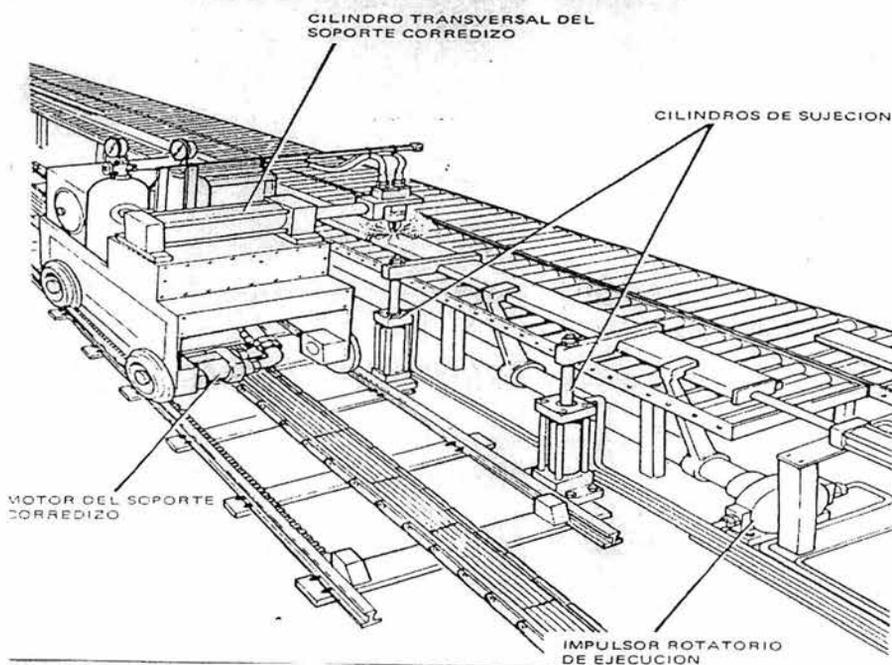


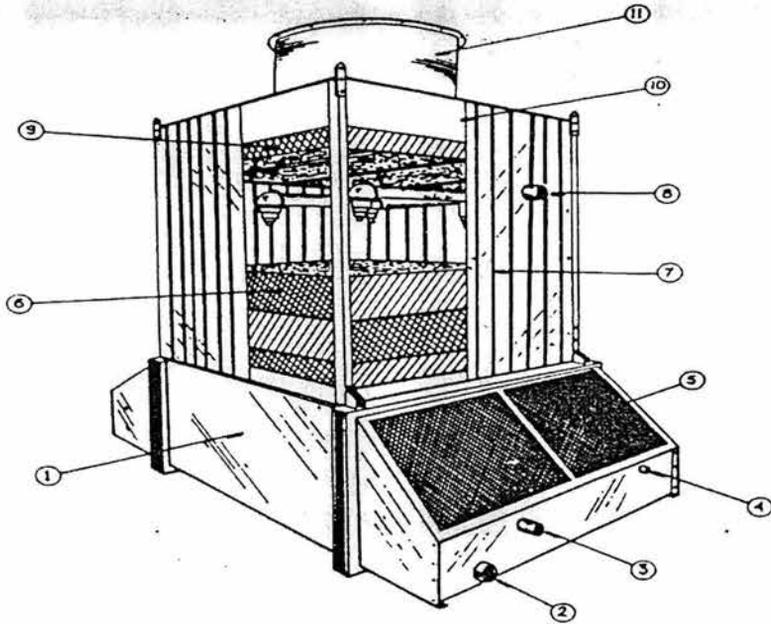
Figura 21. Sistema Hidráulico.

5.4 Torres de enfriamiento

En una torre de enfriamiento el agua se enfría por exposición al aire después de cada pasada o ciclo, la cual permite volver a usar muchas veces la misma agua.

En este tipo de equipos se establece un mantenimiento periódico en las partes mecánicas, como la lubricación de cojinetes de los motores, el aislamiento de los motores, el cambio de aceite de los reductores de velocidad, revisión del piñón y la cremallera para que no hagan juego, las fugas de aceite del piñón o el eje del ventilador indican sellos gastados. En lo que se refiere al mantenimiento en la estructura hay que limpiar la basura, mugre incrustaciones de insectos del sistema de distribución, hay que reparar o cambiar partes dañadas, se limpian y pintan todos los metales que se puedan corroer, reapretar los tornillos flojos, cuando haga paro la torre vaciar toda el agua para evitar la corrosión.

Este tipo de torres de enfriamiento (Fig.22) es utilizado en esta empresa para mantener el agua de temple a una temperatura adecuada para templar algunas herramientas, también se utiliza en los sistemas del horno de inducción, sala de fuerza y hornos de recocido de ojillo .



1.- CISTERNAS DE AGUA FRÍA
 2.- SALIDA DE AGUA FRÍA
 3.- REPOSADERO
 4.- REPOSICION DE AGUA
 5.- ENTRADA DE AIRE
 6.- RELLENO

7.- CUERPO
 8.- ENTRADA AGUA CALIENTE
 9.- ELIMINADOR DE ROCIO
 10.- CAMARA PLENA
 11.- VENTILADOR CON MOTOR

Figura 22. Torre de enfriamiento con secciones

5.5 Bombas centrífugas

También denominadas rotativas, tienen un rotor de paletas giratorio sumergido en líquido, éste entra en la bomba cerca del eje del rotor y las paletas lo arrastran, el cual proporciona velocidad al líquido. Este tipo de bombas también se emplean en serie, las bombas deben de ser cebadas antes de empezar a funcionar,

esto puede lograrse mediante una válvula de retención colocada a la entrada del líquido o introduciendo líquido desde el exterior.

Dar mantenimiento a una bomba es importante ya que varios equipos dependen de éstas, todas las partes de la bomba son removibles, para el mantenimiento del cuerpo se desconecta la tubería de succión y descarga, se saca el cuerpo intermedio del acoplamiento. Para el mantenimiento del impulsor no se necesita de remover la tubería, simplemente se quitan las tuercas del cuerpo, esto deja al descubierto el impulsor, se examina si hay desgaste o deterioro, cuando es necesario cambiar el rotor se quita el tornillo de la flecha y se remueve el rotor cuidando de no maltratar la flecha.

Se revisan también los sellos de la flecha al retirar el cuerpo y el impulsor, cambiar si muestran desgaste o deterioro. Las bombas son importantes ya que llevan a cabo un sistema de circulación y de recirculación como en un sistema de salmuera que es necesaria para el temple de limas, en sistema de esmeriles para quitar el exceso de material, etc.

5.6 Subestación eléctrica

Estos equipos son los más importantes de la planta de fabricación de herramientas ya que la mayoría de los equipos trabajan con energía eléctrica y sin ella los equipos estarían fuera de servicio. La subestación eléctrica es un conjunto de elementos que sirven para transformar las características de la energía eléctrica (voltaje, corriente) o para transformar la energía eléctrica de C.A a C.D., también

interviene en etapas de la energía eléctrica como es la transmisión, la distribución y la utilización.

Las subestaciones eléctricas se pueden clasificar: por su operación (C.A,CD), por la función que desempeñan (elevadores, reductores, de enlace, rectificadores), por construcción (tipo intemperie, tipo interior, tipo blindado). Los elementos principales de un subestación eléctrica son los siguientes : transformador, interruptor, restaurador, cuchilla fusible, cuchilla desconectadora, apartarayos, transformador de instrumento (potencial y corriente), red de tierras, tablero de control, estructura, equipo de filtrado de aceite, alumbrado, herrajes, sistema de enfriamiento.

El mantenimiento a una subestación eléctrica se basa en la revisión o cambios si existen algunas partes en mal estado o deterioro en cuchillas, interruptores, tablero de control, red de tierras, lo más importante es la revisión del transformador el cual está dentro de un recipiente que contiene aceite, el cual funciona como refrigerante, a su vez es también un buen aislante, este aceite debe estar libre de partículas que puedan servir de puente y puedan causar un corto aunque cuenta este sistema con filtros los cuales se revisa que se encuentran en buen estado para que éste siga en una buena operación. Por otra parte, la temperatura final con el ciclo de carga en el transformador determina la carga que puede operar el transformador sin que se dañen sus aislamientos y pueda tener una falla en el momento de estar operando (Fig.23).

DIAGRAMA ELEMENTAL DE UNA SUBESTACION INDUSTRIAL

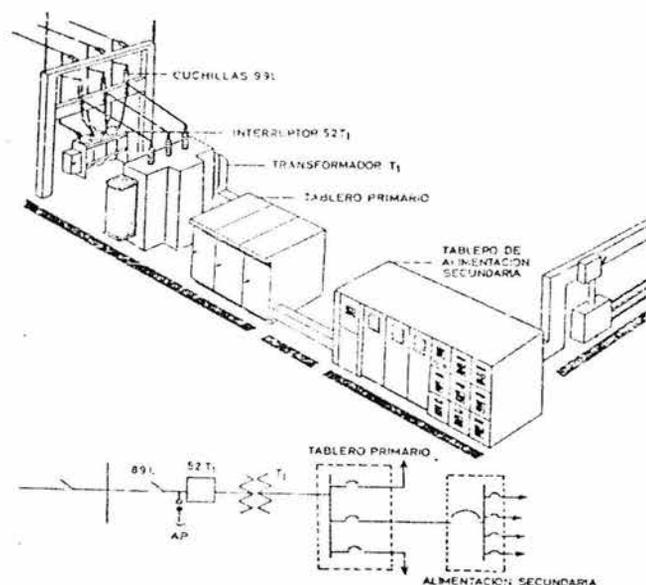


Figura 23. Sistema de subestación eléctrica

5.7 Hornos

La empresa cuenta con diferentes tipos de hornos los cuales son ocupados en diferentes procesos de producción como son los hornos de campana para recocido y revenido, hornos de recocido de ojillo, hornos de recocido, de calentamiento de espiga (forja), hornos de gas y horno de inducción (Fig. 24), estos dos últimos son para el área de laminación, aquí las barras de acero 1040 son calentadas hasta alcanzar una temperatura entre 800 °C y 900 °C para que después pasen al proceso de laminación (tren laminador).

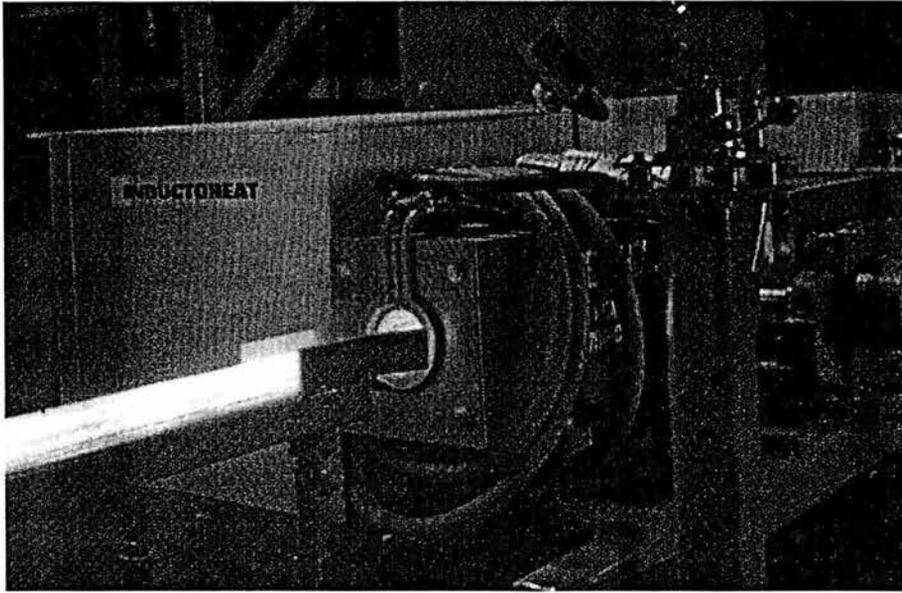


Figura 24. Horno de inducción

El mantenimiento en estos equipos es la revisión de sistemas de enfriamiento (tuberías, válvulas, etc), sistema hidráulico (en el caso de hornos de campana), su aislamiento térmico, su revestimiento interno que es de tabique refractario, tableros de control, ventiladores, mediante los programas de mantenimiento estos sistemas son revisados y dado el caso son sustituidas las partes que se encuentren en mal estado o deterioro.

CAPITULO 6

PAQUETERÍA AUXILIAR DEL MANTENIMIENTO

6.1 MP V8 para windows y su función en el mantenimiento

En la actualidad, y contrario a lo que comúnmente se supone, el mantenimiento es una oportunidad para que muchas compañías incrementen sus utilidades. Nos encontramos en plena era de la informática y las computadoras han aportado una enorme eficiencia a los departamentos administrativos eliminando tareas repetitivas y las tradicionales pilas de papel. Pero aun así, las empresas invierten fuertes cantidades de dinero en equipamiento productivo e instalaciones físicas, sin ningún cuidado en controlar las reparaciones efectuadas y sus costos asociados, ni una eficiencia existente en la organización para captar el conocimiento de este tipo de información.

Si bien los sistemas computarizados de administración del mantenimiento han estado disponibles desde hace mucho, solamente en años recientes la fabrica de herramientas adquirió un paquete de MP para aprovechar las ventajas de la tecnología a favor de la planta. Este paquete es un sistema de información apoyado sobre una base de datos, que provee herramientas para controlar y administrar las funciones del mantenimiento, tales como ordenes de trabajo, mantenimiento preventivo, etc. Todas estas actividades requieren de recursos de mano de obra y materiales, los que tradicionalmente son considerados gastos de mantenimiento.

Gasto es una palabra que la mayoría de las empresas aplican al mantenimiento de equipos y activos productivos. Desafortunadamente, esas empresas todavía visualizan el mantenimiento con el viejo corto punto de vista y simplemente erróneo. No sabiendo que en la realidad el mantenimiento es la oportunidad de incrementar márgenes de ganancias, pagar mayores dividendos y aumentar el valor de la compañía. Y que paquetes como el MP nos auxilian y ayudan a tener un mejor control del mantenimiento.

El MP es un paquete para la administración del mantenimiento, lleva un control sobre los trabajos que se deben realizar y trabajos ya realizados. En esta empresa de fabricación de herramientas es de gran ayuda el tener un paquete de esta naturaleza, al no tener que llevar a cabo registros (historial) de las maquinas en archivos con tanta papelería, sino en una computadora donde se registran los datos de las maquinas para llevar un mejor control. Y no solo lo referente al mantenimiento sino también el paquete cuenta con un inventario de refacciones y un control de herramientas.

Día con día el MP informa sobre los trabajos de mantenimiento que se deben de realizar, el paquete programa la fecha próxima para volver a realizarse, ajustando automáticamente los calendarios de mantenimiento. La versatilidad y facilidad del programa de MP permite implementarlo y llevar un mejor registro de datos de todos los equipos y máquinas de la planta.

El primer paso para implementar este programa consistió en formar un catálogo en donde se registran los equipos, máquinas, inmuebles o vehículos cuyo mantenimiento se va a controlar con el MP, al registrar un equipo en el programa aparecen algunos campos como son: descripción, marca, modelo, identificación,

prioridad, especificaciones y datos técnicos, grupo y centro de costo aunque estos se pueden variar de pendiendo las necesidades de la planta (Fig. 25).

Modificar Equipo	
Producto:	MOTOR C.A. 800 HP
Marca:	GENERAL ELECTRIC
Modelo:	MOD. 800
Identificador:	MO-320
Prioridad	Grupo: PRODUCCION
<input checked="" type="radio"/> Alta	Centro de Costo: 90-120
<input type="radio"/> Media	
<input type="radio"/> Baja	
Características generales:	
Potencia: 800 HP	
Revoluciones: 580 RPM	
Ciclos: 60	
2300/4000 V.	
Arm.6356S	

Figura 25. Alta (registro) de equipos en el programa de MP.

Una vez dados de alta los equipos y máquinas, el paquete mostrará un recuadro llamado catálogo donde se presenta en forma alfabética el nombre de los equipos o grupos al cual pertenecen, el nombre del equipo se forma con el encadenamiento de los primeros cuatro campos. Para localizar un equipo en el catálogo solamente es necesario teclear un frase o parte de ella, el MP localiza los equipos que contengan en su descripción la frase tecleada. Mediante un filtro que tiene el MP se puede visualizar únicamente los equipos correspondientes a cierto grupo o también se puede filtrar y visualizar los equipos de mayor prioridad (Figura 26).

Usando este sistema computarizado de mantenimiento, desarrollado para poder prevenir fallas en la planta y efectuar su mantenimiento durante las paradas programadas, se contribuye a la producción de una manera ordenada y eficiente. Aunque esto no significa que con este tipo de programa se eliminan completamente las paradas no planificadas de los equipos, sin embargo es el objetivo del departamento de ingeniería y mantenimiento que los paros no planeados sean los mínimos posibles. El programa provee a los responsables de las áreas de mantenimiento, de información de los trabajos preventivos programados basados en rangos de fechas o medidores y de los trabajos correctivos realizados o por realizar. Con dicha información genera en forma automática los ordenes de trabajo preventivas, correctivas para administrar en forma eficiente el flujo de trabajo y la disponibilidad de los equipos, así como también controlar la terminación efectiva de los trabajos y sus costos relacionados.

Para poder llevar a cabo lo ya mencionado hay que capturar los datos de los equipos en el MP, algo de esto ya lo mencionamos, y de cómo van apareciendo en un catálogo. El MP permite anexar planos, fotografías, diagramas, tablas, etc. Como información complementaria del equipo, las imágenes pueden ser en cualquier archivo del tipo BMP, WMF, TIF, JPG, DXF, PCD, ETC.

Una vez dados de alta los equipos es necesario hacer planes de mantenimiento para los distintos equipos, los planes no son otra cosa que un conjunto de actividades de mantenimiento preventivo o correctivo que deben realizarse a un equipo. Las actividades de mantenimiento preventivo generalmente consisten en acciones enfocadas a prevenir fallas y se realizan en forma cíclica y repetida con una frecuencia determinada. Los planes se crean de acuerdo a experiencia y a datos técnicos o recomendaciones de los fabricantes, varios equipos pueden ligarse al mismo plan de mantenimiento (maestro). Esto es que no es

necesario hacer un plan específico para cada equipo si por ejemplo se tiene varios motores de características similares bastara con desarrollar un plan de mantenimiento para uno solo, y regir las actividades de mantenimiento de los otros motores con este plan (Fig. 27).

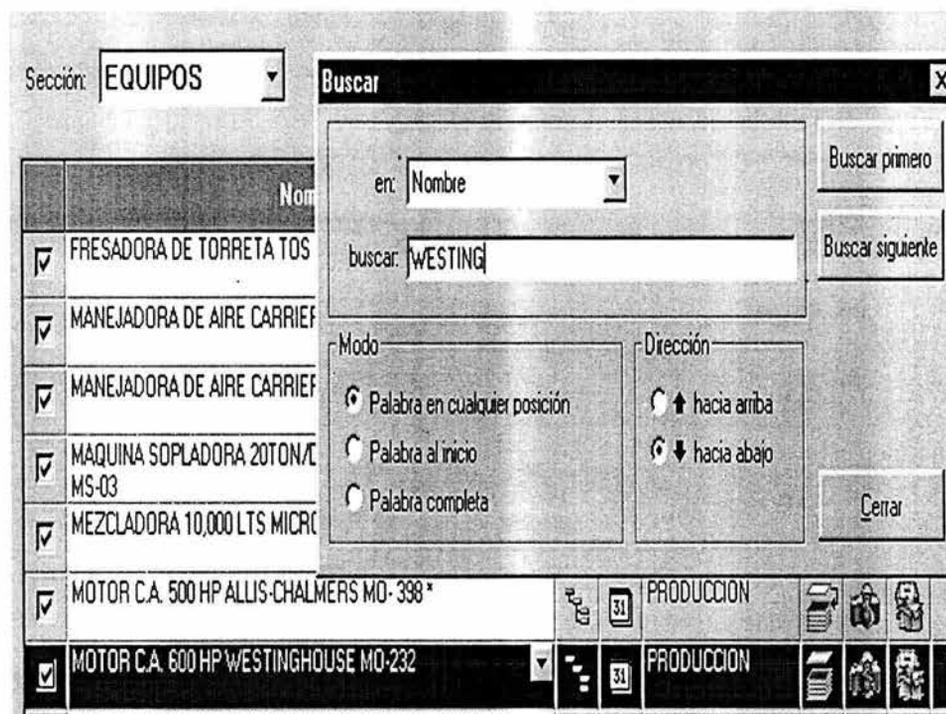


Figura 26. Catálogo de equipos y recuadro de búsqueda

Siempre al crear un plan es necesario determinar de que manera se habrá de controlar, por fechas o por lecturas. Cuando el plan se controla por lecturas, el parámetro para determinar la necesidad de realizar un mantenimiento dependerá de la lectura que marque un reloj o odómetro instalado en el equipo (horas de uso, volumen de fabricación, etc.), en nuestro caso elegimos planes controlados por

fechas, donde los mantenimientos deben de realizarse en función del tiempo transcurrido desde el último mantenimiento.

Plan: AIRE ACONDICIONADO UNIDAD TIPO PAQUETE 31

Actividades	Frecuencia				
REVISION Y LIMPIEZA: Condensadora\	1 Mes				
REVISAR Y LIMPIAR: Serpentin\ Condensadora\	3 Meses				
LIMPIEZA Y EVALUACION GRAL: Motor\ Ventilador a\ Condensadora\	3 Meses				
MANTENIMIENTO MAYOR: Motor\ Ventilador a\ Condensadora\	2 Años				

Figura 27. Plan de mantenimiento

Lo que sigue es crear un plan de mantenimiento, desglosando las partes del equipo o equipos por niveles, esto es: parte, subpartes, subsubparte (Fig.28). A cada parte podemos asignarle una o varias actividades de mantenimiento, indicando la frecuencia con la que deben realizarse las actividades, la especialidad de la persona que debe realizarla y la prioridad de la actividad. El MP cuenta también con un recuadro para descripción de procedimientos para los trabajos a realizar.

El mantenimiento preventivo como ya hemos mencionado, es el conjunto de actividades de mantenimiento que deben realizarse en un equipo para mantenerlo en óptimas condiciones. Como se explicó se debe formar un plan de mantenimiento, una vez hecho esto el MP se encarga de informar día a día sobre los equipos que deben atenderse, mostrará las actividades de mantenimiento preventivo que deben realizarse a cada equipo, una vez realizadas el MP programa

la fecha próxima para cuando debe volver a realizarse en forma automática y genera las órdenes de trabajo de los equipos que tengan alguna o algunas actividades de MP que realizarse en el periodo. Al seleccionar la orden de trabajo de un equipo automáticamente el MP asigna un número de folio consecutivo a la orden, el número de folio permite controlar y dar seguimiento de cada orden de trabajo y evitar la posibilidad de duplicar trabajos. Una vez generada la orden de trabajo, ésta podrá imprimirse para entregarse al responsable de realizar el trabajo, ésta le sirve de guía durante los trabajos y podrá palomear los trabajos ya realizados, al final del periodo de trabajos el documento deberá entregarse al coordinador de MP ya que sirve para ir actualizando el programa de los trabajos ya realizados.

Cuenta el MP con calendario de mantenimiento por equipo, calendario condensado que nos muestra los equipos a los que debemos de dar mantenimiento, gráficas de tendencias, muestra las actividades de mantenimiento que consisten en la toma de una medición en forma rutinaria, como podría ser temperatura, espesor, amperaje, etc., al crear el plan de mantenimiento se marca las actividades que corresponden a este caso, se establecen tolerancias mínimas y máximas admisibles al graficar los valores resultado de varias medidas, el MP permite visualizar una tendencia y en su caso predecir una fecha para tomar acciones preventivas. Además cuenta con historia de órdenes de trabajo correctivo y de mantenimiento.

Plan: TORRE ENFRIAMIENTO CON BANDAS

31

<ul style="list-style-type: none"> ☐ TORRE ENFRIAMIENTO CON BANDAS <ul style="list-style-type: none"> ☐ ESTANQUE RECEPTOR <ul style="list-style-type: none"> VALVULA FLOTADOR ☐ VENTILADOR <ul style="list-style-type: none"> MOTOR BANDAS Y POLEAS ASPAS Y CARCAZA ☐ SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN <ul style="list-style-type: none"> ☐ MOTOBOMBA <ul style="list-style-type: none"> ☐ BOMBA FILTROS DE SUCCIÓN 	Actividades	Frecuencia
	LIMPIEZA Y EVALUACION GRAL	3 Meses
	MANTENIMIENTO MAYOR	2 Años
	MEDIR RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	6 Meses

Figura 28. Desglose de equipos en MP y actividades

El mantenimiento correctivo como ya se ha dicho es una reparación que debe realizarse a un equipo como consecuencia de una falla o desperfecto de alguna de sus partes, donde estas fallas suelen representar un imprevisto y ocasionan costosos paros en la producción, por lo tanto cuando ocurra una falla el usuario del equipo (supervisores) debe reportarlo en el MP con el fin de que el coordinador de MP genere la orden de trabajo correspondiente, todos los trabajos de mantenimiento deben estar respaldados por una orden de trabajo. El programa de MP cuenta con una opción independiente que se puede instalar en red, a cada uno de los departamentos de producción, teniendo estos una computadora donde cualquier persona pueda reportar una falla sin entrar al MP, cuando se reporta la falla aparece un mensaje de aviso en la pantalla de la computadora del coordinador de mantenimiento indicando que alguien acaba de reportar una falla y ésta debe ser atendida (Fig. 29).

Opcionalmente el MP permite responder en forma automática al departamento que solicitó el trabajo enviando un mensaje por correo electrónico donde le indica que su solicitud ha sido atendida, cuando una falla ha sido registrada el MP grafica el acumulado de fallos ordenando de mayor a menor ocurrencia, lo que permite conocer los tipos de fallas más frecuentes por cada una de los equipos, el parámetro de fallas sirve de herramienta en la planeación de estrategias tendiendo a reducir las fallas más significativas en los equipos de producción.



Figura 29. Mensaje de alerta de falla

El programa de MP contiene una instrucción para asignar recursos a cada una de las actividades a realizar en el equipo como son: mano de obra, materiales (refacciones), servicios externos y herramientas requeridas para realizarlos. Esto permite elaborar presupuestos, generar vales de salida de materiales en forma automática, documentar los recursos requeridos para realizar la actividad, calcular el abastecimiento en forma de los mantenimientos programados para obtener las refacciones que deben abastecer almacén justo a tiempo reduciendo así el nivel de existencias en el inventario. El MP cuenta con un control de herramientas (Fig.30),

generador de gráficas (costos, mano de obra , actividades realizadas, etc.) e historia de consumos.

Es un paquete que tiene muchos beneficios y nos ayuda a llevar un mantenimiento mejor programado, un control de herramientas y almacén, en sí es una herramienta que posibilita cambios positivos en los procesos de negocios de la empresa, estos cambios direccionarán la práctica del mantenimiento hacia un modo de planificación y lograr una competitividad en el mercado.

Menú Principal Editar Ver Utilerías Ayuda

Catálogos - Herramientas	
Clave	↕
AC-2454	ACEITERA DE 1 LT
AM-MULP-001	AMPERIMETRO Y MULTIMETRI
CA-977080	CALIBRADOR DE CUERDA STA
CA-96799756	CALIBRADOR PIE DE REY CON
CA-586097	CALIBRES PARA ESPESORES
CR-9745Y6	CALIBRES PARA ROSCAS
CA-568568	CASCO DE PROTECCION
CI-234E	CINTA METRICA
CP-987654	COMPUTADORA LAP TOP ACEI
CH-968765	CHUCK UNIVERSAL DE 3 MORI
DA-0886767	DADOS DE 3/8" CON EXTENSIO
DM-765789	DADOS MILIMETRICOS (URREA
DE-869867	DESARMADORES STANLEY (VA
DE-7657	DESATORNILLADOR DE CRUZ
DE-97186	DESATORNILLADOR PLANO
ES-5356	ESCUADRA DE ACERO DE 30 C
ES-7657	ESPATULA DE ACERO INOXIDA
ES-886	ESTETOSCOPIO

Figura 30. Catálogo de herramientas.

6.2 Project 2000

Project es un programa para la administración de proyectos, donde la administración de un proyecto es el proceso de planear, organizar y administrar tareas y recursos para alcanzar un objetivo concreto, con limitaciones de tiempo, recursos o costo. Un plan de proyecto puede ser sencillo o complejo, empleando actividades comunes como la división del proyecto en tareas de fácil manejo, la programación de las tareas, etc., los proyectos constan de tres fases: crear el plan, administrar y realizar un seguimiento del proyecto y cerrar el proyecto.

Aquí en la empresa de herramientas no solo es para los proyectos sino también lo ocupamos para programación de mantenimiento de las distintas máquinas, en función del tiempo en que éstas deban de entrar a mantenimiento y tener un control del avance mes con mes, y poder programar el mantenimiento durante el año.

Project nos proporciona un almacén de información para calcular y controlar la programación tanto de un proyecto como del mantenimiento, mediante la creación de un plan. Como se trata de una hoja de calculo project muestra resultados de los cálculos inmediatamente, en el plan las tareas deben de ir con fechas programadas al igual nombre de la misma y duración de la tarea. El programa cuenta con diagramas de gantt que sirven para tener la información necesaria del plan de mantenimiento o de un proyecto, en columnas y una gráfica de barras, sin necesidad de mostrar todos los datos del plan , además contiene un filtro que permite centrarse en tareas o recursos específicos (Fig. 31).

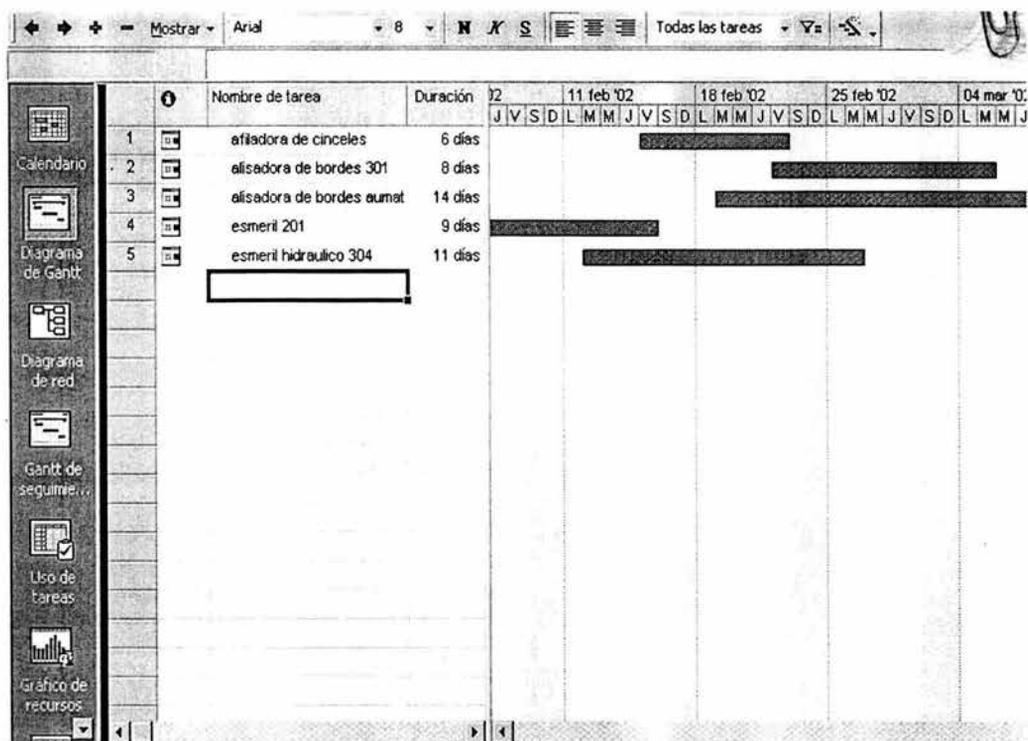


Figura 31. Diagrama de gantt.

En el programa podemos observar los datos necesarios como son: fechas limite tanto en un proyecto como para mantenimiento, podemos tener además gran información de costos, utilización de herramientas, entre otros. Para programar project hay que tener en cuenta factores incluidos los que dependen de las tareas, las delimitaciones y las interrupciones en un proyecto o mantenimiento, como son los días festivos y vacaciones, lo importante es que project programa cada tarea utilizando la fórmula:

$$\text{duración} = \text{trabajo} / \text{esfuerzo de recurso}$$

donde:

- Duración es la cantidad de tiempo que transcurre antes de que la tarea esté realizada.
- Trabajo es el esfuerzo necesario durante un período de tiempo para realizar una tarea.
- Esfuerzo de recurso es la cantidad de esfuerzo de los recursos asignados a la tarea y su asignación .

Es importante saber y comprender la fórmula para que las tareas no afecten a la programación del proyecto, una vez creada la tarea y proporcionada la información, se genera un plan. En el programa se puede revisar las rutas críticas para detectar posibles problemas, la ruta crítica no es otra cosa que una serie de tareas vinculadas de deben de realizarse a tiempo para que lo que programemos finalice a tiempo.

El project tiene una infinidad de utilidad para un proyecto e igual que para un mantenimiento, solo que aquí en la empresa solo se ocupa un mínimo de este programa, al igual que MP todo lo que se genere se puede imprimir, ajustar y delimitar tareas, fechas, administrar y realizar un seguimiento, comprobar si las tareas se están realizando de acuerdo con el plan, actualizar el progreso de una tarea en forma de porcentaje, comprobar si las tareas cuestan más o menos de lo presupuestado, etc. Es de gran ayuda pero poco utilizado en esta empresa.

Aunque no está contemplado dentro de este capítulo ni dentro de este tema, pero que también es un auxiliar dentro del mantenimiento y no solo de este sino también en el diseño y proyectos es el paquete de autocad, es un programa de dibujo por computadora (softwer de diseño) en el cual aquí en esta empresa de

herramientas lo utilizamos para el dibujo de piezas mecánicas (engranes, elevadores, osciladores, tapas, rodillos, etc.) que cuando se realiza el mantenimiento se encuentran en mal estado o rotas y no hay dibujo para mandarse a fabricar una nueva pieza, se toman medidas de la pieza dando tolerancias y se hace el dibujo de la pieza (Fig. 32).

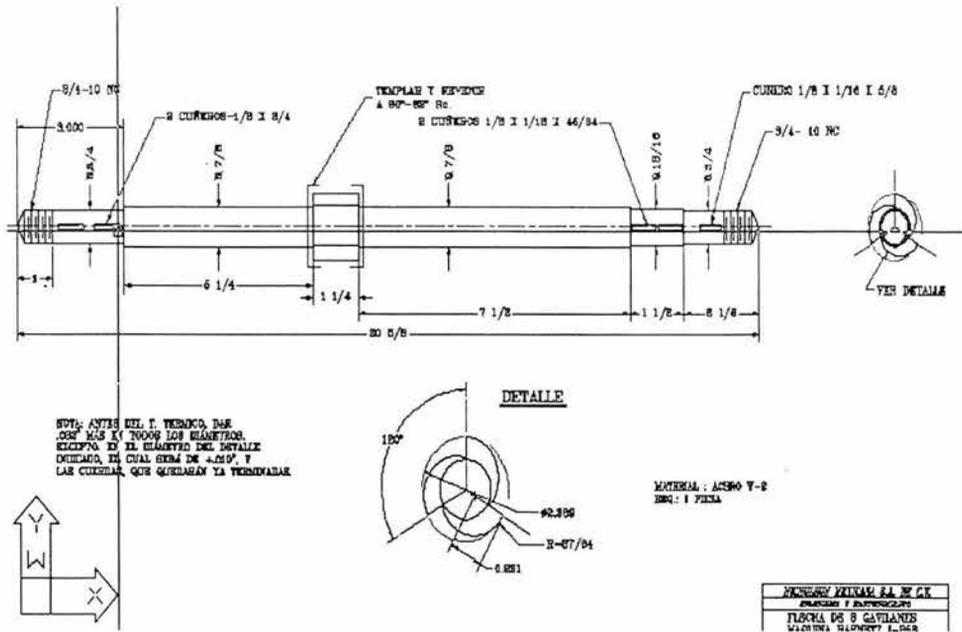


Figura 32. Flecha de tres gavilanes (dibujo en autocad).

En algunas máquinas se tienen dibujos, pero éstos ya están en mal estado, se vuelven a hacer, pero ahora por computadora en autocad. Autocad es un software fácil de usar, permitiendo tener acceso rápido a cualquier dibujo, hacer dibujos de dos y tres dimensiones, en la empresa solo utilizamos comúnmente dos dimensiones aunque en algunos dibujos fue necesario hacerlos en tres dimensiones (Fig. 33) ya que en algunos dibujos no es claro como es que está armada una pieza en la máquina o muchas veces no se sabe como es la pieza.

Autocad nos ha permitido entrar al mundo nuevo del diseño y dibujo sin tener que utilizar las reglas, escuadras, lápices, gomas, cangrejos, entre otros artículos, con solo dibujarlo en la pantalla del programa se manda a imprimir en un ploter al tamaño que uno quiera las veces que sean necesarias, en diferentes tipos de papel, entre los más utilizados esta el papel bond, papel alba nene, para poder mandar a nuestros proveedores un dibujo más preciso de la pieza que se quiere fabricar. En autocad no solo se pueden hacer dibujos simples sino también dibujos complicados, lo que lo convierte en una herramienta indispensable para el ingeniero o diseñadores.

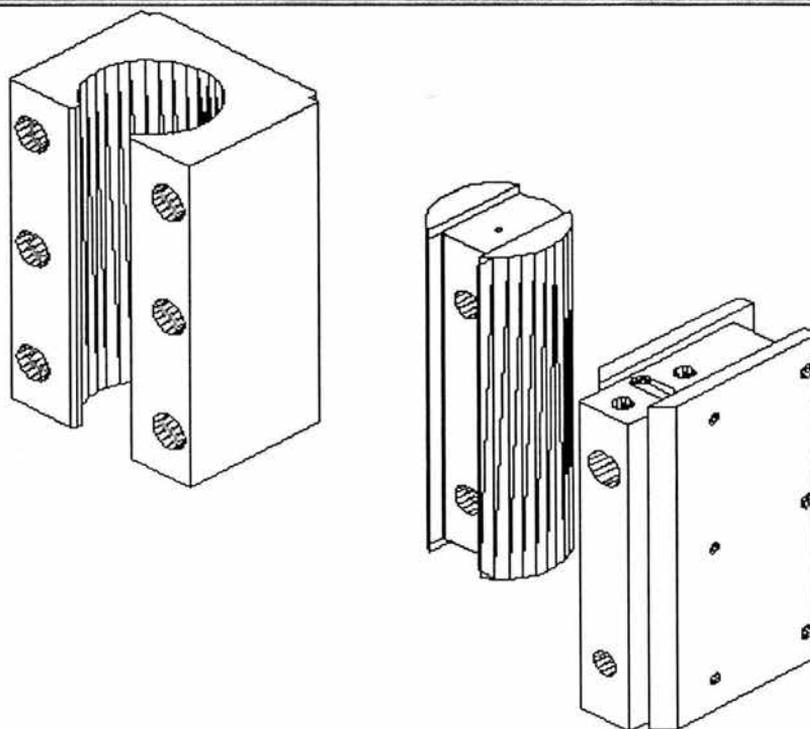


Figura 33. Piezas de martillo automático.

Con esto podemos decir que éstos son los programas más ocupados por el departamento de ingeniería y mantenimiento para tener un control, para poder tener un croquis o un dibujo lo más rápido y preciso posible, aunque el departamento ocupa otros programas como el office pero éste es para otras cuestiones administrativas.

CAPITULO 7

VALORACIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

7.1 Reportes de control

La importancia de la función de mantenimiento en la industria va en aumento. Una prueba de ello es lo que se gasta por ese concepto. El costo creciente de dicho reglón ha hecho que se enfoque la atención a mejorarlo, medirlo y controlarlo. Para ese efecto se han elaborado índices que sirven para relacionar el costo del mantenimiento con otros factores y ver la forma de controlar y/o reducir su costo. La dirección general y el departamento de ingeniería y mantenimiento buscan indicadores eficaces que permitan medir el valor del mantenimiento y reflejen los esfuerzos hechos para controlarlos.

Hablar de el nivel de mantenimiento o una evaluación de la función del mantenimiento o simplemente la valoración del mismo, es detectar cualquier desviación entre el nivel de mantenimiento indispensable para conseguir los objetivos de la producción y el nivel real.

La evaluación rápida y exacta del trabajo realizado a las instalaciones por el departamento de ingeniería y mantenimiento es crítica para una administración efectiva. La inmediata identificación de los problemas y la retroalimentación de información para corregirlos permiten mejorar las operaciones, y el uso de sistemas de computarizados de esta administración son herramientas que ayudan a simplificarlo, entre las herramientas que se tienen para valorizar el desempeño o trabajo del departamento de mantenimiento son: reportes semanales de control, la

medición del desempeño, la medición de la productividad , las revisiones y análisis de discrepancias y tendencias.

Pero nos enfocaremos aquí en los reportes de control del mantenimiento donde estos son una tabulación de variables específicas que la administración haya identificado como relevantes para el desempeño de la función de mantenimiento. El reporte por lo general realizado cada semana, muestra los resultados obtenidos del trabajo realizado (real) y relaciona estos resultados con las normas predeterminadas o con las metas. Es común que los reportes de control contengan datos diarios, semanales y mensuales. En los sistemas computarizados como es el MP o project .2000 se pueden generar reportes de control abarcando una gran variedad de información (Fig. 34).

Mediante este tipo de reportes se puede determinar el nivel de mantenimiento más alto posible. Este nivel fija y establece un número de paro de maquinaria, debidas al mantenimiento deficiente, carencias o defectos de materiales, deficiencias de las practicas de mantenimiento programadas, deficiencia en el diseño mismo de la máquina o parte de equipo, etc. Aunque también se tiene el retiro planeado de una máquina, de la línea de producción, para efectuar en ella el trabajo de mantenimiento previsto. Además el control de reportes de mantenimiento conviene para identificar y separar abusos o mal uso por deficiencia del operador. Porque el personal de producción tiene tanta responsabilidad (o más) que el de ingeniería y mantenimiento. Aunque en esta empresa de fabricación de herramientas, los directivos son más consecuentes con producción cargando toda la responsabilidad al departamento de mantenimiento.

REPORTE DE CONTROL DE MANTENIMIENTO								
Semana que termina	Semana actual			Mes a la fecha				
Variable de control	Planeado	Real	Variación	Planeado	Real	Variación	%	Meta
Mantenimiento preventivo								
Urgencia								
Correctivo mayor								
Correctivo menor								
Trabajo de rutina								
Trabajo de servicio								
Trabajo de proyecto								
Total de horas de trabajo productivo								

Figura 34. Reportes de control sirven para valorizar el mantenimiento.

Ahora bien, el reporte de control se puede llevar un costo de mano de obra de mantenimiento, al igual que de materiales y accesorios, puede desarrollarse con base en el costo histórico. El beneficio del reporte de control es el llegar a tener un costo de mantenimiento a un bajo costo.

7.2 Medición del desempeño

El desempeño es un termino abundantemente utilizado dentro de las organizaciones, sin embargo el concepto ; el nivel de análisis y la medición presentan una gran antigüedad. Bajo esta denominación de desempeño podemos encontrar la productividad, la satisfacción de los empleados, rentabilidad, la eficiencia, etc., El desempeño es un concepto multidimensional y un único, puede no ser capaz de proporcionar una adecuada comprensión de las implicaciones de otros conceptos. Aquí solo son enfocaremos en saber como medir el desempeño de los trabajadores de mantenimiento, sin ver conceptos más profundos del desempeño. Indicando los mejoramientos en el desempeño de mantenimiento, o sea la tendencia de las operaciones de mantenimiento para llevar a cabo su función, y basarse en factores de referencia que sean comparativamente estables. Para medir el desempeño algunas empresas utilizan algunos indicadores del logro de sus objetivos y modelo de efectividad organizacional (Fig.35).

DESEMPEÑO FINANCIERO	1.- Crecimiento de los beneficios. 2.- Crecimiento de la rentabilidad.
DESEMPEÑO OPERATIVO	3.- Crecimiento de las ventas. 4.- Crecimiento de la cuenta de mercado. 5.- Disminución de las reclamaciones de los clientes. 6.- Nivel de satisfacción de los clientes. 7.- Tasa de fallos de los productos y/o servicios. 8.- El logro o superación de la calidad de los productos y/o servicios exigida por nuestros clientes.
DESEMPEÑO PARA LOS TRABAJADORES	9.- Nivel de satisfacción de los trabajadores. 10.- Nivel de absentismo laboral.

Figura 35. Ejemplo de indicadores de medición de desempeño.

El concepto más amplio de desempeño es la efectividad organizacional. Esta se basa en la idea que la organización está formada por un conjunto de personas o entidades con diferentes objetivos que pueden entrar en conflicto y mide, por tanto aspectos relacionados con la satisfacción de los miembros.

Se destaca en los trabajos la relación positiva entre las mejoras en las actividades de fabricación y beneficios como costos de inventarios más bajos, aumento de la flexibilidad, reducción de desperdicios, mayor motivación de los empleados. Junto a los beneficios tangibles de la mejora del desempeño, se ha demostrado que el trabajo en equipo, la participación, la formación, etc., fomenta la involucración y satisfacción de los trabajadores, que da como resultado un compromiso y que esta relacionado positivamente con la medición de un desempeño.

Medir el desempeño de los trabajadores se hace tomando en cuenta la cantidad y la calidad del trabajo realizado. La medición de la cantidad de trabajo se consigue estimando la mano de obra y los materiales necesarios para todas las órdenes de mantenimiento correctivo, de rutina y preventivo. Se compilan los materiales y mano de obra que se emplearon en realidad y las variaciones que se presentan se reportan a el coordinador de mantenimiento, quien también lleva la administración en el reporte semanal de control . Con el fin de ofrecer una medición lo más exacta posible en los trabajos correctivos mayores, en las órdenes de trabajo de rutina y en los mantenimientos preventivos, dando un reporte de las mediciones al jefe de ingeniería y mantenimiento este a su vez al jefe de planta. Para esta medición los ingenieros (supervisores, coordinador de mantenimiento, jefe de mantenimiento) utilizaron registros históricos de los trabajos reales y la experiencias para poder llevar acabo dicha medición.

Mediante la inclusión de las horas hombre estándar en la tarjeta de tiempo, la eficiencia de la mano de obra puede ser conocida por día, semana, mes o año, y por individuo, especialidad, departamento, etcétera. Se puede hacer constar las horas empleadas en las diversas prioridades del trabajo, tiempo perdido y tiempo extraordinario laborado, además del porcentaje de eficacia (horas hombre estándar multiplicadas por 100 y divididas entre las horas reales). También pueden conocerse fácilmente el promedio continuo del porcentaje de eficacia en los pasados seis o diez meses para conocer las tendencias.

7.3 Medición de la productividad

Es un sistema capaz de relacionar el desempeño individual y colectivo con parámetros estratégicos y, a su vez, dinámicos del proceso; un sistema que integra tanto indicadores económicos como los de procesos y de gestión de recursos humanos, a partir de una visión holística derivada de los objetivos generales de la empresa. Desde esa perspectiva, la medición de la productividad se convierte en uno de los referentes principales del análisis de las debilidades y fortalezas de la empresa y con ello, de las necesidades de formación del personal.

La productividad es el porcentaje de horas de mano de obra que se emplean de manera directa para terminar una tarea, pero no incluye las actividades indirectas o el tiempo improductivo (Fig.36). La medición de la productividad puede hacerse de varias formas.

*Ejemplo Gráfica de Contingencia:
Tiempo Perdido en Horas por Turno*

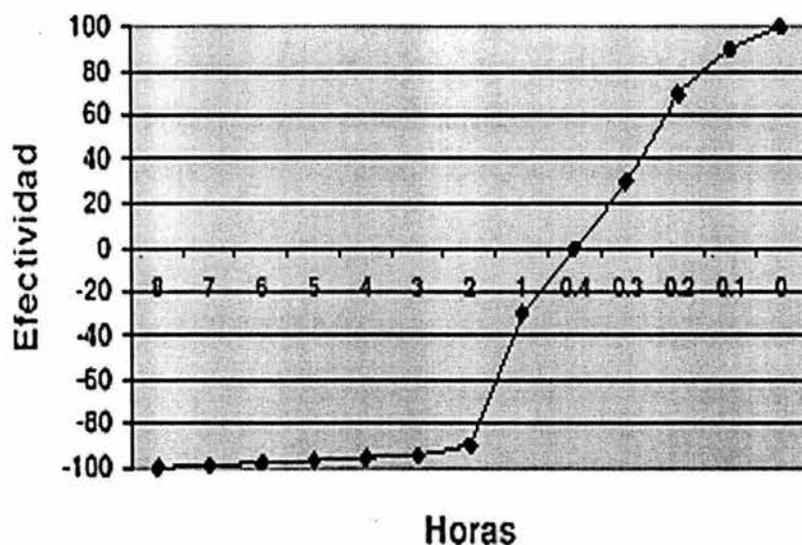


Figura 36. Ejemplo el porcentaje de tiempo perdido en horas

Uno de los métodos es el de realizar un estudio formal de ingeniería industrial sobre la productividad de la fuerza de trabajo, y se debe de asegurar que el estudio lleve un muestreo de trabajo, valida estadísticamente. Otro método es el conducir una auditoria de la administración del mantenimiento. Una auditoria de la administración suministra un método para revisar, analizar y recomendar mejoras en el desempeño. Al establecer un sistema numérico de valoración para los resultados de la auditoria, puede obtenerse un porcentaje de la efectividad y esta valoración puede, entonces correlacionarse con un número aproximado de productividad.

7.4 Revisión y análisis de discrepancias y tendencias

Un paso clave para lograr un control efectivo es la revisión sistemática, por parte de la administración, de las discrepancias entre las variables del proceso y las variables reales. En mantenimiento esta actividad es más importante que lo normal debido a la variabilidad inherente de las actividades de mantenimiento. Debería crearse y poner en operación un procedimiento que permita identificar y revisar las discrepancias entre las variables planeadas y las reales. Deben seleccionarse datos específicos para la revisión de la discrepancia y reportar la información en el reporte semanal de control.

Para la revisión de las discrepancias deben asignarse responsabilidades específicas de liderazgo y apoyo. Asimismo, es conveniente programar juntas mensuales con el personal de mantenimiento con el fin de revisar y discutir las discrepancias.

El reporte de control semanal da resultados para un periodo específico, pero se necesita un enfoque de mucho mayor alcance para una mejor planeación. Las graficas de tendencias muestran el comportamiento de la tendencia de diversos índices de un periodo a otro. Además la revisión periódica de la tendencia es esencial para un control oportuno de la administración. A partir de la información en base de datos.

La administración debe crear datos sobre las tendencias, incluyendo los datos por periodo, periodo a la fecha, año, año a la fecha y los años anteriores. Se deben analizar los datos de la tendencias, cuando menos una vez al mes, en los que se incluya el desempeño contra las metas para el tiempo, el costo de las órdenes de

trabajo, la distribución de la mano de obra, el cumplimiento con el programa de trabajo, las prioridades, los tiempos muertos de producción, las descomposturas del equipo y el tiempo por emergencias. Es necesario graficar las líneas de tendencia, hacer reportes periódicos y comunicar los hallazgos a la administración general y a todas las unidades operacionales.

CONCLUSIONES

Todo elemento que compone una industria requiere de mantenimiento para que se pueda laborar en las mejores condiciones. Los cuales dentro de su construcción se tienen puntos críticos que presentan averías y fallas que con más frecuencias ocurren dentro de una industria, dichas averías se pueden evitar si se cuenta con: Control, Planeación y Organización. De las actividades que se realizan dentro de una industria por el departamento de ingeniería y mantenimiento, así como el personal capacitado para dichas actividades.

Con la ayuda de programas y sistemas de computación se puede llegar a tener una industria más eficiente, mejor conocimiento de los equipos (historial de mantenimiento) y mayor productividad.

En la industria de fabricación de herramientas, los aspectos mencionados han sido pilar para poder tener una industria mejor ordenada, limpia, con mejores productos de calidad, menor riesgo de accidentes, mejor ambiente de trabajo y un orden en el mantenimiento. Por otra parte dentro de la misma empresa aun existen personas negligentes que no quieren cumplir con lo que se establece. Pero con auditorias en cada uno de los departamentos de la empresa y una supervisión diaria se logra ir quitando estos malos hábitos, en cada uno de los supervisores de producción.

Por otra parte dentro de mi trabajo, menciono los aspectos administrativos que se deben tener en cuenta, así como herramientas para poder llevarlas a cabo dentro del mantenimiento de una industria, para que se tenga una mejor visión de la forma en que se lleva una organización en el mantenimiento los procedimientos y

técnicas para el mismo. Así como menciono herramientas de computación para llevar a cabo una administración menos tediosa, ya que estas cuentan con base de datos capaces de llevar todo el historial de mantenimiento así como formular ordenes de trabajo, de mantenimiento correctivo y preventivo, periodos, etc. Aunque en el mercado existen otros paquetes parecidos, con esto espero que aquellos que algún día ocupen mi tesis les sirva para poder tener una visión más clara de lo que es el mantenimiento en la industria.

BIBLIOGRAFÍA

Manual del Ingeniero de Planta. Tomó I

Robert C. Rosales.

Mc. Graw Hill.

Manual de Ingeniería Industrial. Volumen I

Govriel Salvendy.

Noriega – Limusa.

Manual del MP Software.

MP Marca Registrada Técnica Aplicada Internacional.

Manual del MS Project 2000.

Microsoft Project 2000 Marca Registrada.

Creación de un Área de Mantenimiento para el Equipo Electrónico de los

Laboratorios del ESIME Proyecto de Red Local.

Héctor Armando Ramírez Pérez.

Tesis FESC 1992.

Principios de Administración de Operaciones.

Barry Render.

Jay Heizer.

Prentice Hall.

Serie de Administración de Negocios.

Dirección Técnica y Administración de Producción.

Curso de Operaciones de Control.

Elwood S. Bufa.

Limusa.

Administración de la Producción.

Elwood S. Bufa.

Ed. Orientación

Administración de Operaciones.

Slack, Chambers, Harland, Harrison, Jonson.

Cecsa.

Administración de Producción y Operaciones. Manufactura y Servicios.

Chase, Aquilano, Jacobs.

Irwin Mc Graw Hill.

Administración del Mantenimiento Industrial.

Newbrough.

Diana.

La producción industrial su Administración

Keith Lockyer.

Alfaomega.

Iluminación e Instalaciones Eléctricas
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas
Roberto Carlos Aguilar Gutierrez.
Tesis FESC 1999.

Administración de Producción y Operaciones
Norman Gaither, Greg Frasear.
Thomson Editores.

Manual Universal de la Técnica mecánica
Eric Oberberg, F.d. Jones
Labor