



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA MAQUINARIA PESADA EN
OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JOSE ISRAEL CORDERO AHUMADA



México, D. F.

1993

TESIS CCN
FALLA DE ORIGEN



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

INDICE

	<u>Página</u>
I. Introducción	2
II. Descripción de Maquinaria	6
Introducción	7
Motores	8
A. Cilindro	9
B. Pistón y Biela	11
C. Cigüeñal	11
D. Vibraciones	12
E. Operación	14
Tractores	16
A. Bulldozers	18
Cargadores	21
A. Cargadores	21
B. Payloader	22
Motoconformadora	24
Retroexcavadora	28
III. Mantenimiento	31
Introducción	32
A. Definición	32
Clasificación	34
A. Mantenimiento Correctivo	34
B. Mantenimiento Preventivo	35
C. Mantenimiento Predictivo	35
D. Mantenimiento de Conjuntos y Partes	36
IV. Mantenimiento Preventivo	38
Introducción	39
A. Fallas	40
Funciones del Mantenimiento Preventivo	42
Recursos Humanos y Técnicos	43
A. Factor Humano	43

B. Supervisión	44
C. Control	46
D. Técnico	47
E. Operación	48
Lubricación	50
A. Definición	51
B. Funciones	51
C. Tipo de Fricción	51
D. Formas de Lubricación	53
E. Clases de Lubricantes	54
Pruebas en Lubricantes	56
Equipo de Lubricación	60
Equipos Diversos	65
A. Equipo de Oficina	65
B. Equipo de Transporte	65
C. Equipo de Diagnóstico	66
D. Equipo de Reemplazo de Partes y Reparaciones Correctivas Menores	66
E. Equipo de Manejo de Información	66
F. Equipo de Comunicaciones	66
V. Diseño e Implantación	68
Introducción	69
Cartas de Mantenimiento Preventivo	71
Sistemas de Información	73
A. Introducción	73
B. Detección	74
C. Recopilación	80
D. Procesamiento de Datos	82
Programación y Control	85
Logística	89
A. Almacén	89
B. Ubicación	90
VI. Conclusiones	92
Bibliografía	99

CAPITULO I

INTRODUCCION

Como **Mantenimiento**(1) se conoce a la serie de actividades o funciones, dentro de una empresa o institución - pública, educativa, etc. -, enfocadas a lograr una disponibilidad de máquinas e instalaciones que funcionen con la mejor eficiencia posible, se considera en los centros de trabajo como el "mal necesario" dentro de las tareas de la empresa.

El problema de la práctica profesional que se trata de ejemplificar en este trabajo es tratar de implantar un sistema de mantenimiento preventivo en obra. El contexto en que esto se presenta es el de obras de construcción de infraestructura básica tal como carreteras, puentes, canales de riego, etc., el cual es escaso en nuestro país y la buena disposición de ello supone un soporte para el desarrollo económico que se puede obtener en nuestro país.

Al no existir la función de mantenimiento en una compañía se presentan frecuentemente reparaciones a los activos de la empresa, estas correcciones son un paliativo a los errores que se permiten por el escaso seguimiento que existe al equipo con que se trabaja, esto nos muestra una conexión con algo que se ve en no pocas ocasiones "ahorrar centavos para gastar pesos" ya que cuando sucede alguna falla, por ejemplo en el "desbielamiento" de un motor, es mucho más caro reparar que si se hubiera prevenido con someras verificaciones a la maquinaria. También en nuestro país no se vive en abundancia dentro de los diferentes sectores que conforman la estructura económica, se nota a simple vista por lo expuesto líneas arriba que se utilizan los recursos monetarios de una manera ineficiente, estas ineficiencias se repercuten directamente en el costo de la obra que se realiza, esto hace que se construyan menos obras ya que cualquier presupuesto - privado o gubernamental - tiene su límite y así se desaprovechan recursos valiosos que podrían constituir más obras de utilidad. Esta es precisamente la justificación de la tesis.

La relevancia que tiene este proyecto es poner de manifiesto la conveniencia de la prevención en vez de la corrección, que aunque es casi

(1) Cfr. DE LECIÑANA Y RUIZ DE ITURREGUI, Alonso Ingeniería de Producción, Editorial Deusto, Biblioteca Deusto de Dirección y Organización

un principio universal, pocas veces se lleva a la práctica por las presiones del trabajo diario. El objetivo que se persigue es mostrar cómo se realiza del diseño tomando en cuenta los elementos que son comunes al mantenimiento preventivo en esta área de actividad, así como cuáles son algunas de las dificultades que pueden hacerse presentes al poner en marcha un sistema de este tipo.

Los métodos que han sido utilizados son comunes al medio - elementos, técnicas, etc. - y la sistematización se ha hecho utilizando la disciplina mental y conocimientos adquiridos al realizar mis estudios de Ingeniería. La aplicación se muestra más claramente en los capítulos que conforman la tesis, como se puede observar a continuación:

En el capítulo titulado **Descripción de Maquinaria** se muestran los diferentes tipos de equipo en donde se practica el mantenimiento, también las diversas funciones y componentes que presenta cada variedad de máquina. Esto es con el propósito de observar cuál es el ambiente en que se desarrollan este tipo de actividades, así como la magnitud y responsabilidad que se tiene con la falla de alguna de estas máquinas.

El siguiente capítulo corresponde a lo que es el **Mantenimiento**, cuál es su función y para qué sirve, a continuación se clasifican los diversos tipos de mantenimiento que se presentan en las obras de construcción, el enfoque que cada tipo de mantenimiento tiene considera su ámbito de acción, en qué momento se aplican y cuáles son las repercusiones que conlleva realizar cada uno de ellos.

En el **Mantenimiento Preventivo** se describen cuáles son las funciones del mismo; qué recursos técnicos y humanos son necesarios para llevarlo a cabo dentro de las áreas de supervisión, control y operación. A continuación se muestra un apartado dedicado a la lubricación así como las pruebas que se le practican a los lubricantes y el equipo recomendable para efectuar la lubricación. Por último se ejemplifica el mobiliario con que se debe contar para realizar un sistema de mantenimiento. El objetivo de este capítulo es señalar los elementos que deben de componer el sistema y la teoría de lubricación que se

emplea en el mantenimiento, aunque en la práctica poco se utilice ésta. Aquí la esencia es mostrar los diferentes elementos que son necesarios para el diseño del sistema, las dificultades técnicas y humanas que se desprenden de estos elementos son comunes a cualquier organización humana.

El capítulo de **Diseño e Implantación** prescribe los pasos que deben llevarse a cabo con los elementos descritos en el capítulo que precede para lograr la planeación y ulterior sistematización del mantenimiento. Aquí se encuentran algunas formas y subsistemas para que las actividades se lleven a cabo, así como apartados para la programación y control de actividades y recomendaciones que se deben tener en cuenta a la hora de la planeación en la Logística del mantenimiento.

Por último se encuentran las **Conclusiones**, que se refieren a algunos aspectos prácticos que hay que tomar en cuenta de manera preferente, así como dilucidar la cuestión ¿es conveniente un sistema de mantenimiento preventivo? que será discutido a lo largo de la tesis sólo que aquí se expresará mi punto de vista con fundamento en lo expuesto a lo largo del trabajo.

Aquí se muestra la estructura de la tesis y algunas cuestiones fundamentales tratadas a lo largo del trabajo. Esta tesis fue desarrollada como práctica profesional en el sector de la construcción e ilustra la diversidad de factores que deben ser conjugados para hacer realidad el objetivo que me fue encomendado con ayuda de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniero Mecánico - Electricista en el desarrollo de los puntos y el resultado alcanzado.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE MAQUINARIA

INTRODUCCION.

En las obras de infraestructura se utiliza una gran variedad de maquinaria para usos específicos, pero existen máquinas que tienen una diversidad de usos y aplicaciones. El propósito de este capítulo es dar una idea de la constitución de este equipo, así como de sus componentes y la operación que puede efectuar. Las labores que realiza no se contemplan aquí, ya que el modo en que opera es un tema demasiado extenso. También se hará una descripción del motor que usan, que generalmente es un motor Diesel.

A continuación se enumera el equipo más versátil que se utiliza en este tipo de obras, del cual se hará una breve descripción:

**TRACTORES.
CARGADORES SOBRE ORUGAS (TRAXCAVO).
CARGADORES SOBRE NEUMATICOS (PAYLOADER).
RETROEXCAVADORAS.
MOTOCONFORMADORAS.**

MOTORES.

El motor⁽²⁾ es utilizado para producir la energía necesaria en los distintos sistemas que componen la maquinaria. Transforma la energía calorífica, que es producida por la inflamación del combustible - generalmente es aceite Diesel -; en energía mecánica, la cual es transmitida a los diferentes componentes de la máquina por medio de los mecanismos que se tienen para este efecto.

El motor Diesel se caracteriza por la economía de combustible, debido a que sólo necesita una pequeña parte del combustible para producir grandes presiones en el interior de la cámara de combustión. La combustión es espontánea a causa de que el combustible es inyectado el aire altamente comprimido.

Los motores se componen de varios cilindros cerrados en uno de sus extremos por las cabezas. La combustión producida empuja hacia el otro extremo al pistón, que se desliza dentro del cilindro. El pistón o émbolo está unido al eje motor o cigüeñal por medio de una biela, cuya misión es transformar el movimiento de vaivén en rotación del cigüeñal.

El escape de los gases quemados no se hace directamente a la atmósfera, sino a través de un tubo y un bote, que recibe el nombre de silenciador, en el cual los gases acaban su expansión y salen al exterior sin choques, con lo que se evita el ruido excesivo.

Por último, el sistema de enfriamiento evacúa el exceso de calor comunicado al cilindro por la combustión de los gases. Esto se hace por medio de enfriadores (coolers) que tiene la máquina para realizar la función. La **figura 1** ilustra un motor con todas sus partes.

(2) Cfr. COSTES, Jean: Máquinas para movimientos de tierras, Editores Técnicos Asociados, S.A., Barcelona 1970.

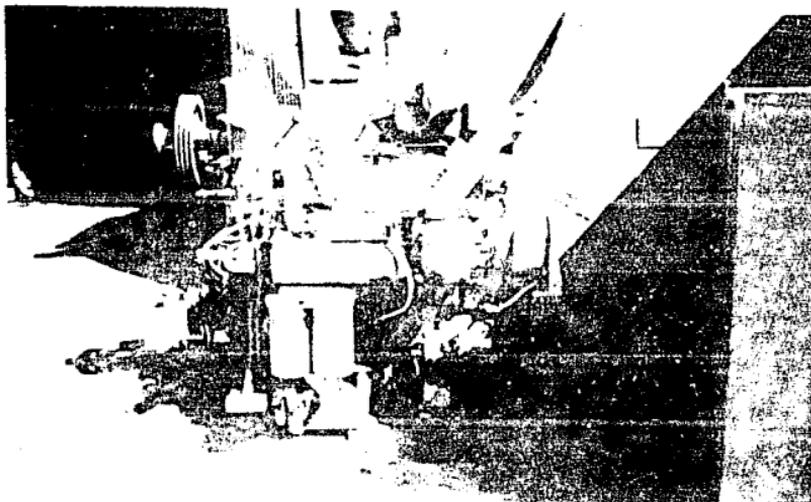


Figura I: Fotografía de un motor Caterpillar.

A continuación, se explica el funcionamiento de las partes más importantes del motor:

A. CILINDRO.

La potencia total que se desee obtener del motor es lo que determina el número de cilindros de éste. La disposición de ellos tiene, por lo general, dos variantes:

- 1.- Una sola fila de cilindros verticales.
- 2.- Doble fila en V.

Estas disposiciones son inspiradas por la facilidad en la construcción y por la necesidad de equilibrar las fuerzas de inercia que se desarrollan en el movimiento alternativo de los émbolos. El balanceo se

practica a todas las piezas que tengan un rápido movimiento alternativo en el motor.

Los cilindros se construyen con aleaciones de acero fundidos en una sola pieza o en partes separadas. Después son mecanizados a sus dimensiones definitivas bajo una tolerancia muy estrecha en esta etapa de la manufactura. Por último se les aplica un bruñido para reducir la fricción con el émbolo al mínimo. En la figura II se presenta un cilindro en su parte exterior.

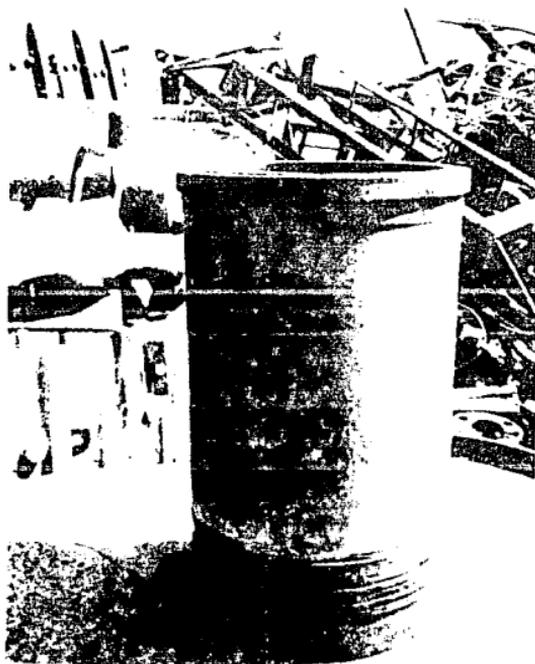


Figura II Cilindro vista exterior

B. PISTON Y BIELA.

Al pistón o émbolo se le puede llamar el "alma del motor". Este debe poseer cualidades como: ser ligero para reducir su inercia, resistir el choque que le imprimen los gases al inflamarse y ser un buen conductor de calor. Debe efectuar un cierre hermético de la cámara de combustión; esta función la realiza con los aros o "segmentos" elásticos que lleva en dos o tres gargantas, llamados segmentos de compresión y a otro segmento llamado "rascador", que tiene por objeto devolver al cárter el aceite de lubricación del cilindro.

La biela es la pieza que sirve de enlace entre el émbolo y el cigüeñal, debe ser muy resistente por las sacudidas que sufre debido al movimiento del émbolo. El material del que está hecha es de acero forjado. Se conecta al émbolo por medio de un pasador y al cigüeñal por un cojinete de cabeza de biela provista de una aleación especial de bajo coeficiente de fricción que se conoce como metal antifricción. En la figura III se observa la conexión biela - pistón.

C. CIGÜEÑAL.

El cigüeñal se apoya en el cárter - depósito del aceite que está en la parte inferior del motor - mediante cojinetes en soportes macizos que tienen un número variable. Los codos y los muñones de apoyo son torneados con gran exactitud para reducir su rozamiento en los cojinetes de soporte.

En uno de los extremos se monta el volante, el cual es una rueda pesada que regula la rotación del motor - volante de inercia -. Por encima de éste va colocada un engrane por medio del cual el electromotor de arranque pone en marcha el motor. En el otro extremo se fija un piñón dentado y una polea que sirven para mover los órganos auxiliares del motor: el piñón mueve al árbol de levas que acciona el levantamiento de las válvulas, los inyectores y la bomba de aceite. Esta pieza se ilustra en la figura IV.

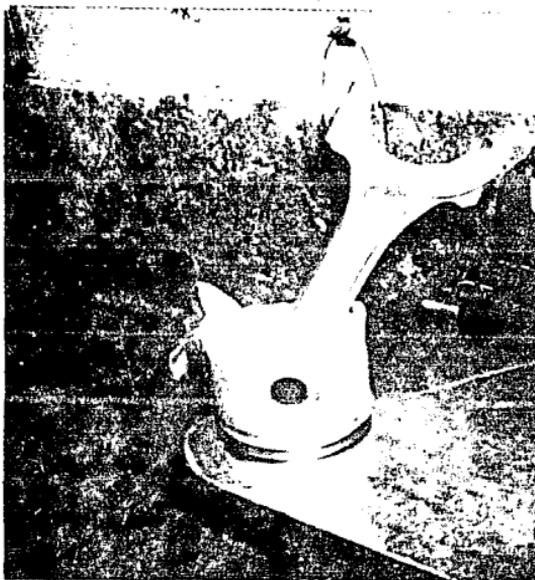


Figura III: Conexión Pistón - Biela

D. VIBRACIONES.

En la operación del motor se producen vibraciones, la causa de éstas es la acción de las fuerzas de inercia que tienen sus orígenes en los componentes de movimiento rápido, movimientos alternativos de los émbolos, movimiento de rotación del cigüeñal y los choques que son producidos por las explosiones en los cilindros que se transmiten al cigüeñal por medio de las bielas, esfuerzos de torsión. Estos componentes son balanceados cuidadosamente tanto estática como dinámicamente, esto se lleva a cabo con contrapesos que se colocan en los brazos del cigüeñal.



Figura IV: Cigüeñal del motor.

Las vibraciones de torsión del cigüeñal son reducidos en algunos modelos mediante aparatos de fricción - Damper de Sanchester -, y por la inercia de masas pendulares - Redynam -, dispuestos en el volante o en los brazos del cigüeñal. La transmisión de ruidos y vibraciones al chasis se evita mediante los soportes del motor que se construyen de hule resistente.

E. OPERACION.

En el motor Diesel, la explosión se efectúa por la inyección del combustible en la cámara de combustión llena de aire. El encendido de la mezcla aire - combustible se produce por la elevada temperatura que ésta alcanza al ser comprimida a gran presión.

El motor funciona con un ciclo de cuatro tiempos. Su sistema de encendido es sencillo: durante el **primer ciclo** la cámara de combustión se llena de aire fresco por aspiración ejercida, durante el **segundo** ciclo se reduce el volumen comprimiendo el aire al subir el émbolo. La alta presión eleva la temperatura para inflamar el combustible que se inyecta por la cabeza poco antes de llegar el émbolo al punto muerto superior. En el **tercer** ciclo comienza la carrera de descenso por la explosión de la mezcla. Durante el **cuarto** ciclo, debido a la inercia que presenta el émbolo se comienza una carrera ascendente, aquí las válvulas son abiertas por el eje de levas para dejar escapar los gases, que son producto de la combustión, llegando el émbolo al punto muerto superior. Se muestra un diagrama presión - volumen del ciclo Diesel de cuatro tiempos, en la **figura V**.

La estructura del motor Diesel debe ser muy fuerte por las presiones que en él se desarrollan, esto hace que su peso sea considerable y se cuidan detalles como la hermeticidad y el engrase. La relación de compresión con que se trabaja es de 15 a 1. Para obtener ésta, la cámara de combustión se reduce a una pequeña cavidad en la cabeza del motor, en ella se encuentran las válvulas y el inyector.

Para introducir y pulverizar el carburante en el cilindro, hay que vencer la resistencia del aire que se encuentra en él. La función de la bomba de inyección es dosificar la cantidad de carburante necesario, inyectándolo a alta presión en el momento indicado antes del punto muerto superior. La bomba de inyección funciona de la siguiente manera: el combustible viene del depósito por medio de una pequeña bomba de alimentación y pasa a través de un filtro para detener las impurezas que pueden tapar los inyectores. El combustible llega a un pequeño cilindro en

la bomba de inyección por encima de un pistón - buzo que está accionado por el eje de levas. Cuando la leva levanta el pistón, éste empuja el carburante hacia el inyector. El inyector fijo en la cabeza lleva un orificio o varios por el cual se proyecta y se vaporiza en niebla muy fina en la cámara de combustión. El orificio cerrado por una especie de válvula, llamada aguja, se abre por la presión del líquido que llega a la base del cuerpo del inyector y levanta la aguja. Un resorte la repone a su posición. Así funciona el sistema de inyección que hace posible que se tenga el combustible para efectuar la explosión en el motor.

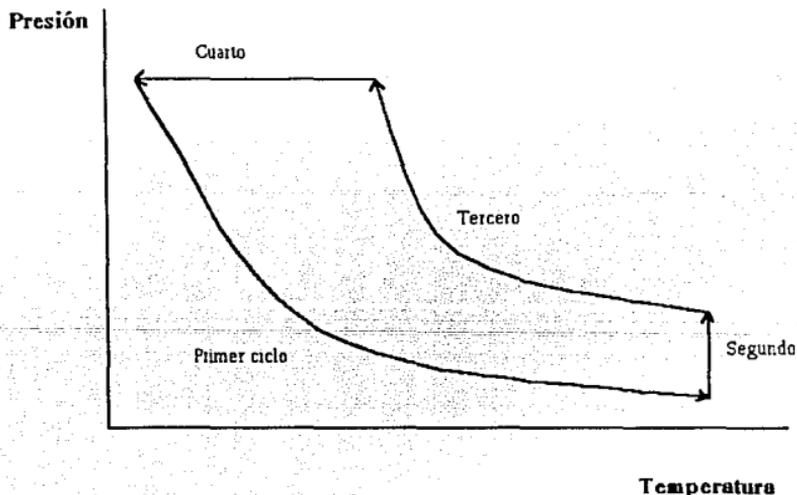


Figura V(3): Diagrama presión - temperatura del ciclo Diesel.

TRACTORES.

El tractor⁽⁴⁾ es una máquina autónoma de construcción compacta y pesada, se pueden dividir en dos tipos principales:

- a) Tractor sobre orugas, conocido también como de cadenas.
- b) Tractor sobre neumáticos.

En obra, el tractor sobre orugas es tal vez la máquina más básica y versátil que se utiliza, por lo que los tractores sobre neumáticos, al ser poco utilizados en este tipo de obras, no serán considerados en este apartado.

Los usos que se le pueden dar al tractor sobre orugas son muy diversos, pero los principales son: mover cargas, ya sea empujándola o jalándola y como montura para cuchillas de bulldozer.

Son clasificados por su tamaño y potencia. Los tractores están compuestos de:

Chasis o Bastidor.

Motor Diesel.

Órganos de Desplazamiento.

Sistemas de Dirección y Frenado.

Sistema de Accionamiento de los Equipos.

El **Chasis** o Bastidor Central, es la parte que soporta los diversos elementos que componen al tractor. Debe ser robusto, rígido y su forma es variada según los diversos modelos que existen en el mercado.

Para las pequeñas y medianas potencias, el esfuerzo del motor es transmitido a través de un embrague principal de disco simple o múltiple. Para las potencias elevadas se emplean diversos procedimientos:

(4) Cfr. Manuales de fabricantes diversos

embrague hidráulico, electromagnético, combinado o no con un convertidor de par. Los engranes de la caja de velocidades, el mecanismo de cambio y el diferencial funcionan en un baño de aceite para evitar el desgaste de las piezas.

La **dirección** se hace por diferencia de velocidades de las dos orugas, siguiendo dos procedimientos:

- En el primero, el esfuerzo se transmite a las orugas por medio de embragues laterales que permiten desembragar una oruga, continuando en la otra la tracción. Un freno a la salida de cada embrague lateral permite retrasar e inmovilizar la oruga correspondiente.

- En el segundo, un sistema de diferenciales planetarios y satélites permite, por frenado, ejercer una acción diferencial controlada, manteniendo el esfuerzo de arrastre sobre las dos orugas.

La mayor parte de los tractores de oruga tienen motor Diesel. Las excepciones se encuentran entre los de menos de cincuenta caballos, que por lo general son de gasolina, así como tractores de motor eléctrico o neumático que se utilizan en trabajos en galerías subterráneas.

Cada **oruga** se compone de una robusta viga maestra de apoyo que soporta en la parte posterior un engrane o rueda dentada para arrastre de la oruga, conocida como catarina. En la parte delantera una rueda lisa guía o rueda de tensión y entre las dos ruedas hay dos trenes de rodillos: los rodillos inferiores sirven para repartir el peso del tractor sobre las orugas, los rodillos superiores para soportar y guiar la parte superior de la cadena. Las orugas están provistas de placas, de anchura y forma variable, seleccionadas de acuerdo a los factores que presenta el terreno en donde se va a trabajar.

En los **trenes de rodaje** para tractores de gran capacidad, últimamente se encuentra en el mercado un nuevo diseño de la rueda motriz en la parte superior del tractor, esto aleja a los mandos finales del impacto del suelo. Así mismo, el tren es elástico ya que se encuentra sobre soportes basculantes que se adaptan a la configuración del terreno.

A. BULLDOZERS.

El bulldozer es una máquina de excavación y de empuje. Se compone de un tractor sobre orugas provisto en la parte delantera de una cuchilla horizontal, perpendicular al eje longitudinal del tractor.

El término bulldozer se usa, en un sentido amplio, para incluir tanto a los bulldozers como a los angledozers.

Los bulldozers se montan con las cuchillas perpendiculares a la dirección de avance, mientras que los angledozers se montan con las cuchillas formando un ángulo con la dirección de avance. Los primeros empujan la tierra hacia delante y a un lado. Algunas cuchillas se ajustan para que puedan utilizarse como bulldozers y angledozers. La cuchilla está fija al chasis por dos fuertes largueros accionados por cilindros hidráulicos que permiten un movimiento de subida y bajada. Esta máquina es mostrada en la figura VI.

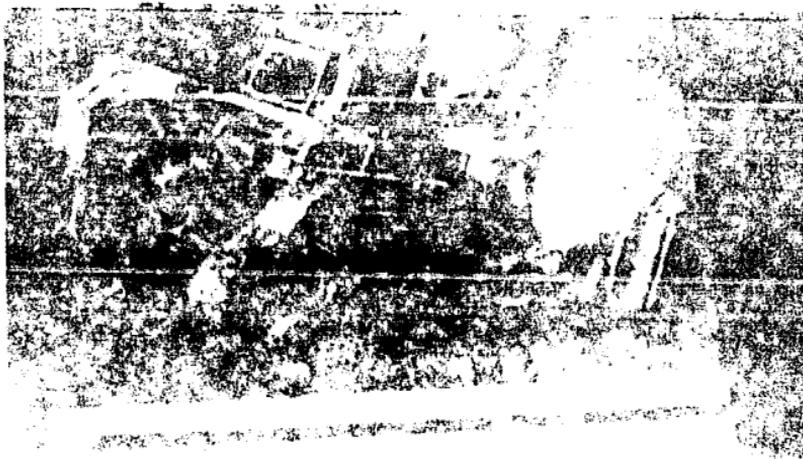


Figura VI. Bulldozer Caterpillar

Los bulldozers se utilizan para operaciones tales como:

- a) Limpieza del terreno de árboles.
- b) Movimiento de tierras, de rocas disgregadas a distancias de 100 m.
- c) Esparcimiento de rellenos de tierra.
- d) Rellenado de zanjas.
- e) Excavación en línea recta.
- f) Construcción de terraplenes y excavación de fosos.
- g) Formación de pilas.
- h) Limpieza de escombros en los sitios de construcción.
- i) Mantenimiento de caminos de acarreo.

EQUIPO OPCIONAL.

RIPPER O ESCARIFICADOR.

El escarificador es una especie de reja, sólidamente fija a la parte posterior del bulldozer, que sirve para disgregar los suelos compactos y las rocas semiduras por acción de labrado.

El bulldozer puede llevar uno o varios escarificadores sobre paralelogramo o sobre barra pivotante. Los movimientos de subida y bajada son mandados por cilindros hidráulicos.

Las puntas de los dientes del escarificador son intercambiables. El propósito de este equipo consiste en la disgregación mecánica de superficies, permitiendo a la cuchilla excavar terrenos que no podría atacar directamente. El ripper se puede observar en la figura VII.

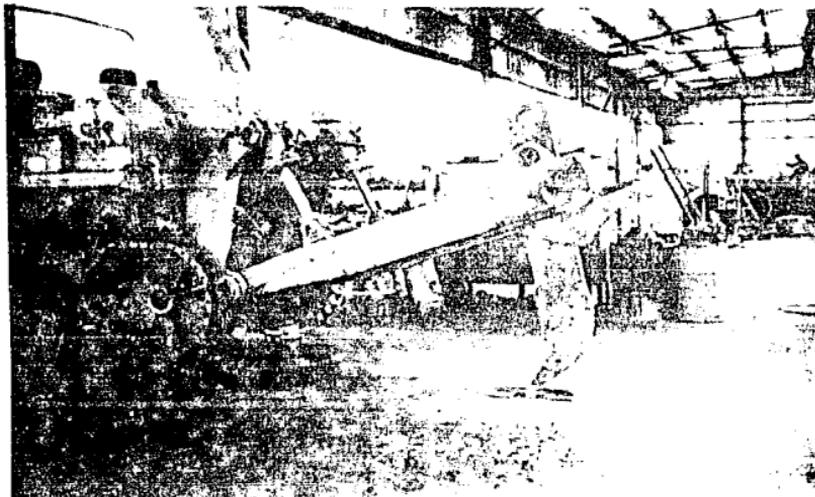


Figura VII: Ripper en un bulldozer Komatsu.

CARGADORES.

Los cargadores⁽⁵⁾ se dividen en:

- a) Cargadores sobre orugas llamados **traxcavos**.
- b) Cargadores sobre neumáticos llamados **payloaders**.

A. TRAXCAVO.

El traxcavo se compone de un tractor sobre orugas, equipado con una cuchara cuyo movimiento de elevación se logra mediante dos brazos laterales articulados. La cuchara puede efectuar un movimiento de rotación de una cierta amplitud alrededor de un eje horizontal hasta llegar a una inclinación negativa. Los movimientos son mandados por cilindros hidráulicos. En la figura VIII se ilustra este equipo.

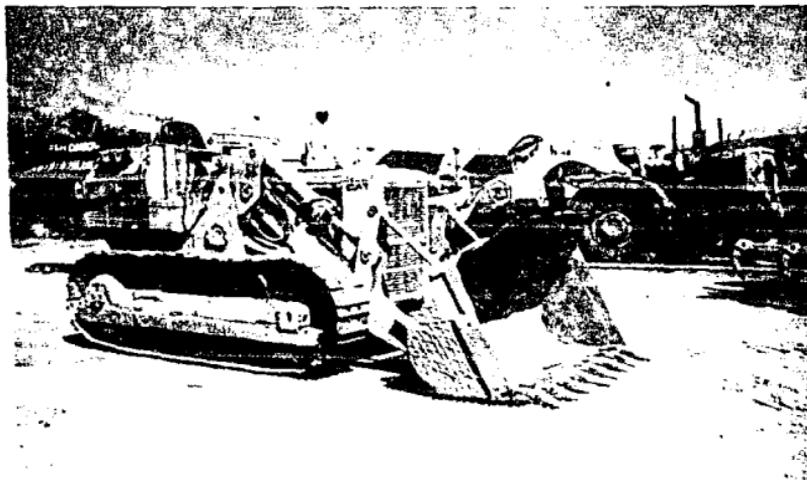


Figura VIII: Traxcavo Caterpillar

(5) Cfr. Idem

La cuchara normal o bote posee un borde cortante en la parte inferior, con o sin dientes de penetración.

Existen numerosos tipos de botes, según los distintos trabajos a que se les destina:

- a) Cuchara corta reforzada para canteras.
- b) Cuchara con nervios.
- c) Cuchara con borde de ataque en V para carga de rocas en pila.
- d) Cuchara con realce para carga de material esponjado.

El traxcavo es usado para las siguientes tareas:

- a) Manejo y carga de todos los materiales, con la cuchara adecuada.
- b) Excavación en terreno llano, de materiales sueltos y disgregados.
- c) Desmonte de terrenos blandos.
- d) Limpieza.
- e) Extendido y nivelación de materiales.

B. PAYLOADER.

El payloader se compone de un tractor sobre neumáticos que puede tener el chasis articulado, esto significa que puede realizar vueltas con un radio de giro muy pequeño, ya que está seccionado en dos partes que giran en el sentido que el conductor desea.

Los botes y las funciones son las mismas que tiene el traxcavo. La ventaja que tiene éste, es el mayor avance debido a su relativa alta velocidad con respecto a la oruga. Sirve en obras en que se requiere viajar distancias considerables y en donde las llantas presentan mayor adherencia al terreno que los otros. En la figura IX se presenta un payloader.

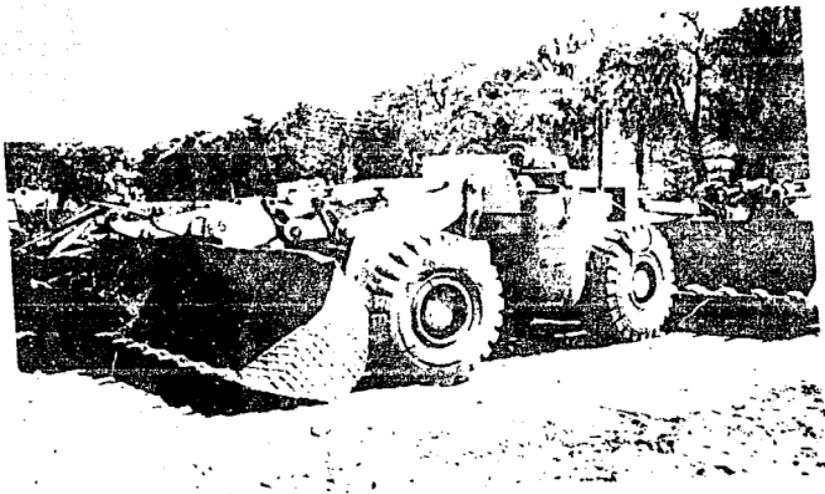


Figura IX: Payloader Clark Michigan.

MOTOCONFORMADORAS.

La motoconformadora⁽⁶⁾ se compone, por lo general, de un chasis sobre seis neumáticos, en el centro del cual se encuentra una cuchilla que puede:

- a) Bajarse o subirse.
- b) Desplazarse lateralmente.
- c) Girar 180 grados en el plano horizontal, a cada lado del eje longitudinal del chasis (orientación).
- d) Girar de 0 a 90 grados en el plano vertical, a cada lado del eje longitudinal (pendiente).
- e) Girar en un determinado arco de circunferencia alrededor de su eje longitudinal (inclinación de la que depende el ángulo de corte).

La motoconformadora se compone de:

Chasis rígido, formado por una viga curva o dos soldadas, de sección rectangular o circular, apoyadas sobre los ejes delantero y trasero, soportando en la parte inferior un motor Diesel. El **puesto de mando y maniobra**, con embrague de disco simple o múltiple, caja de velocidades mecánica de combinaciones múltiples, transmisión mecánica por engranaje o convertidor de par potentes.

El **eje portante delantero**, generalmente curvo para aumentar la distancia entre él y el suelo. Lleva un dispositivo mecánico que permite inclinar el plano de rodamiento de las ruedas para compensar o, en ciertos casos, aumentar el empuje lateral que se crea por las posiciones asimétricas de la cuchilla. El eje puede desplazarse lateralmente para ayudar a realizar giros con radios más pequeños.

El **eje trasero motor** no lleva diferencial, la estrechez de vía de la motoconformadora permite pasar sin él. El acoplamiento de las ruedas es

(6) Cfr. Idem

de dos en dos en tándem, con accionamiento por trenes de engranajes o de cadenas.

La **dirección** se efectúa por orientación de las ruedas delanteras y necesita a este efecto un árbol de transmisión de gran longitud, articulado con flechas Cardán, atacando un sistema de piñón y cremallera, generalmente asistido hidráulicamente.

Los **frenos** son de banda o de disco, actuando sobre las ruedas traseras, o sobre las ruedas traseras y delanteras, con mando mecánico o hidráulico.

La **barra de tracción** se compone de una viga simple o doble en V, soldada; de sección circular, rectangular o triangular, algunas veces de perfil en T. Articulada en la parte delantera del chasis, es sostenida en la parte trasera por el conjunto de mandos de accionamiento de la cuchilla.

En el extremo posterior de la barra es fijado el **círculo portacuchilla**, provisto de una corona dentada accionado por tornillo sin fin. El círculo puede ser desplazado a derecha e izquierda del eje longitudinal.

La **cuchilla**, estrecha y curvada de 2 a 3.65 m. de longitud, se une al círculo por medio de cartelas; está dispuesta para poder deslizar lateralmente, por cremallera o por cilindro hidráulico, sobre guías fijas.

Los mandos de los diversos movimientos se hacen manual, hidráulicamente o por combinación de estos procedimientos. En las máquinas más grandes, estos son asistidos por un servomotor. En la **figura X** es presentada una motoconformadora.

La motoconformadora aventaja a los bulldozers en los trabajos de precisión ya que permite realizar:

- a) Desbroce - Limpieza de desechos de cualquier tipo -.
- b) Nivelación.
- c) Desplazamiento de material en cordón.

- d) Taluzado - Limpieza de taludes -
- e) Excavación de zanjas en V.
- f) Excavación de canal de fondo llano.
- g) Limpieza de arcenes - márgenes u orillas -
- h) Formación de taludes elevados.
- i) Perfilado de taludes en gradas.
- j) Mantenimiento de pistas y gradas.
- k) Trabajos diversos utilizando equipos auxiliares.

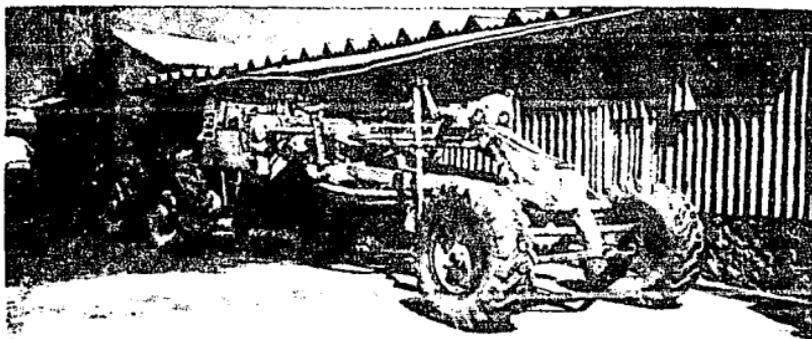


Figura X: Motoconformadora Caterpillar.

EQUIPOS.

Se le pueden adaptar a la motoconformadora equipos auxiliares que aumentan el número de trabajos que pueden realizar.

En la parte delantera de la mayoría de las máquinas se encuentra un escarificador accionado hidráulica o mecánicamente, que disgrega el

terreno y facilita la operación de la cuchilla. Este dispositivo es utilizado también para romper los revestimientos de carreteras antiguas y formar al mismo tiempo cordones de material escarificado.

También puede tener un ripper en la parte posterior, que se utiliza en los terrenos compactos y más duros, para facilitar la penetración de la cuchilla.

RETROEXCAVADORAS.

La retroexcavadora⁽⁷⁾ es una máquina de movimiento de tierras que trabaja en estación, es decir, que su chasis portante sirve sólo para desplazar el equipo sin participar en los ciclos de trabajo.

En el chasis se encuentra una corona de orientación fija, dentada exterior o interiormente y en algunas máquinas, un eje central sobre el que reposa, por intermedio de una corona de ruedas, una plataforma que soporta el mecanismo de maniobra. La orientación de ésta se obtiene sobre la corona de un piñón dentado, maniobrado por un sistema mecánico, hidráulico, neumático, eléctrico o por combinación de estos.

Un freno permite aminorar la velocidad y bloquear la plataforma. Una serie de grapas fijas aseguran la fijación de la parte giratoria a la parte fija. También se tiene un contrapeso para mantener el equilibrio de la estructura.

La orientación puede ser total sobre 360 grados o limitada a un sector restringido. La retroexcavadora lleva un conjunto motor, una serie de transmisiones y un equipo que comprende una cuchara que se puede mover, colocada en el extremo de un brazo móvil que es soportado por una pluma, también con movimiento.

En algunas máquinas, la pluma puede trasladarse lateralmente por un juego de cilindros.

La energía motriz se obtiene de un motor Diesel. La máquina puede estar equipada de un motor único o, para los equipos mayores, de varios motores independientes. Para aumentar la ligereza de utilización y el rendimiento de éstas, se proveen de transmisiones con convertidor de par, servotransmisión. Para accionar el equipo se realiza por medio de cilindros hidráulicos.

(7) Cfr Idem

La retroexcavadora cuenta con una cuchara, con abertura hacia abajo, de dientes intercambiables y con cuchillas laterales. La cuchara es fija, a veces basculante, sin compuerta de vaciado. Esta máquina se puede observar en la figura XI.

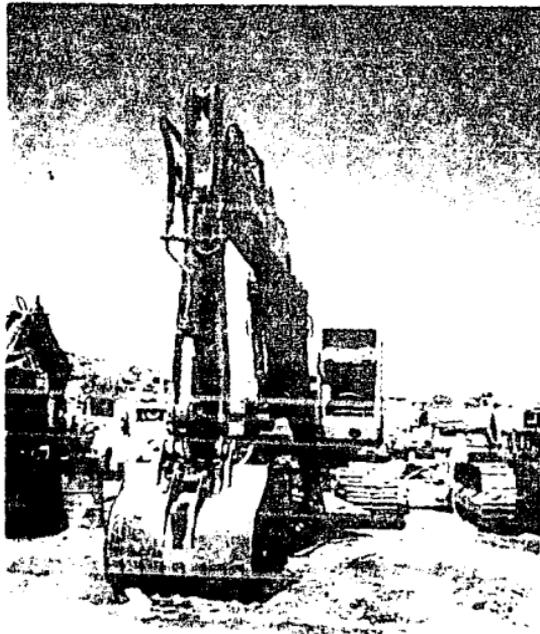


Figura XI: Retroexcavadora Poclain.

La retroexcavadora permite realizar trabajos, como los que a continuación se enumeran:

- a) Extracción del material bajo el nivel del suelo, también puede efectuarse el trabajo bajo el agua.
- b) Excavación de zanjas estrechas.
- c) Excavación de canales (saneamiento, riego, etc.).
- d) Limpieza de zanjas.
- e) Trabajos de demolición.
- f) Extracción de grandes cantidades de material.

CAPITULO III

MANTENIMIENTO

INTRODUCCION.

En las condiciones de subdesarrollo que vive nuestro país para dar paso hacia un crecimiento en nuestra economía y de las condiciones de vida de sus habitantes. Se hace necesario acelerar el desarrollo comercial de nuestra nación. Esta expansión sólo se hará posible contando con la infraestructura adecuada como lo son: carreteras, puentes y demás vías de comunicación.

Para erigir este tipo de obras las empresas constructoras deben de contar con la maquinaria necesaria. Estas máquinas son casi en su totalidad de importación, siendo el principal proveedor los Estados Unidos. Por el origen del equipo, se entienden los problemas que se tienen cuando éste se descompone por fallas imprevistas. Las refacciones cuando no se encuentran en el país suelen tardar, algunos meses en conseguirse, esto, sumado al tiempo en que se efectúa la reparación, basta para que los trabajos que se estaban haciendo se retrasen considerablemente, con un aumento de los costos de la obra y el tiempo perdido que se hubiera podido ocupar para realizar nuevas obras.

En este capítulo se revisarán los distintos tipos de mantenimiento, su campo de acción y cuál es la función de cada uno de ellos, para poder tener una visión general de las prácticas que se tienen en la actualidad. Con esto, se pretende que se observen las diferencias entre las clases de reparaciones e inspecciones.

A. DEFINICION.

En este contexto el mantenimiento adquiere especial importancia, por lo que a continuación se tratará de dar una definición del mismo:

Mantenimiento es el conjunto de actividades que se llevan a cabo con el fin de conservar los bienes de una empresa en condiciones seguras

y eficientes. Utilizando los medios de que se disponen, para mantener los más bajos posibles costos de operación.

De esta definición se deduce que el mantenimiento es una actividad importante en toda organización, ya que apoya la operación de la misma.

Es importante que la empresa fije los objetivos que se propone alcanzar en la obra y debe contener el mantenimiento de las máquinas e instalaciones. A continuación se enumeraran, los que a nuestro criterio, son las principales metas que se deben tener en cuenta en la realización de un trabajo de este tipo:

1.- Mantener las máquinas e instalaciones a un nivel económico de reparaciones, tratando de que éstas tiendan a cero. Esto significa que se deben tener los bienes en buen estado para su uso en cualquier momento.

2.- Sostener el equipo funcionando la mayor parte del tiempo posible por medio de un efectivo mantenimiento preventivo.

3.- Proporcionar a la dirección de la empresa información sobre la efectividad, condición y costo de mantenimiento, para poder evaluar el sistema, así como observar los avances que se alcanzan en la implantación de éste.

4.- Mejorar el servicio con un descenso de los costos por unidad, mejorando la eficiencia de los costos generados por el mantenimiento.

5.- Minimizar el costo de reparaciones de emergencia y trabajos sin planear.

CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

En las empresas constructoras, por lo general, se hace una clasificación de cuatro tipos de mantenimiento, que se conocen como:

- A) Mantenimiento correctivo.
- B) Mantenimiento preventivo.
- C) Mantenimiento predictivo.
- D) Mantenimiento por conjuntos o partes.

Para conocer a qué se refieren los mantenimientos mencionados se hará una descripción de los diferentes tipos de mantenimiento:

A. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Es el que se lleva a cabo después de haber ocurrido el paro de la maquinaria o cuando los síntomas, son demasiado claros y el problema está avanzado. Este es el mantenimiento que no se tiene previsto, origina tiempos extras y las reparaciones son hechas en el sitio de la avería, siendo el terreno en que se encuentran, la mayoría de las veces, de malas condiciones para poder practicar la compostura, porque no se cuenta con las herramientas adecuadas en estos lugares.

Cuando se realiza este mantenimiento, no se conoce qué produjo la falla, ya que no se sabe si es por desgaste natural, mal trato, mala operación, falta de lubricación o alguna otra causa. En resumen, aquí se corrige sin saber qué causa lo generó, aquí no es válida la analogía con una línea de producción en una planta industrial en la que los eventos se repiten y se pueden encontrar las causas de las fallas por la repetitividad que existe. Se practica como consecuencia de un accidente o avería inesperada, éste trastorna las actividades cotidianas y uno debe dar los recursos que se tengan a la mano para poder solucionar el problema. Aquí vale la analogía de que es un trabajo de apagafuegos, en lugar de evitar estos.

B. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Su objetivo es evitar el desgaste prematuro o excesivo, para poderlas hacer mínimas, y en el mejor de los casos, lograr desaparecer las fallas no previstas mediante la implantación de un sistema de trabajo, el cual tiene como funciones principales: ajustar, comprobar el funcionamiento de partes, reemplazarlas, así como lubricar y hacer una limpieza del equipo para que pueda estar disponible en cualquier instante.

Por lo general, es menos costoso y requiere de menos tiempo que el mantenimiento correctivo. Esto trae consigo ahorros considerables, bajándose los costos generados por la maquinaria. También prolonga la vida útil de los componentes con una mayor productividad de la máquina a lo largo del tiempo, por lo que la inversión efectuada es recuperada y las ganancias que nos da, aumentan a medida en que trabajen más; además, en una máquina con buenos cuidados, podemos obtener un precio más elevado al venderla, cuando se termina la vida útil que establece el fabricante.

C. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Este es el mantenimiento " teórico ". Se apoya en el análisis estadístico y las pruebas de laboratorio para pronosticar las condiciones en que trabajan las partes de la máquina. Tiene como fin establecer los tiempos de servicio, reemplazos de piezas y de conjuntos.

Se considera como una herramienta del mantenimiento preventivo, apoya a éste para que pueda cumplir eficientemente sus funciones.

Comprende el análisis estadístico de vida útil, ya sea de partes o conjuntos. El análisis físico de piezas de desgaste, tales como cadenas de tránsitos, neumáticos, partes de ataque de cuchillas, cucharas, etc.; así como, pruebas de laboratorio del aceite en partes como motores, transmisiones, mandos finales y todos los demás componentes del tren motriz, para conocer el desgaste que tienen, se analiza el contenido de

metal que muestra el lubricante. También se tienen los diagnósticos de campo, en donde se utilizan diversos instrumentos de medición para hacer una evaluación del estado de las máquinas en el sitio en donde se encuentran trabajando.

En México, se lleva a cabo este tipo de mantenimiento de manera relativa, ya que muchas empresas no cuentan con los instrumentos adecuados y algunas otras no creen en él, ya que confían totalmente en la experiencia de sus mecánicos - esto no es malo, pero el mecánico también falla -; no ven al mantenimiento predictivo como una herramienta y creen que les debe dar todas las respuestas a sus dudas, en vez de apoyarse en él para realizar un diagnóstico más certero.

D. MANTENIMIENTO DE CONJUNTOS Y PARTES.

También conocido como reparación mayor. Se hace al término de la vida útil de un componente, conjunto de componentes o la máquina. La vida útil es determinada por el fabricante - como se dijo anteriormente -, después de que se cumple ésta, el equipo o partes del mismo que se someten a una reparación de ajuste y reconstrucción para garantizar que la maquinaria siga funcionando eficientemente.

Este mantenimiento se planea, para que no se tengan muchas máquinas en reconstrucción a la vez. Las reparaciones se realizan fuera del lugar de trabajo, en el taller de la compañía. La programación se hace con las partes ya pedidas o en el almacén. El pedido de piezas se hace a máquina abierta, se desarma el equipo y se ve que es lo que no funciona o se maquinan las que necesitan ajustes para que funcionen bajo especificaciones, con lo cual se hace el cambio de las piezas en mal estado, dejando en la máquina las que todavía se encuentran en buen estado.

Los ajustes y cambios se hacen conforme a las especificaciones que tiene el fabricante. Terminada la reparación, se prueba la máquina en las condiciones de trabajo más duras que se puedan con el fin de que una

vez que llega a donde va a trabajar, no se descomponga a la primera y se tenga que enviar de regreso al taller.

Este mantenimiento es muy practicado, ya sea para este tipo de máquinas, como para toda la maquinaria pesada, en general. Aumenta el tiempo en que se puede utilizar la máquina y no se tenga que reemplazar. Se le da más peso a éste que al preventivo, y debido a ello se hacen inspecciones poco frecuentes, acortándose el tiempo previo a la reconstrucción, pero se llega a un límite en el cual este tipo de mantenimiento es incosteable.

CAPITULO IV

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

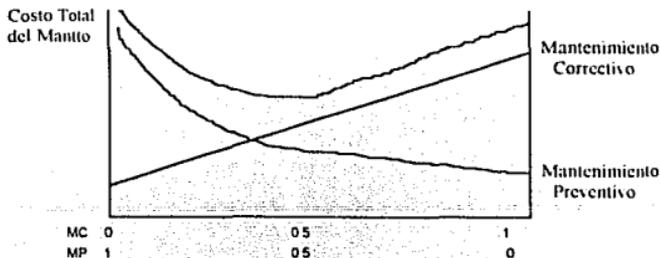
INTRODUCCION.

En este apartado se describirán las ventajas y los elementos que tiene el mantenimiento preventivo en lo referente a costos, fallas, factores humanos, elementos técnicos y un poco de teoría de la lubricación.

Para poder implantar un sistema de este tipo se encuentran **problemas** como:

- Falta de apoyo técnico por parte de los fabricantes.
- Creencia, errónea, de que el mantenimiento no se puede planear.
- Desconfianza de los encargados de obra, por los retrasos sufridos en el avance de la misma y la elevación de sus costos.
- Carencia de personal preparado para realizar las tareas del mantenimiento preventivo.
- Falta de confiabilidad en las partes que suministran algunos fabricantes.

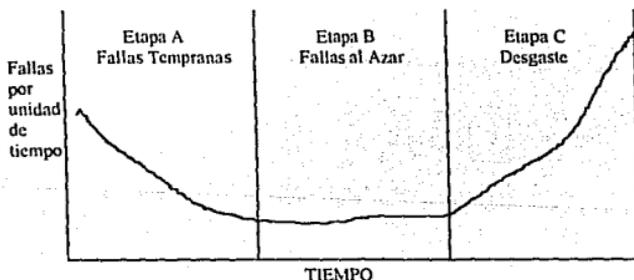
También es necesario distinguir el equipo en el que ya no se pueden recuperar los gastos de mantenerlo, porque ya no nos dará más tiempo su servicio, estos son los que ya no es posible aumentar su valor de recuperación haciendo inversiones en él. No es posible hacer desaparecer las fallas imprevistas, pero sí reducirlas como se puede observar en la siguiente gráfica sacada de la experiencia de empresas que aplican este tipo de sistemas:



Como se puede observar, mientras el costo de mantenimiento preventivo aumenta, el de emergencia o correctivo disminuye, sumando las dos curvas se conoce el punto donde el gasto total es mínimo, es decir el que deseamos obtener. En estas gráficas no se contemplan las pérdidas ocasionadas por el paro inesperado, que se deben cuantificar y anexar a las curvas que se muestran.

A. Fallas.

Cuando una máquina empieza a funcionar, se debe tener especial cuidado ya que pueden presentarse fallas en una fase temprana. Conforme pasa el tiempo las descomposturas se reducen constantemente, volviendo a aumentar rápidamente al final de la vida útil, como se muestra en la siguiente gráfica:



En la primera etapa, llamada de fallas tempranas, se hace la reparación usando el mantenimiento correctivo ya que el preventivo no nos indica nada, debido a que no se tiene una historia del comportamiento de la máquina a través de las pocas inspecciones practicadas al equipo. Estas averías son consecuencia de la instalación inadecuada de los componentes, o por piezas defectuosas.

En la segunda etapa, las fallas se presentan por abusos cometidos en el manejo de las máquinas. Estos pueden ser prevenidos mediante un adecuado programa de entrenamiento a los operadores, o bien detectados

y por medio de las inspecciones de un sistema preventivo para formular soluciones a los diferentes problemas que se puedan presentar. En la mayoría de las obras los operarios están bajo las órdenes de los encargados de construcción y existe un conflicto entre los que manejan el mantenimiento con los primeros, por lo que a nuestra opinión, las personas que llevan el cuidado de la maquinaria deben, también, encargarse del manejo de éstas en la obra.

En la última etapa, llamada de fallas por desgaste, se debe hacer una historia de uso, reparaciones y servicios efectuados, para poder determinar si se presentan problemas repetitivos o nuevos, además de inspecciones para observar el grado de desgaste de los componentes.

FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Las funciones que el mantenimiento preventivo tiene vienen dadas por las recomendaciones de los fabricantes para el cuidado de los equipos. Las tareas a realizar, dependiendo de la maquinaria que se trate, determinarán los recursos necesarios para llevarlo a cabo. Estas funciones pueden ser:

- Servicio de ajuste en periodos definidos.
- Inspección del equipo para la detección de problemas, de acuerdo a un formato ya establecido.
- Lubricación.
- Pruebas.
- Cambios de piezas.
- Correcciones menores y rápidas, de problemas detectados en la inspección.
- Diagnóstico de posibles fallas, por medio de síntomas menores detectados.
- Limpieza de la máquina.
- Realizar registros de servicios y fallas completos, de cada maquinaria.

Existe una estrecha relación entre todos los puntos anteriores. Ellos forman parte de un todo y si alguno faltara, no podemos decir que se haya hecho una prevención adecuada de las posibles fallas.

RECURSOS HUMANOS Y TECNICOS.

En cualquier sistema, los hombres juegan un papel primordial y para que este tipo de mantenimiento se lleve a cabo, las personas deben poder realizar las siguientes tareas:

- Control.
- Operación.
- Supervisión.
- Técnico (Mecánicos).

El equipo que se necesita para realizar estas tareas, son genéricamente:

- Almacén.
- Lubricación.
- Diversos.

A continuación, se hace una exposición más detallada de estos factores.

A. FACTOR HUMANO.

El factor humano, a mi parecer, es el aspecto más importante en el sistema, ya que lo integra y le da vida, es la diferencia entre el éxito y el fracaso del mismo. Por lo que se debe tener cuidado en el proceso de reclutación, selección y contratación. Hay que evaluar las aptitudes, conocimientos, aspiraciones, experiencias anteriores, objetivos a corto y largo plazo, así como, observar si encaja dentro del ambiente que se tienen en la compañía. Este tipo de actividad es difícil por varias razones, y a continuación se observan algunas de ellas:

- Lugar de trabajo, lejos de los centros de conglomeración urbana.

- Las condiciones de geografía y clima variadas, la mayor parte de las veces difíciles.
- Escasos sitios de recreación, culturales y de desarrollo para las familias de los trabajadores.
- Sitios de trabajo temporales, cambios de residencia continuos.

Se hace indispensable que los empleados tengan una clara idea de las condiciones en que se desarrollará su trabajo, así como la importancia del papel que representa en la ejecución del sistema. En el medio existe gente que se dedica a esto desde su juventud y para poder contar con sus servicios se le debe pagar salarios competitivos, así como algunas prestaciones, como puede ser visitar a su familia o que viva con ella en la obra, esto les da un sentido de lealtad, ya que no se sienten ajenos a lo que hacen y no están con las preocupaciones de lo que sucede en su casa. En muchas ocasiones, la salida de buenos trabajadores es por problemas familiares.

Las aptitudes y conocimientos necesarios para desarrollar las tareas en las diferentes áreas son descritas a continuación:

B. SUPERVISION.

En la mayoría de las empresas, a esta función se le da mucha importancia ya que se piensa que a las personas hay que vigilarlas, no darles responsabilidad porque no son capaces de cumplirla. Para esta área, se requiere personal que tenga aptitudes en el trato de personas, organización, administración y control de actividades que se desprenden del trabajo realizado. Por lo que, debe tener don de mando, capacidad organizativa y que comprenda la cultura de sus subordinados. Entendiéndose como cultura; todos los hábitos, costumbres y condiciones que posea el individuo, como consecuencia de su pasado.

También debe poseer conocimientos técnicos, debe interpretar correctamente los manuales de partes, operación y mantenimiento. Poder

realizar diagnósticos y detección de fallas por medio de la historia de cada máquina, así como la inspección física de la misma.

Las funciones que debe realizar son listadas a continuación:

- Asesorar al personal técnico, para que sepan cómo realizar las tareas del sistema.
- Innovación constante de métodos y técnicas empleadas en la consecución del trabajo, conforme a la experiencia de sus aplicaciones en obra.
- Planeación y programación de las unidades que serán sometidas a servicio de mantenimiento.
- Capacitar al personal técnico en las innovaciones que presenta un nuevo modelo de máquina y en las técnicas que se requieren para realizar el mantenimiento.
- Programar los suministros requeridos, como son: filtros, lubricantes, retenes, etc.
- Revisar las existencias en el almacén, para realizar los pedidos correspondientes.
- Administración del almacén.
- Revisar con los encargados de la obra, las necesidades de equipo y los tiempos en que serán utilizados.
- Realizar controles de calidad, así como el control de maquinaria que es enviada o recibida del taller central.
- Redactar informes del comportamiento observado de las máquinas, para la evaluación de los diferentes tipos de equipo con que contamos.
- Investigar acerca de las posibles mejoras que se le pueden practicar al equipo.
- Diseñar dispositivos para mejorar la eficiencia de los equipos.

Para que alguien puede llenar estos requerimientos para poder obtener buenos resultados, creo que se debe contratar de preferencia a un profesionalista que tenga experiencia y que le guste lo que hace.

C. CONTROL.

Este es un auxiliar del supervisor. El número de personas que se requieran, dependerá de las cargas de trabajo que se esperen tener, así como de las necesidades de información, control y ejecución del Plan Piloto.

Aquí, los encargados deben formular programas y controles, hacerse cargo de la contabilidad y ser un auxiliar en la función de personal.

Las funciones que desempeñan son las siguientes:

- Registrar y ayudar en el control de las actividades del personal: bajas, faltas, tareas realizadas, suspensiones, altas en el IMSS, etc.
- Dar seguimiento a la evolución que presentan los costos que se generan en el sistema.
- Revisar el tiempo de utilización y las condiciones en que opera la maquinaria.
- Vigilar los servicios que son practicados al equipo.
- Dar apoyo al supervisor, en la programación y en las actividades que deba realizar.
- Controlar el flujo de materiales que se tengan en el almacén.
- Llenar las bitácoras de las máquinas que están funcionando, y supervisar las que llenan los operadores.

En todas estas tareas, puede ser ayudado por gente, que se contrate para supervisar la maquinaria y que llenen las bitácoras. Los conocimientos que de preferencia deben de tener son de contabilidad, esto es posible mediante cursos de capacitación, sobre las nociones contables básicas para la interpretación de los resultados y control. Tampoco le deben ser desconocidas las máquinas y sus componentes.

También, debe proponer controles o sistemas más efectivos, tratando siempre de no ahogar con mares de información inútil a la

empresa, que puede ser perjudicial para el correcto desempeño de sus tareas. Se sugiere que se realicen informes sintetizados, concretos y en donde se contenga la información que requerimos.

D. TECNICO.

Es muy difícil encontrar personal versátil y preparado para las necesidades que se tienen en esta área. Las posibles causas de estos requerimientos son: la diversidad de los equipos que se tienen, falta de conocimientos - lo que se refiere a cultura en general, leer y escribir -; nivel de enseñanza que detenta la mayoría de los maestros mecánicos es de primaria, con graves deficiencias, por lo que sólo pueden adquirir una formación técnica elemental.

Para realizar las funciones del mantenimiento se requiere de personal especializado en: lubricación, inspección, control de calidad y reparación de cada una de los sistemas de la maquinaria.

Las funciones que tienen son las siguientes:

- Realizar servicios de engrase y lubricación, reemplazo de partes, así como, reparaciones correctivas que se presenten en la obra.
- Comprender e interpretar manuales de partes y mantenimiento.
- Interpretar las instrucciones de lubricación y realizar los servicios.
- Evaluar el funcionamiento de la maquinaria.
- Detectar posibles fallas por medio de la inspección periódica del equipo.
- Emitir opiniones acerca del manejo y desempeño del sistema.
- Realizar inspecciones periódicas de la maquinaria.

Como el personal que se encuentra está deficientemente preparado, se debe dar una rápida capacitación en los principios básicos de lubricación, reparaciones menores y los problemas más comunes que se presentan en cada tipo de máquina.

E. OPERACION.

El mantenimiento de cualquier dispositivo, comienza desde la forma en que se maneja el mismo. En la mayoría de las constructoras, la operación de la maquinaria y su mantenimiento es encargada a la obra civil, por lo que existe un conflicto entre los encargados de la maquinaria y los de la construcción. Los problemas que tienen son, por un lado, mantener la maquinaria lo mejor posible, y por otro, tener la maquinaria disponible todo el tiempo. Por otra parte, tener mayor número de subalternos les da mayor poder frente a la gente de reparaciones y como se les evalúa por el tiempo en que terminan el trabajo, no importa cómo dejan la maquinaria y al encargado de ellas se le califica por mantenerla, por lo que siempre existen problemas con las máquinas.

La operación correcta evita los problemas que se presentan por el abuso, desconocimiento y mal uso del equipo, ya que por, poderosa que sea, una máquina tiene sus límites.

El abuso puede conducir a la ruptura o al aniquilamiento de la máquina, presentándose accidentes muy graves, por lo que se hace necesario que el operador tenga una especie de conocimiento intuitivo de la máquina, sus posibilidades y reciba una instrucción técnica que lo especialice.

El operador es el responsable del equipo que maneja, de esto se deduce la importancia de seleccionar adecuadamente a los aspirantes, ya que el desconocimiento o mal manejo reducen la vida de la maquinaria. Debe conocer perfectamente el funcionamiento del equipo, tanto operativo como mecánico. Debido a que está en contacto diario con la máquina, puede detectar y reportar cualquier síntoma que considere como un posible problema.

También, debe llevar un control de los servicios y recordar, cuando el caso lo requiera, de la aplicación de los mismos. Esta es la persona con la que comienza el sistema, conjuntamente con los técnicos.

Las funciones que tiene son las siguientes:

- Realizar las maniobras con su máquina, en forma adecuada y eficiente.
- Reportar a los técnicos, cualquier anomalía en el funcionamiento del equipo.
- Informar a los checadores de la utilización del equipo que tienen a su cargo.
- Informar a los supervisores de posibles mejoras que observen que se les pueden hacer al equipo.
- Vigilar que a su máquina se le practique el servicio de mantenimiento en las fechas adecuadas.

Los operadores están especializados en cierto tipo de tareas para evitar problemas por el desconocimiento de las máquinas. Por ello, es necesario crear un grupo de operarios que puedan habilitar a alguna persona en el puesto cuando sea necesario por retiros o accidentes del personal.

LUBRICACION.

La función de la lubricación es reducir la fricción en partes con movimiento como cojinetes, engranes y cilindros. Tiene como fin evitar el desgaste excesivo, así como el sobrecalentamiento, reduciendo los gastos por reparaciones, por "desbieladas" o paros no previstos, consiguiéndose el aumento de la producción.

La mayor parte de las veces las máquinas vienen con instrucciones impresas de lubricación. Algunas son muy elaboradas, otras muy sencillas, pero todas indican los puntos específicos en dónde se debe colocar, con qué frecuencia y qué tipo de lubricante. Si no se tienen estas especificaciones para modelos antiguos, los proveedores suministran copia de éstas.

Los programas de lubricación están, por lo general, tomando como base un turno de ocho a diez horas diarias. Por lo que, en algunas máquinas las graseras deben lubricarse una vez al día o cada ocho a diez horas. Otras requieren de intervalos de 100, 200, 500 o 1,000 horas de operación constante.

Como el manejo de la máquina es rara vez constante, y no siempre se trabajan las ocho horas; la forma en que se conoce el tiempo que trabaja el equipo es por el contador de horas u horómetro. Si la maquinaria no cuenta con uno, se le debe de instalar ya que se tienen suficientes problemas cuando hay paros imprevistos, como para tener que estar adivinando los intervalos de tiempo en que se deben realizar la lubricación. Además este instrumento sirve para programar, ya que de acuerdo a su lectura y el uso que se espera darle, se puede anticipar cuando estará en servicio. Los horómeros sólo registran el tiempo que el equipo está funcionando.

Hay que revisar la manera en que se está lubricando, con la frecuencia necesaria para cerciorarse que se está realizando

correctamente y conforme al programa establecido, pues de otra manera, se tendrá más trabajo del que se puede llevar a cabo.

A. DEFINICION.

La lubricación es la acción de suministrar una película suave y resbaladiza, que separa dos partes que se mueven, permitiendo el movimiento relativo entre las dos superficies. Se puede definir de la siguiente forma:

El principio de soportar cargas deslizantes, sobre una película que reduce la fricción entre dos superficies.

B. FUNCIONES.

Tiene las siguientes funciones básicas:

- Reducir la fricción.
- Evitar el sobrecalentamiento de las partes.
- Evitar la corrosión y el enmohecimiento.
- Crear una atmósfera protectora para evitar el polvo y la contaminación.

C. TIPOS DE FRICCION.

A continuación, se hace una breve descripción de los tipos de fricción que existen.

Fricción: Se conoce así a la resistencia que se presenta al movimiento de dos superficies en contacto. Es la responsable del desgaste y las fallas, que eventualmente se presentan, en las partes con movimiento de la máquina.

Fricción sólida: Es la que se presenta entre dos superficies sólidas, cuando se aplica una carga para que ocurra un deslizamiento. Aquí se ofrece una gran resistencia al movimiento, ocasionado por la rugosidad de la superficie.

Fricción fluida: Se presenta cuando las superficies están separadas por una capa de fluido. Los cuerpos no entran en contacto entre sí, evitando en gran medida, la fricción y el desgaste. Pero existe, la resistencia del fluido a ser "cortado", llamado fricción fluida.

Fricción por rodamiento: Se manifiesta cuando un cuerpo cilíndrico o esférico, rueda sobre otro. Estas superficies tienen una área de contacto reducida pero se presenta rozamiento entre los cuerpos en contacto, ocasionando el desgaste de los mismo. Los efectos que presenta son menores que los de la fricción sólida.

En las máquinas se manifiesta una combinación de la fricción por rodamiento y de la fluida. La fluida se tiene en los elementos en los que se lleva a cabo la lubricación, como son: diferenciales, embragues, cajas de velocidades, etc.. La fricción por rodamiento en elementos, como los siguientes: baleros, rodamientos, engranes, etc..

La fricción fluida tiene como efecto la acción de corte, la cual se describe a continuación:

Acción de Corte: Este fenómeno se presenta cuando una de las superficies, se mueve a una cierta velocidad y la otra, a una menor. Las capas de fluido cercanas al cuerpo de mayor rapidez se mueven casi al mismo ritmo que la superficie y la capas cercanas al cuerpo con menor velocidad se mueven a una velocidad muy inferior.

Esto se debe de tener en cuenta a la hora de escoger las propiedades y evitar que las fuerzas de corte, sean mayores que lo que puede resistir el lubricante, para no tener desperdicio, por una lubricación inadecuada e insuficiente.

D. FORMAS DE LUBRICACION.

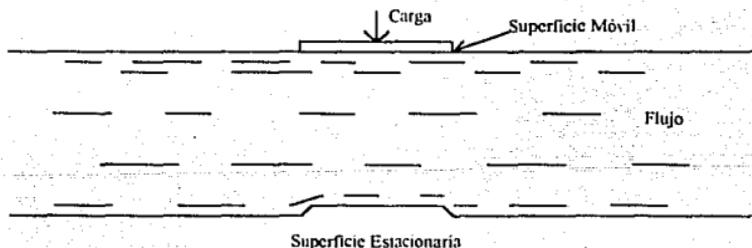
Existen dos tipos, que son las siguientes:

- 1.- Lubricación fluida o hidrodinámica.
- 2.- Lubricación hidrostática.

Fluida o hidrodinámica: Aquí se provee de una alimentación constante para mantener la separación entre los cuerpos, evitando el contacto metálico.

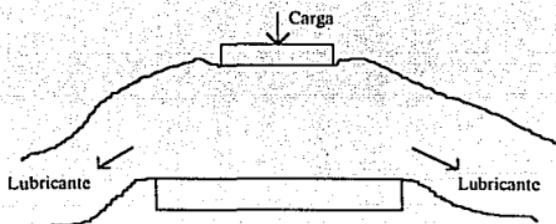
Esta forma de lubricar se realiza por los dos métodos siguientes:

Cuña de aceite: Cuando existe una velocidad relativamente alta entre dos superficies, se presenta este efecto, que evita el contacto metálico y que se observa en la siguiente figura:



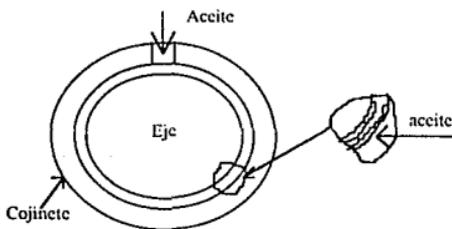
Este tipo de lubricación sólo es posible cuando las partes están en movimiento.

Aceite a presión: Cuando la velocidad de los cuerpos, no alcanza a formar la acción de cuña de aceite. El lubricante es suministrado a presión por medio de una bomba, para evitar el contacto metálico. Enseguida, se ilustra la acción que se presenta, cuando la velocidad relativa es baja.



El lubricante es suministrado en la zona en donde se tiene menor presión.

Hidrostática: Es aplicada en la forma de una capa muy delgada de aceite, suficiente para proteger las superficies que cubre. Aquí existe fricción y, por lo tanto, desgaste, pero es muy usada y practicada por razones de velocidad, carga, diseño, etc. Es importante debido a sus bajos costos de funcionamiento e instalación. Este tipo de lubricación, por ejemplo, se tiene en el lubricador mecánico.



E. CLASES DE LUBRICANTES.

Los lubricantes se dividen en:

- Aceites lubricantes.
- Grasas lubricantes.

La diferencia que existe entre estos dos tipos es la consistencia. Las grasas son semisólidas y fluyen sólo bajo presión. Mientras que el aceite es un líquido viscoso que fluye por sí mismo. Los lubricantes son muy versátiles por sus características, prefiriendo las grasas, siempre que puedan ser usadas.

Los fabricantes indican el tipo de lubricante que se debe utilizar para cada máquina, si no hay éste se tiene que buscar un equivalente. Se debe tener en cuenta el tiempo para realizar los cambios cuando se tiene el sustituto.

Muchas veces el fabricante prueba sus productos en condiciones que no se asemejan a las que se presentan en el trabajo, por esa razón, es necesario realizar inspecciones para verificar el estado en que se encuentra el lubricante, observando si se ha producido un cambio en la consistencia, color u otra característica, por lo que se debe proceder al cambio del mismo.

Cuando se presenta algún cambio, con respecto a las especificaciones que nos proporciona el fabricante, se tiene que verificar que un aceite sucio tiene los siguientes efectos:

- No desempeña bien sus funciones como lubricante, debido a que contiene sustancias abrasivas que provocan desgaste en la parte que se trata de lubricar.
- No se tiene una buena transferencia de calor, ya que la suciedad actúa como aislante.
- No protege contra la corrosión y el enmohecimiento.
- No limpia de manera eficiente.
- No sella de manera adecuada.

PRUEBAS EN LUBRICANTES.

Existen diferentes tipos de pruebas para determinar si el lubricante tiene impurezas y la función que realiza es adecuada. Los contaminantes pueden ser combustible, agua, etc. Los tipos de pruebas son:

- 1.- Prueba de gota al motor.
- 2.- Método de la chispa.
- 3.- Servicio de muestreo periódico del lubricante.

Prueba de gota al motor: Para tener una mejor información del comportamiento de los aceites, se realiza la prueba de gota al motor, que consiste en:

Obtener una muestra del aceite que está en el cárter, después de algunas horas en que el motor ha estado funcionando, a partir del último cambio del lubricante. La muestra se obtiene en la bayoneta de medición del nivel del líquido, se deja caer una gota en el centro del papel especial (papel filtro), que se necesita para realizar ésta.

Esta evaluación se debe hacer cuando el motor esté funcionando o inmediatamente después de haber parado el motor. Al depositar la gota en el papel, se debe sostener por los extremos sin ningún objeto por debajo de él, en el que encuentre apoyo, para que la absorción se realice sin obstáculos.

La prueba sirve para determinar el comportamiento del lubricante en el motor de combustión interna. Se realiza para obtener el máximo rendimiento del aceite y el motor.

Al secar la gota en el papel, se pueden observar los siguientes aspectos:

- Detergencia en el aceite.
- Estado mecánico del motor.

- Dilución por combustible.
- Acumulación de contaminantes.

La base en que se evalúa esta prueba es la comparación de los resultados obtenidos en muestras anteriores del aceite y del motor en que se lleva a cabo la evaluación.

Si los resultados de pruebas consecutivas difieren entre sí considerablemente, es un síntoma del funcionamiento anormal que se presenta. Se deben investigar las causas que lo originan y realizar los ajustes necesarios para evitar mayores problemas.

En la actualidad no existe un patrón fijo para la interpretación de las manchas de aceite que se obtienen de las pruebas, ya que cada motor tiene sus propias características. Aún siendo del mismo modelo y marca, se obtienen resultados distintos, ya que los factores que influyen en las condiciones de éste son diferentes: el tipo de trabajo efectuado y los hábitos de manejo del operador, sólo la experiencia y las pruebas dan una idea de lo que sucede aunque en la dilución y detergencia se tiene bien establecido el efecto.

Las ventajas que se obtienen con el uso de esta prueba se pueden enumerar de la siguiente manera:

1.- Se tiene un registro de los motores, comparando la última prueba con las anteriores por lo que se puede determinar el estado mecánico del motor en que está trabajando. Con esto se puede planear la revisión o reparación de los mecanismos que lo conforman en el momento oportuno.

2.- Se puede determinar si existe dilución en el aceite que se utiliza, para investigar las causas y realizar las correcciones pertinentes.

3.- Se establecen controles en periodos de cambios de lubricante, de acuerdo a las condiciones en que está trabajando la máquina.

La dilución es la presencia de combustible en un aceite usado. Tiene una acción muy marcada en la forma en que se extiende la mancha: se hace visible un anillo bien definido y notable dentro de la mancha o en la periferia. Cuando se encuentran estos la experiencia muestra que se deben revisar inmediatamente el motor, los inyectores, filtros de aire y la respiración del mismo.

En la prueba de gota de aceite cuando el detergente funciona bien, la mancha se extiende, ya que el detergente arrastra el lodo, hollín y otros contaminantes hasta la periferia. En consecuencia, cuando éste se ha agotado, las impurezas se localizan en el centro de la mancha y el lubricante se extiende dejando una estela clara, esto indica que el uso del aceite ha sido muy prolongado.

Método de la chispa: Para determinar la presencia de agua en el lubricante, se colocan algunas gotas sobre una lámina delgada, de ser posible de aluminio calentándose a flama directa por debajo. Como las temperaturas de ebullición del agua y aceite son diferentes, se producen pequeñas explosiones, debido a la expulsión o evaporación rápida del agua a través del lubricante. La intensidad de las explosiones producidas nos indica la mayor o menor cantidad de agua contenida en el aceite, por lo que es necesario tener los depósitos del lubricante en lugares resguardados de la transmisión de este líquido. La presencia de agua en el aceite es uno de los problemas que se presentan con mayor frecuencia, esto es debido al abandono en que se encuentran los tanques que contienen los lubricantes en los diferentes talleres y obras de este tipo.

Servicio de muestreo periódico de lubricante: Los fabricantes ofrecen este servicio que es realizado con el fin de prever y minimizar las fallas de motores, transmisiones y mandos finales. En este examen del interior de la maquinaria se pueden corregir las irregularidades antes de que se presenten mayores problemas, estas inspecciones corresponden al mantenimiento predictivo.

Cada pieza con movimiento presenta un desgaste normal, a medida que va pasando el tiempo los componentes lo presentan por las partículas

microscópicas de metal que no retienen los filtros y que se mezclan con el lubricante. La medición de éstas indica el desgaste de la máquina. Esta cantidad es posible medirla por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica, este aparato se basa en el principio de que los átomos de cada elemento absorben luz de una longitud de onda determinada. El instrumento se regula para que emita y detecte luz de la longitud de cada uno de los elementos que se estudian:

- Hierro.
- Cromo.
- Cobre.
- Aluminio.
- Silicio.

Se coloca un quemador entre la fuente de luz y el dispositivo detector mediante un tubo, en el que se somete la muestra a la acción de la llama por lo que se produce la separación de los átomos.

Los átomos libres atraviesan el rayo de luz, midiéndose la luz que absorben. La cantidad de luz absorbida es proporcional al número de átomos en la llama, esto depende, de cada uno de los elementos presentes en la muestra de lubricante.

El **hierro** revela desgaste en la bomba del lubricante, en el cigüeñal y en las camisas de los cilindros.

El **cromo** muestra el desgaste en los anillos, pistones, cojinetes y, en algunos motores, en los vástagos de las válvulas.

El **cobre** revela el desgaste de los cojinetes de empuje, transmisión, discos de la dirección y la entrada de agua a los enfriadores.

El **aluminio** muestra el desgaste en los pistones o cojinetes.

El **silicio** indica la entrada de tierra al motor.

EQUIPO DE LUBRICACION.

Para llevar a cabo una buena lubricación se sugiere contar con un carro lubricador, éste debe adquirirse o fabricarse, según el caso, en función del número de unidades a quienes se les deba realizar el servicio para hacerlo costeable y eficiente. La unidad de lubricación está constituida por una plataforma que se le coloca al camión, ésta puede intercambiarse cuando el carro tenga alguna avería para que la lubricación se realice de manera eficiente y segura, por lo que se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones para hacerlo:

- No realizar el servicio cuando las máquinas estén en movimiento.
- Usar el equipo de seguridad en el trabajo que lo requiere.
- No permitir la estancia al personal no mecánico dentro de la maquinaria cuando se hace el servicio.
- Almacenar los trapos con aceite, combustible u otros materiales volátiles en un lugar seguro.
- Mantener el área de trabajo limpia.
- No fumar mientras se hace el trabajo.

Con estas recomendaciones se puede llevar a cabo una lubricación más eficiente y segura. Los diferentes tipos de compresores y bombas que están en el camión lubricador tienen relaciones de compresión que se detallan a continuación, así como los cuidados básicos que se deben de tener con estos.

Grasa: La bomba para grasa debe de tener una relación de compresión de 50 : 1, esto significa que con 100 lb/plg² de presión del aire, se obtiene 5,000 lb/plg² en la grasa. Por lo general, se utilizan 80 lb/plg² en el conducto del aire.

Para engrasar cualquier punto se debe de limpiar perfectamente para que no se introduzca polvo. Cuando la grasa brota del punto de salida no se remueve totalmente el exceso ya que sirve de barrera contra la entrada de polvo.

Aceite: La bomba para este tipo de lubricante puede tener una relación de 3 : 1. Aquí se debe de tener cuidado en aplicar el aceite adecuado para cada componente y no aplicar el que no corresponde, por lo que se deben marcar o rotular los tambores y carretes con los distintos flúidos que contienen.

Para controlar el lubricante que se suministra a cada máquina, se debe registrar la cantidad en un formato diseñado para este propósito, con el fin de contabilizar la cantidad y la mano de obra que se requieren, para saber cuánto cuestan los materiales y el trabajo en esta tarea y computar los costos a cada máquina. Los litros que se consumen son medidos en un marcador que posee un totalizador que nos indica la cantidad suministrada durante el día. Las fugas que se presentan se necesita corregirlas, ya sea en conexiones y/o mangueras, para no desperdiciar lubricante ni contaminar el ambiente.

Aire: Es necesario que los motores de aire no contengan agua que se filtra por la humedad o lluvias por lo que se deben purgar estos, así como los filtros. Las fugas hay que corregirlas ya que algunos sistemas que trabajan con este elemento se pueden quedar sin mando y energía para moverlos.

Los motores accionados por aire deben ser intercambiables con los diferentes tubos de las bombas. Es decir, que todas las bombas tengan acoplamientos adecuados a las salidas de estos motores, para que se les pueda proveer de energía necesaria en la realización de su función.

Combustible: La presión del combustible es idéntica a la del aire a la entrada. Cuando los tanques quedan casi vacíos es recomendable purgarlos, ya que los residuos perjudican a la máquina, al igual que el agua en el diesel, que por el mayor peso específico se absorbe primero que el combustible y no se realiza la combustión en la cámara.

La **plataforma** es desprendible: cuando se descompone el camión sobre el que va se le puede quitar, se desatornillan los estribos y se coloca

en algún camión disponible para no dejar de dar servicio a la maquinaria en obra.

La plataforma debe estar cubierta con una lámina lisa delgada para evitar la penetración del combustible en la madera, por que ésta se echaría a perder rápidamente. Si se perfora la lámina por alguna razón se tiene que reparar lo más pronto posible. El chasis tiene contacto con la madera pero no con la tubería, tanques y servicios y no existe interferencia con el funcionamiento del camión, por lo que el camión y la plataforma se pueden ver como dos sistemas diferentes que son necesarios para lograr realizar la tarea.

Es importante verificar el apriete de los tornillos y conexiones ya que el movimiento constante tiende a aflojarlos. Al suceder esto se pueden tener consecuencias graves por los materiales inflamables que lleva la plataforma.

Las partes metálicas vienen con separadores de hule, esto tiene como finalidad:

- Facilitar el apriete ya que al no tener contacto metal con metal, la facilidad al penetrar el hule nos proporciona mayor presión.
- Evitar el paso de corrientes electrostáticas por el contacto entre dos metales y con esto, la corrosión.
- Evitar ruidos excesivos, el hule sirve de amortiguador de los golpes entre los metales y con ello del ruido.

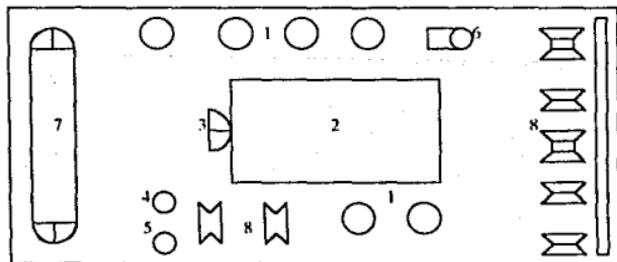
Por estas razones, cuando el separador de hule se haya roto o quitado se debe reponer lo más pronto posible.

La pistola de combustible puede ser automática para llenar rápidamente los tanques. Éste debe ser el primer servicio que se le practique a las máquinas y como es automático, no requiere del operador, quien puede engrasar y aceitar la maquinaria.

Se recomienda desenrollar las mangueras de los carretes en toda su extensión, empezando el servicio por el punto más lejano al más cercano. Al poner las mangueras otra vez en la plataforma no es recomendable hacerlo con excesiva tensión.

Las pistolas deben ser de alto volumen o gasto contando con tapón contra goteo para facilitar el llenado de aceite, combustible o grasa. Al terminar la operación hay que colocar los tapones para evitar fugas y asegurarse de que la pistola no golpee contra algún objeto metálico al estar en movimiento el vehículo.

La ubicación de las bombas, compresores, motores, carretes y otros componentes puede ser tan variada como las necesidades de lubricación, así como la imaginación del diseñador. Por lo general son proyectados facilitando el acceso a las graseras y puntos de lubricación de los tipos de maquinaria a los cuales va a prestar su servicio. A continuación se muestra un carro lubricador con la disposición de los diferentes componentes nombrados y explicadas sus funciones anteriormente.



Plataforma

- 1.- Tanques de agua y aceite de diferentes viscosidades o especificaciones.
- 2.- Tanque de combustible.
- 3.- Bomba para el combustible.

- 4.- Bomba para aceites, existe una para cada tanque de viscosidad diferente.
- 5.- Bomba para el agua.
- 6.- Generador - motor de gasolina -.
- 7.- Compresor y tanque para aire.
- 8.- Carretes y mangueras para la alimentación de aceite, agua y combustible.

EQUIPOS DIVERSOS.

Cualquier sistema necesita de distintos tipos de equipo para desarrollar sus funciones, estos facilitan las tareas que se deben llevar a cabo. El costo de estos llega a ser considerable si no se toma en cuenta la maquinaria y la disponibilidad de aquellos es importante para que todo se realice adecuadamente.

El equipo necesario abarca diversos rubros y sus usos son la oficina, transporte, diagnóstico, reemplazo de partes, comunicaciones y reparaciones correctivas menores.

A continuación, se muestra una lista de los distintos equipos a manera de guía y para darse cuenta de la complejidad que se crea con tantas unidades de apoyo.

A. Equipo de oficina.

Escritorios.

Sillas.

Máquinas de escribir - mecánicas o eléctricas -.

Calculadoras.

Archiveros.

Papelería - hojas, bolígrafos, lapiceros, formatos, etc...-.

B. Equipo de transporte.

Camionetas Pick-Up para el personal de supervisión.

Camionetas equipadas con cajas de herramientas para el personal técnico.

Camiones para transporte de operadores a las áreas de trabajo.

Camiones de mediana capacidad para transporte de carga diversa.

C. Equipo de diagnóstico.

Equipo para medición de presiones hidráulicas con manómetros y conexiones.

Estuche de medición de carriles.

Estetoscopio para uso mecánico.

Papeles especiales para las pruebas de gota de aceite.

D. Equipo de reemplazo de partes y reparaciones correctivas menores.

Juego de llaves españolas.

Juego de llaves Allen.

Juego de llaves estriadas.

Juego de llaves Steelson.

Juego de llaves perico.

Juego de desarmadores de estrella.

Juego de desarmadores hexagonales.

Pinzas de presión.

Pinzas mecánicas.

Torquímetros.

Calibradores pie de rey.

Cinchos para filtros de cadena.

E. Equipo de manejo de información.

Computadora, si el volumen de información lo requiere para facilitar las tareas que se tienen o para implantar un sistema de información por medio de redes de computadoras.

Libros o registros manuales.

F. Equipo de comunicaciones.

Teléfonos.

Equipo de comunicación portátil.

Fax.

El alcance del equipo portátil de comunicaciones dependera de la extensión de la obra, por lo que se necesita un poder para comunicarse de un extremo a otro de la obra. Esto será posible cuando se necesite y se use regularmente para hacerlo costeable y no sea un equipo de lujo.

Esta lista depende de la magnitud de la labor a desarrollar.

CAPITULO V

DISEÑO E IMPLANTACION

INTRODUCCION.

El apartado de diseño corresponde a los lineamientos generales que se sugiere seguir para que el sistema funcione adecuadamente. Estas directrices se enuncian pensando en cuál sería la operación óptima; mientras que en la implantación se ajusta el diseño para que corresponda a las condiciones reales que normalmente se presentan en las situaciones de trabajo. Estas reglas deben ser flexibles ya que corresponde a las personas llevarlo a buen término y éstas no se rigen por reglas rígidas o de tolerancia estrecha como es el caso de las máquinas, el personal que está dentro de estas actividades tendrá que utilizar su sentido común y criterio para hacer frente a las situaciones diarias para no quitarles iniciativa y creatividad mediante normas rígidas, que lo único que provoca es confusión.

El capítulo comienza con la exposición y descripción de las cartas de mantenimiento preventivo las cuales son parte fundamental e inician el sistema. De acuerdo a estas formas se realiza y apoyan las actividades que constituyen las tareas de este trabajo.

La información juega un rol sumamente valioso al conducir los esfuerzos en una dirección en que se pueda optimizar el uso de los recursos y sea eficiente en la realización de la tarea. Los aspectos del sistema son la recopilación y depuración de la información, ésta incluye las horas de trabajo de la máquina, los servicios realizados y por realizar, entre otros. Con el sistema de información ya en marcha se explicarán los criterios que se utilizarán para programar las labores, así como las técnicas y recursos usados para ejercer un adecuado control sobre las operaciones y poder ajustar los planes con lo que se tenía propuesto. A esto hay que agregar la determinación de los costos que se generan por las actividades. Mediante la comparación entre las actividades presupuestadas y las que se dieron y la determinación de los costos es como se evalúa la eficacia del sistema de mantenimiento preventivo. En todos los apartados anteriores se incluyen en una mezcla el diseño y los

principales problemas que podrían presentarse para que en la práctica funcionen con el mínimo de interrupciones.

Para poner en marcha el sistema se requieren instalaciones que proporcionen los servicios necesarios para realizar las tareas de mantenimiento. Por lo que se dan los criterios para establecer la logística adecuada. La logística es el estudio del abastecimiento y apoyo de los sistemas para que se desarrolle adecuadamente su función. Aquí se mostrarán las reglas en el aspecto ideal y en el que la realidad nos permite.

De esta manera se puede observar cómo se realiza un sistema en la práctica profesional. Primero, se construye el modelo que sería ideal, después se evalúan los aspectos que no nos permiten realizarlo como quisiéramos, ajustando el modelo para que pueda ser utilizado en las situaciones que se viven diariamente en el trabajo.

CARTAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Esta es la principal herramienta que se utiliza en el sistema porque contiene las actividades que se deben realizar en cada tipo de máquina en los tiempos que se establecen para ello. Aquí gravita la esencia del sistema y las actividades de soporte en base a las actividades clave del mantenimiento. Este formato se elabora conforme a las recomendaciones y especificaciones de la fábrica que se señalan en los manuales de operación de la maquinaria.

A continuación se muestran ejemplos de cartas de mantenimiento para algunos tipos de maquinaria.

MOTOCONFORMADORA

Servicio de 100 horas

Servicios	Horómetro	Lts o Kgs
1. Inspección, forma de operación, Limpieza gral de máquina		
2. Lubricación de los pivotes del cilindro de dirección.		
3. Lubricación de cojinetes del piñón matriz y flecha de control de levante de cuchilla		
4. Lubricar flecha motriz de inclinación de las ruedas		
5. Verificar el nivel del electrolito, voltaje y sujeción de las baterías		
6. Cambiar aceite y filtros al motor Diesel y compartimiento del volante y embrague		
7. Verificar aceite de transmisión y caja de los ejes motrices		
8. Verificar el líquido en el cilindro de frenos		
9. Lubricar rodamientos en el housing del eje trasero		
10. Lubricar mango y bloque de dirección.		
11. Lubricar rodamiento del ventilador.		
12. Lubricar zapatas guía y espaciadores del círculo		
13. Cambiar los filtros de combustible y purgar los tanques		
14. Verificar el funcionamiento de los circuitos eléctricos.		

Otros servicios realizados:

Fecha en que se realizó el servicio:

Firma de mantenimiento

Firma del operador

Firma del encargado de obra

Encargado de Maquinaria

Como se puede constatar, las cartas de mantenimiento tienen en su parte superior los datos de la maquinaria, como son: tipo de motor y serie, tipo de máquina y serie, clave con la que se clasifican las máquinas para constituir su historial, ya sea de trabajo o reparaciones.

Después es dividido en intervalos de tiempo como se observa en el ejemplo con las 100 horas, estos períodos los recomienda el fabricante y dentro de estas divisiones se señalan las tareas que integran los servicios de lubricación, revisiones de los distintos sistemas neumáticos e hidráulicos, etc...

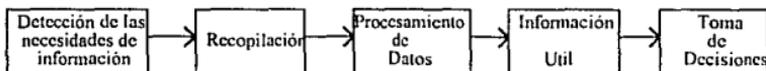
En la última parte se encuentran señalados los nombres y firmas de los encargados de realizar los servicios, operarios y jefes de las áreas de construcción y maquinaria que validan el servicio ejecutado. También se encuentra la fecha de la realización del servicio que nos sirve para poder programar el próximo servicio y contabilizar los costos de los servicios realizados.

Esta forma - carta - es sobre la que se funda la estructura de operaciones para ejecutar el mantenimiento con los elementos citados en el capítulo anterior. La atención en esta área tiene especial importancia ya que al no cumplirse con lo que se especifica en el formato, el sistema no tiene razón de ser, ya que el mantenimiento incurriría en la corrección en lugar de la prevención y sistematización que es el cometido del proyecto

SISTEMAS DE INFORMACION

A. Introducción

El propósito de cualquier sistema de información es proporcionar datos que nos ayuden en la toma de decisiones y en la dirección de nuestras actividades cotidianas. La información ha de ser breve y relevante para que funcione la organización de las tareas que describen las cartas de mantenimiento preventivo. La finalidad de este apartado es detectar el tipo de información que se necesita para realizar las labores, así como la manera de recopilarla o recabarla, y por último, procesarla en datos que nos proporcionen una panorámica de la marcha del sistema y así poder tomar decisiones con el soporte adecuado de información sobre el negocio. Las etapas que comprende este sistema de información son las siguientes:



En la fase de **detección** se definen las necesidades de información para la toma de decisiones, en esta etapa se debe de ser muy cuidadoso ya que si no se diagnostican los requerimientos adecuadamente se corre el peligro de obtener un resultado que no es útil, gastando tiempo y esfuerzo además de correr el riesgo de conseguir información sin sentido que puede llevarnos a confundir el verdadero sentido del sistema y sufrir de parálisis en la acción de toma de decisiones por un análisis excesivo de datos sin valor. Por ejemplo, si se establece como parámetro que se siga la carta de mantenimiento, puede llegarse a un error porque la maquinaria trabaja en condiciones más difíciles que las que marcan los manuales, esto puede ser por las condiciones del terreno o no se cuenta con el soporte con que se cuenta en otros países; aquí se deben completar con observaciones periódicas sobre las variables nombradas u otras como el

color del humo que despiden el motor, velocidad con que actúan las cuchillas, condiciones del equipo auxiliar o lo que se considere adecuado para cada caso, si no se toman en cuenta estos "detalles" se desvirtúa el sistema llegando a ser correctivo.

En la etapa de recopilación se hace mención de las distintas formas de que se disponen para obtener la información necesaria en las condiciones en que se trabajan en las obras de infraestructura, así como quiénes son los encargados de recabar la información.

En el procesamiento de datos se nombran los métodos que se pueden utilizar para obtener información relevante, desde los más rudimentarios, hasta las sofisticadas bases de datos en computadora. Se hace mención a aspectos como disponibilidad, confiabilidad y facilidad de comprensión que se desea obtener en la información que se necesita.

B. Detección

Aquí las preguntas que primero se deben responder son ¿Cuáles son las decisiones que se toman a diario? ¿Cómo evaluar las actividades y qué se requiere para hacerlo correctamente?. Los aspectos del sistema que se tienen que tomar en cuenta para contestar estas preguntas son:

- Programación de las actividades diarias
- Control y supervisión de las tareas que se realizan
- Seguimiento y control de los costos generados por el sistema
- Evaluación Global que comprenden las actividades y el dinero invertido en ellas

Programación

La programación implica la organización de las tareas a realizar durante el día. Para ordenar es necesario conocer a qué máquinas se les tiene que realizar su servicio, esto se conoce por medio del horómetro actual y el tiempo de máquina en que se realizó el último servicio, así

como la apreciación del estado actual de las partes que integran el equipo y su funcionamiento.

Adicionalmente se puede conocer cuáles serán las actividades en que trabajará la maquinaria dentro de la obra, esto no es muchas veces conveniente ya que los programas dentro de la obra se modifican constantemente como consecuencia de los trabajos urgentes, en determinadas zonas que requieren de maquinaria extra y el mal tiempo, sin embargo esto es mejor que no tener idea alguna sobre las actividades futuras.

Para formar las rutas y el orden en que se atenderán los servicios a la maquinaria, se necesita conocer la localización de los equipos y así poder trazar la ruta óptima en que se involucrarán a otras unidades para poder ofrecer el servicio adecuado.

Se puede concluir que para programar las actividades diarias es necesario conocer:

Fecha y lectura del horómetro cuando se realizó el último servicio.
Lectura del horómetro del día anterior al que se piensa programar las actividades del día.

Localización del equipo para elaborar rutas de acción.

Adicionalmente se puede tener el programa de actividades de la maquinaria para elaborar rutas concordantes con tiempos muertos del equipo dentro de la obra.

Estado actual de funcionamiento de la máquina.

Control y Supervisión

En el control de cualquier tarea se busca que el conjunto de tareas sea llevada a cabo y la supervisión corresponde a la eficiencia con que fueron realizadas. Después de determinar a cuál equipo se le debe practicar el servicio de mantenimiento, la oficina encargada del sistema tiene que conocer si el trabajo fue llevado a cabo. En el caso de haberse realizado debe quedar asentado el día y hora de máquina en que fue

verificado, de lo contrario debe programarse para que se haga ese día. Para realizar las actividades anteriores es necesario tener la siguiente información:

- Clave y hora de máquina en que se practicó el servicio de mantenimiento.
- Fecha en que fue llevado a cabo el trabajo.
- Servicios y trabajos realizados a la maquinaria, así como las condiciones en que se encontraba en la fecha del servicio.

Así como un mecanismo de control que está contemplado en la carta de mantenimiento en el que dos personas distintas firman la forma, no se puede ser juez y parte si se busca que no existan omisiones en las tareas a ejecutar.

Costos

Para poder conocer cuánto cuesta mantener un sistema de esta naturaleza, es necesario conocer los costos generados por las actividades que se desprenden del conjunto de tareas efectuadas.

Estas actividades son la misma operación y el soporte de la anterior. En el soporte se incluyen los gastos de oficinas, el cual comprende los salarios del personal de oficina, renta de oficinas y otros gastos, como pueden ser: suministros y servicios que son utilizados; también se debe incluir el mantenimiento de los equipos de transporte que comprende reparaciones, gasolina y servicios a estos, así también el costo por uso de telecomunicaciones - teléfonos, radios, fax, etc... -, y energía eléctrica consumida.

En la operación se incluye el material que se emplea para realizar los servicios como son: lubricantes, combustible y ajustes menores de piezas; por otro lado se debe considerar el tiempo de operario invertido en el servicio de cada máquina para poder calcular el costo en mano de obra para cada maquinaria, esto es con el fin de contabilizar los costos para cada máquina, con lo que se puede determinar cuál equipo está

consumiendo más dinero e investigar las causas de esto. También en algunos casos, para ser más "exactos", se imputa a la máquina el costo proporcional de la herramienta usada y tiempo del supervisor de maquinaria.

La información requerida se puede dividir en tres apartados, la que se necesita para contabilizar los costos de cada máquina y conocer los gastos de soporte en el sistema y conjuntando a los anteriores el costo total de mantener el sistema.

Esta división se puede catalogar como simplista pero constituye un pilar muy importante, como una primera aproximación para conocer el costo si se implanta. Al no implantarse ningún costeo como sucede en muchas empresas mexicanas se permiten ineficiencias en el uso de los recursos y hurtos de estos, por estas razones siempre habrá grupos que estén en contra de que opere la información del costo pues va en contra de sus intereses - comercio de partes o evidencia de ineptitudes -. El costeo complementa la acción de supervisar las actividades en campo ya que verifica que se haga sin derrochar materiales en su ejecución.

El esquema usado en el costeo será de la siguiente forma:

Máquina clave x

	Tiempo Personal	Costo Unitario 'y'	Total igual a 'y' * Personal
Operación	Materiales		

	Semana 2		
Soporte	_____		

Suma Total	Máquinas sem. _____	TOTAL
	2 _____	
	Soporte sem. 2 _____	

Evaluación

Cualquier actividad para ser eficiente requiere que se cuiden dos aspectos:

- a) Operativo
- b) Financiero

En la Operación se necesita que las cosas se realicen de acuerdo al programa que es elaborado diariamente, si esto no se cumple, no podemos decir que el sistema sea eficaz, pero lo anterior está todavía en términos absolutos, se debe determinar el grado de eficacia con que se trabaja. Para determinar este grado hay que tener conocimiento de los servicios que no fueron efectuados en el tiempo establecido del total de actividades programadas. Para este efecto se necesita conocer del área de programación las actividades en términos de número de máquinas que fueron programadas en un período definido. Por otra parte, de Control y Supervisión las máquinas que se reportaron porque no se les practicó el servicio, si alguna máquina fue reportada un día y no se le realizó el servicio ese día, sino hasta el siguiente, esta máquina se debe tomar por dos, el cálculo es una máquina por los días en que no fue atendida estando programada para realizar el servicio.

El grado de eficacia en la Operación viene dado por el cociente del número de máquinas que no se atendieron, entre el total de actividades de servicio programadas, esto es:

$$\text{Eficacia} = \frac{\# \text{ total de no atendidas}}{\# \text{ total de programadas}}$$

Este índice sirve para conocer el porcentaje de efectividad, esto se presenta cuando el medidor está por debajo de la medida seleccionada como el estándar a conseguir, sin embargo, cuando frecuentemente se encuentra esta situación podría tratarse de un foco rojo que indique el que la medida señalada está mal calculada y a partir de esto se debe de investigar las posibles causas. Dentro de estas se pueden encontrar:

- 1.- El hecho de encontrarse en un período de actividad pico, como puede suceder cuando hay una sobremarcha por retraso en las actividades programadas, o bien por el aprovechamiento del terreno y clima adecuados, etc...
- 2.- La falta de refacciones necesarias.
- 3.- El número de personas es insuficiente en relación a la demanda de servicios.
- 4.- Si el personal no funciona adecuadamente en sus tareas debido a la inexperiencia, o por otras causas.

A estas posibles causas pueden, a su vez, existir otras, de las cuales habrá que proceder a realizar un diagnóstico y poner las soluciones adecuadas.

En el aspecto Financiero, la evaluación se realiza entre el costo generado por el funcionamiento del sistema y el presupuesto que se haya elaborado, como la determinación de los presupuestos no es materia de este trabajo no se dará ningún lineamiento para establecer alguno. La comparación entre el Costo Presupuestado y el Real nos da una base para evaluar la actuación del sistema. Si nos encontramos por debajo del presupuesto, en lo que respecta a gastos, podemos afirmar que la operación ha sido llevada de manera adecuada.

Los presupuestos deben ajustarse periódicamente para lograr una estimación que se acerque a la realidad y alcanzar una comparación

adecuada entre lo que se calcula y lo que sucede en el campo de trabajo, analizando así la desviación entre el plan y la ejecución real.

C. Recopilación

La recopilación de información está determinada por las necesidades que se tienen, en el apartado anterior se definieron los datos que se precisa conocer para que el sistema trabaje en forma eficiente, por lo que se seguirá el esquema utilizado anteriormente.

Programación

Las necesidades de esta área comprenden la lectura de horómetros y localización de la maquinaria, con el fin de determinar la maquinaria a la que se realizarán los servicios. Para cumplir esta función se pueden desprender dos alternativas, las cuales son:

a) El operario se encargue de tomar las lecturas al final de su jornada de trabajo y reporte cualquier cambio en la localización del equipo que está a su cuidado, así como reportar cualquier funcionamiento anormal del equipo.

b) Otra es asignar gente por secciones que dependen de la longitud de la obra y la concentración de equipos. Este personal se debe encargar en la sección asignada de realizar las lecturas de los horómetros, verificar el funcionamiento de la maquinaria y reportar cualquier cambio de localización del equipo en su sección.

Nos inclinamos por la segunda alternativa ya que el personal que opera los equipos, la mayoría de las veces es de escasa preparación escolar y no pueden expresar por escrito lo que pasa en su máquina, siendo factible que omitan cifras que pudieran ser importantes.

Para conseguir el esquema anterior se precisa el uso de las cartas de mantenimiento así como el costeo de los materiales por parte del

almacén. En cuanto a las horas que trabaja la maquinaria, el aparato que mide éstas -horómetro- al ser el que indica cuándo se realiza el servicio, los operadores de la máquina los descomponen ya que como se les paga por tramo terminado, el que se pare su unidad significa para ellos una pérdida de dinero. Lo recomendable en este caso es contratar a muchachos de la localidad para que efectúen las lecturas de las horas trabajadas y verifiquen algunas variables -temperatura, aceite, agua, etc...- en la maquinaria. Esta acción tiene un doble fin: proporcionar empleo temporal a personas de la localidad en que se trabaja y cuidar la maquinaria, porque si se avería una unidad -desbielado, tren motriz afectado, etc...- por negligencia del operador podría hacer frente a esta falla con su salario, por lo que se asegura no tener problemas en este aspecto.

Al personal dedicado a conseguir información se les puede dar una rápida capacitación de lo que es una máquina, cuáles son los síntomas que predicen un problema, cómo se realizan los registros de niveles de lubricante y lectura de los horómetros.

Control y Supervisión

Para saber a qué equipo se le practicó el servicio, se debe contar con las cartas de mantenimiento preventivo con las firmas que acreditan que fue llevada a cabo, con esto se conoce a cuál máquina se hizo el trabajo y cuáles fueron los servicios que se le practicaron.

Costos

Los costos que se derivan del funcionamiento son los de la oficina y operación. Dentro de los costos de oficina o soporte de apoyo comprenden los servicios a ventas, salarios, equipo de transporte, etc... Para realizar una recopilación de los anteriores, es necesario contabilizar los gastos que se derivan de las actividades de apoyo con el esquema descrito anteriormente.

En el aspecto operativo es necesario referirse a las cartas de mantenimiento preventivo, en éstas se registran las cantidades que consumieron los equipos con estas sumas multiplicadas por su costo unitario se tiene el costo requerido para mantener un equipo, así como sumando todas el total del costo operativo del sistema. La recopilación de información para costos operativos se realiza por medio de las cartas de mantenimiento y los costos estándar que maneja la oficina.

Evaluación

Para evaluar el sistema se necesita recabar información de supervisión y control, así mismo es necesario evaluar los costos, por lo que para la recopilación de información se tiene que hacer referencia a los apartados arriba citados.

D. Procesamiento de Datos

La función de éste es proveer de información procesada en tablas y esquemas de manera eficaz y oportuna. La eficacia se mide en la forma en que nos sirve para tomar decisiones en las actividades cotidianas, también es indispensable que se tenga en el momento en que se necesita ya que si no se cumple esta situación, la información no tiene la condición de tal, porque información en el estricto sentido de la palabra es enterarse de lo que sucede, si se sabe qué pasa se tiene la alternativa de escoger el rumbo que se desea seguir y si no se sabe qué sucedió en el momento preciso no se está en posibilidad de reaccionar ante los acontecimientos que ocurren.

Las formas en que se puede procesar la información son:

Manual.

Informático.

En el sistema manual se registran los hechos ocurridos de forma tradicional, esto es con la ayuda de papel y lápiz conforme a los programas que se usan en la empresa.

Las ventajas de este modo de trabajo son:

- Facilidad en la detección de errores (en reportes cortos).
- Simplicidad en la forma de trabajo - poca capacitación -.
- Rapidez en el establecimiento del sistema.
- Menor costo en el equipo necesario para que las actividades sean llevadas a cabo.

Las desventajas son:

- Se necesita un mayor número de personas para que funcione.
- Los resultados se tardan un mayor tiempo en estar disponibles.
- Dificultad en la presentación y forma de organizar la información.

En el sistema informático se hace uso de la computadora como eje para poder manejar la información y administrarla adecuadamente.

Las ventajas que presenta son:

- Menor tiempo en que se dispone la información.
- Facilidad en el manejo y presentación de los reportes.

Las desventajas que se tienen son:

- Alta inversión en equipo de cómputo.
- Necesidad de personal capacitado en la administración del sistema.
- Dificultad en la instalación de las computadoras en los lugares en que se encuentran las obras - software, instalaciones, capacitación, asesoría técnica -.

El sistema manual responde a situaciones en donde la obra de construcción, está en localizaciones geográficas recónditas sin servicios como lo son electricidad, personal capacitado, instalaciones adecuadas, etc... Es más sencillo de implantar, lo que se requiere es capacitar a la gente en los reportes que se desean de la localidad en que se trabaja.

El sistema informático se presenta en donde ya se tiene establecidas las facilidades, esto es el equipo de cómputo así como el software y personal especializado. También en donde la magnitud y dificultad del sistema preventivo sea muy alto por lo que se requiere el uso de la informática para responder a los requerimientos de información.

Es necesario hacer un balance financiero para determinar cuál de los dos sistemas se tiene que usar, en México la dificultad de encontrar la asesoría técnica e instalaciones adecuadas así como el alto costo del equipo necesario hacen difícil el uso de la informática. Como contraparte la abundancia de recursos humanos de habilidades adecuadas y con un costo económico menor hacen más recomendable el uso del sistema manual, los trabajos que se pueden generar ayudan a la comunidad prestándose un servicio social a la misma así como allegarse trabajadores temporales. En el caso de no tener obras por un lapso de tiempo no se tendrían altas inversiones ociosas, así como no pagarían sueldos a personas que manejan el sistema informático para retenerlos y después en caso de que se vayan, no tener que recontratarlos o capacitar más personal para que trabajen en el sistema, además a estas personas no les gusta el clima en que se trabaja en las construcciones, ni los lugares en que se encuentran. Por lo que es recomendable evaluar todos estos aspectos al tratar de decidir acerca de un sistema informático.

PROGRAMACION Y CONTROL.

En este apartado se muestran los criterios utilizados para lograr una correcta programación y un adecuado control de las actividades de mantenimiento. Estas normas son sencillas y de fácil aplicación ya que si fueran complicadas los encargados de programar no los harían correctamente, no entenderían la función que se les ha encomendado.

La programación es elegir y ordenar las actividades de mantenimiento, esto es, las máquinas a las cuales se les realizará el servicio dependiendo del tiempo en que haya estado trabajando y componer los recorridos que el personal técnico debe hacer. Los criterios a seguir son:

- Realización **diaria** de la programación, con el apoyo del sistema de información para conocer a qué máquinas se tiene que realizar el servicio. Es diario ya que la exigencia de trabajos de este tipo varían con la urgencia o retraso en los proyectos en dónde se trabaja.

- Las máquinas con **funcionamiento anormal** tienen que ser incluidas en las rutas que seguirá el personal técnico, con el propósito de prevenir los paros y maximizar la vida útil de la unidad.

- En la formulación de **rutas** se sugiere establecer un orden, la secuencia de los proyectos a los cuales hay que realizar las inspecciones y lubricaciones se hace siguiendo algunos criterios, que son: primero, trabajar en los proyectos más cercanos siguiendo una ruta en que se evite el desperdicio de tiempo y combustible por llevar a cabo viajes a un proyecto y luego regresar a otro, cercano del que se partió.

Otro, es empezar en los proyectos en donde se tiene una mayor concentración de máquinas a las cuales se va a inspeccionar. Estos criterios se usan dependiendo de la urgencia del proyecto, en este punto es donde el programador debe hacer uso de su criterio y sentido común.

- Se sugiere establecer la cantidad de suministros que van a ser requeridos diariamente. Esta dependen del tiempo en que se tardan en entregar los materiales en las bodegas que se tienen en el campamento, por ejemplo si los trabajos se localizan en la selva de Chiapas y para contar con los aditamentos es necesario esperar tres días, ello hace que las existencias mínimas en el almacén de por lo menos de tres días más el tiempo en el cual se ha observado que por una u otra cosa se han retrasado los pedidos. Se hace importante cuidar este aspecto ya que no se puede pedir grandes cantidades de material y tenerlo allí, porque es dinero ocioso que no produce y aumenta los costos generados por las tareas que se realizan.

En un sistema ideal los materiales requeridos pueden ser solicitados en el mismo instante por lo que no hay que revisar las cantidades de suministros diariamente.

Para ilustrar el uso de estos criterios conviene ejemplificar cómo serían las actividades cotidianas con la utilización de estas herramientas:

Se tienen cinco máquinas para que se les realicen los ajustes y verificaciones pertinentes. Estas unidades fueron seleccionadas mediante la información proporcionada por el sistema antes discutido. De estos cinco equipos, tres máquinas, las A, B y C, son servicios de 1,000 horas, una, la máquina D, es de 500 horas y la restante, la máquina E, de 100 horas.

El tramo en construcción abarca 160 km, el cual está en cinco proyectos de 32 km cada uno. La oficina se localiza en un extremo de este tramo en el único poblado que existe en los alrededores. Los tramos se clasifican por números comenzando por el 1 y terminando en el 5 de acuerdo con su proximidad a la oficina central.

Las máquinas D y B se encuentran en el tramo 5, la A en el número 4 y las C y E en el 2.

Existe una máquina adicional F que se encuentra en el proyecto o tramo 5 que presenta un funcionamiento anormal. Los proyectos tienen entre sí diferentes grados de avance y tiempos de entrega de la construcción. El número 5 es el más avanzado y su entrega es la próxima semana, estando atrasado en su tarea. Los demás están en avances congruentes con los tiempos respectivos de entrega.

En esta situación se tipificará la acción del programador para resolver su cometido. Los pasos a seguir son:

Primero, asignar a los técnicos en mantenimiento la tarea para cada proyecto. En este ejemplo sólo se cuenta con un técnico y su equipo para la ejecución de la tarea.

Segundo, calcular el monto de los suministros necesarios para la maquinaria.

Tercero, con el monto de estos suministros y la reserva contenida en el almacén, así como el cálculo de las necesidades futuras apoyándose en un tablero de control, o bien se hará una requisición de materiales en el caso de ser necesarios.

El tablero de control es una herramienta que contiene el plano de la obra en que se trabaja y en este las máquinas que trabajan en los distintos proyectos con su clave, además de las máquinas clasificadas aparte del plano se encuentran en un diagrama que contiene los días y semanas de labores transcurridas. En este diagrama se realiza una cuadrícula en la cual un renglón corresponde a una máquina "x" y la columna a un día "y". En cada cuadrícula son registradas las lecturas del horómetro al término del día y1, o y2. En los cuadros posteriores se puede representar la fecha probable para la ejecución del servicio con una marca de color, banderita o algún otro objeto que pueda cumplir esta función. Estas anotaciones son las que permiten hacer una planeación de las necesidades de la maquinaria, su uso es recomendable ya que se puede trabajar con una vista a un plazo de una o dos semanas y esto ayuda a simplificar la labor,

conducente a una mejor organización del tiempo y recursos que tienen los programadores a su cargo.

Cuarto, la formación de rutas para el servicio del mantenimiento puede aplicar los criterios arriba descritos, el que es acorde a este caso es el segundo criterio que se refiere al funcionamiento anormal de la maquinaria, el cual se considera por la necesidad de no tener máquinas paradas en el tramo 5 a causa del retraso en que se encuentra y la proximidad de su entrega, la ruta se formulará atendiendo a este hecho de acuerdo a la llegada a un punto más lejano y realizando el trabajo a las máquinas que lo necesiten extendiéndose a las que estén próximas a que se los realicen en uno o dos días. Esto es la conjunción de dos criterios. Las demás máquinas se pueden hacer en días posteriores, esto con el objeto de hacer rentable el viaje al proyecto 5.

En toda la programación se pueden realizar combinaciones para llegar a la manera óptima de atacar el problema.

En el control se revisan las actividades que fueron programadas apoyándose en el sistema de información. El control incluye los suministros ya que generan una parte importante del costo, así como las rutas que fueron seguidas por el personal técnico para supervisar que se está realizando eficientemente el uso de los recursos materiales del proyecto y la evaluación que se ha referido en el apartado asignando al sistema de información y el tablero de control, el día en que se programa en la ruta a una máquina en el tablero se sugiere colocar una marca en el día señalado y no quitarla hasta haber hecho el servicio. Esto es un recordatorio, así como un instrumento visual para medir la efectividad en las labores.

LOGISTICA.

La logística se encarga del abastecimiento oportuno y económico de los suministros para el funcionamiento del sistema de mantenimiento preventivo. Establecer un modelo de esta naturaleza para las "n" situaciones geográficas en donde se desarrollan las distintas obras de construcción, es imposible. En la práctica el uso de criterios en el diseño de esta área es una herramienta muy importante para su desarrollo.

Estos criterios se sugiere que sean simples ya que la experiencia nos demuestra que lo complicado y rebuscado no se entiende y se busca encubrir con este lenguaje las deficiencias técnicas de quienes lo diseñan, los trabajadores así se confunden y desmoralizan, muchas veces no preguntan para que no piensen que no conocen su profesión, como resultado se obtiene una productividad baja en todo caso.

A continuación se muestran algunas áreas en donde se pueden aplicar criterios y que forman parte de la logística.

A. Almacén.

El criterio principal para establecer un almacén depende del tiempo y la dificultad que se presenta en el abastecimiento, el tiempo en que se abastece al sistema se mide en el período que transcurre desde que se hace el pedido al proveedor hasta que llega a nuestra localización o la ruta de la matriz constructora a la obra; estos periodos deben ser los que se han experimentado recientemente, por ejemplo el último mes. Si nuestra localización está en una zona en donde se encuentra algún centro de distribución de materiales, no es necesaria la instalación de una bodega para nuestro servicio, si por el contrario nuestra ubicación es remota es recomendable la instalación de uno.

La capacidad es el tamaño en dimensiones que tiene el almacén, se sugiere tomar en consideración varios factores que se muestran a continuación:

Capacidad = f (suministros con que se trabaja, número de máquinas, tiempo de abastecimiento, fallas en el suministro, secuencia de servicio en las máquinas)

Como se puede observar, determinar la capacidad de un almacén es una tarea difícil por la incertidumbre que representan los tiempos de abastecimiento y el número de máquinas a las cuales se les debe practicar el servicio en un período de actividad pico, así como el total de aditamentos que son necesarios.

Para resolver esta interrogante es necesario definir el total de máquinas en servicio durante el período de respuesta que los proveedores ofrecen a nuestra solicitud de suministros, éste total se multiplica por un factor de "seguridad" que depende de la experiencia del personal encargado del sistema. Esto es:

Capacidad = Total máquinas en t abastecim. x Factor de seguridad

Con esta fórmula podemos tener una aproximación de la capacidad del almacén en términos de máquinas en servicio, esto es suponiendo que se conocen todos los aditamentos que se necesitan. El tamaño se obtiene multiplicando estas máquinas en servicio por un conjunto estándar de suministros para cada máquina en unidades [m³/maq], por lo que la fórmula sería:

Capac. [m³] = Cap. [máqs.] x Tamaño estándar paquete máq. [m³/máqs.]

B. Ubicación.

De la localización de la bodega y la oficina depende la disponibilidad de información y materiales con que se va a trabajar.

En este apartado se sugiere que la base de operaciones sea el centro de una circunferencia imaginaria en el que las actividades que son realizadas puedan ser abarcadas eficientemente, se busca esta forma geométrica de manera ideal porque los puntos más alejados del círculo están casi a la misma distancia y tiempo del centro, esta ubicación normalmente no se encuentra por razón de acceso al lugar así como la falta de suministros en esos puntos. Por lo que si se puede encontrar un sitio con estas características se puede decir que sería la ubicación ideal.

Si no se encuentra este lugar, se recomiendan los centros urbanos más cercanos a los lugares en donde se llevan a cabo los trabajos para establecer una base, en caso de no haber ciudades en la zona hay que colocarlo en el centro de la obra, si es una obra de gran extensión se pueden colocar emplazamientos provisionales en los lugares en donde son desarrolladas las actividades.

El fin de establecer instalaciones en las ciudades es contar con los servicios y medios de comunicación para obtener los suministros necesarios rápidamente, con esto se facilitan las tareas que el personal lleva a cabo con las ventajas con que cuentan las ciudades.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

La primera pregunta que se puede formular es ¿ Conviene o no implantar el mantenimiento preventivo ?. Para poder contestar a esta pregunta se indicarán algunas ventajas del sistema tales como:

- Se pueden planificar las actividades diarias en relación a la distribución que hay que dar a los recursos.
- Desaparecen las crisis diarias en cuanto a la programación y los cuellos de botella en lo que se refiere al control y distribución de los factores de producción que se tienen a nuestro encargo.
- Se realiza un esfuerzo menor en el trabajo ya que es más sencillo prevenir que corregir.

Estos puntos han sido descritos a lo largo de la tesis por lo que cabe hacer algunos comentarios en algunos puntos que considero de relevancia:

- Un sistema de información es necesario en cualquier actividad en que se trabaja con recursos de gran cuantía. Todas las opciones que podamos elegir nunca se sustentarán por una base objetiva de tendencias e información relevante acerca de las actividades en las que se trabaja en el mantenimiento. Contar con una red de información no quiere decir que se deban de tener aparatos con tecnología de punta para que se realice la función, sino implantar un modo de realizarlo teniendo en cuenta los factores que se tienen y que condicionan los aspectos de lo que sería el sistema.
- Todo sistema necesita de las personas para que funcione, en la práctica se les considera la parte molesta y poco efectiva. El factor humano es el factor más importante de este sistema ya que son los que lo mueven y hacen posible. Para esta tarea, se requiere de personal con experiencia y gusto por el tipo de vida que se lleva en estas actividades, se pueden establecer medios para que las personas se desarrollen en el trabajo así como fuera de él, al localizarse la obra en poblaciones rurales y muchas veces en campamentos, las compañías pueden influir en el medio

en que se encuentran dedicando tiempo a organizar actividades extra - laborales.

- Se necesita medir los costos del mantenimiento preventivo contra los que se generan por reparaciones correctivas aunque es difícil evaluar esta situación a priori. Esta es la causa principal por la cual no se implantan estas formas de trabajo ya que es muy problemático estimar los gastos que se tienen en la corrección de fallas.

Es recomendable separar la mitad de las máquinas que se tengan y aplicarles el mantenimiento preventivo, la otra mitad con el sistema, si es que lo hay, con que se esté trabajando. Si no se cuenta con un parque muy grande, esto es unas 10 máquinas, el tiempo en que se aconseja realizar este proyecto es de un año, mientras que con 30 o más está bien un período de cuatro a seis meses. Lo anterior se encuentra sujeto a las condiciones de trabajo y al criterio de quien se encarga de la función de maquinaria para determinar si es suficiente el período de prueba.

Los costos son una prueba de la competitividad de la empresa ya que por él se puede obtener una ventaja en comparación de algún otro constructor que se encuentre compitiendo, por ejemplo por alguna obra.

- Sistematizar la función de mantenimiento implica observar un orden preestablecido en el cual se realiza la tarea, esto hace que se facilite la comparación entre los diversos lugares en donde se trabaja o ha trabajado, también se reduce la subjetividad de las personas que lo realizan - éste nunca se reduce al 100 % ya que para esto habría que automatizar -. De esta manera se logra un mayor control de las operaciones y resultados, tanto monetarios como no monetarios como es la eficiencia.

El sistema descrito en este proyecto es flexible ya que si se es muy preciso se eliminan todas las posibilidades que nos ofrece el trabajo que se realiza diariamente, con algunas políticas - definidas como principios generales de acción - se direccionan los esfuerzos reduciéndose la subjetividad dando cabida a un abanico de opciones en donde las personas puedan imprimir su manera de hacer las cosas.

Las ventajas⁽⁸⁾ del sistema de mantenimiento preventivo son:

- Reducción de fallas "no programadas".
- Menor número de reparaciones no programadas.
- Buscar el mejor costo posible de mantenimiento.
- Mejora en la vida útil de la maquinaria con un consecuente mayor tiempo de operación, esto trae consigo una menor reposición de unidades por deterioro de éstas traduciéndose en menores inversiones en equipo.
- Menor incidencia del mantenimiento de conjuntos y partes.
- Abatimiento de los costos de reparación por disminución del tiempo en reparaciones y tiempos muertos de la maquinaria.
- Detección de prácticas viciosas en la operación de las máquinas.
- Mayor seguridad en el funcionamiento de las máquinas y del personal.
- Optimización del funcionamiento y control del almacén.

En cuanto al tamaño del parque vehicular en el momento en que el mantenimiento preventivo es conveniente realizarlo, pienso que no existe una correlación ya que si es cierto que cuando las cosas son de grandes dimensiones los errores pasan desapercibidos, al contrario cuando se tienen pocas máquinas o se presenta alguna crisis la supervivencia depende de cómo se realicen las funciones y qué ventajas se cuentan para hacer frente a la competencia. En estos casos es conveniente tener presente que la sistematización de la función puede proporcionar las ventajas que se buscan como son costo y servicio; si el parque es

(8) DE LECIÑANA Y RUIZ ITURREGUI, Alonso, Op. cit., p 296

pequeño los errores saldrán a flote con mayor facilidad pudiéndose romper el equilibrio que se tenga, esto hace que se deba de tener más cuidado en la vigilancia del negocio porque se puede ir a la bancarrota y se sugiere que se implente un mantenimiento ordenado para prevenir cualquier falla en el equipo con que se cuenta.

Los resultados alcanzados fueron satisfactorios por la programación y gobernabilidad que se hizo evidente en la operación de las oficinas de campo, en las cuales habían desaparecido las crisis de asignación de operarios diaria a las máquinas por reparar así como los suministros disponibles para reparaciones en el sitio de la avería. Se logró disponer de un tiempo de respuesta de un día en la obtención de información para la programación de actividades diarias y un panorama de un mes para la planeación de reparaciones mayores que facilitaba hacer los arreglos necesarios para el traslado de unidades al taller central en que se practicaba el mantenimiento de conjuntos y partes.

El papel del Ingeniero Mecánico Electricista en el Mantenimiento es el de ser el artífice de estas prácticas en otros campos que no sean de manufactura, sino en un sector de servicios como es este caso. La práctica del mantenimiento preventivo es altamente conocida en las líneas de producción por la organización científica del trabajo de la escuela tayloriana, mientras que en otros sectores esta disciplina es poco utilizada por los procesos escasamente uniformes con que se trabaja, se han olvidado de que las funciones accesorias al desempeño de su tarea son importantes, por ejemplo: Abastecimiento, Mantenimiento, Calidad de la Operación, etc... , la razón es que es difícil cuantificar los efectos de cada una de estas labores mientras que en la planta sólo basta que se detenga la línea para apreciar el impacto de la negligencia que se ha demostrado en estas áreas. La función del ingeniero es tratar de hacer óptima la relación costo - beneficio, por lo que para cumplirla tiene que promover la práctica del mantenimiento, calidad u otras herramientas que le ayuden a desempeñar su trabajo.

Mi aportación en este trabajo es la conjunción de conocimientos de ingeniería, como lo son la lubricación, el análisis de fallas y la logística,

con las técnicas administrativas, la organización del trabajo en el control de las actividades y los sistemas de información en la sistematización de la función de mantenimiento en una compañía de maquinaria de construcción.

BIBLIOGRAFIA

BAUMEISTER, AVALLONE Y BAUMEISTER III, Marks Manual del Ingeniero Mecánico, Editorial McGraw - Hill, México, 8a. edición,

COSTES, Jean; Máquinas para Movimientos de Tierras, Editores Técnicos Asociados, S. A., Barcelona 1970.

DE LECIÑANA Y RUIZ DE ITURREGUI, Alonso; Ingeniería de Producción, Editorial Deusto, Bilbao, Biblioteca Deusto de Dirección y Organización.

Manual de Fabricantes Diversos.