



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

57.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
MAQUINARIA DE CONSTRUCCION**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER  
EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A N  
MARCO ANTONIO GALINDO MORENO  
MARIO RODRIGUEZ CAZARES



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

# I N D I C E

Pag.

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

## CAPITULO I

<b>DESCRIPCION GENERAL DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL MOTOR Y SISTEMA AUXILIARES DEL MISMO .....</b>	<b>13</b>
- El motor básico, componentes y funcionamiento .....	16
- Sistema de alimentación de combustible diesel .....	17
- Sistema de lubricación .....	19
- Sistema de enfriamiento .....	21
- Sistema de admisión y escape .....	23
- Sistema de regulación .....	27
- Purificadores .....	29
- Sistema de arranque diesel .....	32
- Embragues .....	38
- Las transmisiones .....	48
- El turbocompensador .....	55
- Sistema Hidráulico .....	60
- Tren de rodaje .....	66
- Mando final .....	71
- Sistema de frenos .....	73
- Sistema de dirección .....	78

## CAPITULO II

<b>DESCRIPCION GENERAL Y FUNCIONAMIENTO DE LAS MAQUINAS MAS COMUNES EN LA CONSTRUCCION .....</b>	<b>81</b>
- Tractores .....	84
- Motoescrapas .....	97

	Pag.
- Palas mecánicas y cargadores frontales .....	101
- Equipo de compactación .....	119
- Motoconformadoras .....	129
- Equipo de acarreo .....	134
- Compresores .....	138
- Bombas .....	144

### CAPITULO III

ESTRUCTURACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA DE LA CONSTRUCCION .....	146
- Cuadro sinóptico de operaciones de mantenimiento preventivo Tipo "A" .....	149
- Cuadro sinóptico de operaciones de mantenimiento preventivo Tipo "B" .....	153
- Cuadro sinóptico de operaciones de mantenimiento preventivo Tipo "C" .....	158
- Descripción de operaciones de mantenimiento preven tivo Tipo "A" .....	165
- Descripción de operaciones de mantenimiento preven tivo Tipo "B" .....	179
- Descripción de operaciones de mantenimiento preven tivo Tipo "C" .....	186
- Taller de MP .....	195
- Equipamiento del taller .....	198
- Relación de herramienta de mano y aparatos de medi ción para taller de mantenimiento .....	200
- Equipo para taller de mantenimiento .....	202
- Servicios móviles de MP .....	203
- Relación de herramientas de mano y aparatos de medi ción para unidades móviles .....	206

### CAPITULO IV

COSTOS Y ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO...	209
- Planeación del mantenimiento preventivo .....	211

	Pag.
- Costo del mantenimiento preventivo .....	218

## CAPITULO V

TECNICAS APLICADAS EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO TENDIEN TES A LA OPTIMIZACION DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTOS ...	228
- Organización del control de inventarios .....	234
- Determinación del momento para hacer reposición de existencias .....	235
- REFERENCIAS .....	244
- BIBLIOGRAFIA .....	258

## INTRODUCCION

### DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El presente trabajo tiene como finalidad llevar a cabo un estudio un poco profundizado sobre Mantenimiento Preventivo (M.P.). Se ha considerado de importancia hacer una descripción sencilla de los sistemas que integran una máquina generalizada y que en su mayoría requieren de un trato cuidadoso -- para que conserven sus características específicas por un -- tiempo mayor y así prolongar la vida económicamente útil de -- la máquina; tal vez este término "económicamente útil" tenga un significado un poco ambiguo, pero nos ha parecido acertado para describir la propiedad que nos parece más importante de la máquina, ya que ésta se basa en la vida útil de la misma y en la economía que reporta el conservarla mediante el Manteni- miento Preventivo en condiciones óptimas de funcionamiento.

Si analizamos un poco las condiciones en las que debe- trabajar la maquinaria para construcción, generalmente en lu- gares fuera de la ciudad, en carreteras, caminos rurales, -- obras de infraestructura y complejos residenciales; éstos ya- sea dentro de las zonas urbanas o en zonas despobladas.

De esta manera podemos hacer una clasificación de las- características de la Maquinaria de la Construcción y la im- portancia que tiene el Mantenimiento Preventivo en la opera- ción de ésta.

Características de la maquinaria para la construcción:

- a).- Debe ser móvil, transportable y fácil de manejar.
- b).- Es muy variada y comprende desde vehículos, hasta maquinaria y equipo. En un capítulo posterior hacemos mención de los sistemas tan variados de que se compone y la gran variedad de componentes y su nivel de importancia.
- c).- Su instalación en todo tipo de obra es provisional, debe trasladarse a otras obras a medida que termina cada una de ellas.
- d).- El equipo tiene una duración variable en la obra como pueden ser períodos largos, pueden ser también períodos muy cortos.
- e).- Las condiciones de operación en la obra son desfavorables; es decir, la maquinaria al trasladarse de un punto a otro diferente, se ve afectada por los cambios de clima y variación en las condiciones del medio ambiente.
- f).- El mantenimiento se ve afectado por estas características, debido a que las condiciones de operación en que trabaja en algunas regiones es desfavorable por no haber refacciones, o sean poco capacitados los mecánicos que les presten servicio.

En general, podemos decir apoyándonos en las ventajas del Mantenimiento Preventivo, que es muy difícil que un vehículo con un stock tan variado de refacciones, como el que es necesario para el Mantenimiento Correctivo de la Maquinaria - vaya siempre acompañandola; además de ser absurdo sería incosteable. De esta manera, si en vez de esto, programamos nuestra flotilla para aplicarle mantenimiento preventivo, como se verá más adelante, podemos tener el stock de refacciones y lubricantes de tal forma que satisfagamos las necesidades en el servicio a cada unidad.

Ya que hablamos de Mantenimiento Correctivo, vamos a -- clasificar someramente el mantenimiento:

- a).- Preventivo o planificado.
- b).- Correctivo, que requiere intervención inminente. -
- c).- Reparación Mayor, efectuada mediante un plan pre-  
vio, después de determinadas fallas.
- d).- Reconstrucción. Renovación de todos los sistemas,  
reconstrucción de piezas desgastadas, mediante ---  
soldadura, maquinado o fundición, en el cual la --  
maquinaria con un costo aproximado del 30%, ad---  
quiere una vida útil renovada del 85 al 95%.  
Posteriormente, desglosaremos con más detalle esta  
clasificación, que consideramos, es muy importante.

El Mantenimiento Preventivo, en esta clasificación, in-  
tegra el diagnóstico y mantenimiento predictivo que en otras -  
tal vez consideren aparte.

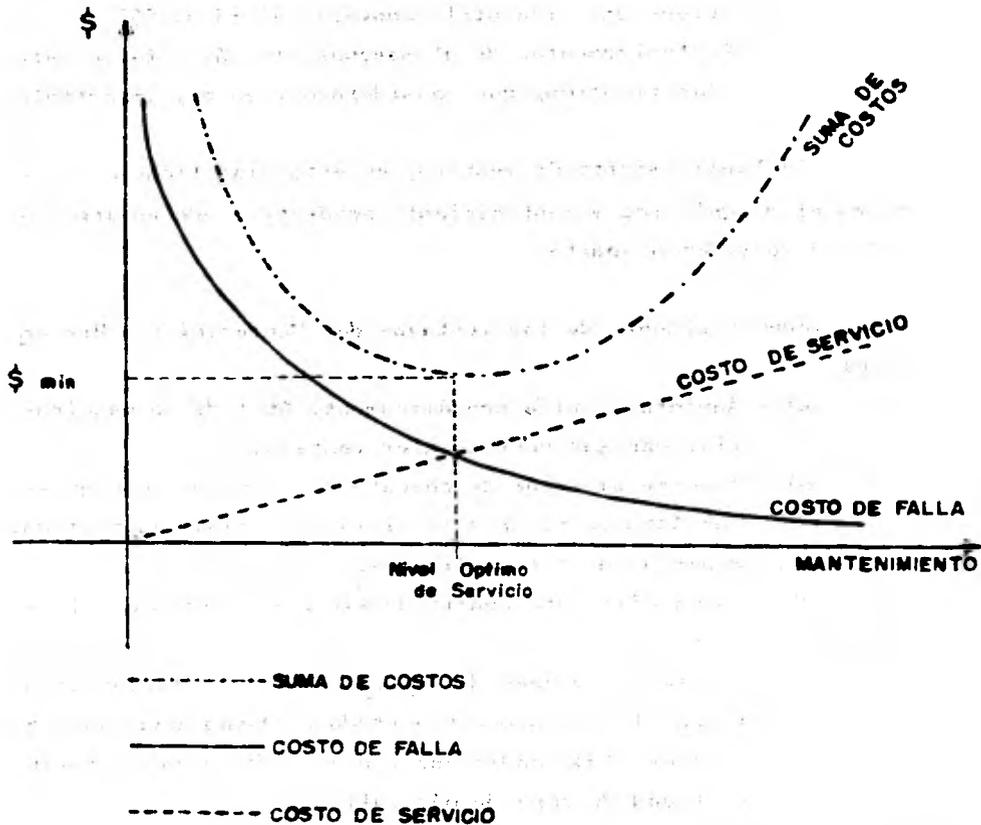
Ahora veremos algunas de las ventajas del Mantenimiento Preven-  
tivo:

- a).- Aumenta la vida económicamente útil de la maquina-  
ria, con sus consecuentes ventajas.
- b).- Aumenta el valor de rescate de la misma, por que--  
dar ésta en mejores condiciones y menos maltratada.
- c).- Reporta mayores utilidades.
- d).- Es más eficiente abatiendo tiempos muertos por fa--  
llas.
- e).- El usuario u operador trabaja más satisfactoriame-  
nte por la comodidad reportada al traer una máquina  
en perfectas condiciones, rindiendo asimismo mayor  
cantidad de obra de más calidad.

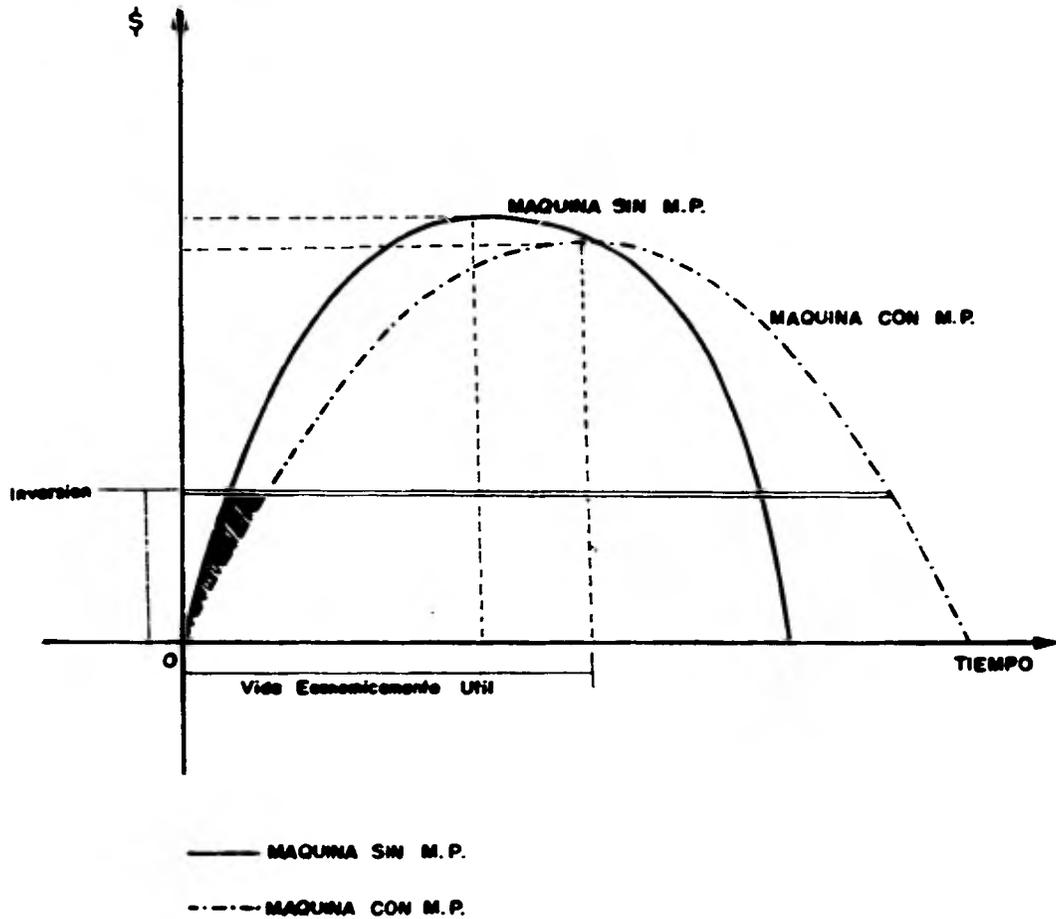
Existe un concepto básico en el mantenimiento llamado nivel --

óptimo de servicio; esto quiere decir que existe un nivel en el cual si se agrega más servicio, aumentan los costos. Si el servicio de Mantenimiento es nulo, el costo por falla tiende a ser muy grande, a medida que se aumenta el mantenimiento, disminuye el costo hasta llegar a un mínimo que es el nivel óptimo de servicio; en adelante podemos ver que aunque se aumenta el servicio, no va a afectarse el costo por falla, sino que crece el costo total.

Gráficamente, los vemos así:



Gráficamente podemos ver también, la influencia de la aplicación de un programa de Mantenimiento Preventivo en la vida -- útil de la maquinaria y su valor de rescate:



A continuación ampliamos un poco más el concepto de Mantenimiento Preventivo, generalizándolo en cierta forma, hasta la aplicación de Programas en una empresa cualquiera.\*

## EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Son una serie de técnicas para conservar en un alto grado - de productividad los equipos, servicios e instalaciones de una empresa, bien sea que produzca servicios o productos varios.\*

Es necesario un Departamento de Mantenimiento en las empresas, porque el buen funcionamiento de un sistema únicamente -- puede darse mediante la planificación, organización y control de medidas y normas que prevengan o eviten las fallas de sus - componentes.

La justificación de un grupo ingenieril de Mantenimiento -- Preventivo descansa en la disponibilidad de máquinas, edifi--- cios y servicios requeridos por otras partes de la organiza--- ción para el desarrollo de sus funciones a un óptimo nivel de recuperación de la inversión, siempre que esta inversión esté sustentada en maquinaria, material o personal. La función del - Mantenimiento deberá ser considerada como parte integral e im- portante de la organización, manipulando una fase de las opera ciones.

La dependencia en el personal de Mantenimiento Preventivo - se ha ido incrementando cada vez con la complejidad del equipo utilizado en la industria de la construcción. El costo del Man tenimiento ha ido ocupando una mayor parte del costo total de - manufactura, y el grupo de mantenimiento una unidad mayor de - la compañía.

En contraposición con este tremendo crecimiento en importan- cia, costo y complejidad de la función de mantenimiento, es im- portante el recordar que esta función existe debido a que es -

una faceta necesaria de la completa operación de la empresa -- y no una unidad autosuficiente. Es una parte del grupo que puede tener éxito únicamente funcionando en forma cooperativa.

El Mantenimiento en la industria de la construcción, es determinante en el buen desempeño de una obra. Deberá contar con el respaldo de los más altos dirigentes de la empresa, ser continuo e insistente, pues sólo de esa manera, junto con un buen equipo, operadores y organización es posible alcanzar un alto nivel de producción. Además, un buen mantenimiento reduce tiempos muertos y reparaciones costosas debidas a la falta de un servicio regular y pronta corrección de las fallas.

El Mantenimiento debe ser planeado individualmente para cada tipo de obra, pues no existen planes que se ajusten a todas las condiciones de trabajo. Un trabajo en lo alto de una montaña involucra problemas con el turbocompensador y sistemas de enfriamiento; uno en el desierto, traerá como consecuencia calentamientos y atascamiento de los filtros; mientras que en un pantano, los problemas serán con la tracción. Cada uno de ellos requiere diferentes técnicas, herramientas y consideraciones.

Algunos puntos importantes antes de iniciar la obra con tendencia a disminuir el costo de Mantenimiento, son:

1.- Elección de Máquinas que requieran mantenimiento simple.

Muchas máquinas involucran en su diseño dificultades para darles servicio, como son los accesos difíciles a una determinada parte que ha de ser lubricada o reparada trayendo como consecuencia grandes pérdidas de tiempo. Hay que estudiar la facilidad de reparación de ciertos componentes en campo y cuando esto no sea posible, se cuente con talleres especializados cerca de la obra para darles servicio.

## 2.- Disponibilidad de servicio de distribuidores.

Los talleres autorizados pueden ser de gran ayuda en la --- orientación del territorio en que se trabajará, y el manteni--- miento idóneo para este tipo de terrenos. Es conveniente cono--- cer qué tipo de servicios pueden proporcionar. Ellos pueden -- orientar a los encargados del mantenimiento acerca de los luga--- res en que se hagan análisis de aceite, recubrimiento de llan--- tas u otros servicios similares. Es importante saber qué tipo--- de refacciones poseen en existencia y el tiempo que pueden sur--- tir los que no tengan.

3.- Es conveniente que las máquinas que vayan a ser utiliza--- das cuenten con unidades completas estándar de reemplazo, ya - que esto garantiza un servicio más rápido y a más bajo costo.

4.- Establecimiento de rutinas preventivas, especialmente - de lubricación y limpieza.

Una inspección diaria o periódica de cada máquina permite - detectar a tiempo problemas mayores para ser reparados. El Je--- fe de Mantenimiento puede formular una tabla para cada máquina que contenga todas las recomendaciones del fabricante, éstas - generalmente se encuentran en el manual del propietario, pero--- deberán ser adecuadas a las condiciones de trabajo.

Los lubricantes son de gran importancia, el proveedor de -- éstos pueden orientar sobre cual es el más indicado de acuerdo a las sugerencias de la fábrica.

En síntesis, las funciones primordiales de una organización de mantenimiento, comprenden un número de responsabilidades bá sicas:

1.- Organizar, adiestrar y mantener un programa eficiente para dar el adecuado servicio de mantenimiento al equipo.

2.- Planear, programar, coordinar y estudiar el trabajo de mantenimiento en forma efectiva.

3.- Iniciar y promover mejoras en métodos de trabajo, materiales y diseños que incrementen la confiabilidad de los equipos a sus cargos.

4.- Soportar y seguir cuidadosamente los procedimientos básicos, adecuados a la seguridad del personal y el equipo.

5.- Proveer de refacciones en función de la localización y tipo de obra.

6.- Informar a los responsables de almacén sobre los consumos esperados de combustibles, lubricantes, materiales, etc.

También debe existir un entendimiento entre el Departamento de Producción y el de Mantenimiento, lo que en obra se refleja como una interrelación entre el Superintendente y el Jefe del Departamento de Mantenimiento, para llevar a cabo la programación de la obra con mayor eficiencia mediante las siguientes recomendaciones:

1.- Conocer debidamente el estado y funcionamiento de los equipos para que operen al menor costo posible y mayor eficiencia.

2.- Auxiliar al Departamento de Producción en el establecimiento de un nivel práctico de mantenimiento, que esté de acuerdo con las necesidades de producción de cada unidad productiva

logrando con esto, que el programa de la obra tome en consideración los tiempos de mantenimiento.

3.- Realizar reparaciones y reemplazos de tal manera, que interfiera lo menos posible con producción.

4.- Convertir el trabajo de emergencia en trabajo planeado mediante su anticipación y en la obra, mantener informado al Departamento de Producción acerca del equipo que esté requiriendo un mantenimiento excesivo al estar siendo operado a destrucción.

Ventajas que caracterizan al Mantenimiento Preventivo:

1.- Seguridad de operación. Se conoce perfectamente el estado físico de la maquinaria.

2.- Menor tiempo muerto. Pueden evitarse fallas mayores y tener así una mayor continuidad en los servicios.

3.- Aumento de la productividad. Esta ventaja se deriva de las anteriores.

4.- Vida útil de la maquinaria sensiblemente más prolongada.

5.- El costo de reparación disminuye al evitarse la destrucción total de los componentes.

6.- Menor costo de inventarios. Se puede tener un stock reducido de refacciones, gracias al conocimiento físico de la maquinaria.

7.- Uniformidad de la carga de trabajo del personal de mantenimiento.

Los problemas que se presentan más a menudo en la maquinaria de la construcción son: Sobrecalentamiento de los motores, desgaste prematuro de llantas, daños en componentes de carriles, sistemas hidráulicos dañados, etc.

Estos problemas, causan a menudo altos gastos a los propietarios de maquinaria, siendo aún más serios los efectos debido a los tiempos muertos. La mayoría de estos problemas y daños pueden ser eliminados completamente, apegándose a los procedimientos de mantenimiento preventivo recomendados, que han sido desarrollados por operadores y personal de mantenimiento con gran experiencia.

Actualmente, el equipo para la construcción ha alcanzado un alto grado de tecnología para poder soportar el severo trabajo al que será sometido. Por su parte, el mantenimiento ha sido reducido de una laboriosa y tediosa tarea, a procedimientos -- que sólo requieren de unos minutos diarios. Sin embargo, su importancia es cada vez mayor debido a la mayor complejidad de los equipos y mayores puntos posibles de falla.

C A P I T U L O I

DESCRIPCION GENERAL DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL MOTOR Y  
SISTEMAS AUXILIARES DEL MISMO.

Descripción General de los componentes principales del motor y sistemas auxiliares del mismo.

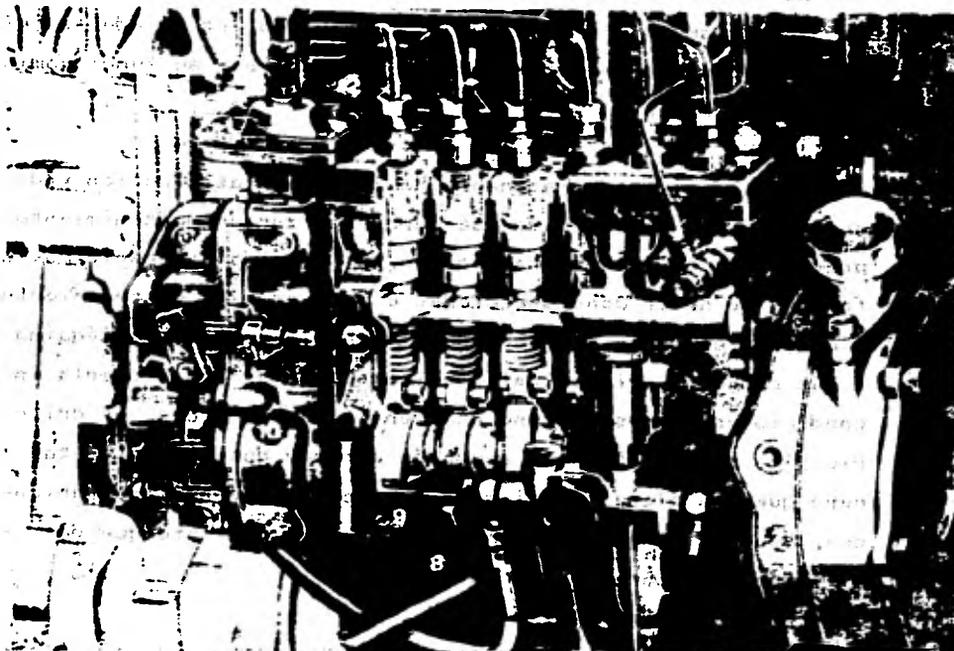
En este capítulo se hará una descripción general muy a nuestro juicio, de las partes componentes del motor y de los sistemas auxiliares generalizados en una máquina, como son el sistema de enfriamiento, lubricación, hidráulico, etc., además, el tren de potencia, sus componentes principales, su funcionamiento e importancia.

Hemos considerado razonable hacer esta clasificación y descripción, por el hecho de que para realizar un mantenimiento preventivo correcto a una máquina, es preciso conocerla muy a fondo y no hacer consideraciones o programas de mantenimiento a ciegas, es decir, de acuerdo al conocimiento de la máquina y a las especificaciones del fabricante, vamos a mantenerla en condiciones buenas de funcionamiento. Muchas veces, el criterio y la experiencia nos ayudarán a tomar decisiones de tal manera que los planes realizados para conservar nuestras unidades, sean lo más acertado posible y el rendimiento que de ellas podemos obtener sea máximo.

De la experiencia hemos aprendido que hasta cierto punto -- es fácil implantar un programa de mantenimiento preventivo si conocemos el número de unidades con que se forma nuestra plantilla, el tipo de unidad y sus especificaciones, debemos conocer además el equipo auxiliar en nuestros talleres, la herramienta con que cuentan, que debe ser la necesaria y la mano de obra especializada o capacitada para evitar errores que puedan perjudicar nuestras unidades y nuestra economía. Al mencionar especificaciones de la unidad, nos referimos a que debe existir personal que esté responsabilizado completamente del conocimiento de los sistemas, partes componentes y problemas de ad

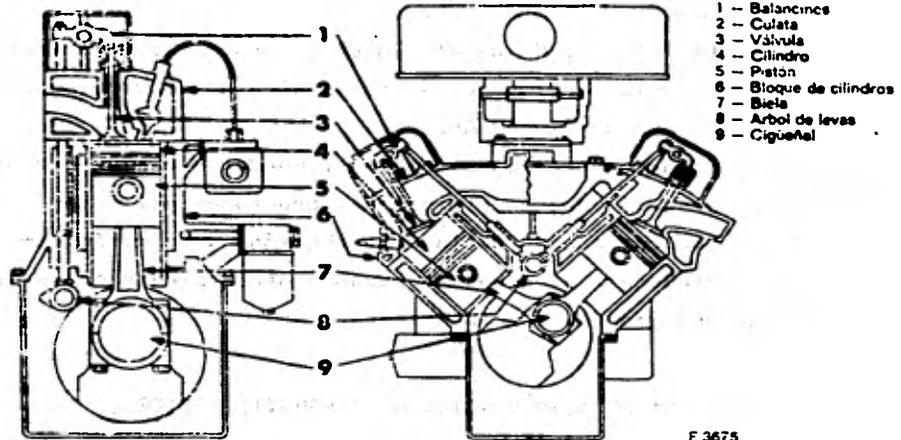
quisición de los mismos. De aquí la importancia de este capítulo.

A continuación, emprendemos nuestra clasificación básica.



- Figura de la clasificación básica
- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. Depósito Aire-aceite | 7. Caja de Segmentos                     |
| 2. Bomba de Aceite      | 8. Bomba de Transferencia de Combustible |
| 3. Línea de Inyección   | 9. Arbol de Levas                        |
| 4. Línea de Fuga        | 10. Poste de Control                     |
| 5. Caja de la Bomba     | 11. Regulador                            |
| 6. Cebador Manual       |  |

**EL MOTOR BASICO. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO.**



Bloque de cilindros en línea

Bloque de cilindros en V

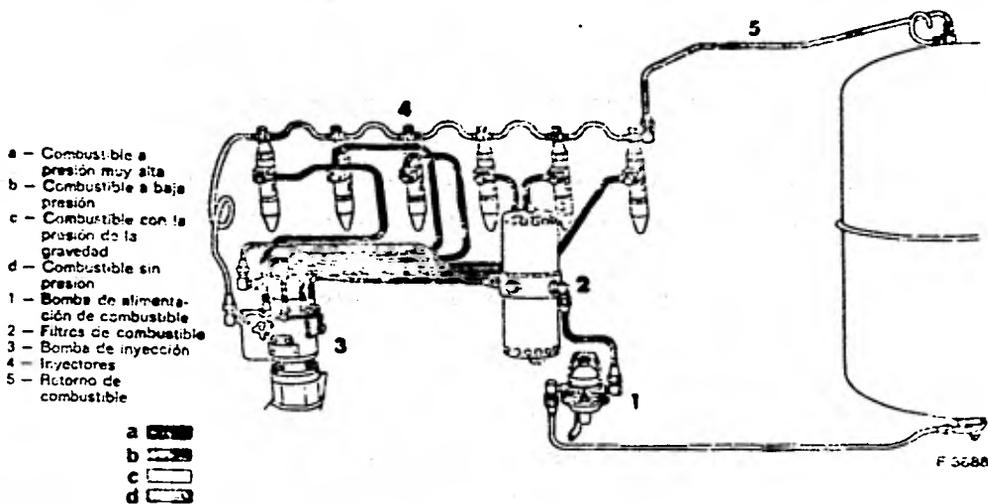
- Componentes del motor básico

- 1.- La culata. Parte superior del motor que aloja las válvulas y las canalizaciones de admisión y escape.
- 2.- Válvulas. Dispositivos que abren y cierran para dar entrada a la mezcla y salida a los gases quemados de cada cilindro.
- 3.- Arbol de Levas. Alojado en el monoblock de cilindro, que abre las válvulas en el momento preciso por medio de sus levas.
- 4.- Monoblock de Cilindros. Caja principal del motor, sirve de soporte a sus principales componentes.
- 5.- Los Cilindros. Dentro de ellos se desplazan los pistones por la fuerza de la combustión.
- 6.- Los Anillos. Proporcionan un cierre hermético de la cámara de combustión, y ayudan a disipar el calor.
- 7.- Las Bielas. Transmiten al cigüeñal el movimiento de los pistones.
- 8.- Cigüeñal. Recibe la fuerza de los pistones y la transforma en movimiento rotatorio útil.

F 3675

- 9.- Los Cojinetes de Bancada. Sobre los que gira el cigüeñal dentro del monoblock.
- 10.- El Volante. Unida al cigüeñal, proporciona la inercia necesaria para que el pistón vuelva a subir después del tiempo de explosión.
- 11.- Balanceadores o Contrapesos. Pueden ser ejes o disco empleados para suprimir las vibraciones del motor.
- 12.- Los Engranajes de la Distribución. Unen mecánicamente el cigüeñal, el árbol de levas y otras piezas clave para sincronizar su funcionamiento.

#### SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE DIESEL.



- Sistema de inyección con bomba rotativa

En el sistema de alimentación para gasoil, el combustible se inyecta directamente en el cilindro, donde se mezcla con el aire caliente comprimido, inflamándose en ese momento. Por tanto, no se necesita ninguna chispa para inflamar la mezcla, co-

mo ocurre en los motores de gasolina o gas natural. En lugar de carburador, estos motores llevan bomba de inyección e inyectores.

Los componentes principales son los siguientes:

- 1.- Depósito de Combustible. Para almacenarlo.
- 2.- Bomba de Alimentación. Para mandar combustible a la bomba de inyección. De engranes.
- 3.- Filtros para el combustible. Para mantenerlo limpio.
- 4.- Bomba de Inyección. Dosifica e inyecta el combustible en el momento preciso. Pistones leva.
- 5.- Inyectores. Pulverizan el combustible dentro del cilindro.

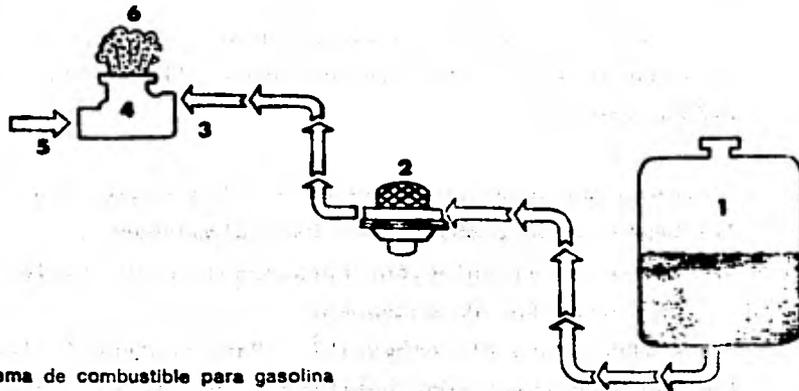
Durante el funcionamiento, la bomba de alimentación de combustibles toma éste del depósito y lo fuerza a través de los filtros. El sistema de inyección lleva piezas mecanizadas con alta precisión, para las que es de vital importancia que el combustible no contenga agua ni impurezas.

Esta es la razón de que se empleen filtros adicionales para el combustible, pero sin que esta circunstancia pueda servir para dar menos importancia a la adquisición de un combustible perfectamente limpio y a una técnica de almacenarlo que proteja de toda contaminación.

Desde el filtro de combustible es empujado hacia la bomba de inyección, que lo dosifica, lo somete a gran presión y lo manda en el instante preciso al inyector correspondiente.

Cada Cilindro lleva un inyector, éstos atomizan el combustible y lo pulverizan a alta presión, en el preciso instante, dentro de la cámara de combustión.

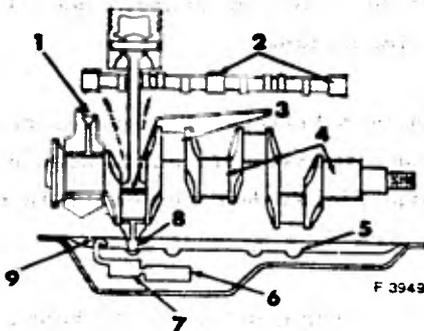
El combustible tiene que llegar al inyector a gran presión para que se pueda pulverizar finamente. Solo así se mezclará bien con el aire comprimido y se quemará totalmente.



F 3645 El sistema de combustible para gasolina

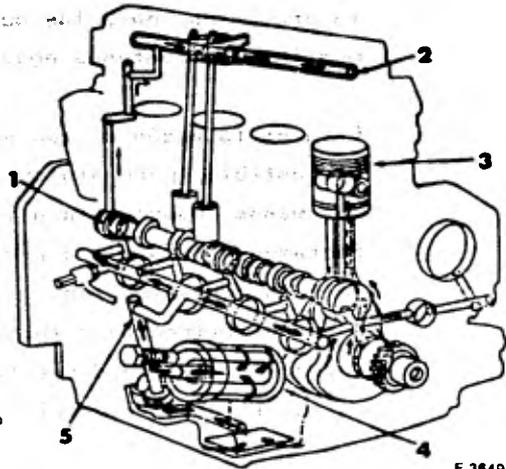
- |  |                             |                                  |
|--|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 - Depósito de combustible              | 3 - Admisión de combustible | 5 - Admisión de aire             |
| 2 - Bomba de alimentación de combustible | 4 - Carburador              | 6 - Mezcla de aire y combustible |

SISTEMA DE LUBRICACION



- |                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1 - Pacllo para recoger aceite   | 6 - Filtro de malla         |
| 2 - Cojinetes del árbol de levas | 7 - Bomba de aceite         |
| 3 - Cojinetes de cabeza de biela | 8 - Cuchara de aceite       |
| 4 - Cojinetes de bancada         | 9 - Tubería para el llenado |
| 5 - Canal de recogida de aceite  |                             |

- Sistema de lubricación por salpicado



F 3649

El Sistema Básico de Lubricación realiza en el motor las siguientes funciones:

- a) Reduce la fricción entre las piezas en movimiento.

- b) Absorbe y disipa el calor.
- c) Hace más hermético el cierre de los anillos contra las paredes de los cilindros.
- d) Lava las piezas en movimiento actuando a su vez como detergente.
- e) Hace menos ruidoso el funcionamiento del motor.

El aceite del sistema de lubricación, realiza todas estas funciones a la vez. Sin aceite, el motor no tardaría en desgastarse, sobrecalentarse y agarrotarse. En efecto, además de reducir la fricción al formar una película entre las piezas en movimiento, el aceite absorbe y disipa el calor de estas mismas piezas.

El sistema de lubricación puede funcionar por salpicado de aceite, sobre las piezas en movimiento, o forzando el paso de éste a presión por canalizaciones practicadas en el interior de las piezas.

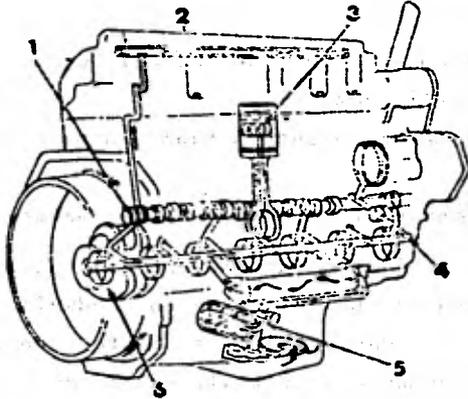
En algunos motores emplean ambos métodos a la vez.

El cárter del motor es el depósito donde se almacena y enfría el aceite de lubricación.

El cárter debe tener orificios de ventilación para que no aumente la presión dentro de él por los gases que consiguen escapar entre cilindro y pistón.

En los motores modernos la tubería de ventilación del cárter reconduce estos gases al sistema de admisión para reducir la contaminación del aire.

21

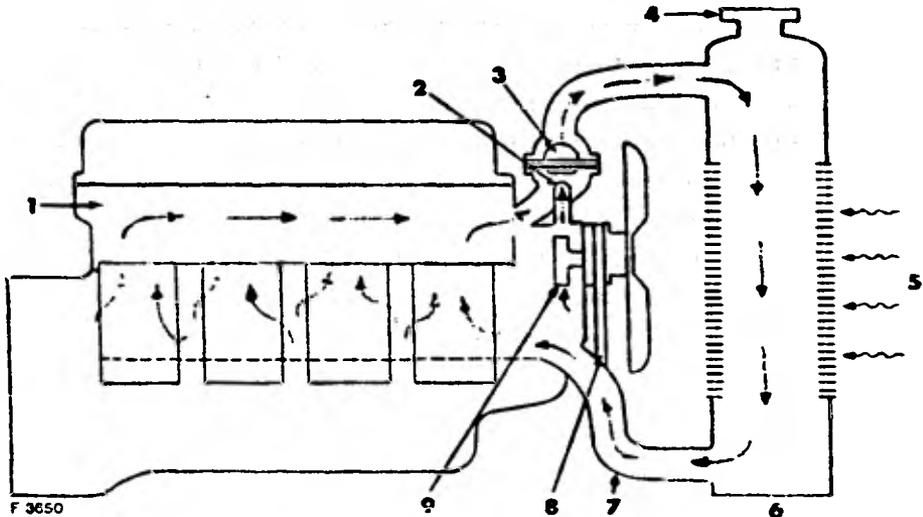


F 3950

- 1 - Cojinetes del árbol de levas
- 2 - Eje de balancines
- 3 - Casquillo del bulón del pistón
- 4 - Canalización principal para el aceite
- 5 - Bomba de aceite y filtros
- 6 - Cojinete de bancada

- Sistema de lubricación total a presión

### SISTEMA DE ENFRIAMIENTO



F 3650

- 1 - Cámara de agua del motor
- 2 - Derivación
- 3 - Termostato
- 4 - Tapón a presión
- 5 - Aire refrigerante
- 6 - Radiador
- 7 - Manguera
- 8 - Correas del ventilador
- 9 - Bomba de agua

- Sistema de refrigeración por líquido

El sistema de enfriamiento realiza dos funciones, a saber.

- 1.- Impide que el motor se sobrecaliente.
- 2.- Mantiene la temperatura óptima para el funcionamiento del motor.

El sobrecalentamiento del motor, puede averiar sus piezas mas vitales en muy poco tiempo.

Para una combustión completa de la mezcla, se necesita que el motor alcance determinada temperatura; pero ocurre, que durante el funcionamiento del motor, este produce mucho más calor - que el necesario, luego, el sistema de enfriamiento, disipa el exceso de calor.

La regulación de la temperatura, mantiene ésta en el punto necesario para una buena combustión de la mezcla durante el funcionamiento del motor. Inmediatamente después de arrancar el motor frío, este tiene que calentarse lo más rápidamente posible.

Una vez alcanzada la temperatura de régimen, se tiene que eliminar el exceso de calor que se produce cuando el motor trabaja con carga.

#### TIPOS DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO.

En los motores modernos se emplean básicamente 2 tipos de refrigeración o enfriamiento:

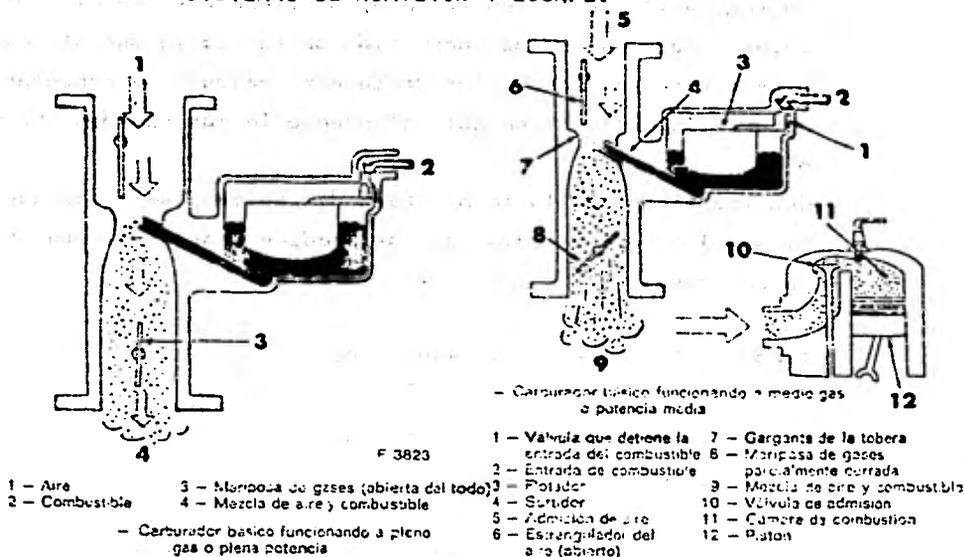
- 1.- Refrigeración por aire alrededor del motor.
- 2.- Refrigeración por agua por entre las camisas de enfriamiento del monoblock.

La refrigeración por aire se emplea principalmente en los moto

rea pequeños y en los motores de aviación, porque resulta difícil conseguir que el aire llegue por igual a todos los puntos calientes en los motores grandes. Para conseguir la distribución homogénea del aire se utilizan pantallas, túneles y ventiladores.

**Refrigeración por líquido.** En tiempo frío se añade anticongelante al agua de refrigeración. El agua forma un manto alrededor de los cilindros y de la culata. El calor de las paredes lo absorbe el agua que se hace circular hacia el radiador. El aire atraviesa el panel del radiador disipado el calor del agua, el agua enfriada vuelve a entrar en las camisas del motor block, para continuar su acarreo de calor.

#### SISTEMAS DE ADMISION Y ESCAPE.



Los Sistemas de Admisión y escape llevan la mezcla del aire y combustible o aire al motor y dan salida a los gases quemados.

#### SISTEMAS DE ADMISION.

El sistema de admisión suministra al motor aire limpio en la cantidad y a la temperatura apropiada para la buena combustión. Consta de 8 componentes, a saber:

- 1.- Purificadores de Aire.
- 2.- Sobrealimentador.
- 3.- Carburador ( Para Gas o Gasolina ).
- 4.- Tobera del carburador ( Venturi, para gasolina ).
- 5.- Colector de Admisión, o múltiple.
- 6.- Precámara de Combustión.
- 7.- Válvulas de Admisión.
- 8.- Cilindros.

Los purificadores de Aire retienen el polvo y la suciedad al ser atravesados por el aire aspirado por el motor. Se emplean también prepurificadores con el fin de separar las partículas más gruesas, que podrían obstruir el purificador.

El sobrealimentador o turboalimentador es un compresor movido por una turbina de gas que envía aire comprimido hacia los cilindros para aumentar la eficiencia de la combustión.

Se puede aumentar de esta manera la potencia del motor al aumentar el volumen de aire inyectado a los cilindros, pudiéndose aumentar la cantidad de combustible inyectado.

El carburador mezcla el aire con el combustible en la proporción correcta para que se queme totalmente y regula la velocidad del motor.

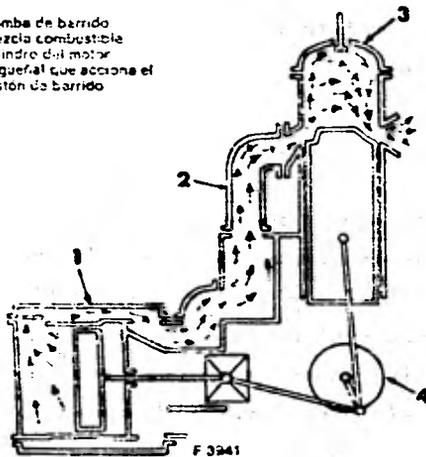
El colector de admisión lleva la mezcla (en el caso del motor diesel, aire puro) a todos los cilindros del motor.

La Tobera o Venturi del carburador en el motor de gasolina se encarga de succionar el combustible mediante la caída de presión ocurrida en la garganta de la tobera, ésta a su vez regula la entrada de aire y combustible, variando la velocidad de entrada al venturi, mediante la válvula de mariposa.

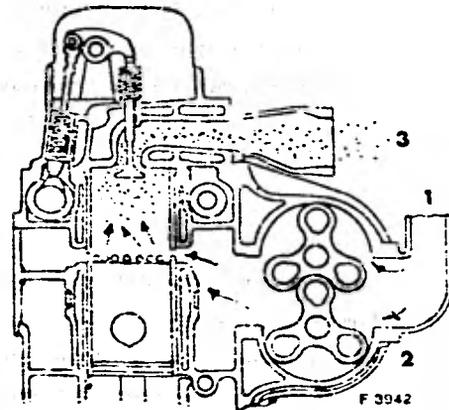
Las Válvulas de Admisión dejan que entre el aire en el cilindro correspondiente del motor diesel de la mezcla de aire-combustible en el de gasolina. Estas son gobernadas por el árbol de levas mediante los elevadores, varillas y balancines calibrados convenientemente.

### SISTEMA DE ESCAPE.

- 1 - Bomba de barrido
- 2 - Mezcla combustible
- 3 - Cilindro del motor
- 4 - Cigüeñal que acciona el pistón de barrido



- Barrido por pistón



- 1 - Boca de admisión
- 2 - Compresor tipo Roots

3 - Boca de escape

- Barrido mediante compresor

El sistema de escape recoge los gases quemados y los manda a la atmósfera. Cumple realmente tres funciones:

- 1.- Disipa el calor residual de los gases.
- 2.- Amortigua el ruido de las explosiones.
- 3.- Conduce al exterior los gases quemados y no quemados.

Sus componentes principales son los siguientes:

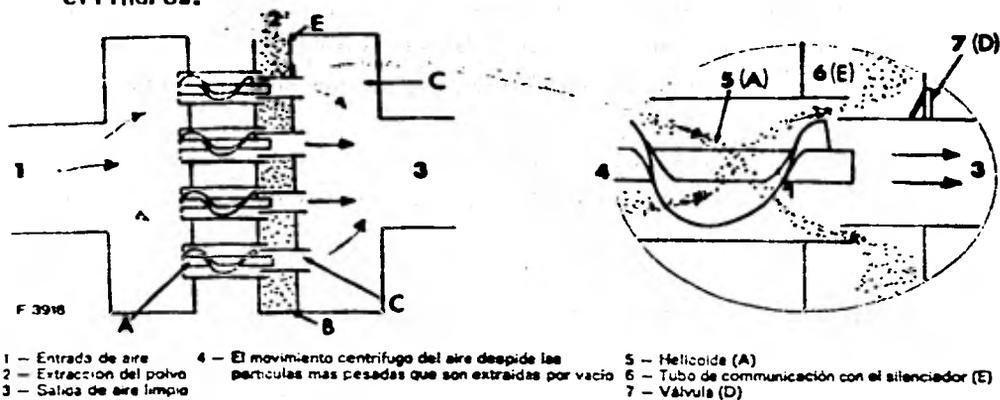
- 1.- Válvulas de Escape.
- 2.- Colector de escape o múltiple de escape.
- 3.- El silenciador.

Las válvulas de escape se abren para dejar escapar los gases quemados en el motor de 4 tiempos. Estas válvulas son gobernadas por el árbol de levas y el sistema mecánico elevador o buzo, varillas y balancines.

El múltiple de escape recibe los gases quemados de todos los cilindros para llevarlos al silenciador.

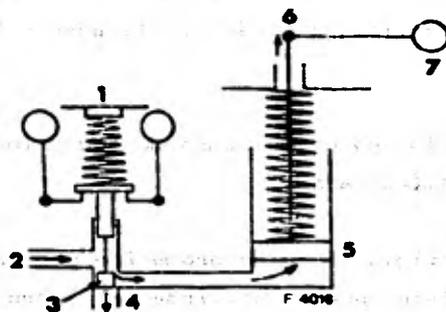
El silenciador de escape amortigua el ruido producido por las explosiones. A la salida de éste, puede incluirse un filtro líquido reaccionante con los gases de escape para disminuir la contaminación.

La salida del múltiple en el caso de motores turboalimentados se conecta con la turbina del sobrealimentador, proporcionando la energía necesaria para comprimir el aire inyectado a los cilindros.



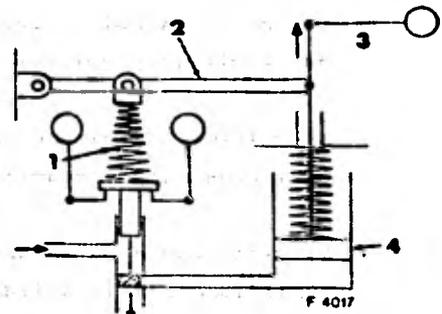
- Purificador de aire centrifugo

## SISTEMAS DE REGULACION.



- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1 - Contrapesos       | 5 - Pistón de mando |
| 2 - Entrada de aceite | 6 - Aceleración     |
| 3 - Válvula de mando  | 7 - Acelerador      |
| 4 - Retorno           |                     |

- Regulador hidráulico (Diesel)



- |                                     |
|-------------------------------------|
| 1 - Muelle de regulación            |
| 2 - Palanca para caída de velocidad |
| 3 - Aceleración                     |
| 4 - El pistón sube                  |

- Regulador hidráulico con caída de velocidad ajustable

El sistema de regulación, tiene por objeto mantener el motor funcionando a una velocidad angular constante.

El regulador varía la cantidad de la mezcla suministrada al motor según la carga. La velocidad de régimen unida al varillaje de mando y al regulador mediante un juego de engranes.

El objeto de este dispositivo es lograr que el motor entregue en todo momento la potencia exigida por la carga sin variar su velocidad angular.

## CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS REGULADORES.

- 1.- El regulador es un dispositivo sensible a las variaciones de velocidades que regula la velocidad angular del motor cuando trabaja con carga variable.
- 2.- Los reguladores pueden realizar cualquier función de las que siguen:
  - a) Mantener una velocidad predeterminada.
  - b) Limitar la mínima y la máxima.
  - c) Detener el motor antes de que se sobre revolucione.

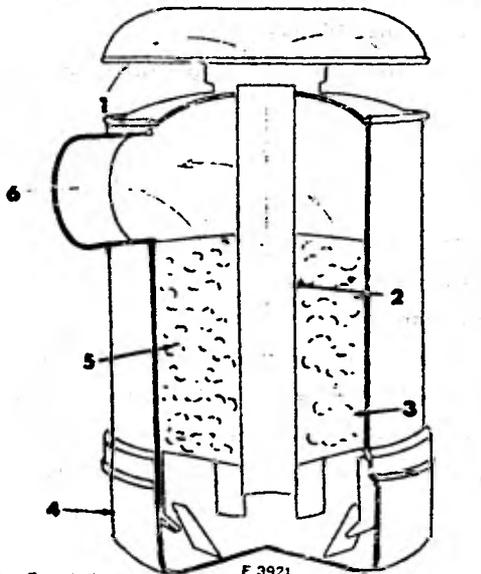
- 3.- Los reguladores isócronos mantienen constante la velocidad angular del motor independientemente de las exigencias de carga.
- 4.- La caída de velocidad del regulador es el cambio de la velocidad regulada.
- 5.- La variación de velocidad es una desviación gradual de la velocidad para la que está ajustado el regulador.\*
- 6.- El regulador mide la velocidad y actúa sobre el acelerador.
- 7.- Los tipos más corrientes de reguladores son los automáticos o por vacío y los centrífugos.
- 8.- En los motores diesel se emplean los siguientes reguladores:
  - a) mecánicos.
  - b) hidráulicos.
  - c) de velocidad variable.
  - d) limitadores de velocidad.
  - e) para convertidor de par.
  - f) reguladores de presión, para control automático.
  - g) sensibles a la carga eléctrica (por válvula solenoide) para regulación eléctrica de velocidad.
- 9.- Los reguladores hidráulicos son más caros, y constan de más piezas que los mecánicos, pero son más sensibles a las variaciones de velocidad.
- 10.- Los reguladores de velocidad variable mantienen constante cualquiera del motor, seleccionada entre la mínima y la máxima.
- 11.- Los reguladores limitadores son dispositivos de seguridad que limitan la velocidad máxima que pueda alcanzar el motor.
- 12.- El regulador para convertidor de par limita la velocidad máxima del eje de salida del convertidor de par acoplado al motor, independientemente de la velocidad a --

que gire éste.

13.-El regulador limitador de carga reduce esta para que el motor trabaje en todo momento a la velocidad de régimen óptima.

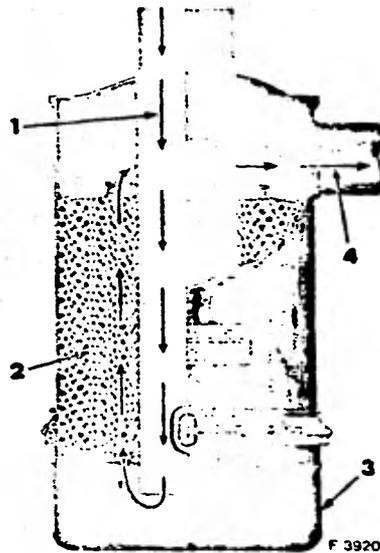
14.- El regulador de presión se emplea en los motores que accionan bombas hidráulicas para mantener constante el caudal entregado a éstas.

### PURIFICADORES DE AIRE.



- 1 - Entrada de aire  
2 - Tubo de entrada  
3 - Recipiente interior para el aceite  
4 - Recipiente para el aceite  
5 - Elemento filtrante  
6 - Boca de salida

- Purificador del aire por baño de aceite de gran capacidad



- 1 - Aire sucio  
2 - Elemento filtrante  
3 - Taza de aceite  
4 - Aire limpio

- Purificador por baño de aceite de tipo medio

Para el buen funcionamiento y la larga duración de un motor, es indispensable alimentarlo con aire limpio.

El purificador debe ser capaz de retener las partículas más pequeñas, como el polvo y la arenilla, y de separar la broza o los hilillos que también puede llevar el aire.

Todo purificador debe tener también un depósito donde se vayan acumulando las impurezas que separa del aire. De esta manera - no será preciso limpiarlo con tanta frecuencia.

La acumulación excesiva de polvo y suciedad en el purificador del aire acaba por estrangular el paso del aire, lo que da lugar a que la combustión no sea completa y se formen depósitos de carbón en válvulas y pistones.

Cuando un motor tiene que funcionar en atmósferas muy cargadas de polvo, o cuando solo se dispone de un purificador de aire, - de sección insuficiente, se suelen disponer varios en paralelo.

Tipos más corrientes de purificadores de aire.

- 1.- Prepurificadores.
- 2.- Los purificadores en seco.
- 3.- Los purificadores en seco de elemento filtrante recambiable.
- 4.- Purificadores por adherencia sobre una película viscosa.
- 5.- Los purificadores centrífugos.
- 6.- Los purificadores por baño de aceite.

Desglosemos ahora cada uno de ellos:

1.- Prepurificadores.

Los prepurificadores se pueden montar sobre el extremo de una tubería dirigida hacia un punto alto, donde se toma el aire para el motor por estar relativamente libre de polvo.

Son de construcción muy simple y tienen por objeto separar las partículas más groseras del aire, antes de que lleguen al purificador principal.

De esta manera se alargan considerablemente las horas de servi

cio del purificador entre dos limpiezas sucesivas.

## 2.- Purificadores en seco.

Los purificadores en seco, van directamente acoplados al carburador o al colector de admisión. Se emplean únicamente en motores que no requieren un gran volumen de aire para su funcionamiento.

Los purificadores del aire en seco, filtran el aire a través de varias capas de tejido o de fieltro.

Son muy eficaces para separar las partículas gruesas y se suelen emplear mucho en motores pequeños.

## 3.- Purificadores en seco de cartucho recambiable.

Los purificadores en seco de elemento filtrante recambiable, se acoplan directamente al carburador o al colector de admisión. Filtran más eficazmente mayores volúmenes de aire que los simples purificadores en seco y llevan una taza en la que se va acumulando la suciedad separada del aire.

Este tipo de purificador se emplea en numerosas máquinas agrícolas e industriales.

El filtrado del aire se realiza a través de un cartucho de papel intercambiable.

Se puede dotar de un indicador de suciedad que avisa el momento en que se ha obstruido ya hasta el punto de ser preciso cambiarlo o limpiarlo.

El aire aspirado que entra en el purificador se dirige hacia unas aletas inclinadas que le imprimen un movimiento circular-centrífugo.

La fuerza centrífuga separada ya del aire, el 90% de la suciedad que arrastra, pasando finalmente a través de una ventana a recipiente o taza donde se recoge el polvo.

Esta taza se desmonta con gran facilidad para limpiarla.

El polvo que aún arrastra el aire, se queda retenido en el filtro de papel que atraviesa al final del recorrido por el purificador.

#### 4.- Purificadores por adherencia viscosa (para automóvil).

En este tipo de purificador, el aire, se hace pasar a través - de una malla o ovillo metálico, saturado de aceite.

Se emplea únicamente en automóviles que funcionan en ambientes poco cargados de polvo. La porción inferior del purificador, - es una cámara de doble pared que tiene por objeto apagar el -- ruido producido por la aspiración del motor.

Los purificadores por adherencia viscosa se emplean hoy en día solo en motores pequeños. Llevan un elemento filtrante recambiable, impregnado de aceite.

### SISTEMAS DE ARRANQUE DIESEL.

Los motores diesel se arrancan dándoles vuelta en forma muy pa recida a los motores de gasolina. Sin embargo, como dependen - del calor para la ignición, el arrancarlos fríos representa un problema especial. El darles vuelta a mano es imposible a me-- nos que se use algún dispositivo que evite la compresión, y de cualquier manera no es práctico.

Tipos de Sistemas de Arranque.

- 1.- Sistemas Eléctricos.
- 2.- Sistemas de Aire Comprimido.
- 3.- El Eter.
- 4.- El Calentador.
- 5.- Motor auxiliar de gasolina.
- 6.- Sistema de Arranque de Gasolina.

## 7.- Arranque de los motores empujando las máquinas.

### 1.- Sistemas Eléctricos.

La mayor parte de los motores diesel se arrancan por medio de un motor eléctrico de arranque, movido por baterías de acumuladores. Los voltajes oscilan entre 12 a 32 o más Volts.

Los motores generalmente están contruídos de manera que no se usen continuamente por más de 30 seg., dada su elevada solici- tud de corriente, después de lo cual es necesario esperar un - minuto o dos para que se enfríen, lo que es desfavorable por- que el calor generado en el motor también se disipa en este pe- ríodo.

### 2.- Sistemas de Aire Comprimido.

Los motores diesel grandes pueden arrancarse por medio de un - motor de aire comprimido, tomando el aire del sistema de fre- nos de la máquina, que no tiene que funcionar hasta que se aca- be el aire.

Es importante que no haya fugas que puedan vaciar el sistema - durante la noche.

El arranque de aire necesita un gran depósito de aire, y una - conexión por la que se pueda inyectar aire, en las emergencias por medio de otro sistema.

### 3.- El Ether.

La marcha de los motores diesel, requiere algún tipo de ayuda- cuando la temperatura es inferior a los 40°F.

La mala compresión hace el arranque especialmente difícil. La- mejor ayuda es poner un poco de éther en la entrada de aire. - El éther se evapora rápidamente y arde con facilidad, y encien- de fácilmente por compresión, aún en un motor frío.

Al arder el éther enciende el aceite combustible inyectado pa- ra arrancar el motor.

La manera más sencilla de usar el éther es rociarlo con una lata de aerosol dentro de la entrada del prepurificador, o dentro del múltiple después de quitarle una tapa cuando se le está dando vuelta al motor. Se suspende la aplicación de éther cuando el motor arranca.

El éther se puede poner también en la admisión rompiendo una cápsula sobre ella, o vaciándolo con una lata. Todos éstos métodos son menos cómodos y más peligrosos que el de la lata de aerosol.

Se puede construir en la máquina una unidad para la inyección de éther. Una bomba de mano montada en el tablero se llena vaciándole éther de una lata o perforando una cápsula. El éther se bombea por un tubo delgado dentro del múltiple de admisión. Este aparato no es tan seguro, como la aspersion directa o vaciándolo, porque la bomba o el tubo pueden presentar problemas.

El éther es muy venenoso, inflamable y explosivo. No se debe usar en un cuarto sin ventilación, o cerca del calor, flama o chispas. Puede explotar en el múltiple si se usa para arrancar el motor al mismo tiempo que para calentarlo.

#### El Calentador.

Puede construir un calentador para arrancar los motores diesel en tiempo frío, que puede tener la forma de un quemador de combustible en miniatura dentro del pasaje de admisión. Lleva una bujía, una boquilla y una bomba de mano montada en el tablero. Se enciende la bujía, se inyecta el combustible en la boquilla que se enciende y se hace dar vuelta al motor con el arranque. El quemador, calienta el aire que entra a los cilindros. Consume algo de oxígeno, pero no interfiere con la combustión en los cilindros. El principal inconveniente es el de la dificultad mecánica, especialmente el corto circuito que se forma en

la bujía con el aceite, también si la bomba no funciona, puede impedir que trabaje cuando más se necesita.

#### 5.- Motor Auxiliar de Gasolina.

Muchos motores diesel se arrancan haciéndoles dar vuelta con un motor auxiliar de gasolina. Se monta cerca del diesel, y lo impulsa a través de engranes y embragues.

Se desconecta el embrague, se arranca el motor de gasolina a mano de preferencia con un arranque eléctrico dejándolo funcionar hasta que se caliente. Los sistemas de enfriamiento pueden estar conectados de manera que se calienta el motor diesel simultáneamente.

Se embragan los engranes impulsores, para que el motor de gasolina haga girar al diesel. Se acostumbra tener una posición de arranque en el acelerador, en la cual entre aire, pero no combustible, lo que permite un calentamiento más parejo sin el peligro de que funcione tan aprisa que dañe el motor de arranque. Finalmente se mueve a la posición de operación y el embrague se desconecta tan pronto como el motor diesel arranca.

Con este sistema se reduce el problema de arrancar el motor -- diesel al de arrancar el motor auxiliar, pero desafortunadamente es con frecuencia difícil. Una precaución es pararlo cerrando el combustible en vez de la ignición para que no quede gasolina en el carburador y en las tuberías donde se evaporaría dejando residuos de plomo, colores y otras materias extrañas. Debe preferirse la gasolina blanca si se puede obtener aún con estas precauciones.

En los modelos antiguos, los controles para el uso del motor auxiliar pueden ser complicados y confusos, por lo que algunas veces se dejan conectados, perjudicándolos mucho por el exceso de velocidad cuando el diesel se acelera. Los modelos nuevos -

tienen un sistema de desconexión automático que evita que esto suceda.

#### 6.- Sistema de Arranque de Gasolina.

Los motores International pueden tener un sistema de arranque funcionando primero como motores de gasolina de carburador, -- cambiando luego a la operación como diesel.

El motor está equipado con un carburador al que se puede desviar la entrada de aire. Se puede conectar una cámara extra -- con una bujía a la cámara de combustión principal abriendo una válvula o pararlo cerrándola.

Para arrancar un motor frío, se mueve la palanca de cambio a la posición de arranque, abriendo la cámara auxiliar para reducir la compresión de  $6 \frac{1}{2} : 1$ , se desvía la entrada de aire por el carburador, se enciende la ignición. Luego se arranca el motor de la manera convencional usando un ahogador y un motor de arranque.

Se hace funcionar lo suficiente para calentar los cilindros se cambia la palanca a la posición diesel, y se abre el acelerador de diesel a la posición deseada.

#### 7.- Arranque de Motores, empujando las máquinas.

Muchos motores parecen arrancar mejor cuando se hacen rodar en una bajada, se empujan o se remolcan las máquinas, en vez de usar un sistema de arranque. Es un buen método dejar el equipo en una posición donde se puede remolcar fácilmente si es necesario. Lo que puede ahorrar horas de estar batallando con los ajustes, que se pueden dejar para cuando haya tiempo disponible.

Las máquinas de orugas pueden subirse de reversa a un montón de material muy inclinado, y arrancar el motor al siguiente --

día en una carrera de unos cuantos metros.

Una de las pocas desventajas que se tienen con los convertidores de par en los tractores y camiones es que el deslizamiento hace difícil o imposible arrancarlos remolcándolos. Para usarlos en climas fríos puede justificarse la instalación de un embrague de propulsión directa, por este solo hecho.

Cuando la temperatura es muy baja, debe ponerse en el combustible una pequeña cantidad de alcohol de 188 ó 200° diariamente, vertiéndolo en el tanque combustible, con lo que evita que el agua se congele en las tuberías, mezclándose una parte con el combustible, pasando por los filtros sin ocasionar molestias.

El tanque debe llenarse al final del día para mantener la condensación al mínimo.

## EMBRAGUES.

Los embragues son dispositivos con los que se pueden conectar y desconectar dos flechas que giran en el mismo eje, es decir, en línea entre sí. Un efecto parecido al de los embragues puede obtenerse también usando una polea móvil en un sistema de bandas, conectando y desconectando cierto tipo de engranes y de otras muchas maneras.

## TIPOS DE EMBRAGUES.

Vamos a clasificar los embragues de acuerdo a su funcionamiento y su forma física.

## 1.- Embrague de quijada.

La unidad consta de dos anillos con dientes, llamados quijadas, con los dientes frente a frente. Pueden unirse por medio de cuñeros o estrías a las flechas impulsora e impulsada. La quijada en la flecha impulsada puede correr por las estrías -- para acoplarse con la quijada impulsora y quedar segura por el collar de embrague el cual a su vez se acopla al varillaje de cambio.

La ventaja de éste es que trabaja sin deslizar, seco o mojado, ocupa poco espacio y es de construcción barata.

Su desventaja es implícita en su propiedad de no deslizar -- porque si la carga que transmite, es mucha para el diseño inicial, puede romperse y ocasionar daños a la máquina. Otras desventajas son también lo difícil de acoplar, su funcionamiento brusco y molesto y su imposibilidad de desacoplarse si está cargado.

Existen variaciones de este tipo de embragues donde los dientes se varían para facilitar su funcionamiento.

Se usan en velocidades elevadas (de propulsión directa) en la mayor parte de las transmisiones de cambio manual de auto--

móviles y camiones, en los sistemas de oscilación y de tránsito de las palas y en otras aplicaciones.

## 2.- Embragues de Rozamiento.

- a) de un solo disco.
- b) de varios discos.
- c) direccional.

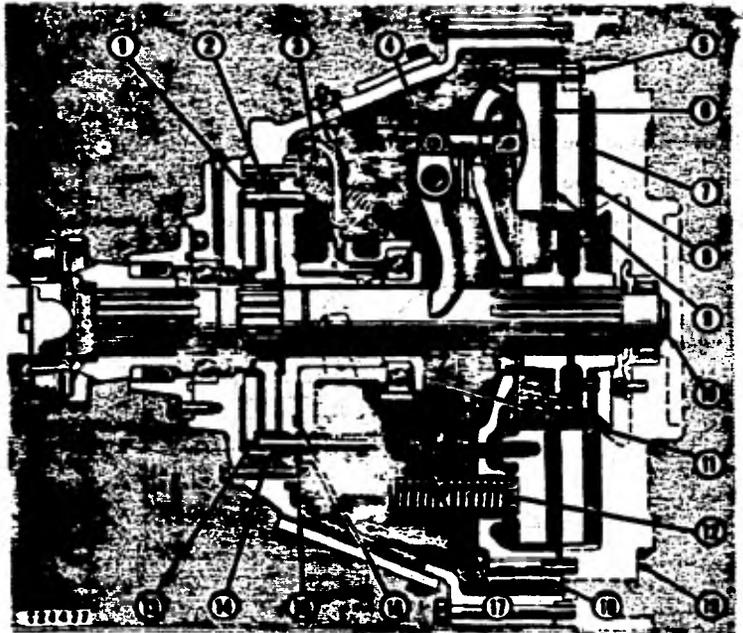
a) Los embragues de rozamiento de un solo disco de tipo seco o mojado, son los más usados en automóviles, camiones y muchas otras máquinas.

Fisicamente se construyen con un par de discos acoplados en los extremos de las flechas conductora y conducida, habiendo en medio de ellas un tercero que es el llamado disco de fricción de material con un alto coeficiente de fricción. Generalmente el disco conductor en el volante unido al cigüeñal y el disco conducido esta montado a la flecha de la transmisión. El plato de presión, tiene una superficie frontal labrada y está montada a pernos atornillados dentro de un plato de cubierta, atornillado a la parte exterior del volante. Puede deslizarse para atrás y para adelante en estos pernos. Cada perno lleva un resorte en hélice que empuja al plato hacia adelante. El disco impulsado del embrague, o placa, está entre una superficie trasera del volante y el plato de presión, pero no se prolonga fuera del cubo como los pernos y muelles. Tiene forros para el rozamiento tanto adelante como atrás, y está acoplado con estrías al contraeje.

Los resorte empujan el plato de presión contra el disco, empujándolo hacia adelante contra el plato del volante.

El disco queda comprimido entre 2 platos que están girando con el motor, y el rozamiento entre las superficies labradas y su forro es suficiente para hacer girar el disco, el contraeje, y cualquier carga que estos lleven, hasta agotar la potencia del motor.

El embrague desacopla empujando el plato de presión hacia atrás, contra los resortes por medio de tres palancas, llamadas dedos. Estas palancas están articuladas en prolongaciones traseras del volante y están unidas a soportes en el respaldo del plato de presión. Los extremos interiores de los dedos están sujetos a un anillo unido al embrague a través de un cojinete, que se mueve para adelante y para atrás a lo largo del contraeje por medio del sistema de palancas del embrague. Cuando se oprime el pedal del embrague, o cuando la palanca de mano se mueve hacia adelante, el anillo mueve los dedos y el plato de presión hacia atrás, desacoplando el embrague. Los resortes del plato de presión vuelven a acoplar el embrague cuando se suelta el pedal o la palanca.



1 Plato del freno. 2 Pasador. 3 Resorte de retención. 4 Palanca de desacople. 5 Perno. 6 Plato impulsor trasero. 7 Disco impulsor delantero. 8 Plato impulsado. 9 Plato impulsado. 10 Flecha del embrague. 11 Anillo. 12 Muelle. 13 Plato con freno. 14 Muelle. 15 Pasador. 16 Conjunto del soporte. 17 Conjunto del cojinete de desacople. 18 Plato de cubierta del embrague. 19 Vela.

Control de Caterpillar Tractor Co.

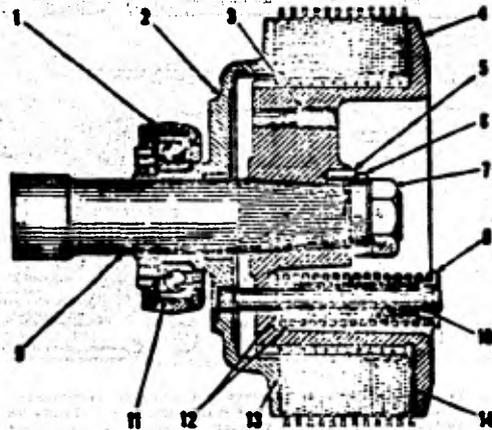
Embrague de doble disco

b) Embrague de discos múltiples. A un cubo o tambor interior lo hace girar un eje interior vivo. Un tambor exterior de freno, está acoplado con estrías a la sección exterior del eje vivo.

Varios discos lisos acoplados al tambor interior alternan con discos acoplados al tambor exterior. Un plato de presión controlado con un sistema de palancas y un cojinete, pueden oprimir los discos contra un plato trasero o platina en el tambor interior. Cuando el plato se afloja se mueve hacia atrás por medio de los resortes. Cuando se oprimen los discos fuertemente los tambores interiores y exteriores están acoplados: cuando los resortes los separan, los dos tambores pueden girar o pararse independientemente entre sí.

Los discos pueden ser todos de metal, o alternativamente con superficies de metal y forros para el rozamiento. El desgaste puede compensarse en el sistema de palancas o en un collar con rosca.

El embrague de discos múltiples es de funcionamiento tan suave como el de uno o dos discos. Es algo más largo, pero de diámetro mucho menor para la misma potencia, y puede funcionar seco o en aceite. Es algo más complicado y costoso.



CONJUNTO DE EMBRAGUE DE DIRECCION

1 Caja del cojinete de desembrague. 2 Plato de presión. 3 Agujero con rosca para sacar el tambor. 4 Tambor. 5 Espiga para la ranura de separación. 6 Ranura de separación. 7 Ranura retenedora. 8 Ranura del resorte. 9 Espiga del embrague de la dirección. 10 Seguros de los retenes. 11 Cojinete de desembrague. 12 Resorte tensor y amortiz. 13 Disco sin forro. 14 Disco con forro

c) Embrague de dirección. Los embragues de dirección, utilizados en el tren de potencia de los tractores de orugas, son embragues de discos múltiples del mismo tipo de los que ya hemos visto. Su uso es básicamente en el cambio de dirección del tractor mediante el bloqueo del embrague y pivoteando sobre uno de los carriles del tránsito.

### 3.- Embragues de Zapatas.

En el equipo pesado con frecuencia se usan embragues con bandas de expansión o zapatas, excepto en que las zapatas giran, y por lo tanto tienen que operarse con un collar de desembrague. Este tipo es el más usado en condiciones severas, cuando debe operar parcialmente acoplado a veces, y cuando esté sujeto a cambios de carga rápidos.

### 4.- Embrague Hidráulico.

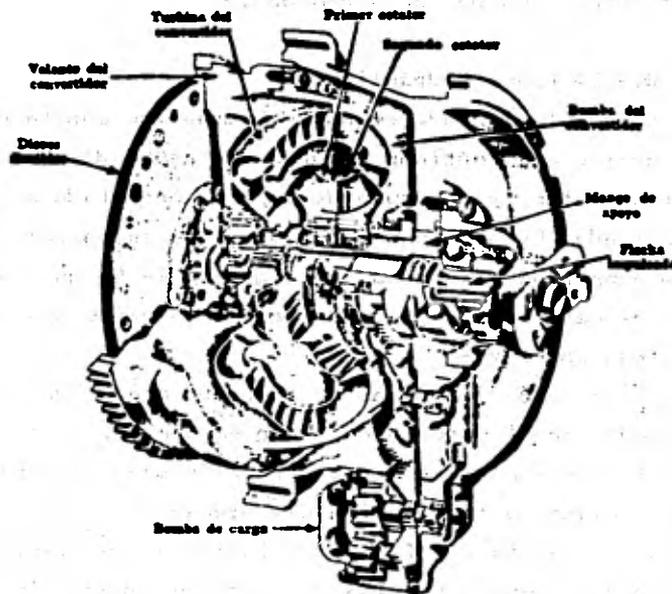
El acoplamiento o embrague hidráulico consta de una cámara de aceite que contiene un grupo de aspas de bomba impulsado por el motor, y un grupo de turbina conectado a la maquinaria impulsada. Estos grupos de aspas, que se parecen algo a una tonja partida a la mitad a la que se le ha quitado la carne, se colocan juntas, quedando frente a frente sus caras planas, y giran en el mismo eje.

La rotación de las aspas de la bomba producida por el eje impulsado por el motor hace girar el aceite, y el aceite hace girar la turbina en la misma dirección que la bomba. El efecto es semejante a la rotación del azúcar en el fondo de una taza, cuando se agita el líquido de la parte superior. La elevada velocidad de rotación y los espacios de separación tan pequeños hacen posible la transmisión de cargas muy pesadas.

La fuerza ejercida contra la turbina es pequeña cuando el motor está holgando, y aumenta con la velocidad, hasta que los dos miembros giran casi como una sola unidad. Las cargas aplicadas a la turbina o al eje de salida aumentan el deslizamien-

to, por lo que girarán más despacio mientras que el motor continúa trabajando a toda su velocidad y potencia.

Los acoplamientos se instalan frecuentemente con una transmisión de satélites, lo que significa que hay que atornillar al volante una corona de engrane con dientes interiores, y un anillo más pequeño con dientes exteriores atornillado al acoplamiento. Esta conexión puede funcionar con un pequeño ángulo, - por lo que no es necesario que su instalación se haga con una precisión perfecta. Como regla general, sin embargo, los problemas de alineamiento son muy críticos.



Correa de Albas Division, General Motors

Convertidor de torsión de un solo paso

### 5.- Acoplamiento de Velocidad Variable.

El acoplamiento Vari/Draulic, es un acoplamiento hidráulico que utiliza una bomba triple formada por un sistema de engranes satélites, variación en el líquido bombeado, y regulación en las lumbreras de descarga para asegurar una variación suave de la velocidad y de la potencia transmitida.

Este acoplamiento tiene una cubierta giratoria a la que hace girar el eje impulsor, y que está parcialmente llena de aceite. A las velocidades normales, la fuerza centrífuga arroja hacia afuera el aceite, dejando una zona de aire cerca del centro.

La cubierta lleva tres engranes satélites que están acoplados al engrane solar, que a su vez está acoplado por estrías a la flecha impulsada. Cada satélite actúa con el solar como una bomba de engranes.

Hay dos pasajes de entrada a cada lado de los engranes satélites. Uno de ellos está permanentemente abierto a la zona de aceite. El otro abre a la zona del aire a través de una válvula de corredera controlada por el operador. Esta válvula también controla la descarga o sea la lumbrera de descarga, cerrándola cuando interrumpe la entrada del aire.

Cuando las entradas de aire están completamente abiertas las bombas aspiran solamente aire. Cuando están cerradas con la válvula solamente bombearán aceite. Se mezclarán las dos sustancias en las posiciones intermedias de la válvula.

Cuando las bombas se llenan de aire y se abren las lumbreras de descarga, los satélites pueden girar en sus centros y rodar sobre el engrane solar, al girar la cubierta, de manera que transmiten muy poco o ningún par al engrane solar y a su flecha impulsada.

Cuando el aire se cierra y las lumbreras de descarga están cerradas por el movimiento de las válvulas, los satélites, rodando sobre el engrane solar, empujarán el aceite contra los pasajes de descarga cerrados, aumentando la presión hidrostática que detendrá los satélites. Cuando no pueden rodar, obligan a

rodar al engrane solar y a la flecha impulsada con su cubierta correspondiente, transmitiendo aproximadamente el 98% del par y velocidades totales.

Este dispositivo puede usarse como acoplador de embrague así como unidad reductora de velocidad. En ambas operaciones funciona como amortiguador.

La válvula de control puede colocarse en cualquier posición -- entre sus extremos para obtener el deslizamiento necesario para alcanzar una velocidad determinada, contra una cierta carga o resistencia. Si se usa en combinación con una transmisión -- convencional dara a cada engrane velocidades variables de cero a máximo normal.

#### 6.- El Convertidor de Par Motor.

Los convertidores de par motor son acoplamientos hidráulicos -- construidos de tal manera que la circulación producida en el aceite por el deslizamiento bajo el efecto de la carga se -- convierte en una fuerza adicional que actúa en las aspas de la turbina.

Convertidores de una etapa. El convertidor Allison, se impulsa a través de discos flexibles y de un volante. La bomba del convertidor está atornillada al volante, y juntos forman una cubierta impermeable dentro de la cual operan la turbina y los -- estatores (reactores). La turbina está acoplada por medio de -- estrías a la flecha de salida al frente. La parte trasera de -- esta flecha está rodeada por una caja estacionaria llamada el -- mango de apoyo.

Cuando el motor hace girar la bomba absorbe aceite cerca del centro y lo arroja hacia afuera y hacia atrás de las aspas de la turbina con un ángulo predeterminado. La turbina tiene --- aspas de mucha curvatura que recibe el aceite a gran velocidad que viene de la bomba, y le extraen el máximo de fuerza cambiando la dirección de su movimiento, lo que hace girar a la turbina, y al aceite moverse de la circunferencia exterior al centro de la turbina, que sale en dirección opuesta de la rotación de la bomba y de la turbina. Los pasajes de descarga son más pequeños que los de entrada, de manera que, cuando la turbina se está moviendo a baja velocidad bajo la carga, el aceite sale con mayor velocidad que con la que entra. Todavía es capaz de ejercer una fuerza, pero tenderá a ejercerla contra la bomba, a menos de que se cambie su dirección.

Los estatores están montados sobre el mango de apoyo e incluyen unidades de rueda libre que le permiten girar libremente en la dirección de la rotación de la bomba, pero quedan inmóviles cuando se les aplica presión hacia atrás. Cuando los golpea el aceite que sale a gran velocidad de la turbina, hacia atrás quedan fijos contra el mango de apoyo produciendo pasajes curvos que cambian la dirección del movimiento del aceite, de manera que entra al cubo de la bomba moviéndose en la misma dirección en que está girando la bomba. Su velocidad se suma a la velocidad del aceite desarrollada en la bomba, por lo que la fuerza total del aceite que sale de la bomba es correspondientemente mayor. Este efecto regenerativo es la clave de la multiplicación desarrollada en el convertidor, y aumenta automáticamente con el deslizamiento producido por el aumento de carga en la flecha de salida.

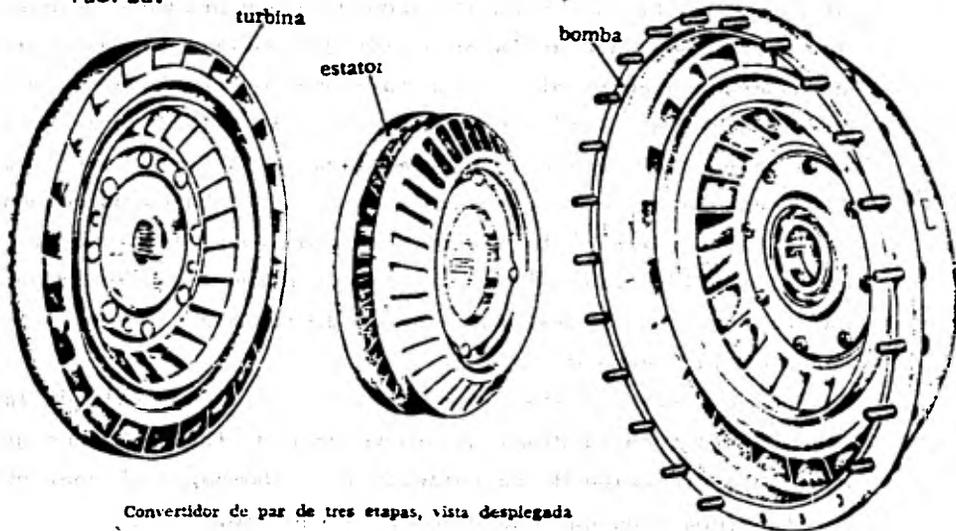
Cuando el deslizamiento disminuye y el aceite que sale de las aspas de la turbina disminuye su velocidad, los estatores giran en la dirección de la rotación de la bomba, y el convertidor funciona como un acoplamiento hidráulico.

Convertidores de tres etapas. El convertidor de disco doble es un convertidor de 3 etapas con reactores fijos. El líquido que sale de la bomba o impulsor choca contra las aspas de la primera etapa del anillo de la turbina, que lo desvía un grupo de aspas del reactor y pasajes de la caja para ejercer un empuje en el segundo anillo con aspas de la turbina.

De éstas pasa a un segundo reactor y consume el resto de su fuerza sobre un grupo de aspas interiores de la turbina. La mayor parte de ella va a la bomba, pero una pequeña parte se deriva hacia el sistema de enfriamiento.

Las etapas múltiples permiten una multiplicación del par tan alta como de 6 a 1, que puede limitarse a una cantidad menor. La unidad puede usarse en los bulldozers, camiones y en otros equipos pesados con una transmisión de solamente dos velocidades.

Este convertidor se fabrica en cuatro modelos básicos, de los cuales se fabrican en dos o tres tamaños o series. Cada serie a su vez se hace con siete potencias diferentes. Los límites de la potencia en que se fabrican son de 40 a 1000 caballos de fuerza.



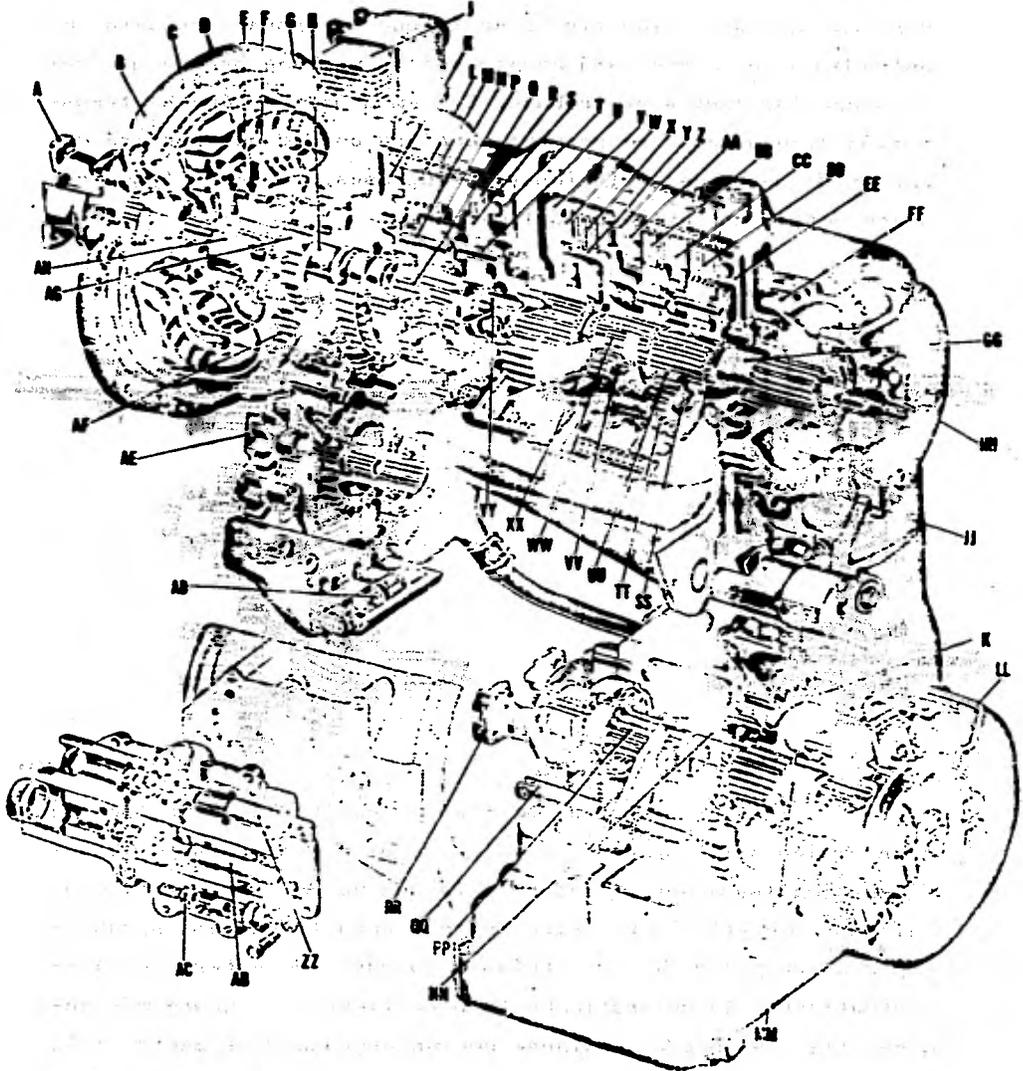
Convertidor de par de tres etapas, vista desplegada

A PARTIR  
DE ESTA  
PAGINA

FALLA  
DE  
ORIGEN.

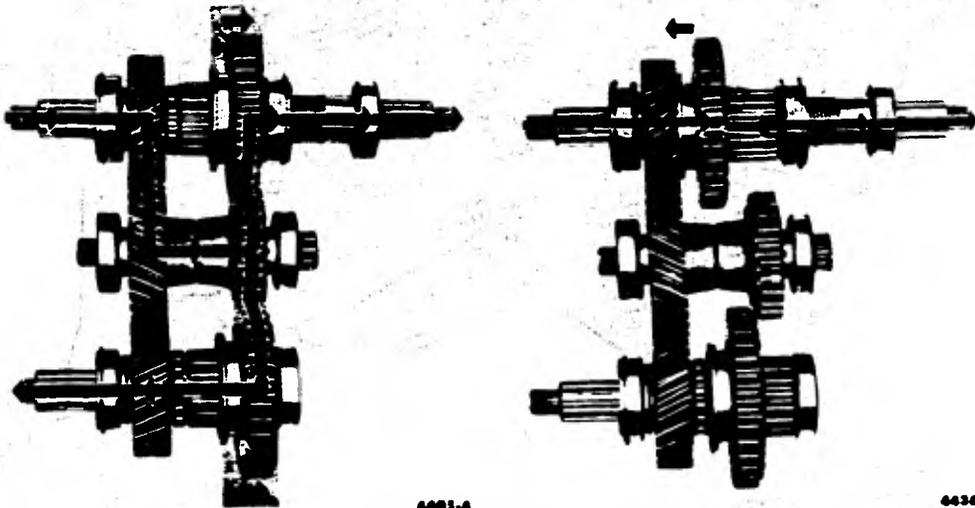
## LAS TRANSMISIONES

En esta parte veremos los tipos de transmisión más comunes, como son los de acoplamiento constante, transmisiones sincronizadas y la servotransmisión o transmisión torqmatic.



Model CRT-3331-1 Torqmatic transmission—cutaway view

Las transmisiones son grupos de engranes y flechas que proporcionan un cambio o cambios en la relación velocidad-potencia de una flecha impulsada por un motor. Están generalmente situadas precisamente atrás del embrague del motor. Pueden ser de una sola velocidad, o del tipo de engranes de reducción, -- como en la transmisión final, en la que un engrane pequeño impulsado por el motor está acoplado a un engrane grande que hace girar las partes de trabajo. Sin embargo, el término transmisión generalmente se reserva para una unidad que permite una opción de dos o más relaciones de engranes, y que está generalmente detrás del embrague del motor.



La Fig., es un diagrama del tipo selectivo más sencillo, la transmisión auxiliar con dos velocidades hacia adelante. Una flecha impulsada por el motor, a la que puede llamarse flecha del embrague, flecha piloto, o contraflecha llevan un engrane mayor unido por medio de estrías a la parte delantera de la -- contraflecha. La contraflecha también lleva un engrane más pequeño fijo que puede acoplarse con un engrane deslizante en la flecha principal. La flecha principal es una continuación de --

la contraflecha y puede girar separadamente de ella en la posición de baja, o puede conectarse a ella en alta por medio de un embrague de quijadas, un mecanismo que se describe en seguida.

La quijada fija del embrague está en la contraflecha, la quijada deslizante sobre estrías en la flecha principal. La quijada deslizante se amplía convirtiéndose en un engrane que puede acoplarse con el engrane de la contraflecha. Esta combinación de quijada de embrague y engrane está controlada por una horquilla y un collar de cambio que puede deslizarse hacia adelante para conectar el embrague y desconectar el engrane, hacia el centro, de manera que nada se acople, y hacia atrás de manera que solamente el engrane se acople.

Cuando se acopla el embrague de quijadas, la potencia se transmite directamente por la transmisión, como por un eje sencillo, y la contraflecha gira sin hacer ningún trabajo. A ésta se le llama velocidad directa o alta. Cuando el embrague y el engrane están desconectados, la transmisión está en neutro y ninguna potencia la atraviesa. Cuando los engranes están acoplados, la transmisión va de la flecha del embrague a la contraflecha y de la contraflecha a la flecha principal, en la cual intervienen dos pares de engranes que se puede hacer en relaciones que den el aumento deseado de potencia por la reducción de velocidad.

La reversa. La reversa se obtiene colocando otra flecha, la flecha de reversa o flecha loca, paralela a la flecha principal y la contraflecha, y provista de dos engranes fijos, uno de los cuales se acopla con un engrane en la contraflecha, y el otro puede acoplarse con un engrane deslizante en la flecha Principal.

El diagrama se ha simplificado mucho para mayor claridad. En las transmisiones reales la flecha principal se prolonga hacia adelante, y descansa en un cojinete piloto (que es un cojinete antifricción pequeño) dentro de la quijada de la flecha del --

embrague. Ambas quijadas tienen la forma de dientes en los cubos de sus respectivos engranes.

#### Transmisiones de Acoplamiento Constante.

En las transmisiones de acoplamiento constante, los engranes de la flecha principal pueden estar fijos en su lugar, y cada uno de ellos permanecer acoplados con los engranes correspondientes de la contraflecha o con el engrane loco. Los engranes de la flecha principal giran libremente en ella, excepto cuando se fijan a ella por medio de un cubo de quijadas que se desliza a lo largo de las estrías de la flecha y se acopla con los dientes interiores del engrane. Las quijadas se controlan con la palanca de cambio y los collares, de la misma manera -- que en los engranes rectos.

En las transmisiones de acoplamiento constante se pueden hacer los cambios más rápida y silenciosamente, debido al proyecto especial de los dientes del cubo y a la baja velocidad del cubo en comparación con la de sus dientes. Se pueden usar engranes helicoidales silenciosos.

También se pueden usar ambos tipos de construcción en una transmisión. En los camiones es usual tener primero un engrane recto deslizante, y los demás con acoplamiento constante. La alta velocidad tiene el cambio en el cubo en ambos modelos. Los engranes helicoidales producen un poderoso empuje lateral, que se debe tomar en cuenta en le proyecto de la transmisión.

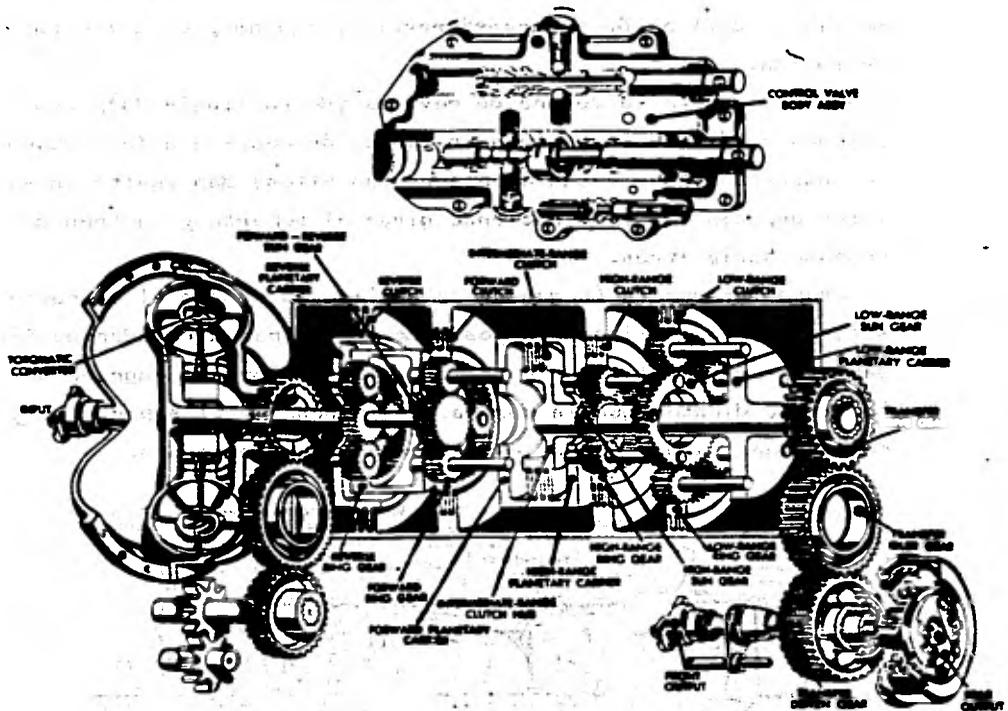
#### Transmisiones Sincronizadas.

Las transmisiones sincronizadas tienen la misma construcción de las de acoplamiento constante, con la adición de collares de cuero o disco o conos como embragues que se tocan entre sí durante un cambio, antes de que los dientes del cubo hagan contacto, produciendo el rozamiento suficiente para hacer más lento el movimiento de la flecha o para acelerarlo, de manera

que las quijadas giren a la misma velocidad y se acoplen silenciosamente.

Las transmisiones sincronizadas proporcionan el cambio manual más rápido y suave de velocidades. La sincronización puede hacerse en todas las velocidades, o solamente en las velocidades superiores. Esta es necesaria para hacer los cambios con control remoto por aire o electricidad.

### La Transmisión Torqmatic.



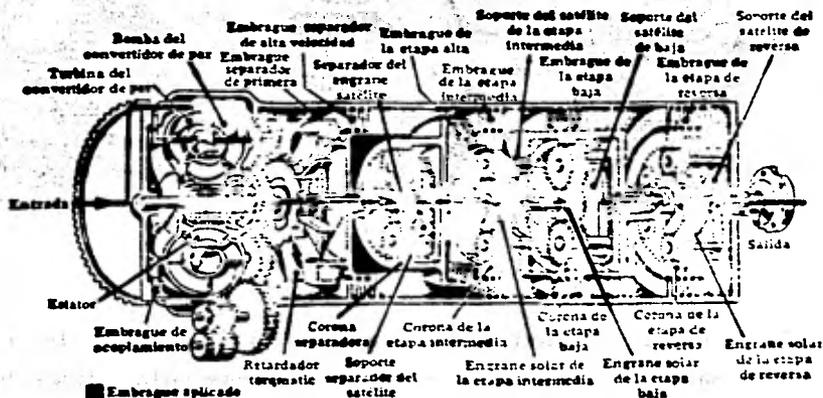
En la Fig., se muestra una transmisión de cambios de potencia torqmatic con engranaje satélites y tres velocidades hacia

adelante y una de reversa. Estas velocidades se obtienen por medio de un engranaje solar doble, que está interconectado por grupos de engranes satélites. El cambio se hace por medio de una válvula de control que dirige la presión hidráulica a embragues de disco múltiples, que pueden usarse para sostener o soltar partes del tren de engranes para dirigir la potencia a otras partes.

La primera velocidad se obtiene sujetando el anillo de primera de la izquierda a la caja. Los grupos de engranes satélites, que hace girar el engrane solar de la entrada, se mueven alrededor del anillo interior, y sus ejes hacen girar el soporte que impulsa el piñón de transferencia y engrane, y la flecha de salida.

Cuando se sujeta la corona de reversa (de la izquierda), sus piñones satélites (que giran en dirección opuesta a los grupos de engranes porque están acoplados con ellos) dan vuelta en su interior, con sus ejes haciendo girar el soporte y su tren de engrane hacia atrás.

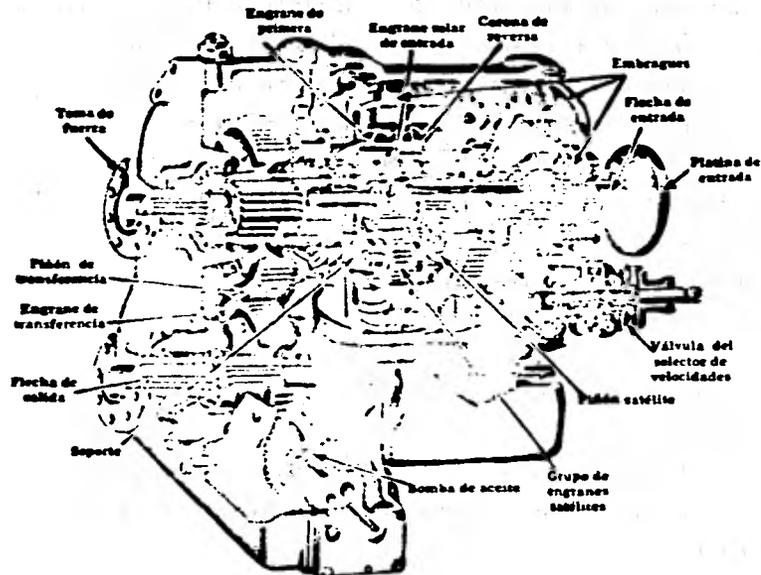
La etapa intermedia (segunda) se obtiene sujetando el engrane solar derecho, obligando a los piñones a girar alrededor de él, dándole vueltas al soporte hacia adelante. Como el engrane solar tiene dientes que la corona, los piñones y el soporte girarán más aprisa que cuando están montados en la corona.



La etapa de alta, o de transmisión directa, incluye la sujeción del engrane solar derecho a la flecha de entrada y al engrane solar de entrada, lo que sujeta los dos grupos de engranes solares y satélites con el soporte, de manera que giran como una unidad con la flecha de entrada.

Como todos los engranes están siempre acoplados, y el cambio de velocidad se hace por medio de embragues, ésta es una transmisión de cambios de potencia. Está proyectada para trabajar con un convertidor hidráulico de par para proporcionar una mayor variación de reducciones de engrane, que pueden producirse eficientemente nada más por el efecto hidráulico.

En la Figura siguiente, se muestra un modelo más nuevo de transmisión Torqmatic. Tiene un convertidor de par, un retardador hidráulico, y un sistema de engranes satélites. Tiene una transmisión auxiliar de dos velocidades, y una de reversa. Con ella se obtienen 6 velocidades hacia adelante y 2 de reversa.



Control de Allison Division, General Motors

## TURBOCOMPENSADOR

El turbocompensador tiene la función primordial de incrementar el flujo de aire dentro del motor, para obtener aproximadamente las mismas condiciones existentes al nivel del mar en diferentes alturas de operación hasta un límite de aproximadamente 3100 metros sobre el nivel del mar. Actúa además como un anticontaminante, al proporcionar mayor cantidad de oxígeno para la combustión y de esta manera evitar la producción de monóxido de carbono y compuestos nitrogenados (NOx).

Todos los compensadores de altitud instalados en los motores son unidades independientes montadas directamente o mediante unos adaptadores a los múltiples de admisión y de escape, - consiste en una turbina de gas y un compresor centrífugo, montados en un eje común y provistos de los alojamientos o cubiertas necesarias. El gas del escape del motor diesel se dirige - a través de la salida del múltiple del escape hacia la turbina, la cual utiliza parte de la energía de dicho gas para impulsar el compresor. El aire que necesita el motor se suministra a -- una presión superior a la atmosférica a través del múltiple de admisión convencional y permite que se obtenga un rendimiento mayor del motor.

No se requiere ningún control para el compensador de altitud, ya que la velocidad y la presión varían automáticamente - con los cambios de velocidad y carga del motor.

(Los números entre paréntesis corresponden a los de la Figura)

El múltiple de escape del motor conduce los gases del escape hacia el alojamiento de la turbina (8), e impulsa la turbina (10).

El conjunto de eje y turbina (10) y el impulsor del compresor

sor (18) giran como un conjunto y están balanceados dinámicamente como una unidad.

La cubierta del compresor (21) se atornilla directamente al alojamiento central del cojinete (14). El aire entra a la cubierta del compresor axialmente y después de pasar a través -- del impulsor del compresor (18) se descarga tangencialmente en el múltiple de admisión del motor.

El alojamiento del cojinete (14) se sujeta al alojamiento -- de la turbina por medio de una abrazadera o cincho "V" (7) y -- la tuerca (6) y tiene un cojinete de una pieza (11) que se de-- tiene mediante la placa de empuje (5).

El inserto del compresor (19), manguito espaciador (16), -- deflector de aceite (13) y anillo de empuje (12) se mantienen en el alojamiento central del cojinete (14) mediante un anillo de retención grande (20). El impulsor del compresor (18) está-- sujeto al eje del rotor (10) por medio de una tuerca (17).

El cojinete del compensador de altitud se lubrica con el -- aceite tomado desde el sistema de lubricación del motor.

El funcionamiento del compensador de altitud debe comprobar se a intervalos que correspondan con cada cambio de filtro de-- aceite.

La presión del aceite deberá ser de un mínimo de 30 P.S.I.-- a las velocidades de operación normal del motor. Compruébese -- esta presión con regularidad.

Como el compensador de altitud se ha diseñado para que tra-- baje satisfactoriamente cuando se lubrica dentro de la gama -- normal de temperatura del aceite del motor (hasta 240°F -115°C) no necesita un indicador adicional.

Hay que asegurarse que la vibración excesiva proveniente de los montajes del motor, no dañen las conexiones del compensa-- dor de altitud.

El tubo de drenaje del aceite debe inspeccionarse cada --- 24000 Kms. ó 800 Hrs. de trabajo. Un drenaje parcialmente obs-- truido, restringirá la circulación del aceite del alojamiento--

del cojinete al carter del motor, ocasionando que se acumule ó inunde, a través de los sellos, las cubiertas del compresor y la turbina. Esto dará como resultado humo excesivamente su-  
cio en el escape y pérdida de potencia.

Si ocurriera un accidente o daño a alguna parte del compensador de altitud que impidiera la operación de la unidad, el motor puede hacerse trabajar lentamente con una abertura pequeña del acelerador durante un período corto, teniendo cuidado.

El humo excesivo del escape puede deberse a lo siguiente:

- 1.- Purificador del aire obstruido.
- 2.- Compensador de altitud sin operar correctamente debido a acumulación de la suciedad en el compresor.
- 3.- Restricción en el tubo del purificador del aire a la entrada del compensador de altitud.
- 4.- Bomba de inyección calibrada incorrectamente.
- 5.- Contrapresión excesiva en el sistema de escape.

#### Instrucciones de Mantenimiento.

No se apague el motor rápidamente al operarse con el acelerador totalmente abierto.

El impulsor y la cubierta de éste puede limpiarse sin quitar el compensador de altitud del motor, si se llevan a cabo las siguientes instrucciones:

- 1.- Márquense las posiciones relativas del alojamiento de la turbina (8), alojamiento del cojinete (14), cubierta del compresor (21) y abrazadera de cincho "V" (4).
- 2.- Qúitense los ocho tornillos (3) y sus roldanas de presión correspondientes (2) que sujetan la cubierta del compresor (21) a la cubierta del cojinete (14) y quítense aquélla (21) levantándola.
- 3.- Qúitese la tuerca de la abrazadera "V" y hágase dicha -

abrazadera (7) hacia atrás sobre el alojamiento o cubierta del cojinete (14), levántese el conjunto para que libre el alojamiento de la turbina (8).

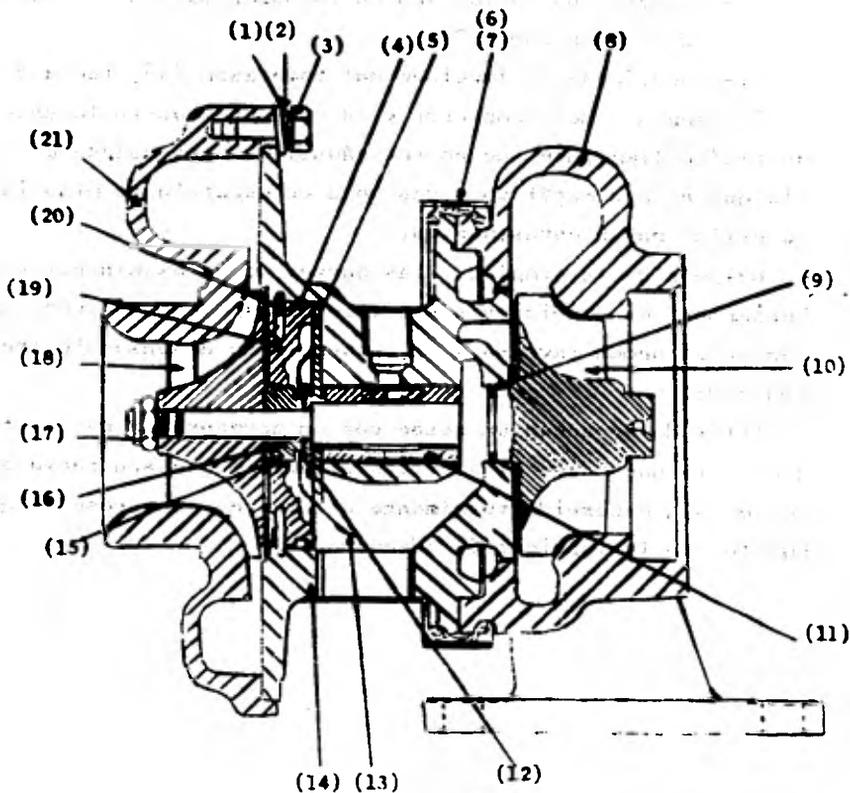
4.- Deteniendo la turbina en la maza, quítese la tuerca -- del compresor (17).

5.- Deslícese el impulsor del compresor (18) fuera del eje.

El impulsor del compresor y la cubierta pueden lavarse en un fluido limpiador que no sea cáustico. Debe usarse un cepillo que no sea metálico o una hoja de espátula de plástico para evitar rayar estas partes.

Después de la limpieza, las partes deben examinarse y si se encuentran en condiciones satisfactorias, deben volverse a armar en el orden inverso a la secuencia de desensamble arriba indicada.

Antes de arrancar un motor con un compensador de altitud al que se le haya dado el servicio anterior, que sea nuevo o que se le haya escurrido totalmente el aceite, asegúrese de que -- cuente con la lubricación adecuada.



**VISTA SECCIONAL DEL COMPENSADOR DE ALTURA TIPO HOLSET MOD. 3LD**

- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Roldana.                    | 11. Cojinete.                 |
| 2. Roldana de Presión.         | 12. Anillo de Empuje.         |
| 3. Tornillo.                   | 13. Deflector de Aceite.      |
| 4. Anillo "O".                 | 14. Alojamiento del Cojinete. |
| 5. Placa de Empuje.            | 15. Anillo de Pistón.         |
| 6. Tuerca del Cincho "V".      | 16. Manguito Espaciador.      |
| 7. Cincho o Abrazadera "V".    | 17. Tuerca del Compresor.     |
| 8. Alojamiento de la Turbina.  | 18. Compresor.                |
| 9. Anillo de Pistón.           | 19. Inserto del Compresor.    |
| 10. Conjunto de Eje y Turbina. | 20. Anillo de Retención.      |
|                                | 21. Cubierta del Compresor.   |

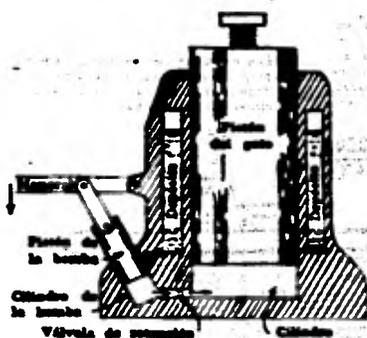
## SISTEMA HIDRAULICO

El sistema de presión hidráulica es posible gracias a las propiedades de los líquidos de ser prácticamente incompresibles. La presión que se ejerce en cualquier porción de líquido confinado se ejerce en todas las partes del recipiente. Las presiones pueden medirse en libras sobre pulgada cuadrada y en kilogramos sobre centímetro cuadrado.

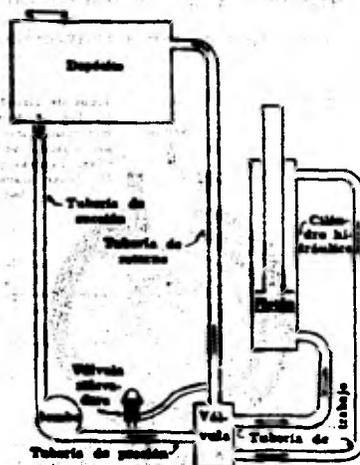
Luego, para variar la relación de fuerza, presión y área, se modifican las dimensiones de los componentes del sistema.

El sistema más sencillo que funciona hidráulicamente, es el gato hidráulico. Consiste en una cubierta que contiene un cilindro grande con un pistón que puede levantar la carga y un cilindro pequeño con un pistón, una bomba y un depósito. Generalmente, el fluido de trabajo viene siendo aceite, por sus propiedades lubricantes e incompresibilidad.

En estas figuras, mostramos los elementos básicos que integran el gato hidráulico y un sistema de potencia hidráulica.



Gato hidráulico



Sistema de potencia hidráulica

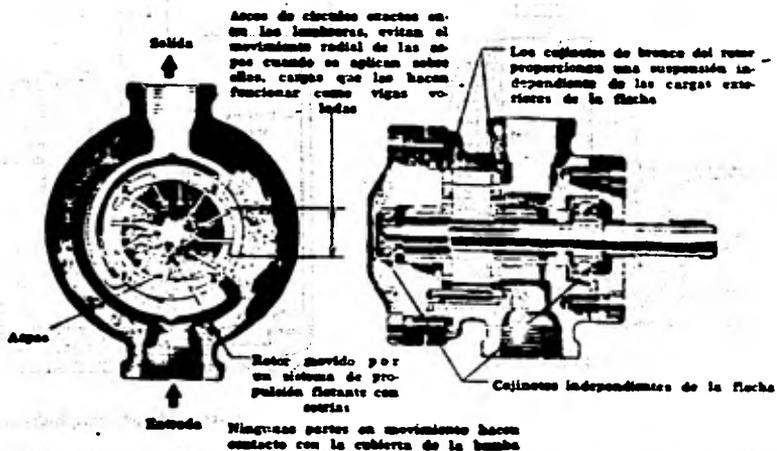
Los sistemas de potencia hidráulica, generalmente constan de un depósito, una bomba, una válvula relevadora, válvulas --

direccionales, uno o más cilindros o motores y tuberías de conexión.

Se pueden operar 2 ó más circuitos hidráulicos con una bomba. Si se trata de operarlos al mismo tiempo, sin embrago, el que requiera la menor presión operará primero. Si la presión requerida es la misma, la bomba deberá ser del tamaño adecuado para operarlos y evitar la caída de presión y velocidad.

**Bombas Giratorias.** Las bombas del gato hidráulico son de movimiento alternativo, operada manualmente. Las bombas giratorias son generalmente operadas por la fuerza motriz del tren de potencia, pueden ser estas del tipo de engranes o aspas.

La bomba de engranes (de desplazamiento positivo) consiste en 2 engranes acoplados con precisión confinados por una carcasa que hace que el aceite pase alrededor de ellos. La bomba de aspas, es un grupo de aspas que giran en una cámara elíptica que recogen el aceite al entrar en la parte ancha y lo empujan hasta cerca de la parte angosta, su funcionamiento es similar al del compresor rotatorio de aletas deslizantes.



Cortada de Vickers Inc.

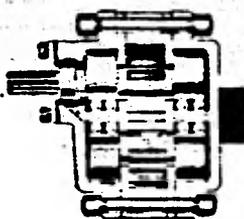
Bomba hidráulica del tipo de aspas



Los cilindros. El trabajo efectivo del sistema, se realiza con uno o más cilindros, a los que también suele llamarse gatos o arietes. En un cilindro de efecto sencillo, el líquido a presión que sale de la bomba, se dirige por la válvula a través de la tubería dentro del cilindro. Su presión contra el pistón obliga a éste a moverse. El vástago del pistón empuja una carga, si se suprime la presión, la carga, el vástago y el pistón, descenderán por gravedad, ayudados por el resorte del cilindro, empujando el líquido hacia afuera del cilindro, el cual a su vez actúa como amortiguador.

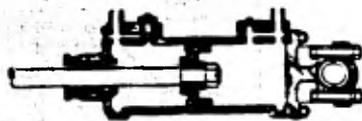
En un cilindro de doble efecto, entran tuberías en ambos extremos, el líquido en ellas está de tal manera controlado por la válvula, que si se inyecta en uno de los extremos, queda en libertad de salir en el otro.

Como la presión se puede aplicar en los dos extremos del pistón, puede moverse con potencia en ambos sentidos, y no depende, de la gravedad para su funcionamiento de retorno. La presión hacia abajo o de retracción, sin embargo, es menor que la presión hacia arriba, porque el vástago del pistón reduce el área del mismo en la que el aceite hace contacto en el lado superior.



Compañía de Escala Division, General Motors

Bomba hidráulica del tipo de engranes



Pistón en el centro



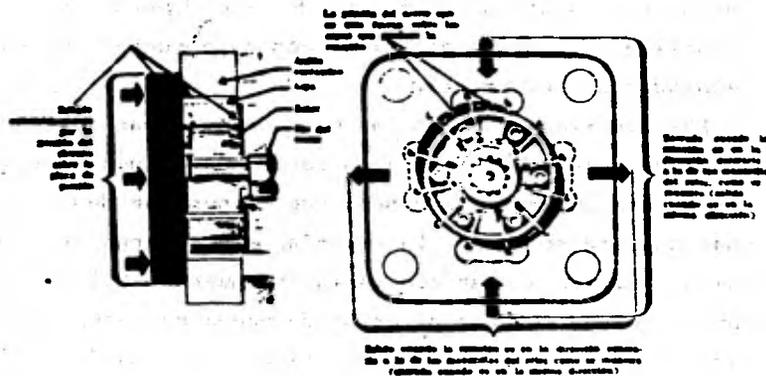
Pistón en un extremo

Compañía de International Harvester Co.

Cilindro hidráulico de doble acción

**Los Motores Hidráulicos.** Los motores hidráulicos giratorios están adquiriendo cada vez mayor importancia. Permiten la transmisión de potencia de la fuente primaria a la unidad impulsada, sin la necesidad de flechas de conexión, cadenas ni bandas, sino simplemente de un adecuado circuito de mangueras de alta presión.

En la figura mostramos un motor del tipo aspas, que es algo parecido a una bomba hidráulica. En el motor, el líquido a presión que entra por los extremos opuestos de las cámaras elípticas empuja las aspas a lo largo de las secciones anchas, hasta que puede escapar por las salidas en la siguiente sección reducida.



Cortada de Vickers Inc.

Detalles del motor hidráulico

**Las tuberías.** Las tuberías utilizadas pueden ser de dos tipos, rígidas y flexibles.

Generalmente las tuberías rígidas que se utilizan son de acero especial con especificaciones predeterminadas debido a su mayor resistencia a la cristalización producida por la vibración y los esfuerzos torsionantes.

Probablemente, son los elementos que más molestias dan en su mantenimiento y operación que todos los demás del sistema hidráulico.

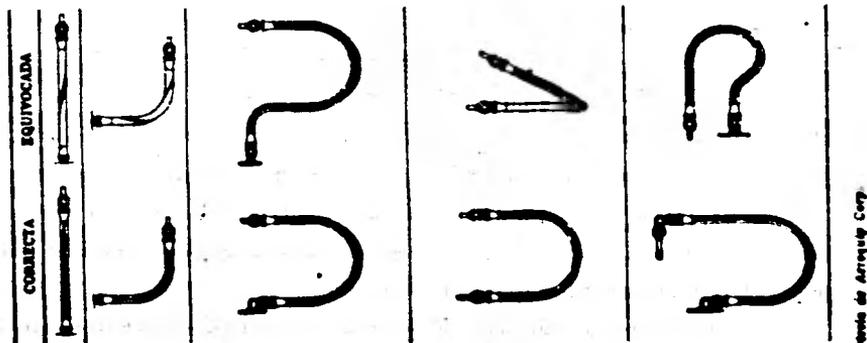
ulico juntos.

La mayor parte de tuberías flexibles en el equipo de construcción, son del tipo de mangueras de alta presión tejidas de fibra, hule y metal.

Su resistencia a los reventones es mucho mayor que la requerida en su operación, pero se debilitan por los múltiples dobles o por el rozamiento de manera que eventualmente se revientan.

La vida útil de las mangueras varía con la calidad y su resistencia a la presión, su flexibilidad, la presión a la que trabajan, lo forzado de sus curvas, y lo agudo de sus dobleces y su frecuencia, y la manera en que están instaladas. Este último aspecto es muy importante y debe tenerse mucho cuidado al instalar el sistema puesto que de esto depende en mucho la longevidad del mismo al evitar con esto muchos de los aspectos señalados anteriormente.

Las conexiones. Todas las mangueras llevan sujetas a sus extremos conexiones metálicas con rosca. Algunas están permanentemente sujetas, de manera que tienen que desecharse cuando una manguera se rompe. La mayoría, sin embargo, son conexiones que se vuelven a usar con varias mangueras. Utilicéense, por tanto, buenos métodos de unión de mangueras para evitar traspasar las uniones y asimismo alargar su vida útil



Instalaciones de mangueras

## TREN DE RODAJE

La importancia que reviste el tren de rodaje, se fundamenta en el hecho de que éste es el mando final prácticamente y está en contacto directo con la superficie de sustentación. Los costos aproximados del tren de rodaje en el caso del tractor de orugas llega hasta el 20% del costo de un tractor nuevo. Posteriormente puede ascender hasta el 50% del costo total de mantenimiento y conservación.

Los elementos principales del tren de rodaje son:

- 1.- Bastidor principal de rodillos inferiores.
- 2.- Rueda dentada o catarina.
- 3.- Ruedas tensoras.
- 4.- Rodillos inferiores.
- 5.- Rodillos superiores.
- 6.- Cadena
  - a) Eslabones.
  - b) Pasadores y bujes.
  - c) Zapatas de carril.
  - d) Garras.

Los carriles u orugas son lo característico de los Bull-Dozers. Constituyen rieles de acero sobre los que se mueve la máquina. Se recogen de atrás para adelante en el terreno conforme se desplaza la unidad.

Los ejes vivos hacen girar las ruedas dentadas, que están colocadas en la parte trasera de los bastidores de las orugas. Estos bastidores se apoyan en los rodillos inferiores cuyo número va de acuerdo al tamaño del tractor. Las ruedas guías o ruedas tensoras, son ruedas lisas con una ceja central, del mismo tamaño que las catarinas, están montadas en resortes en la parte delantera de los bastidores. Se montan uno o dos rodillos pequeños (rodillos superiores) arriba del bastidor para

soportar lo que corre arriba de cadena, para evitar que haga -- una deflexión muy grande.

**Bastidores de los rodillos inferiores.** Los bastidores soportan todos los componentes de los carriles, excepto las ruedas dentadas o catarinas. La robustez y resistencia de los bastidores son factores esenciales para la duración del tren de rodaje. Si se tuercen, o se doblan, inmediatamente se presentarán problemas de alineación. Los rodillos y las ruedas guías o tenso-- rras, al no estar en línea recta con la rueda dentada, desvían -- la cadena y el desgaste se intensifica. Los tipos más comunes -- de bastidores de carriles son el de sección en "U" abierta o el de sección en caja. Ambos tipos resisten bien y por igual los -- esfuerzos de flexión o doblamiento, pero el de caja cerrada resiste mucho mejor los esfuerzos de torsión y es menos suscepti-- ble a los desalineamientos.

**Rodillos y Ruedas Tensoras.** Los rodillos superiores sostie-- nen el peso de la porción de carril que está en la parte de --- arriba. El número de rodillos que debe usarse depende de la lon-- gitud y del peso de los carriles. Los rodillos inferiores sopor-- tan la mayor parte del peso de la máquina y, al mismo tiempo -- guían --por medio de sus pestañas-- a los carriles entre las rue-- das tensoras y las ruedas dentadas. Las ruedas tensoras propor-- cionan soporte delantero y están montadas en resortes o muelles helicoidales para absorber las sobrecargas de los carriles.

Todos estos componentes están continuamente expuestos a la -- tierra, razón por la cual los cojinetes deben estar sellados en tal forma que se evite la entrada de tierra y la salida de lu-- bricante. Lo normal es que solo necesiten servicio de manteni-- miento y conservación cuando se reconstruyen.

**Pasadores y Bujes.** Las piezas de carril están unidas median-- te pasadores y bujes, componentes que vienen a ser los que su-- fren el mayor desgaste en todo el tren de rodaje. Sin embargo, --

este desgaste puede reducirse considerablemente mediante el empleo de sellos. En la actualidad los mejores sellos son los de acero para muelle endurecidos, con autocompensación para desgaste. Los sellos de otro tipo, como los de plástico o caucho, no se han perfeccionado hasta el punto en que puedan proteger tan bien, como el acero para muelles, las superficies expuestas al desgaste.

**Las Zapatas.** Hay numerosos tipos de zapatas para las orugas. Las del tipo ordinario son una placa plana con una sola costilla alta o garra a través de ella, que proporciona una buena tracción y protección contra deslizamientos laterales en la mayor parte de las condiciones, pero que no agarran en el hielo ni en el terreno congelado, y rompen los pavimentos sobre los que la máquina trabaja. Si las orugas patinan, cada garra funciona como un cangilón de una máquina excavadora, sacando tierra del fondo y apilándola atrás. Lo que da como resultado, que la máquina se entierra rápidamente creando problemas en el terreno blando cuando está muy cargada. Además, los montones dificultan mucho el retroceso por la misma rodada.

Las zapatas planas se usan en las máquinas que se utilizan más para cargar que para empujar, y en las que trabajan en patios sin pavimento que cortarían las garras. Se han usado en los bulldozers y en los cargadores de tractor, pero generalmente no proporcionan suficiente tracción y permiten deslizamientos laterales de magnitud peligrosa.

En los tractores de oruga que trabajan dentro de los edificios y sobre los caminos pavimentados se usan cojines revestidos de hule. Su tracción es mejor sobre los pavimentos que con las zapatas metálicas planas. El desgaste y las rayaduras se reducen a un mínimo. No son generalmente lo suficientemente resistentes para efectuar empujes fuertes.

Las zapatas con garras pequeñas son planas y tienen dos o tres costillas de poca altura. Son el mejor equipo para los

cargadores de tractor, porque no escarban en el terreno al patinar y dan vuelta como las garras grandes, y no reducen tanto la tracción ni la estabilidad como las zapatas planas.

Las zapatas para la nieve y el hielo son generalmente recortadas, con garras altas.

Se pueden obtener aditamentos para hacer conversiones. Se pueden atornillar cojines metálicos o de hule sobre las zapatas con garras para proteger las calles, y se pueden atornillar garras en las zapatas planas o con garras pequeñas. La mayor parte de las zapatas de las orugas tienen seis agujeros para los tornillos -cuatro para sujetar la zapata a la cadena, y dos para otros aditamentos.

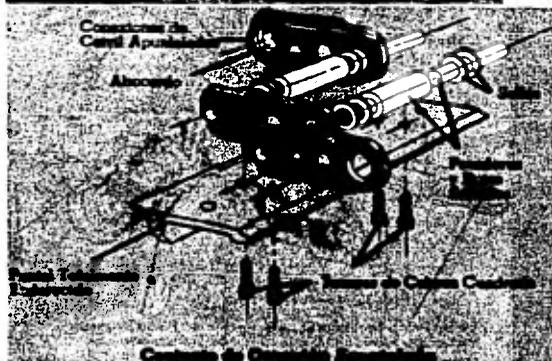
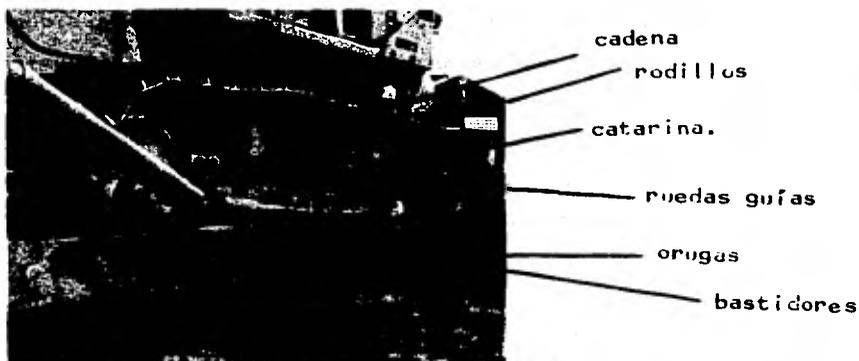
Se pueden también obtener cojines para la mayor parte de estos tipos de varias anchuras. Con los anchos se obtiene mayor sustentación y tracción máxima en terreno blando; con los angostos opera mejor la dirección y se cuenta con un factor que reduce los daños por sobrecargas y choques.

Desgaste. El enemigo tradicional de toda clase de máquinas que se desplazan por medio de cadenas, es el desgaste de las piezas que articulan un eslabón con otro. Este desgaste interno de pernos y bujes incrementa el paso de la cadena (la distancia de centro a centro entre cada uno de los bujes) de modo tal que los centros de éstos no corresponden con el centro de los valles que hay entre cada diente de la catarina.

Este desfaseamiento de paso da como resultado una acción de restregamiento y raspado que acelera el desgaste, acortando la vida del buje y la del diente de la catarina.\*

Para combatir este desgaste en los carriles, los fabricantes de tractores, palas y demás maquinaria sobre orugas, durante años han ensayado y probado diversos métodos de sellado para el área de bujes y pasadores. En los últimos tres lustros, la mayor parte de estos fabricantes han logrado progresos notables en el concepto de empaque hermético de los contrataladros

o abocardados de los eslabones, mediante el uso de diversos -- dispositivos de sello. Uno de los métodos que aún perdura como el más generalizado es el que utiliza un diseño de arandelas o roldanas en forma de plato sopero, pero sin fondo, hechas de - acero para muelle, que tienden a volverse planas cuando se -- aprieta entre el buje y la cara del abocardado. Conforme el -- desgaste va ocurriendo, la roldana, gracias a la tenacidad y a la elasticidad del acero, va recuperando su forma original de plato, conservando una superficie de contacto lo suficientemen -- te apretada como para impedir que la arena penetre, por más -- fina que sea. La vida útil de pasadores o pernos, así como la de los bujes se ha visto incrementada en un tercio (33.3%) con este tipo de sello.

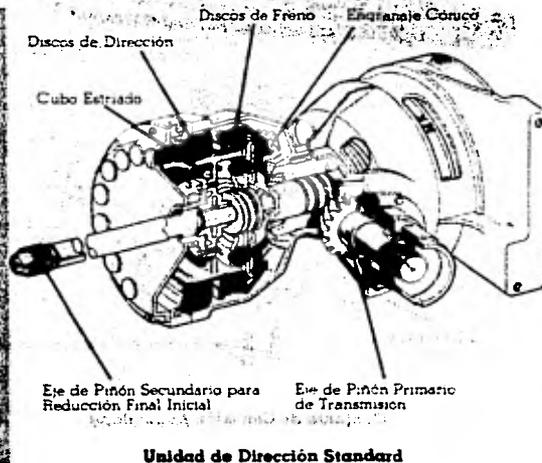
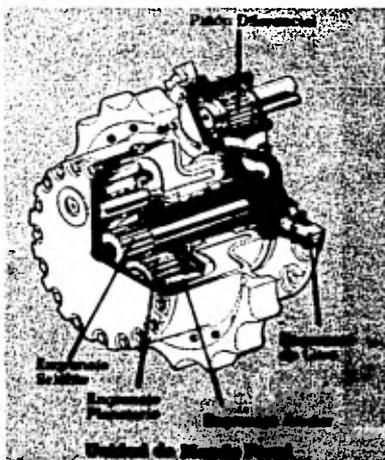


## MANDO FINAL

El mando final se encuentra a uno y otro lado del compartimento del embrague de la dirección. Consiste en un juego de engranes lubricados por inmersión del tipo sencillo o de doble reducción. El engrane impulsor grande está unido a un eje corto que hace girar la catarina que impulsa a su vez a la oruga. Se usan sellos para grasa en los lugares en los que entra el eje a la caja de la transmisión final, y donde sale la flecha de la catarina.

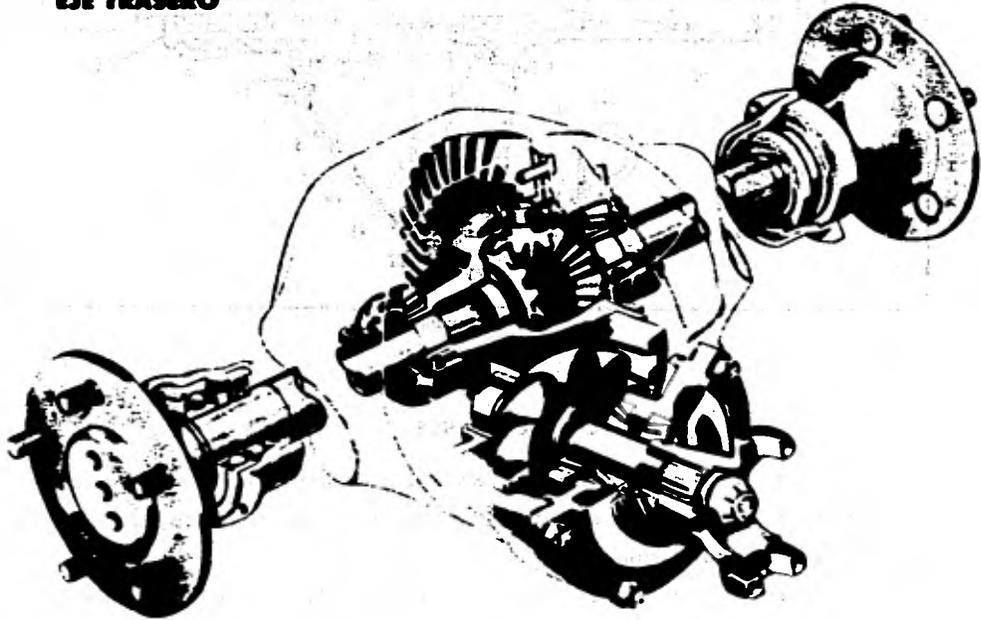
Los mandos finales están sujetos al trabajo más pesado -- que cualquiera otra parte del tren de potencia. La flecha de la catarina soporta el par máximo, y no existen unidades amortiguadoras en el tren de potencia entre ellas y las orugas. La caja debe soportar no solamente los esfuerzos producidos por los engranes, si no que también transmite la mayor parte de la fuerza de propulsión del bastidor de las orugas al chasis central, y con frecuencia chocan en ella las rocas que saltan -- hacia arriba entre las orugas.

Estos esfuerzos se toman en cuenta en el diseño de la transmisión final y de su caja, pero aun así todavía éste es uno de los lugares en que aparecen los síntomas de los trabajos excesivos y abusos.



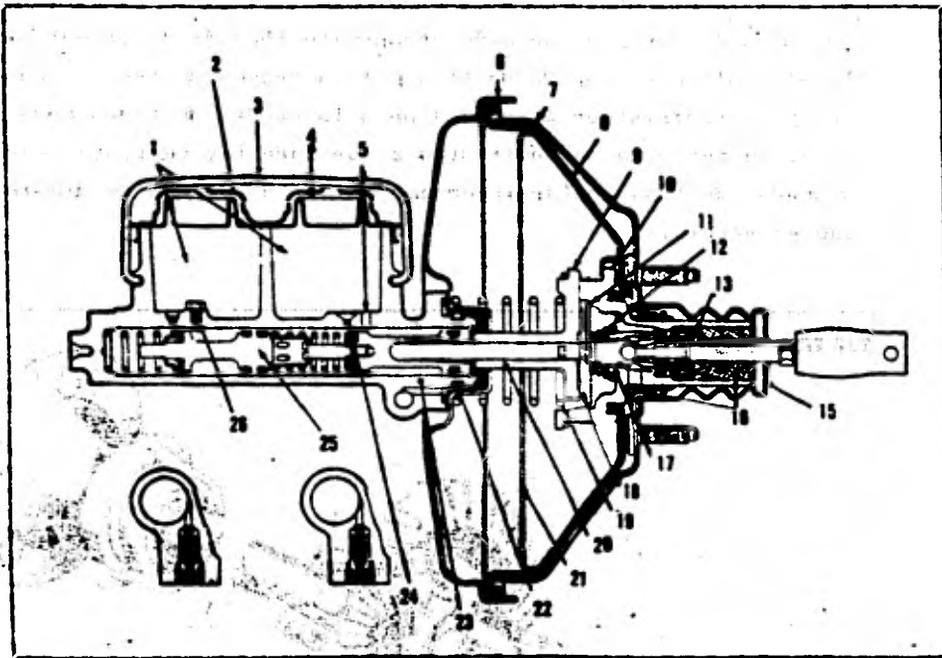
Los mandos finales de doble reducción, tienen como rasgo -- distintivo engranajes planetarios para la segunda reducción. -- Un engranaje de giro de piñón transmite torsión a los mandos -- finales planetarios, donde se amplía a través de tres engrana-- jes para suministrar gran torsión a la ruedas dentadas para ca-- dena. La potencia se suministra a los carriles mediante ruedas dentadas de tipo anular intercambiables, de diseño de diente -- suplementario.

### EJE TRASERO



En las máquinas propulsadas por neumáticos, se incluye en -- los mandos finales el diferencial cuya función es la de cam-- biar el flujo de potencia en un ángulo de 90°, permite la dife-- rencia de giro en las llantas cuando se hace un viraje con la-- máquina. Esta diferencia de giro, se realiza mediante un con--

junto de engranajes planetarios.



freno de potencia

### SISTEMA DE FRENOS

Los frenos son dispositivos para disminuir la velocidad, --- parar, o sujetar un objeto. Un freno de rozamiento ejecuta --- estas tres funciones.

Los frenos de rozamiento convierten la cantidad de movimiento de la maquinaria en calor. Generalmente consisten en bandas de metal o zapatas con revestimientos de pasta en un lado, con mecanismos con los cuales pueden empujarse contra un tambor liso, angosto y cilíndrico. Las bandas son cintas de acero ligeramente flexibles; las zapatas son piezas rígidas con la forma de un tambor. Los frenos que quedan fuera del tambor y aprietan -- hacia adentro se llaman exteriores de contracción; los que que-

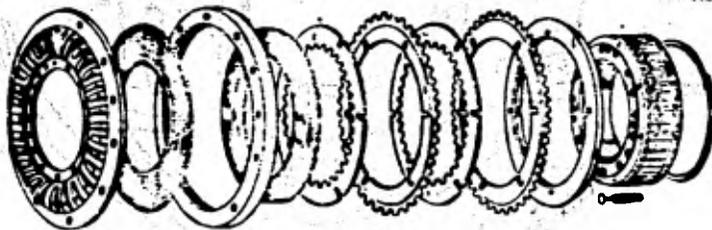
den dentro y empujan hacia afuera son interiores o de expansión.

**Frenos de disco.** Los frenos de disco son semejantes a los embragues de disco que se describen en la sección siguiente, excepto en que parte del mecanismo no gira.

Los diseños de LeTourneau-Westinghouse mostrados en la Figura tienen un grupo de discos de acero forrados y sin forro colocados alternativamente. Los discos forrados están acoplados por medio de estrías al cubo del freno y giran con él. Los discos sin forro están acoplados por estrías en la parte exterior a una cubierta estacionaria.

Los discos se mantienen separados por medio de resortes cuando están sueltos, y se aplican por medio de aire comprimido que los obliga a juntarse. El frenado se obtiene con el rozamiento entre las superficies giratorias y las estacionarias, y es proporcional a la fuerza con que se aprietan entre sí.

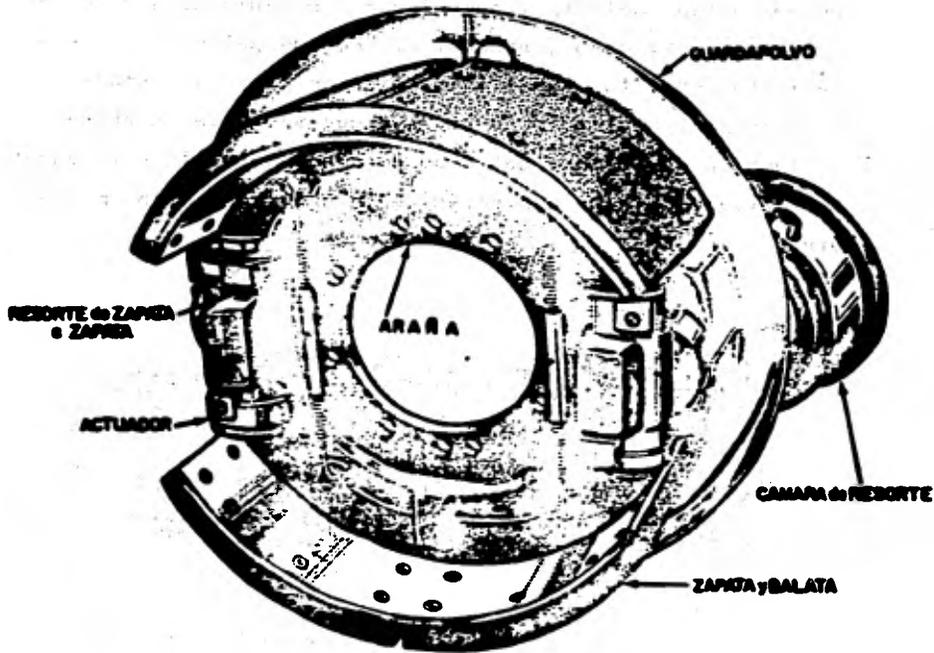
También hay frenos del tipo de disco sencillo y de zapatas. La aplicación puede ser mecánica, hidráulica, o por medio de aire.



Cortesía de LeTourneau-Westinghouse Co.

Freno de discos, vista desplegada

Los forros. La mayor parte de los forros de los frenos son del tipo moldeado. Se hacen principalmente de asbesto, pero -- también llevan metales incluyendo el cinc, estaño, plomo, cobre y compuestos orgánicos como hule natural o sintético, resinas, aceites secantes y cáscaras molidas de nueces de anacardo. Estas mezclas se hacen cuidadosamente para satisfacer el uso -- de un forro en particular, y se endurecen en moldes por medio de calor y presión. Estos forros son quebradizos, y es difícil adaptarlos a los tambores que son más del 10% mayores o menores que el tamaño con que fueron hechos.

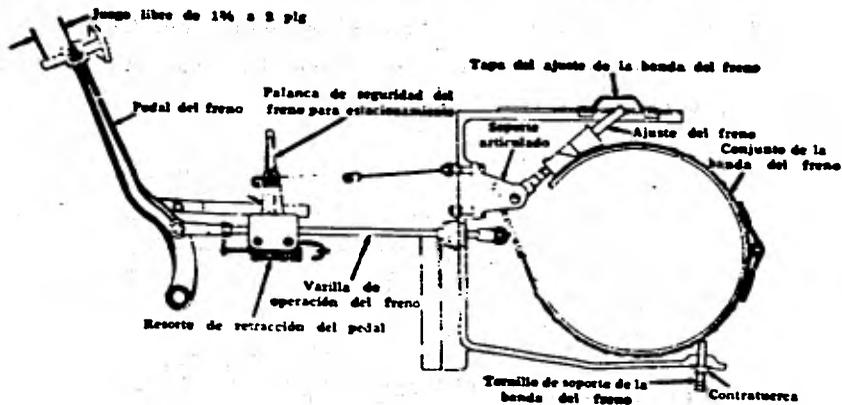


**- FRENO DE CUÑA BENDIX TIPO TWINPLEX - FRENO IZQUIERDO.**

Los frenos hidráulicos. Los sistemas de frenos hidráulicos generalmente constan de una bomba, o cilindro principal, tuberías y los cilindros de las ruedas o de servicio.

La presión que se hace en un pedal o la tensión que se aplica a una palanca mueve el pistón de la bomba del freno, que empuja el líquido por las tuberías a los cilindros de las ruedas, en los que la presión empuja sus pistones que se mueven y aplican frenos o hacen otro trabajo. Cuando se suspende la presión, unos resortes empujan los pistones en sentido inverso, a sus posiciones originales, regresando el líquido a la bomba.

Los sistemas de frenos hidráulicos funcionan casi sin rozamiento, y generalmente requieren menos fuerza para operar que los sistemas mecánicos. En ellos se aplica una presión igual a todos los cilindros de las ruedas, y las diferencias de funcionamiento puede deberse a tener forros diferentes, forros sucios o mojados o cilindros de las ruedas de diferentes tamaños.



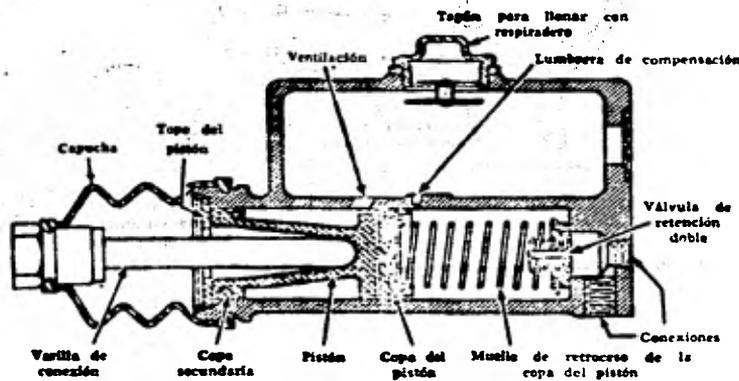
Cortesía de Allis-Chalmers Manufacturing Co.

Sistema de freno de dirección

Los frenos de aire comprimido. Los frenos en los camiones pesados y en los tractores de ruedas, generalmente se aplican por medio de aire comprimido. La figura contiene un diagrama de un sistema que se usa mucho en los tractores.

El aire comprimido lo suministra un compresor movido por una banda que se descarga, o deja de bombear, cuando llega a la presión total que es generalmente de 100 lb/plg en el depósito o tanque, y vuelve a caminar cuando baja a 90 lb. El compresor es generalmente sencillo, de movimiento alternativo.

Una válvula operada por una palanca de pie o un pedal convencional, permite el control exacto de la presión del aire en las tuberías que van a las cámaras de los frenos, en donde obra contra los diafragmas que mueven las varillas y palancas llamadas compensadoras que aplican los frenos. Las tuberías delanteras de los frenos están provistas de una válvula de efecto rápido para soltar los frenos que vacían el aire rápidamente, para evitar cualquier retraso que pueda interferir con la dirección o con el equilibrio del vehículo. Los frenos traseros y los del remolque si se usan, pueden tener una válvula relevadora que alimente aire directamente del depósito a las tuberías.



Bomba del sistema de frenos

## SISTEMAS DE DIRECCION

La dirección en el equipo pesado se controla de varias maneras diferentes. Las ruedas delanteras pueden girar, como en los automóviles; todo el frente de la máquina puede oscilar - en un pivote, toda la máquina pueda girar como una sola pieza, o las ruedas traseras pueden girar, o tanto las ruedas delanteras como las traseras pueden girar independientemente.

La operación de la dirección puede hacerse con potencia -- muscular sobre sistemas mecánicos y de palancas, y/o frenos, - por medio de reforzadores que actúan sobre engranajes y sistemas de palancas, o por medio de cilindros hidráulicos o motores eléctricos que hacen girar las ruedas o todo el frente, - sin ninguna conexión mecánica con el volante de la dirección.

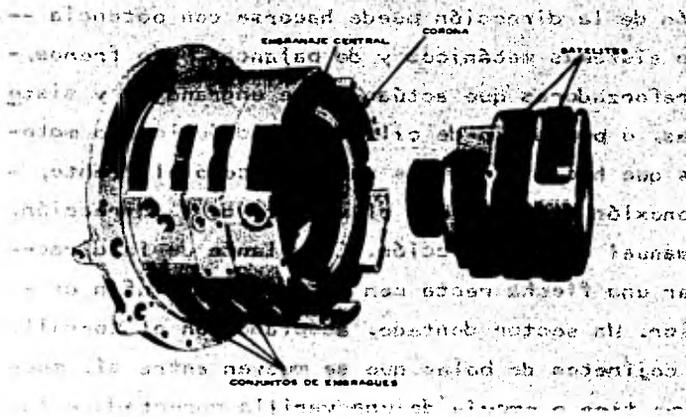
Operación manual de la dirección. El volante de la dirección hace girar una flecha recta con un tornillo sin fin en su extremo inferior. Un sector dentado, acoplado con el tornillo sin fin, o con cojinetes de bolas que se mueven entre sí, mueve una biela que tira o empuja de una varilla conectada a las ruedas delanteras por varillas transversales.

Sistema hidráulico. En este tipo de dirección de potenciar se da vuelta a las ruedas delanteras y/o a las traseras directamente, o por medio de sistemas de palancas sencillos, valiéndose de uno o más cilindros hidráulicos. El control se efectúa con una válvula operada por un volante de dirección - o por una palanca.

En este sistema, la posición de las ruedas desviadas depende directamente de la posición de un pistón en un cilindro hidráulico. No existe relación directa entre la posición de la palanca de control y la de las ruedas.

Sistemas eléctricos de dirección. Las escrepas LeTourneau-Westinghouse usan motores eléctricos para operar mediante -- reducciones de engranes para darle vuelta al tractor. Se usan

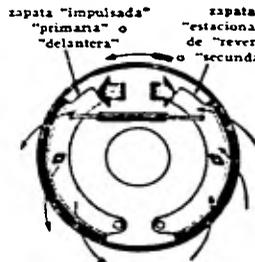
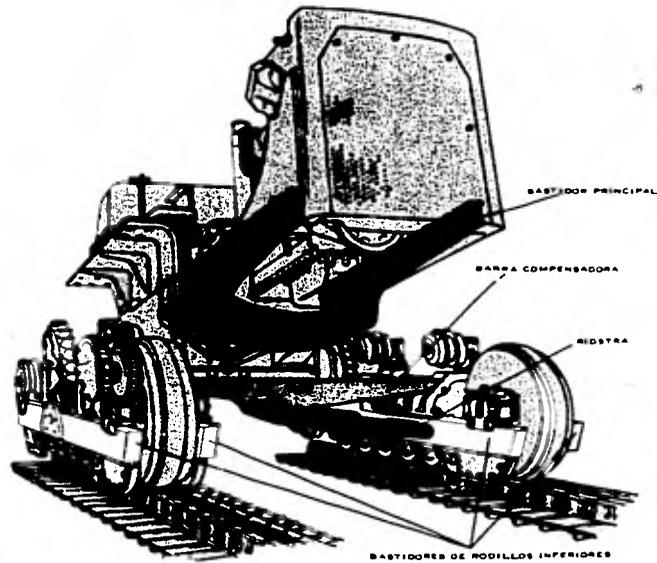
dos interruptores que se operan con las puntas de los dedos, - uno para la derecha y otro para la izquierda, que naturalmente no se usan al mismo tiempo. Su operación es parecida a la de los sistemas completamente hidráulicos, para volver a la - posición central.



Frenos de dirección. Los frenos pueden utilizarse como --- dirección en las máquinas. Todos los conductores saben que si uno de sus frenos se pega, el automóvil se desviará o dará -- vuelta hacia ese lado.

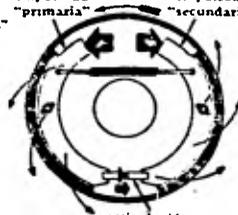
Los tractores de oruga estándar y las palas se dirigen por medio de dos juegos de embragues y de frenos. Se puede cortar la potencia de cualquiera de las dos orugas con un embrague, - y puede disminuirse su velocidad o pararse por medio de un -- freno. El tractor da vuelta gradual o bruscamente hacia el -- lado que está frenado. Otros tractores tienen medios para impulsar las dos orugas a velocidades diferentes por medio de - un diferencial y un par de frenos, o de transmisiones separadas en los ejes; o de impulsar una oruga hacia adelante y --- otra hacia atrás. Estos sistemas de dirección se explicarán.

Los tractores de ruedas pueden auxiliar la dirección de -- las ruedas delanteras, por medio de frenos separados en las -- ruedas traseras.



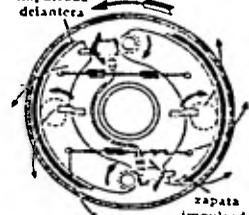
Cortesía de American Brakeblok

zapata "estacionaria" de "reversa" o "secundaria"



articulación flotante de las zapatas

zapata impulsada "secundaria"



zapata impulsada delantera tipo de dos zapatas delanteras

Frenos automáticos



C A P I T U L O    I I

DESCRIPCION GENERAL Y FUNCIONAMIENTO DE LAS MAQUINAS MAS COMUNES  
EN LA CONSTRUCCION.

Descripción general y funcionamiento de las máquinas más comunes en la construcción.

Si contamos con una flotilla de determinado número de máquinas, es necesario saber que tipo de máquina es cada cual y en que condiciones de trabajo se emplea, de esta manera, la estructuración de un taller de Mantenimiento Preventivo, así como la formulación de un programa del mismo, es mucho más fácil por el simple hecho que ya nos damos una idea de que piezas de la máquina son más susceptibles de falla por condiciones de trabajo severas o inadecuadas.

Sabemos que una Motoconformadora no es capaz de realizar -- trabajos con su cuchilla del tipo de los que solo, podría realizar un Bulldozer, ni tampoco que este podría realizar trabajos de precisión y acabado propios de la motoconformadora.

Nos hemos dado cuenta que las fallas más frecuentes son ocasionadas por el uso indebido de las máquinas (esto ocurre generalmente en las obras administradas por el gobierno desafortunadamente).

Las máquinas más comunes utilizadas en la Construcción (--- siempre hemos particularizado la construcción enfocandola hacia obras de infraestructura como son caminos y carreteras tanto de tipo terracería como asfaltadas), por su versatilidad, - son en movimiento de tierras el tractor Bulldozer, el cargador frontal, la motoescrepa, dragas y retroexcavadoras, equipo de acarreo como son los camiones de fuera de carretera y en general el camión de volteo y para terminado de camiones, los compactadores, planchas o aplanadoras y la motoconformadora que - se utiliza para realizar las mezclas con el fin de cumplir con el análisis granulométrico efectuado en los laboratorios.

Otro tipo de máquinas utilizadas con otro fin, son las bombas tanto de agua como de concreto y los compresores utilizados en herramientas de perforado y taladrado de roca y concre-

to.

En este capítulo hacemos una descripción breve de este equipo y sus características principales con el fin de mostrar al lector no solo la máquina en sí y sus componentes, sino su aplicación, y lo más importante, su contacto y utilidad para con el ser humano.

## TRACTORES

## Definición y clasificación.

Son máquinas que convierten la energía del motor en energía de tracción. Su principal objeto es el de jalar o empujar cargas, aunque a veces, pueden utilizarse para otros fines. Son máquinas útiles, eficaces y, generalmente, indispensables en todos los trabajos de construcción de grandes obras.

Se clasifican, tanto por su rodamiento como por su potencia en el volante:

Por su rodamiento:

- a) Tractores sobre neumáticos de dos ruedas y de cuatro ruedas
- b) Tractores sobre orugas

Por su potencia en el volante:

Esta depende del fabricante, como ejemplo véase la tabla.

CARACTERISTICAS DE LOS TRACTORES

Modelo	Potencia en el Volante	Hojas Topadoras			Peso en Toneladas		
		Tipo	Longitud m.	Altura m.	Tractor sin equipo	Hoja Topadora	Ripper
CAT. D-8	300 H.P.	Recta	3.93	1.52	24.8	5.3	4.8
		Angulable	4.72	1.12		5.3	
CAT. D-7	200 H.P.	Recta	3.65	1.27	15.2	3.2	3.0
		Angulable	4.29	0.96		3.1	
CAT. D-6	140 H.P.	Recta	3.20	1.13	11.8	2.1	1.5
		Angulable	3.86	0.91		2.3	
Komatsu D-155	320 H.P.	Recta	4.13	1.59	27.3	5.7	5.9
		Angulable	4.85	1.14		5.5	
Komatsu D-85	180 H.P.	Recta	3.62	1.28	18.2	3.7	3.5
		Angulable	4.26	1.06		3.6	

Al hablar de potencia, hay que hacer una distinción entre la del motor, al freno y la de tiro. Esta última es la principal, puesto que es la efectiva y de ella se puede disponer. Las diferencias entre ellas se derivan de las pérdidas por el accionamiento de los mecanismos intermedios; de ahí que la potencia real o efectiva usada en el trabajo de la máquina queda determinada por la siguiente fórmula:

$$FV = 75 pk \therefore F = \frac{75 PK}{V}$$

donde:

F= Fuerza efectiva de trabajo (kg).

P= Potencia en el motor (cv).

V= Velocidad de operación (m/s).

K= Constante o factor de eficiencia.

Influencias sobre la potencia del motor.

Sobre la potencia del motor influyen los siguientes factores:

- La altitud y la temperatura.
- La resistencia al rodamiento.
- La pendiente.

Altitud y Temperatura. Estos factores influyen en el peso específico del aire y, por consiguiente, en la potencia del equipo. En la Tabla de Temperatura, se listan los porcentajes, en función de la altitud y temperatura del lugar, que modifican la potencia del tractor.

## TEMPERATURAS

°Altitud en m.	Temperatura °C						
	42°	32°	21°	16°	10°	4°	-7°
0	95.4	97.1	99.1	100.0	100.8	101.8	103.0
305	92.0	93.7	95.5	96.4	97.4	98.4	100.3
915	85.5	87.2	88.8	89.8	90.5	91.4	93.3
1525	79.5	80.9	82.5	83.3	84.2	84.9	86.7
2135	73.8	75.2	76.7	77.5	78.2	79.0	80.6
2745	68.6	69.9	71.3	72.0	72.7	73.4	74.8

Para determinar la potencia real, pueden seguirse o aplicarse las siguientes reglas prácticas:

- 1a. A partir de los 16°C y para elevaciones de cinco en cinco grados, reducir 1% de la potencia a nivel del mar.
- 2a. Para disminuciones de temperatura, por cada 5°C menos, - aumentar en 1% la potencia a nivel del mar.
- 3a. Por cada 100.00 m de altitud, disminuir en 1% la potencia a nivel del mar.

**Resistencia al Rodamiento.** Esta resistencia se define como la fuerza motriz necesaria para mover una máquina a velocidad pequeña y uniforme, sobre una superficie plana.

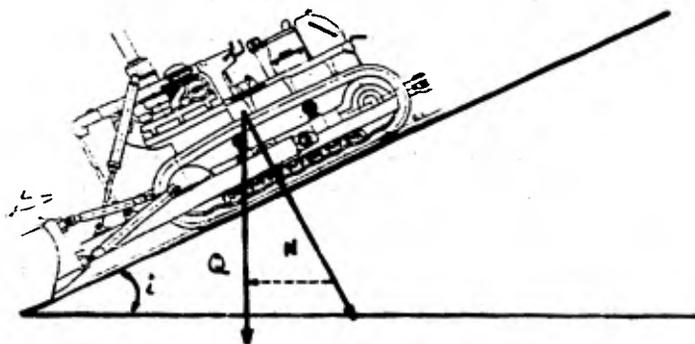
Se ha comprobado que, para mover una máquina sobre superficie de condición y naturaleza variable, más importante que el material del piso es su estado físico; es decir, su capacidad y la naturaleza y frecuencia de sus ondulaciones.

Como norma puede establecerse que la resistencia al rodamiento, expresada en kilogramos por tonelada de carga (kg/t), - es como se lista en la siguiente tabla:

Naturaleza del terreno	Resistencia al rodamiento	
	Orugas	Neumáticos a Baja presión
1. Camino duro, estabilizado, pavimentado, sin penetración bajo la acción de las cargas. Humedecido y conservado	28 kg/t	20 kg/t
2. Camino firme, uniforme, aplanado, afectado ligeramente bajo la acción de las cargas y regularmente conservado	40 kg/t	33 kg/t
3. Camino de tierra, ondulado, que flexiona bajo la acción de cargas ligeras, con poco mantenimiento, sin humedad	70 kg/t	50 kg/t
4. Camino en tierra con surcos y rodadas, mal conservado y sin ninguna estabilización	90 kg/t	75 kg/t
5. Camino lodoso, blando, fangoso, sin mantenimiento	110 kg/t	100 a 200 kg/t

Pendiente. La fuerza necesaria "N" para vencer una pendiente tiene como valor, según la figura.

$$N = Q \operatorname{sen} i$$



pero si N se expresa en kilogramos y Q en toneladas, entonces-

$$N = 1000 Q \operatorname{sen} i$$

donde:

$N$  = Fuerza necesaria para vencer la pendiente (kg).

$Q$  = Peso de la máquina (kg) o (t).

$i$  = Angulo en grados o porcentaje.

Pendiente expresada en %	Angulo correspondiente	Fuerza necesaria para compensar el efecto de la pendiente en Kg/t
2	1° 08' 7"	20
4	2° 17' 4"	40
6	3° 28'	60
8	4° 34' 4"	80
10	5° 42' 6"	99
15	8° 31' 8"	148
20	11° 18' 6"	196
25	14° 02' 2"	242

#### Eficiencia a la tracción.

Se define como la relación entre la fuerza tractiva generada por el motor en el momento preciso en que las orugas o las ruedas empiezan a patinar y el peso sobre el eje motriz. A esta relación se le designa con el nombre de "Coeficiente de eficiencia a la tracción". Conocido este coeficiente, se puede determinar, para el material que constituye el suelo de rodamiento, si toda la potencia del motor puede ser transmitida a los neumáticos o a las orugas, antes de que se produzca el patinaje.

Para suelos en condiciones normales, los tractores sobre orugas disponen de una fuerza tractiva máxima igual a 85% de su peso; en cambio, los montados sobre neumáticos solamente pueden utilizar, en sus ruedas motrices, una fuerza tractiva (RIM

PULL), de aproximadamente el 55% de su peso.

En la tabla, se listan los coeficientes de eficiencia a la tracción para diversos tipos de suelos.

Tipo de camino	Coeficiente de eficiencia a la atracción	
	Neumáticos	Orugas
Concreto	0.88 - 1.00	0.45
Arcilla seca	0.50 - 0.58	
Arcilla mojada	0.40 - 0.49	
Arena disgregada	0.20 - 0.35	0.30
Grava de cantera	0.60 - 0.70	
Tierra suelta	0.30 - 0.40	0.60
Tierra compacta	0.50 - 0.60	0.90

#### Orugas o Zapatas.

En cuanto al rodamiento, a la oruga se le puede definir como un riel que se iría tendiendo ante la rueda de la máquina a medida que ésta avanza. Por su continuidad se le puede definir también como el riel o zapata que la propia máquina tiende para su avance.

La rodadura del tractor sobre orugas es comparable a la de una locomotora de cremallera; ya que como ésta, el tractor posee una rueda dentada motriz en la parte de atrás que engrana sobre la autovía que va tendiendo.

El ancho de la oruga constituye una verdadera zapata de apoyo; por ello, entre más ancha mayor estabilidad para la máquina, mejor reparto del peso y menos presión sobre el piso de rodamiento.

Se lista a continuación las características de área y presión derivadas del ancho de las zapatas de la oruga, para un tractor Caterpillar D7.

Ancho de la Zapata	Area de contacto M <sup>2</sup>	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )
0.508 metros 20 pulgadas	2.76	0.54
0.559 metros 22 pulgadas	3.03	0.50
0.61 metros 24 pulgadas	3.31	0.45

Puede afirmarse, en forma general, que las zapatas anchas son deseables; pero para condiciones de trabajo en las que el tractor deba pivotar frecuentemente, las garras de la zapata deben ser pequeñas, aunque con ello se obtenga una fuerza tractiva menor.

#### Accesorios diversos.

Generalmente la versatilidad de los tractores se deriva de los distintos accesorios que se le pueden adaptar, en forma rápida, para transformarlo en un equipo mecánico para diversos trabajos específicos.

Entre estos accesorios se señala primeramente las cuchillas -- con lo que el tractor se convierte en "Dozer"; es decir, en tractor con una cuchilla explanadora al frente que lo convierte en una máquina útil de múltiples empleos: para excavar, empujar, verter y extender.

Cuchillas. Se les denomina también hojas topadoras y se distinguen:

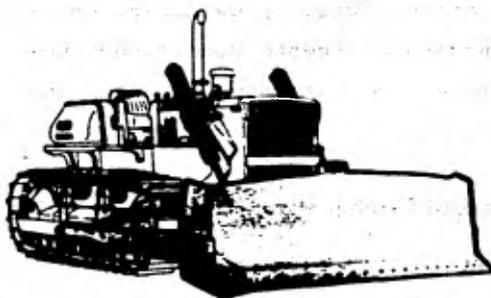
- a) Hoja "U", Universal
- b) Hoja "S", Recta
- c) Hoja "A", Angulable o de giro

a) Hoja "U" Universal). Las grandes alas de esta hoja empuja

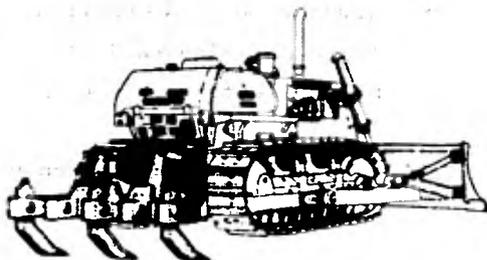
dora frontal, que forma un ángulo recto con el eje longitudinal del tractor, facilitan el empuje de grandes cargas a grandes distancias en todo trabajo de habilitación de tierras, amontonamiento, alimentación de tolvas, etc.

- b) Hoja "S", Recta. Por su diseño en "U" modificada es muy útil, ya que por ser más pequeña que la hoja "U" es más fácil de maniobrar y puede empujar una gran variedad de materiales. Esta hoja proporciona una relación más alta de "hp" por metro de cuchilla que la hoja "U"; por ello, su penetración es mejor y se obtienen buenas cargas. Por esta mejor relación de  $\text{hp}/\text{m}^3$ , puede mover con facilidad materiales más densos. Como plancha de empuje se usa también para ayudar a las traillas en su carga.

Con la cuchilla "U" o con la "S", el tractor se convierte en la máquina denominada "BULLDOZER" o Empujadora, -- Ver. Fig.



**EMPUJADOR RECTO INCLINABLE**



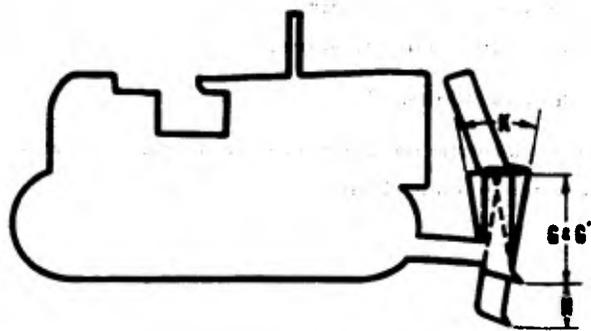
**DESGARRADOR DE TRES ZANCOS**

Hoja "A" angulable o de giro. Esta hoja puede emplearse en posición recta o puede girar para formar hasta un ángulo de 65°-

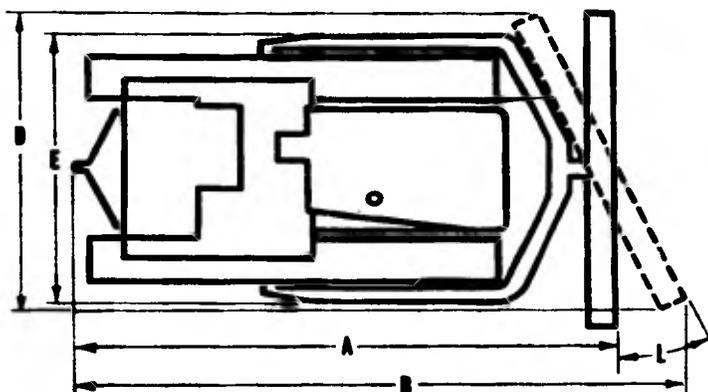
con el eje longitudinal del tractor. Se ha diseñado para empuje lateral, corte inicial para caminos, rellenos, aberturas de zanjas y otras labores similares.

Los tres tipos de hojas analizadas, pueden también pivotear e inclinarse con relación al plano horizontal. Este movimiento o acción se denomina "Operación Tildozer".

Posición de las cuchillas. Tanto las hojas rectas como las "angulares" o de giro, pueden levantarse o bajarse para empuje alto o bajo, y al mismo tiempo inclinarse alrededor de un plano horizontal. Estos movimientos pueden realizarse hidráulicamente o mecánicamente. En la figura, se aprecia un accionamiento vertical de la cuchilla en posición de excavar.



EMPUJADOR ANGULAR



EMPUJADOR RECTO INCLINABLE

### Calculo del Rendimiento de Tractores con Cuchilla.

En excavaciones y rellenos se emplea la fórmula que se indica a continuación para calcular el rendimiento en metros cúbicos por hora, pero antes debe seleccionarse la cuchilla más eficaz, según la clase de trabajo por efectuar.

$$V = \frac{C.E.60}{T.F.}$$

Donde:

V = Rendimiento en m<sup>3</sup>/ hora de suelo compacto.

C = Capacidad de la cuchilla en m<sup>3</sup> suelto.

F = Coeficiente de abundamiento del suelo.

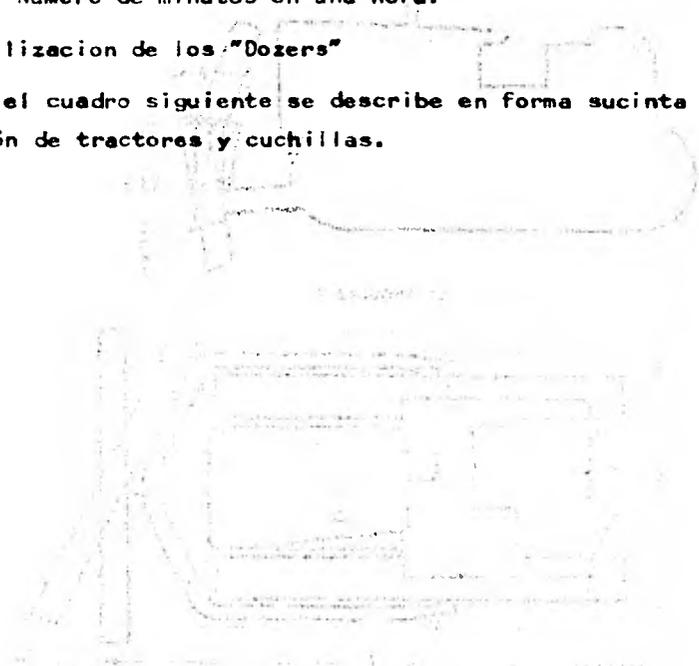
E = Coeficiente de eficacia del "dozer".

T = Duración del ciclo en minuto.

60 = Número de minutos en una hora.

### Utilizacion de los "Dozers"

En el cuadro siguiente se describe en forma sucinta la utilización de tractores y cuchillas.



DESCRIPCION DEL TRABAJO	SU EMPLEO	VENTAJAS	LIMITACIONES
Caminos de acceso.	Desviaciones y pasos provisionales.		Rocas expuestas no dinamitadas.
Desmonte.	Remoción de pasto, yerbas, arbustos y árboles.		Árboles grandes.
Limpia superficial	Despalme de la capa superficial para almacén o desperdicio.	Rendimiento elevado en cortes ligeros.	Acarreo deficiente en distancias largas.
Trabajos preliminares.	Sistema de drenaje: abierta de cortes, principios de rellenos.	Puede trabajar en áreas restringidas.	Rocas expuestas Acarreo deficiente a distancia larga
Excavaciones con acarreo corto.	Rellenos, zapatas cortas, principio de rellenos en obras de arte	Movilidad y gran volumen de producción.	Rocas
Excavaciones con acarreo largo.		Sólo como emergencia	
Taludes		Equipo adecuado.	
Extendido	Material en montones provenientes de acarros de camiones.	Empuje del material en cualquier dirección hacia el lugar de destino.	Inapropiado para el acabado final.
Rellenos.	Reposición de material en zanjas o alrededor de estructuras.	Fácil de maniobrar.	
Compactación	Compactación ligera del material de relleno. Su uso es especificado en materiales no cohesivos.	Gran ayuda obtenida al extender capas delgadas mientras se aplana.	
Acabado	Afinamiento de la rasante	Maniobra rápida, tanto hacia los costados como hacia adelante.	No se puede hacer el acabado final.

#### Desgarrador o Escarificador.

Otro de los accesorios que se acoplan al tractor y le dan versatilidad son los desgarradores que, montados en su parte trasera, han sustituido muy ventajosamente a los arados remolcados. Estos desgarradores pueden ser de uno o varios vástagos, ajustables manual o hidráulicamente, y están destinados principalmente a arrancar raíces, roturar suelos compactos y desarticular rocas en formación o terrenos con rocas y roturar tam---

bién suelos, antes de ser excavados con traillas o "dozer". El desgarramiento, sustitución de una voladura, puede resultar -- oneroso; por ello debe tomarse con cautela y analizar, en cada caso, hasta donde puede ser costeable.

Los desgarramientos pesados elevan los costos normales de posesión y operación del tractor; por esta razón, cuando se trata de fragmentación de rocas, debe aumentarse en 30 o 40% el costo obtenido en fragmentaciones normales.

Aunque no hay fórmulas precisas ni reglas empíricas para estimar la producción con este equipo; para obtener el máximo rendimiento han de observarse las siguientes normas de trabajo:

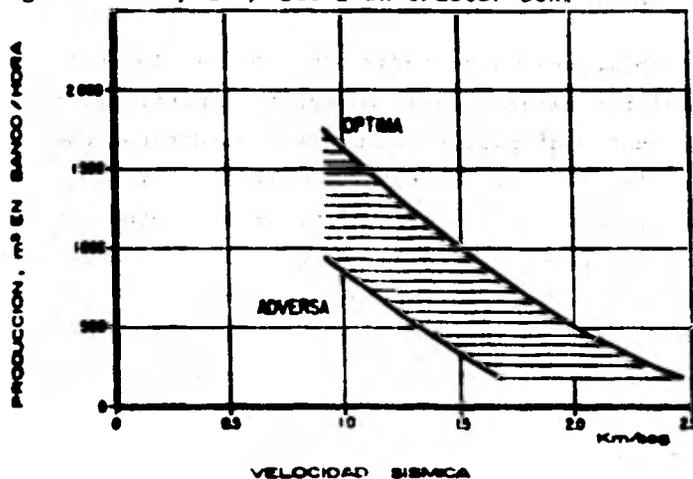
- Controlar la penetración de los dientes en el terreno, para evitar que el tractor se frene o que se rompan los dientes - si éstos tropiezan con un obstáculo importante.
- Si se quiere el máximo rendimiento, es necesario que los --- dientes del desgarrador o escarificador se utilicen con la - máxima penetración, según la dureza del material. Podrá utilizarse el diente central, los laterales o los tres dientes según lo permita la potencia del motor y la naturaleza del - suelo.
- En las vueltas deben levantarse los dientes, pues si no se - procede así pueden torcerse.
- Cuando el desgarrador va seguido de una trailla, resulta pre- ferible emplear los dos dientes laterales, en vez de los tres. La experiencia enseña que de esta forma se obtiene un llenado más perfecto de la trailla.
- Para condiciones fáciles de rotura úsense los tres dientes.- Cuando se dificulte el cavar debe quitarse el diente o punta central, para reducir así la resistencia de penetración. En condiciones difíciles, sólo deberá usarse el diente central.

Puntas de los desgarradores. Estos se fabrican de tres ti-  
pos: para condiciones fáciles, para condiciones moderadas y

para condiciones extremas; además se ofrecen en dos o tres longitudes para la mejor selección de acuerdo con el trabajo.

La punta o diente corto tiene menos posibilidad de fracturarse pero cuenta con menos material para desgaste. La punta mediana posee gran resistencia al desgaste, y soporta bien las cargas de choque. La punta larga es la que tiene más resistencia al desgaste; pero, por su longitud, tiene mayores posibilidades de fracturarse. Para determinar cuál de las puntas es la más económica para un trabajo determinado, lo mejor es someter a pruebas los diferentes tipos de ellas.

Producción estimada del desgarrador. De la gráfica, se puede obtener la producción de un desgarrador 8D, de un sólo vástago o diente, acoplado a un tractor D8K.



Los resultados de la fig., se obtuvieron haciendo las siguientes consideraciones:

- La máquina desgarradora o trabaja toda la jornada y se utiliza sin hoja topadora.

- El tractor usado es con servotransmisión.
- La eficiencia considerada: 100% (60 minutos por hora).
- En la gráfica está considerado todo tipo de material, clasificado por la velocidad de transmisión de una onda sísmica.
- La curva "óptima", de la gráfica, se refiere a condiciones totalmente favorables. Si se trata de capas laminares gruesas o de tipo vertical, o si existiese cualquier otro factor desfavorable, debe usarse la curva "adversa", o de menor rendimiento.
- Para rocas volcánicas, con velocidad sísmica superiores a -- 1.83 km/s, debe reducirse en un 25% el valor obtenido de la curva "óptima".

#### MOTOESCREPAS

##### Definición.

Son máquinas motorizadas para movimiento de tierra y pueden -- realizar excavaciones, carga, transporte, vertido y extendido del material excavado. Pueden considerarse como la combinación del tractor y la excavadora. Su movilidad y su gran rapidez en el desplazamiento se deben a que están montadas sobre neumáticos, lo que las convierte en productoras de grandes rendimientos. - Sus velocidades máximas de desplazamiento varía entre 50 y 70- km/h. Estas velocidades entrañan una servidumbre, la de tener la superficie de rodamiento en buenas condiciones.

Debido a su sistema de rodaje, la motoescrepa normal es prácticamente incapaz de autocargarse, por lo que requiere de un empujador.

##### Operaciones básicas.

Estas son:

- Carga.

- Acarreo o transporte.
- Extendido.

#### Condiciones de carga.

Para óptimo rendimiento debe procurarse:

- Cargar a la capacidad máxima tolerable.
- Efectuar la carga en la distancia más corta y en el menor -- tiempo posible.

Para cumplir con estas condiciones, la profundidad de corte, - en tierra común, debe ser de 15 a 20 cm., pues la experiencia - demuestra que una profundidad menor aumenta el tiempo de carga y también la distancia para efectuarla, y una profundidad ma-- yor produce atorones, patinamientos y pérdida de eficiencia. A mayor potencia del tractor de empuje mayor incremento en la -- profundidad de corte.

Cuando el material es duro, conviene ararlo o desgarrarlo pre-- viamente para facilitar la carga; tal es el caso de las arci-- llas duras y compactas.

Para incrementar la velocidad de carga de la motoescrepa, el - tractor empujador debe ser de la potencia y peso adecuado.

Recomendaciones para cargar. Para mayor facilidad de carga, se recomienda que:

- Se realice hacia abajo, ya que la acción de la gravedad - ayuda y se dispone de mayor potencia.
- Cuando se cargue en laderas, el corte debe hacerse en for-- ma tal que permita el escurrimiento del agua; para ello - debe comenzarse el corte en la parte superior del talud, - continuando hacia abajo. El corte queda escalonado, y ca-- da escalón debe hacerse de altura tal que vaya fijándose-

la línea del talud, sobre todo para el caso que se requiera afinar este talud.

- Cuando se trabaja en cortes, debe comenzarse por los lados, dejando el centro del corte más alto. La máquina debe operar del centro hacia el talud.
- Para descargar, en rellenos o terrapienes, el centro deberá quedar más bajo que las orillas y, en este caso, la máquina debe operar de las orillas hacia el centro.
- En los dos casos anteriores, se facilita más la formación de taludes y se evitan deslizamientos perjudiciales; tanto para la máquina como para el afine.

#### Transporte del material.

Para que el transporte resulte más fácil y más ágil, deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El estado del camino permitirá las máximas velocidades; para ello debe arreglarse la superficie de rodamiento.
- Emplear la potencia total del motor; pues de existir superficies mal niveladas se incrementa la resistencia al rodamiento, se originan vibraciones y golpes en el equipo que, además, fatigan al operador. Todo ello disminuye el rendimiento.
- Las pendientes desfavorables deben, en principio, evitarse, combinando distancias y movimientos.
- Las vueltas debén llevarse a cabo lo más rápido posible y consumiendo mínima distancia.
- Cuidar la presión óptima de los neumáticos para que la fuerza de tracción dé su máximo rendimiento; pues cada centímetro de penetración suplementaria de los neumáticos en el suelo, exige un esfuerzo adicional de 9 kg. por tonelada bruta del peso de la escropa.

### Descarga del material.

Para obtener un rendimiento máximo, debe procurarse:

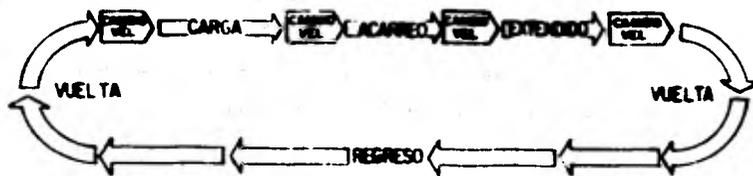
- Que se haga en capas de igual espesor: de 15 a 20 cm., según el tipo del material y de acuerdo al equipo de compactación de que se disponga.
- Que se efectúe a velocidad máxima posible, empleando mínima distancia, pero para suelos arcillosos mojados, por la resistencia del rodamiento, la descarga debe ser más lenta.

### Capacidad.

Esta se mide en dos formas:

- En metros cúbicos a ras.
- En metros cúbicos colmada.

### Ciclo de la motoescrepa.



Unidad	Máquina utilizada para Cargar	Tiempo de carga en minutos	Maniobras y Espaciado y descarga en minutos
613	Autocargadora	0.9	0.7
621B	Un D8K	0.6	0.7
623B	Autocargadora	0.9	0.7
627B	Un D8K	0.6	0.6
627B E. y T.*	Autocargadora	0.8	0.7
613C	Un D9H	0.6	0.7
633C	Autocargadora	0.9	0.7
637	Un D9H	0.6	0.6
637 E. y T.*	Autocargadora	0.9	0.7
641B	Dos D9H	0.6	0.7
651B	Dos D9H	0.6	0.7
657B	Dos D9HH	0.6	0.6
657 E. y T.*	Autocargadora	1.0	0.7
660B	Dos D9H	0.7	0.8
666B	Dos D9H	0.7	0.7

De un juicioso análisis del cuadro anterior, se puede concluir que las traillas o motoescrepas se clasifican, por su carga, - en tres tipos:

- a) Las autocargadoras, cuya capacidad se mide colmada. (No --- requieren de ayuda). Ejemplo. 613, 623B, etc.
- b) Las estándar que, para carga eficiente y estar dentro de -- los tiempos fijados en la tabla, requieren de tractores empujadores. Ejemplo. 621B, 627B.
- c) Las autocargadoras de empuje y tiro con dos motores. Ejem-- plo. 627B E. y T., 637 E y T., etc.

#### PALAS MECANICAS Y CARGADORES FRONTALES

##### Definición.

Son máquinas de movimiento de tierra de "carga estacionaria", - adecuada para cualquier tipo de terreno. Se dice de "carga estacionaria" para distinguirla de las máquinas de excavación y-

carga remolcada por tractor, en las que la carga se produce a medida que avanza el remolcador; en cambio, la pala excava, -- carga y deposita los materiales estando parada. Su dispositivo de propulsión sólo sirve para su transporte y para proporcionarle una cierta movilidad en el lugar de trabajo.

Tipo de excavadoras de "carga estacionaria".

Vienen montadas sobre orugas o sobre neumáticos. Se distinguen cinco tipos.

- 1) La pala normal o pala frontal.
- 2) La pala retroexcavadora.
- 3) La pala rastreadora.
- 4) La draga o excavadora con balde de arrastre.
- 5) La excavadora con cuchara de almeja o bivalva.

Además se cuenta con la grúa (6) que, en resumen, no es sino -- una excavadora con cuchara bivalva o una dragalina adaptada a ciertas necesidades particulares, o bien, es una máquina básica a la que se le adapta gran variedad de dispositivos de carga -- (cable sencillo y gancho de carga); de carga y excavación (cucharones de almeja, de draga); así como bolas rompedoras, hincadoras de pilote de gravedad, martillo de aire para pilotes, -- etc.

### Orugas vs. neumáticos.

Las que vienen montadas sobre orugas presentan ventajas que -- pueden aprovecharse para trabajar:

- a) En terrenos flojos, puesto que el área de sustentación que proporcionan las orugas aseguran un movimiento adecuado y buena estabilidad.
- b) En excavaciones pesadas, ya que las orugas dan más estabilidad al equipo y mayor resistencia contra las cargas de impacto de la excavación.
- c) En terrenos disparejos o cuando los fragmentos de roca pueden dañar los neumáticos.
- d) En excavaciones donde no haya necesidad de movimientos frecuentes y rápidos.

Las ventajas del equipo montado sobre neumáticos se obtienen cuando:

- a) El transporte rápido sea requisito importante.
- b) El terreno presenta superficies firmes y a nivel.
- c) El uso de la oruga sea perjudicial al terreno, o por no poderse ajustar a las disposiciones legales.
- d) Los materiales abrasivos provoquen desgaste excesivos en -- las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones del trabajo.

### Aditamentos o accesorios de las palas.

De la clasificación señalada anteriormente se desprende que -- las palas mecánicas se diseñan para recibir diversos aditamentos o accesorios, que constituyen sus herramientas de trabajo. Estos a su vez, se clasifican en tres grupos básicos:

Aguilón de pala.

**Aguilón de grúa.**

**Aguilón retroexcavador.**

El aguilón de grúa sirve, como ya se dijo, para diferentes -- usos, no así el de pala y el retroexcavador, cuyos usos se limitan a sus específicas funciones: Pala excavadora frontal y - retroexcavadora, respectivamente.

**Equipo de pala frontal.** Es el de mayor aplicación y consta de: pluma o aguilón de la pala, brazo de ataque, cucharón y mecanismo de apertura y de cierre del cucharón. Los movimientos que efectúa son:

- a) Elevación del cucharón dentro del material por excavar.
- b) Excavación; operación por la cual el cucharón se introduce avanzando en el material.
- c) Retirada una vez cargada la cuchara.
- d) Giro y descarga.

**Usos más comunes de la pala frontal.**

- a) Excavación de bancos o préstamos.
- b) Excavación de cortes, resultan convenientes en trabajo de afine.
- c) Descargando sobre pilas de desechos.
- d) Carga de unidades o vehículos de acarreo.
- e) Descarga en tolvas, cribas o bandas.
- f) Zanjas poco profundas, no siendo una operación recomendable.
- g) Excavación en plano horizontal, para rasante final o -- despeje de materiales. Esta no es una operación recomendable.

**Usos más comunes del aguilón de grúa.** Con el de almeja, se utiliza para:

a) Excavaciones verticales abajo del nivel del terreno.

- Pozos y excavaciones de cimientos para pilares y muros
- Zanjas profundas para alcatarillado, canalizaciones, tuberías (cuando la profundidad sobrepasa los límites de trabajo de la retroexcavadora; sobre todo, cuando la excavación es estrecha y lleva una entibación apuntada).
- Excavaciones sumergidas.

b) Traslado de materiales sueltos de las pilas de almacenaje a tolvas y a transportadores y su aplicación más común es para manejar materiales sueltos: arena, grava, roca triturada.

**Nota:** La selección del cucharón de almeja debe hacerse tomando en cuenta la penetración y capacidad de carga. La penetración depende del peso del cucharón y la capacidad de carga de la propia máquina.

Cucharón de draga en el aguilón de grúa. Además del aguilón, el dispositivo de trabajo se completa con el cucharón de arrastre, cable de izar y cable de arrastre con su gufa. Este conjunto o máquina ha sido proyectado para grandes radios de acción. Por su forma de operar, las fuerzas aplicadas al cucharón se reducen al tiro del cable tractor; por lo que su uso se concreta a excavaciones en materiales blandos o desintegrados ubicados abajo del nivel de asiento de la propia máquina; tales como:

- Dragado de ríos, para extraer grava o arena y formar con ellas pilas.
- Excavación y limpieza de canales y zanjas.
- Para despejar la capa vegetal.
- Alimentación de bandas transportadoras, de tolvas y ocasionalmente cribas.

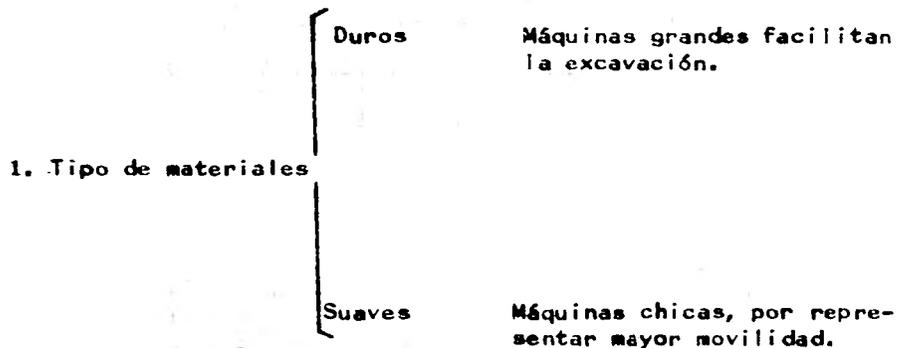
- Carga de depósito de arcilla o materiales sueltos.
- Ocasionalmente para cargar camiones, siempre que la capacidad de éstos sea de cinco a seis veces la capacidad -- del cucharón.

La retroexcavadora y su empleo. El aditamento o dispositivo retroexcavador consiste en un pórtico auxiliar, un agujón, brazos y refuerzos para el cucharón. Por su ataque -- análogo al de la pala, se le selecciona para excavaciones -- abajo de su nivel de asiento y en materiales más duros que en los que excava la draga; es decir, que esta máquina es -- propia para:

- Apertura de zanjas y relleno de ellas.
- El perfilado del terreno en plano horizontal.
- Limpieza de cunetas.
- Descarga de material sobre pilas y carga de unidades de -- acarreo.

#### Selección de máquinas.

La selección de una máquina excavadora, en cuanto a su capacidad, debe basarse en:



## 2. Profundidad del banco.

A profundidades grandes.

Máquinas grandes.

Cortes poco profundos.

Máquinas chicas, que tienen avances frecuentes para que el bote pueda llenarse.

## 3. Movilidad

Sobre orugas

Sobre neumáticos

## 4. Otras consideraciones.

Colocación de la máquina

Altura máxima de descarga.

Profundidades óptimas para el llenado del cucharón de la pala.

En la tabla siguiente, se dan los valores óptimos de las profundidades para que el llenado del cucharón de la pala se realice sin esfuerzo excesivo de empuje. La profundidad óptima de corte no está fijada por el alcance máximo de excavación.

Capacidad en yardas cúbicas	Materiales suaves arena y grava metros	Materiales comunes, tierra común, metros	Materiales compactos, arcilla húmeda, pegajosa, dura, pesada, metros
3/8	1.16	1.27	1.63
1/2	1.40	1.74	2.14
3/4	1.61	2.07	2.44
1	1.83	2.38	2.74
1 1/4	1.98	2.59	2.99
1 1/2	2.14	2.80	3.26
1 3/4	2.26	2.96	3.51
2	2.38	3.11	3.71
2 1/2	2.55	3.42	4.06

Efectos de la profundidad de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las palas.

En el cuadro siguiente, se han listado los valores que afectan los rendimientos de las palas, según la profundidad de corte - y el ángulo de rotación o viraje. Para profundidad óptima de banco y ángulo de rotación de 90° se consideró el rendimiento igual a UNO.

Profundidad del corte en porcentaje del corte óptimo	ANGULO DE VIRAJE						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.76	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140	1.12	1.04	0.92	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.67	0.62

Profundidad óptima de corte de las dragas de arrastre.

Véase el cuadro siguiente.

Clase de material	TAMANO DEL CICHARON EN YARDAS CUBICAS								
	3/2	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2
Lama y arenas húmedas livianas	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.26	2.35	2.44	2.59
Arena y grava	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.26	2.35	2.44	2.59
Tierra común	1.83	2.01	2.26	2.44	2.59	2.74	2.89	3.02	3.20
Arcilla dura compacta	2.22	2.44	2.65	2.84	3.05	3.27	3.45	3.60	3.75
Arcilla húmeda pegajosa	2.22	2.44	2.65	2.84	3.05	3.27	3.45	3.60	3.75
Longitudes horizontales de la pala en pies:									
De:	25	30	35	40	45	50	55	60	65
A:	35	40	50	55	60	70	80	90	100
Longitud máxima aproximada en metros:									
	10.5	12.0	15.0	16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.5

Efecto de la profundidad de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las dragas.

En el cuadro siguiente, se han listado los valores que afectan los rendimientos de la draga, según la profundidad de corte y el ángulo de rotación.

Profundidad del corte en porcentaje del corte óptimo	ANGULO DE VIRAJE							
	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
20	1.06	0.99	0.94	0.90	0.87	0.81	0.75	0.70
40	1.17	1.08	1.02	0.97	0.93	0.85	0.78	0.72
60	1.24	1.13	1.08	1.01	0.97	0.88	0.80	0.74
80	1.29	1.17	1.08	1.04	0.99	0.90	0.82	0.76
100	1.32	1.19	1.11	1.05	1.00	0.91	0.83	0.77
120	1.29	1.17	1.08	1.03	0.98	0.90	0.82	0.76
140	1.25	1.14	1.08	1.00	0.96	0.88	0.81	0.75
160	1.20	1.10	1.02	0.97	0.93	0.85	0.79	0.73
180	1.15	1.05	0.98	0.94	0.90	0.82	0.76	0.71
200	1.10	1.00	0.94	0.90	0.87	0.79	0.73	0.69

Estimación del rendimiento de palas mecánicas.

Para el cálculo de la producción o rendimiento de palas, dragas y retroexcavadoras puede emplearse la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad horaria o rendimiento} = \frac{Q + E + K}{C_m + F} \quad \text{donde:}$$

Q = Capacidad de cucharón en yardas o metros cúbicos.

F = Factor de abundamiento del material excavado.

E = Relación del volúmen realmente cargado al volúmen nominal del cucharón.

C<sub>m</sub> = Tiempo total del ciclo en segundos.

Para la correcta aplicación de la fórmula han de tenerse en --  
cuenta las siguientes recomendaciones:

- La capacidad del cucharón se debe expresar como la capacidad a ras.
- La capacidad del cucharón se expresa en yardas cúbicas sueltas o metros cúbicos sueltos.
- "E" toma en consideración el hecho de que una hora completa de trabajo de 60 minutos es casi imposible ya que se pierde tiempo cuando se mueve la máquina, cuando se cambia la posición del mango, cuando se lubrica, cuando el operador descansa, etc. En condiciones ideales y con operadores diestros, - puede usarse 0.80 para E; pero varía en cada condición de -- trabajo. El valor usual de "E" es de 0.60.

Determinación del valor de "K". En la tabla de eficiencias, - se dan los valores de "K" para palas y dragas, según las con  
diciones de trabajo y clase de materiales.

EXCAVACION	FACIL	MEDIANA
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	95% al 100%	85% al 90%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE	95% al 100% Materiales regados, sueltos, flojos, materiales que llenan completamente y con frecuencia proporcionan cargas colmadas. (La sobrecarga compensa el abudamiento del material).	85% al 90% Materiales duros que no requieren voladura, pero que se fragmentan en pedazos grandes que producen vacíos en el cucharón.
EXCAVACION	MEDIA DIFICIL	DIFICIL
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	70% al 80%	50% al 70%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE	65% al 75% Materiales que requieren voladura con bajo consumo de explosivos por M <sup>3</sup> , pero voluminosos y algo duros de penetración, lo que produce vacíos en el cucharón.  Caliza bien quebrada, roca arenosa y otras rocas bien voladas. Esquisto volado, arcilla pegajosa, mojada y pesada. Grava con piedras grandes. Gravas cementadas.	40% al 65% Roca volada, tierra endurecida y otros materiales difíciles de penetrar y producen grandes vacíos en el cucharón.  Esquisto duro volados  Caliza En grandes pedazos, mezclados con finos y tierra. Arenisca Conglomerado Roca de caliche  Arcilla dura que se raspa del banco.

Producción teórica tabulada.

En las tablas siguientes, se incluyen los valores de producción estimada en m<sup>3</sup>/hora, para palas mecánicas y dragas de arrastre.

## PALAS MECANICAS

CAPACIDAD DEL CUCHARON M <sup>3</sup> y yd <sup>3</sup>							
Tipo de Material	0.57 3/4	0.75 1	0.94 1 1/4	1.13 1 1/2	1.32 1 3/4	1.53 2	1.87 2 1/2
Marga húmeda o arcilla arenosa	126	157	181	218	245	271	310
Arena y grava	119	153	176	206	229	252	298
Tierra común	103	134	161	183	206	229	271
Arcilla dura y de alta cohesión	84	111	138	161	180	203	237
Roca bien dinamitada	73	96	118	138	157	176	210
Excav. común con rocas y raíces	61	80	99	119	138	153	187
Arcilla mojada y pegosa	54	73	92	111	126	141	176
Roca mal dinamitada	38	57	73	88	107	122	149

## DRAGAS DE ARRASTRE

CAPACIDAD DEL CUCHARON M <sup>3</sup> y yd <sup>3</sup>							
Tipo de Material	0.57 3/4	0.75 1	0.94 1 1/4	1.13 1 1/2	1.32 1 3/4	1.53 2	1.87 2 1/2
Arcilla liviana y húmeda o marga	99	122	149	168	187	203	233
Arena o grava	96	119	141	161	180	195	226
Tierra común	80	103	126	145	161	176	203
Arcilla dura, de alta cohesión	69	84	103	122	138	149	176
Arcilla mojada y pegajosa	42	57	73	84	99	111	134

Retroexcavadora.

**Definición y descripción.** Son máquinas propias para excavar - zanjales o trincheras, que retroceden durante el proceso de trabajo. En la figura, se representa un dibujo esquemático con sus di

mensiones de operación, las cuales varían de acuerdo con los modelos.

#### Dimensiones de Operación.

K = Alcance máximo a ras del suelo.

L = Profundidad máxima.

M = Profundidad de excavación.

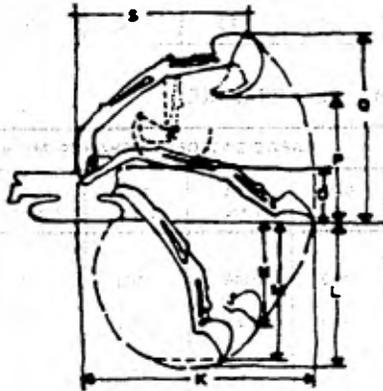
N = Profundidad máxima de pared vertical.

O = Espacio libre mínimo para cargar camiones.

P = Espacio libre máximo para cargar camiones.

Q = Altura máxima hasta diente del cucharón.

S = Alcance máximo a pleno ascenso del aguilón.



Los cucharones que emplea esta máquina pueden ser anchos o angostos; anchos para suelo fácil de atacar y angostos para terrenos duros o difíciles.

La capacidad de estos cucharones se mide a rás o bien colmada, y su carga útil depende de su tamaño y de ciertas características del suelo. En función de ambos - tamaño del cucharón y tipo de suelo - se determina el factor de acarreo (Fa). De ahí - que la carga útil "Cu" sea igual al producto de la capacidad -

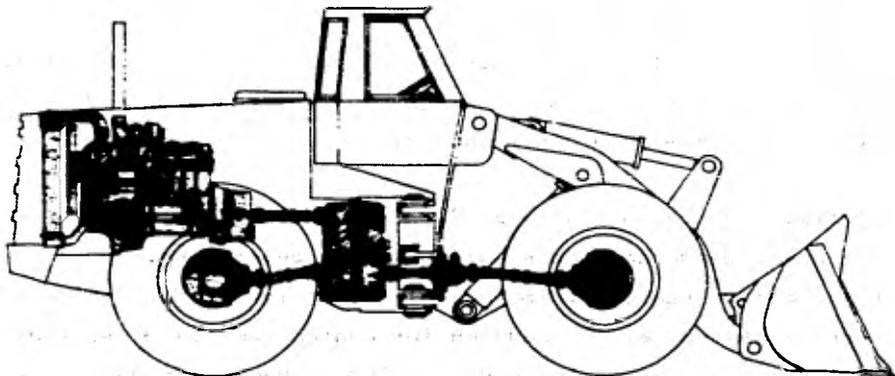
colmada "Cc" por el factor de acarreo "Fa", así:

En el cuadro siguiente se tabulan los valores de los factores de acarreo o porcentajes de la capacidad colmada del cucharón, en función de las características de los suelos.

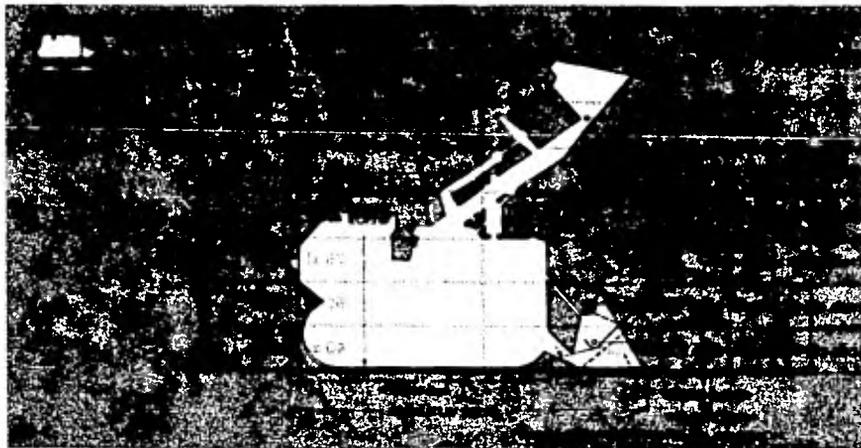
MATERIAL	Factor de Acarreo*
Marga mojada o arcilla arenosa	100 al 110%
Arena y grava	90 al 100%
Arcilla dura y tenaz	75 al 85%
Roca de voladura, bien fragmentada	60 al 75%
Roca de voladura, mal fragmentada	40 al 50%

#### Cargadores frontales.

**Definición y características.** Son tractores montados sobre orugas o neumáticos, los cuales llevan en su parte delantera un cucharón accionado por mandos hidráulicos. Sirven para manipular materiales sueltos, sobre todo para elevar - tomándolos -- del suelo - y descargar sobre camiones u otros medios de transporte.



## CARGADORES FRONTALES



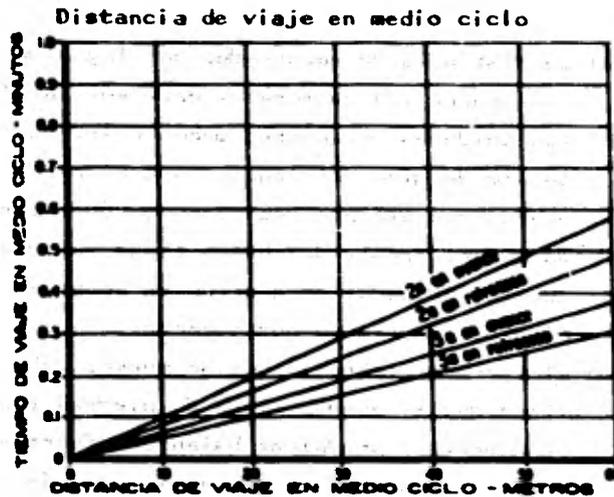
Para una misma máquina existen cucharones de construcción ligera y de construcción reforzada; los primeros, de mayor capacidad, se seleccionan para materiales ligeros; los segundos, que incluyen dientes para ataque, se seleccionan para materiales pesados.

Ciclo de carga. El ciclo de carga incluye los tiempos de carga, de maniobra, de viaje y de descarga. Sus valores medios recomendados se enlistan a continuación.

- El tiempo de carga. Varía de 0.03 minutos a 0.20, según el material: desde agregados sueltos hasta cementados.
- El tiempo de maniobra. Incluye el tiempo invertido en el recorrido básico, el empleado en los cuatro cambios de sentido de la marcha y el de los virajes. Con un buen operador, se estima en 0.22 minutos.

- El tiempo de viaje. Incluye los que se invierten en el acarreo y en el retorno.
- El tiempo de descarga. Se estima como normal de 0.40 a 0.07 minutos, y depende del tamaño y resistencia de la caja del volteo o de la tolva en que se descarga.

Como un ejemplo de tiempos estimados de viaje, se incluye una gráfica del modelo 955 L de Caterpillar.



Condiciones:

- Sin pendientes.
- Las velocidades son prácticamente las mismas con carga o sin ella.
- La posición del cucharón es constante en el recorrido.
- No se incluye el recorrido efectuado en el tiempo en maniobras.
- Se considera el tiempo de aceleración en el tiempo de maniobras.

Producción. Es la capacidad del cucharón por número de cargas/hora.

Para este equipo son también válidas las recomendaciones dadas para las palas, tanto en cuanto a su sistema de sustentación - como en su uso.

Para una mayor eficiencia en la carga de los camiones debe --- tomarse en cuenta que:

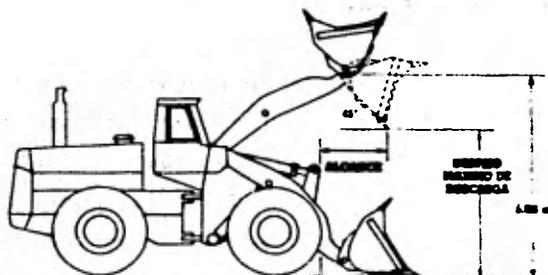
- a) La distancia de recorrido, del lugar de carga al de descarga - sobre los camiones - debe ser la mínima posible.
- b) Las unidades de acarreo deben colocarse en forma tal que el ángulo de giro del tractor sea el menor posible. Se reco--- mienda que siempre sea menor de 90°; para ello se recomien--- da que el frente del banco tenga suficiente amplitud, para--- que las unidades de acarreo se acomoden, y se eviten así -- pérdidas de tiempo por acomodo.
- c) El terreno, sobre el que se mueve, debe ser firme y lo más--- llano que se pueda, libre de piedras y bordos que resten -- eficiencia y produzcan balanceos fuertes en el equipo, so--- bre todo cuando éste lleva el cucharón cargado y en alto.

En el cuadro siguiente se tabula la producción estimada en  $m^3$ /hora: para los cargadores frontales montados sobre rue--- das, operando en material suelto.

Eficiencia del trabajo min/hr.	Factor de eficiencia %	Factor Volumétrico de conversión
60	100	Volúmen cucharón x 1.00
55	91	Volúmen cucharón x 0.95
50	83	Volúmen cucharón x 0.90
45	75	Volúmen cucharón x 0.85
40	69	Volúmen cucharón x 0.80
		Volúmen cucharón x 0.75

Producción estimada en m<sup>3</sup>/h

		Carga útil estimada de los cucharones en m <sup>3</sup> de material suelto			
Minutos por Ciclo	Ciclos hora	0.75° (1)	1.13° (1.5)	1.53° (2)	1.87° (2.5)
0.4	150	115	172	229	286
0.45	133	102	153	205	253
0.5	120	92	137	183	229
0.55	109	83	125	166	208
0.6	100	77	114	153	191
0.65	92	70	105	140	175



## EQUIPO DE COMPACTACION

## Definición.

Lo constituye el conjunto de máquinas que, en la construcción de terraplenes, sub-bases y bases, sirven para consolidar los suelos, de acuerdo al grado de compactación especificado.

Generalidades sobre compactación. Por medio de la compactación aumenta el peso volumétrico del material seco, los suelos retienen el mínimo de humedad, presentan menor permeabilidad y sus asentamientos son reducidos; es decir, que la resistencia al corte y mínima variación volumétrica por cambios de humedad.

El éxito de toda compactación depende de los métodos usados, del equipo seleccionado, del tamaño del área cargada, de la presión ejercida sobre ella y del espesor de la capa del suelo. Este espesor es importantísimo, pues cuando es mayor al que puede compactar el equipo, sobreviene el fracaso; este espesor depende del tipo de suelo y de la máquina de compactación que se utilice.

Es importante considerar también la granulometría del material, el contenido de humedad y el esfuerzo de compactación; ya que con una correcta granulometría, las partículas pequeñas llenan los espacios vacíos que dejan las partículas grandes y se aumenta, por compactación la densidad del material; con el justo contenido de humedad se reduce la fricción entre las partículas, se facilita el deslizamiento de ellas, se aumenta la densidad y se mejora la ligazón de las partículas de arcilla, que son las que proporcionan la característica pegajosa a los materiales cohesivos. Conviene precisar que para obtener máxima compactación, hay que dar al suelo el grado óptimo de humedad que le corresponde.

pues agua en exceso o defecto dificulta y a veces hace imposible la compactación. El esfuerzo de compactación o sea la energía que se transmite al suelo, según la máquina y el método empleado en el proceso de compactación, puede lograrse mediante:

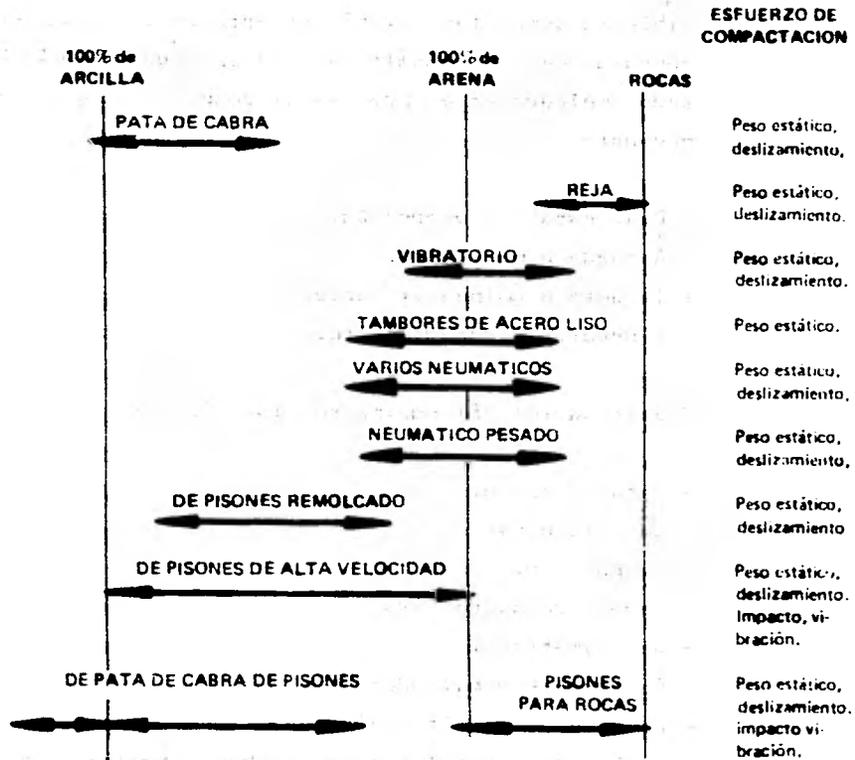
- Peso estático o presión.
- Amasado o manipuleo.
- Impacto o golpes violentos.
- Vibración o sacudimiento.

Clasificación. El equipo se clasifica en:

- Pata de cabra.
- Rejilla o malla.
- Vibratorio.
- Tambor de acero liso.
- De neumáticos.
- De pisones remolcados.
- De pisones de alta velocidad.
- Combinaciones tales como: tambor vibratorio de acero liso, neumáticos y tambor de acero liso.

Zonas de utilización de compactadores. En la tabla siguiente se representan las zonas de utilización de los compactadores con indicación del esfuerzo transmitido al suelo y el método seguido.

## Zonas de Utilización de Compactadores



## Breve descripción de los compactadores.

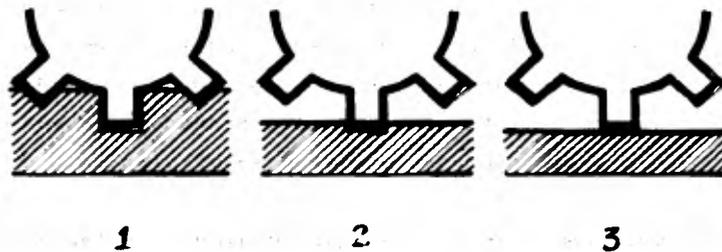
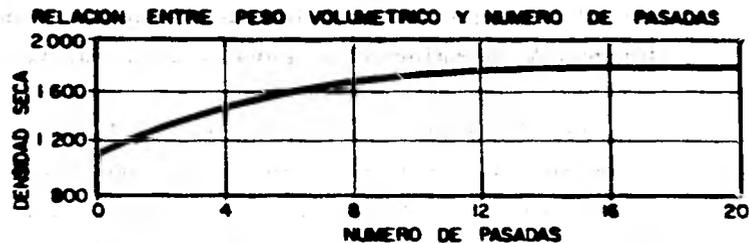
Rodillo de "Pata de Cabra". Está constituido por un cilindro o rodillo giratorio montado en el interior de un bastidor o chasis. En su superficie periférica, el cilindro está provisto de salientes radiales llamadas "patas de cabra", - destinadas a penetrar en el suelo que contengan suficientes cantidades de finos, como arcillas y limos.

Cuando la ocasión lo exige o lo permite, en vez de un solo rodillo puede utilizarse una unidad más compleja, compuesta de dos, de tres o de cuatro cilindros montados en un basti-

ador común, con sus correspondientes ejes de rodadura. Este dispositivo - unitario o compuesto - es arrastrado por un tractor de orugas.

La longitud y la forma de los salientes apisonadores, varían con el tipo de rodillo. La longitud fluctúa entre 18 y 23 cm., y su forma puede ser de tronco, de cono, tronco de pirámide o "pata de cabra". Se busca así que los salientes radiales o apisonadores, al salir del terreno no lo aflojen. Para un buen resultado, el espesor de las capas por compactar nunca deben exceder en 20% de la longitud de la pata; - aunque lo recomendable es que sea sensiblemente igual a la medida o longitud de la pata.

Para mayor garantía en la compactación, al usar los rodillos de "pata de cabra", se deben aplicar las siguientes reglas, indicadas al pie de la gráfica y dibujos.



1. El material es extendido en capas especificadas. En el primer paso la pata penetra totalmente.
2. Cada pase sucesivo sobre el material compacta la sub-base hasta que...
3. Las patas del rodillo quedan sin penetrar, indicando la solidificación. El pisonado posterior no aumenta la compactación.

Para mejores resultados, debe haber un traslape de 30 cms. entre pasada y pasada.

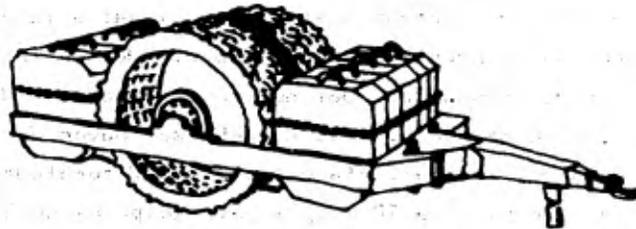
Rodillo de reja. Este rodillo funciona como un rodillo "pata de cabra" remolcado, excepto que las patas se sustituyen con una rejilla cuadrada.

Pueden lastrarse y producir presiones de más 300 libras/pulgada de la generatriz del rodillo. Su peso lastrado es del orden de 14 toneladas. Su uso en terracerías se limita al acomodo de capas constituidas por fragmentos de rocas, o al disgregado de materiales, para reducir sus tamaños.

Tambores de acero liso o aplanadoras. Son máquinas o aplanadoras de dos o tres cilindros lisos que se emplean en la compactación de sub-bases, bases, subrasantes y carpetas. Las de tres cilindros se usan para compactar sub-bases y bases, y las de tipo tándem, de dos o tres ruedas, para la compactación de subrasantes, bases y carpetas. Las de tres ruedas se fabrican en gran variedad de tamaños y de pesos. Dentro de esta gama existen aplanadoras cuyos cilindros pueden lastrarse para aumentar su eficiencia.

Los mismos principios que regulan la relación entre la presión de contacto y la compactación se emplean tanto para los rodillos de pata de cabra como para las aplanadoras.

Con las unidades de 10 a 12 toneladas se compactan capas -- hasta 25 cm. de espesor; especialmente en suelos granulados de grano fino. La compactación, a más de cubrir toda el área relativa, debe iniciarse a baja velocidad. En cada pasada - deben traslaparse las rodadas de los rodillos traseros, de modo que:



#### APLANADORA DE RUEDAS DE ACERO TIPO REJILLA

Primera pasada. - A rueda entera.

Segunda pasada. - A media rueda.

Tercera pasada. - A cuarto de rueda.

Estas aplanadoras dan buenos resultados en cualquier tipo - de suelos, excepto en arenas limpias y no plásticas; sobre- todo, son efectivas y seguras en gravas y suelos arcillo- - - sos. Cuando el material o suelo es arcilloso debe cuidarse- mucho el espesor de las capas para evitar que sólo se endu- rezca la costra superficial, tal como sucede a veces.

En bases y por el bombeo, las pasadas de las aplanadoras de- ben iniciarse en el extremo o zona de nivel más bajo hasta- llegar al punto más alto; así se evitan los desplazamientos del material. Esta operación debe repetirse en la misma for- ma, hasta alcanzarse la compactación final.

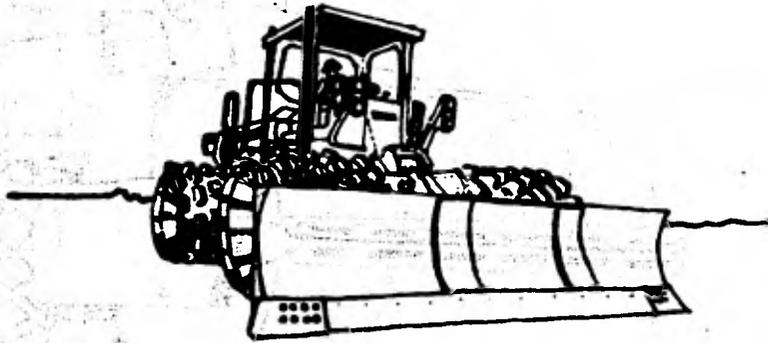
Compactadores de neumáticos. Estas máquinas apisonadoras o-

compactadoras, están integradas por trenes de 7 o más neumáticos montados en un chasis, cuya forma de artesa permite cargarse para aumentar su peso. También los hay de cuatro neumáticos gigantes. Todas estas máquinas pueden ser remolcadas o automotrices.

La eficacia de este compactador depende del área y de la presión de contacto esta última igual a la presión de inflado más la presión debida a la rigidez de las paredes laterales del neumático, del número de pasadas y del espesor de la capa de suelo. Esta no debe ser mayor de 20 cms., si el peso del equipo varía entre 10 y 20 toneladas, pero puede incrementarse a 50 cm., si el equipo es de 50 toneladas. Para una buena compactación juega también importante papel el tiempo de aplicación de la carga, así como la velocidad de desplazamiento pues ésta debe disminuir al aumento de la carga.

Compactadores de pisones. Similares a los rodillos "pata de cabra", en los cuales las "patas" son sustituidas por pisones. Este cilindro puede lastrarse y es remolcado por un tractor. Su uso está indicado en la compactación de terracería, donde las capas tengan un espesor máximo entre 25 y 30 cm.

Compactadores autopropulsados. Son máquinas de diversos tipos. El integrado por cuatro tambores a los que se les agregan "patas de cabra", o pisones.



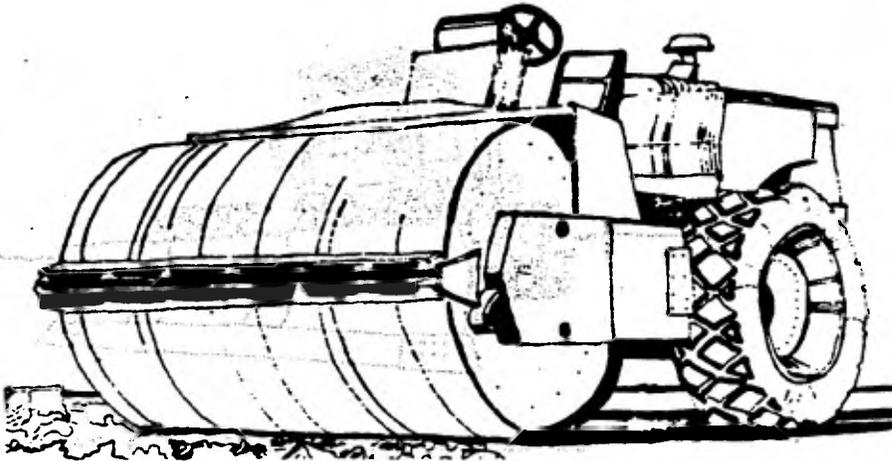
#### COMPACTADOR AUTOPROPULSADO DE 4 RUEDAS

El que se compone de dos ruedas neumáticas propulsoras y de un tambor delantero.

El tipo primero - los hay en modelos especiales cuando se usan sobre fragmentos de rocas-, viene equipado con hojas - esparcidoras de rellenos y puede servir como empujador de - motoescrepas. Su peso de operación varía de 17 a 30 ton., y alcanza velocidades hasta de 30 km/hr, ya hacia adelante o - en reversa. Los anchos de los tambores varían de acuerdo al modelo: 95 cm. para el Caterpillar 815 y 113 cm. para el modelo 825 B.

El tipo segundo puede traer liso el tambor delantero, o --- bien con adición de "patas de cabra" para ser empleados en trabajos de terracerías. También se les agrega vibración, - cuya frecuencia puede ser variable en algunos modelos.

### COMPACTADOR VIBRATORIO DE RODILLO LISO



Mediante esta vibración se agrega a la acción estática - otra acción dinámica que reacomoda las partículas del -- suelo.

#### Recomendaciones.

Para cualquier tipo de máquina compactadora se recomienda:

- Que las capas por compactar estén sensiblemente horizontales.
- Que estas capas deben homogeneizarse, tanto por la composición del suelo como por su humedad.
- Que se hagan pruebas preliminares para establecer, de --- acuerdo al equipo disponible, el espesor de la capa por - compactar y el número de pasadas del compactador.

#### Rendimientos de los compactadores.

El rendimiento de cualquier compactador se expresa en me--- tros cúbicos/hora, así:

$$\text{Rendimiento} = \frac{V_c \text{ (m}^3\text{)}}{h \text{ (hora)}} = \text{m}^3/\text{h}$$

Donde:

$$V_c = L \times A \times C$$

L - Longitud tramo compacto

A - Ancho tramo compacto

C - Espesor capa compacta

Ancho (A) y un espesor uniforme de la capa (C) , resulta:

$$V = L \times A \times C$$

El rendimiento de cualquier máquina compactadora quedará influenciado por el ancho del rodillo compactador, por el número de pasadas - variable según la composición y humedad del suelo -, y por la velocidad media que se aplique. De aquí que la fórmula general será:

$$\text{Rend.} = \text{m}^3/\text{hr} = \frac{A \times C \times V \times 1000}{P}$$

En donde:

A = Ancho del rodillo en metros.

C = Espesor de la capa en metros.

V = Velocidad en Km/hr.

P = Número de pasadas en una hora.

## MOTOCONFORMADORAS

## Definición

Son máquinas de aplicaciones múltiples, destinadas a mover, nivelar y afinar suelos; utilizadas en la construcción y en la conservación de caminos.

## Dispositivo principal.

La importancia de estas máquinas se debe tanto a su potencia - como al dispositivo para mover la cuchilla o principal elemento. Esta hoja o cuchilla de perfil curvo, cuya longitud determina el modelo y potencia de la máquina, está localizado abajo del chasis. El dispositivo especial de movimiento permite a la cuchilla girar y moverse en todos los sentidos. Es decir:

- a) Puede regular su altura con relación al plano del suelo.
- b) En el plano horizontal puede quedar fija, formando un ángulo cualquiera con el eje horizontal de la máquina.
- c) Puede también inclinarse con relación al plano horizontal, - llegando, incluso, a quedar en posición vertical, fuera del chasis.

## Dispositivos auxiliares.

Esta máquina es específica para:

- a) Desyerbar y remover vegetación ligera.
- b) Limpiar bancos.
- c) Construir canales y formar terraplenes.
- d) Extender materiales.
- e) Mezclar y revolver materiales con objeto de uniformarlos.
- f) Terminar y afinar taludes.
- g) Mantener y conservar caminos.

Sin embargo, se le adaptan otros dispositivos auxiliares para trabajos diversos; por ejemplo:

- a) Escarificadores para arar o remover el terreno, como trabajo preliminar a la acción de la cuchilla.
- b) Hoja frontal de empuje para ejercer la acción de "Bulldozer" o empujador.
- c) Cargadores de materiales que le permiten, en forma simultánea, excavar y descargar sobre las unidades de acarreo.



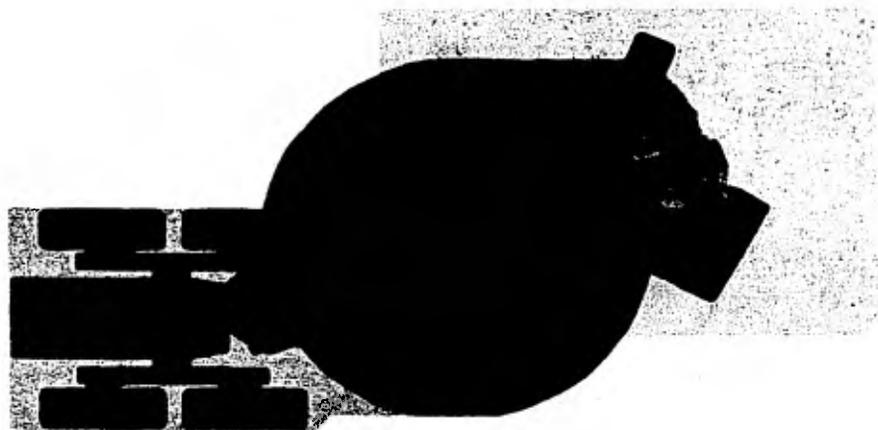
Como aprovecharla.

Como toda máquina, para su máximo rendimiento es necesario -- aprovechar correctamente su potencia, por ejemplo:

- a) El ajuste de la cuchilla a las condiciones de trabajo, es indispensable para que los trabajos de cortar, de rastrear y de mezclar se realicen en óptimas condiciones.
- b) Dado el diseño cóncavo de la cuchilla, su posición frontal -- más efectiva para cortar o revolver es cuando los filos o -- aristas de ella quedan en un mismo plano vertical.

Este ajuste vertical se usa para emparejar superficies y -- dar formas definitivas.

- c) Para trabajos de conservación de caminos, la parte superior se inclina hacia adelante, hasta lograr una inclinación --- frontal conveniente para el rastreo o raspamiento.
- d) Con relación al eje longitudinal de la máquina, la posición de la cuchilla debe formar un ángulo tal que permita al material correr libremente hacia el extremo de la cuchilla. - Para el rastreo, el ángulo aconsejable debe estar entre  $60^{\circ}$  y  $70^{\circ}$ .



- e) Cuidar la inclinación de las ruedas delanteras. La posición de éstas es básica, ya que en casi todas sus aplicaciones - las motoconformadoras soportan una fuerza lateral que tiende a desviar su parte delantera hacia un lado. Para contrarrestar esta fuerza, las ruedas delanteras deben inclinarse hacia la dirección en que se desliza o corre la tierra sobre la hoja.

## ANGULO DE LA CUCHILLA CON RESPECTO AL EJE LONGITUDINAL

- f) Además de la posición de la cuchilla debe cuidarse que su - regreso lo realice en un tramo no menor de 300 m., pues en - distancias menores conviene utilizar la reversa.



## Velocidades de trabajo.

En la tabla siguiente se especifican las velocidades en la -- transmisión, recomendables para varios trabajos.

Tipo de trabajo	Velocidades en la transmisión recomendables
Conservación de caminos	3a. a 5a.
Extendido de materiales	2a. a 4a.
Mezcla de materiales	4a. a 6a.
Afinamiento de Taldres	1a.
Desyerbes	1a. a 2a.
Acabados finales	2a. a 4a.

Para el cálculo del rendimiento de una motoconformadora puede aplicarse la fórmula siguiente:

$$T = \frac{N_1 * L}{V_1 * E} + \frac{N_2 * L}{V_2 * E} + \frac{N_3 * L}{V_3 * E}$$

En donde:

T = Tiempo en horas utilizado

N = Número de pasadas.

L = Longitud recorrida en km. en cada pasada.

E = Factor de eficiencia.

$V_1, V_2, V_3,$  = Velocidad en km/h. en cada pasada.

#### Recomendaciones:

L, debe determinarse de acuerdo a la naturaleza del trabajo,

N, debe ser estimado de acuerdo con la clase de trabajo,

E, varía con las diferentes condiciones trabajo.

#### Como en todas las máquinas:

La velocidad de la transmisión de la motoconformadora queda de finida por la pendiente del terreno; y la eficiencia, por la rugosidad del terreno, por su compactación, por su peso volumétrico y por el tamaño del material por trabajarse.

En tramos de poca longitud, en que las motoconformadoras deben voltear frecuentemente, al calcular los ciclos deben tomarse en cuenta los tiempos empleados en cambiar el sentido, así como los tiempos de espera cuando al realizar las vueltas una máquina tenga que esperar la salida de otras.

## EQUIPO DE ACARREO

## Definición y clasificación.

Independientemente de las motoescrepas, se define como equipo de acarreo a la máquina o combinación de máquinas que, contando con un sistema adecuado de carga y con un dispositivo de -- descarga, se utilizan para transportar materiales de un lugar a otro. Dentro de estos materiales y para nuestro objetivo debemos considerar sólo dos tipos: los sólidos, como tierras, -- arenas, rocas, etc., y líquidos, como agua y asfaltos.

Por sus sistema de rodamiento el transporte puede realizarse - sobre orugas, sobre neumáticos y sobre rieles. También existen otros medios de transportación: los de banda, los de tubo, los acuáticos y los de canastilla sobre cables aéreos.

En cuanto a su descarga, las unidades de acarreo pueden ser:

- Con descarga por el fondo.
- Con descarga trasera.
- Con descarga lateral.
- Con descarga frontal.

En cuanto a su desplazamiento, pueden ser:

- De autpropulsión.
- De remolque.

Rendimiento del equipo de transporte.

En las tablas siguientes, se tabulan las características o variables que deben tenerse presente para el rendimiento de los equipos de acarreo.

TIPO DEL EQUIPO	CONDICIONES FISICAS DEL TRABAJO	MATERIALES POR TRANSPORTARSE	LIMITACIONES EN LA MAQUINA	METODO DE OPERACION
Motoscrapas, camiones, tractores, etc.	<p>Longitud de recorrido.</p> <p>Tipo de superficie: leñoso, duro, suave, arenoso, resaca, escabroso.</p> <p>Pendientes de recorrido.</p> <p>Condiciones climáticas.</p> <p>Proximidad y abastecimiento de combustibles y refacciones.</p>	<p>Tipo del material: arena, grava, roca, arcilla.</p> <p>Tamaño del material.</p> <p>Peso volumétrico.</p> <p>Abundamiento del material.</p> <p>Pegajoso o fácil en la descarga.</p>	<p>Capacidad de carga.</p> <p>Velocidad.</p> <p>Maniobrabilidad en diferentes caminos y condiciones del tiempo.</p> <p>Potencia del motor.</p> <p>Tipo de transmisión.</p> <p>Tipo del mecanismo de descarga.</p> <p>Impacto de la carga.</p>	<p>Número de unidades.</p> <p>Sistema de carga.</p> <p>Capacidad de equipo de carga.</p> <p>Velocidad de carga.</p> <p>Sistema de descarga.</p> <p>Desperdicio, terraplén.</p> <p>Descarga en montañas o en casca.</p> <p>Localización de accesorios repares y caminos.</p>

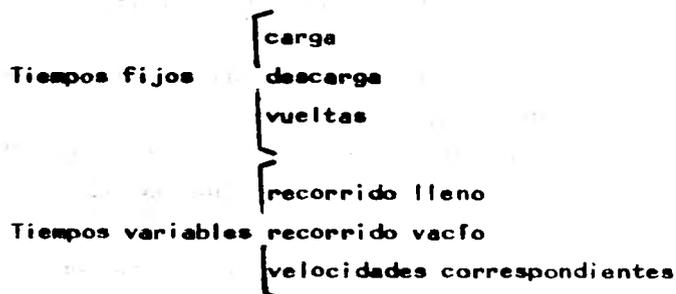
En cuanto al uso del equipo de acarreo, deben tenerse presente las recomendaciones que se tabulan en el cuadro siguiente:

TIPO	VENTAJAS	TIEMPO	LIMITACIONES	CAMINO
Camiones	<p>Su fácil movilidad.</p> <p>Su adaptación a varios tipos de caminos.</p> <p>Altas velocidades.</p> <p>Facilidad en las reversas.</p>	<p>Dificultad al rodamiento con lluvia y lodo.</p>	<p>Facilidad de manejo en todos los tipos, dependiendo del diseño de la caja.</p>	<p>Requiere superficies con mantenimiento.</p> <p>Pendientes adecuadas.</p>
Tractores sobre neumáticos y remolques.	<p>Movilidad eficiente.</p> <p>Velocidad media de recorrido.</p> <p>Descargas lateral, trasera, o por el fondo.</p> <p>Operación en tándem para recorridos largos.</p> <p>Radio de vuelta reducido.</p>	<p>Dificultad al rodamiento con lluvia y lodo.</p>	<p>Facilidad de manejo en todos los tipos, dependiendo del diseño de la caja.</p>	<p>Requiere superficies con mantenimiento para mejorar eficiencia.</p> <p>Pendientes adecuadas.</p>

#### Selección del equipo.

Esto puede establecerse reuniendo los requisitos de las diferentes variables; pero la idea primordial al escoger los diferentes equipos de acarreo es que éstos estén relacionados, tanto en la eficiencia combinada como en los costos, con el equipo -

de ataque y carga disponible. El ciclo de los equipos de acarreo está integrado con:



El transporte en la construcción.

Este renglón importantísimo en la construcción, es difícil de operar dentro de bases verdaderamente eficientes. Se debe esto a que en ocasiones se peca por exceso y en otras por deficiencia en el número de unidades de acarreo seleccionadas; en ambos casos se originan pérdidas, que el constructor debe reducir al mínimo.

En los trabajos de caminos, el continuo cambio de distancias de acarreo obliga a la correspondiente variación en el número de unidades; causa primaria provocadora del desequilibrio entre las unidades de acarreo y el equipo de carga. Aquí, el constructor alivia su inversión y encuentra un coadyuvante a la solución parcial del problema mediante la renta de camiones; forma común generalizada en los trabajos de acarreo de materiales.

Otros varios factores son los que afectan al problema de la selección del número de camiones; entre ellos mencionamos:

- a) El tamaño económico del camión, que puede variar según las características y condiciones de trabajo.

- b) La pendiente del camino.
- c) La condición del camino.
- d) El gasto de mantenimiento de la superficie de rodamiento.

El meollo del problema es mantener constantemente equilibrado el número de unidades de acarreo con el del equipo de carga. - Este es un problema difícil que se motiva por el número reducido de vehículos de transporte o por operaciones impropias de ellos. Se infiere, por tanto, que un equipo de carga podrá rendir el máximo de producción si se cuenta con un número suficiente de unidades de acarreo.

Determinación del número de unidades de acarreo.

Para el balanceo o equilibrio entre las unidades de acarreo y los equipos de carga, ha de tenerse presente:

- a) El número de unidades de acarreo varía en forma casi directa, con las distancias de acarreo. Como éstas sufren grandes variaciones, resulta muy difícil alcanzar un equilibrio perfecto.
- b) Para llegar al punto económico del equilibrio, es necesario contar con la facilidad de poder conseguir o retirar los vehículos de acarreo, según las necesidades de trabajo.
- c) Como regla práctica puede aceptarse que: "El número de unidades o camiones de transporte debe ser aquél que motive en ellos, de cuando en cuando, pérdidas de tiempo igual a las que, por espera, pueda perder el cargador?"

## COMPRESORES

## Definición y descripción.

Son máquinas de gran empleo en obras diversas de construcción que comprimen y almacenan aire para alimentar herramientas neumáticas; tales como: perforadoras, rompedoras, apisonadoras, - etc.. Sus partes esenciales son: el motor, el compresor y el tanque o receptor del aire, que sirve para regularizar la descarga.

Además de estas partes esenciales pueden considerarse como elementos necesarios: el regulador o gobernador, que incrementa, - disminuye o para la fase de compresión; la válvula de seguridad, que evita presiones peligrosas en el tanque; y los manómetros para el control de las presiones en las herramientas de trabajo. Asimismo, en el tanque se ubica la válvula de salida a la que se conecta la tubería de conducción que alimenta las herramientas.

## Perdidas de presión.

Se deben a la fricción, a la longitud de tubería, a los cambios de dirección y estrechamientos; por ello, para que las pérdidas sean mínimas y el rendimiento, máximo, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Nivelar el compresor lo mejor posible.
- b) Seleccionar adecuadamente el diámetro de la tubería de distribución ya que a mayor diámetro menos fricción.
- c) Colocar el compresor lo más cerca posible de las herramientas, a fin de acortar la longitud de las tuberías.
- d) El tendido de la tubería debe ser lo más recto posible, evitando quiebres muy agudos.

- e) No sobrecargarlos nunca con demasiadas herramientas. El compresor estará sobrecargado, cuando el total del aire necesario para todas las herramientas acopladas exceda de su capacidad normal; pues los compresores sobrecargados se calientan y no rinden lo que deben.
- f) Extraer del compresor el agua condensada y conservar todas las válvulas perfectamente ajustadas.

#### Capacidad del compresor.

Los compresores utilizan aire comprimido a 100 libras por pulgada cuadrada ( $7 \text{ kg/cm}^2$ ), y se clasifican por el volumen de -- aire que, a la presión señalada, producen en un minuto en piés cúbicos/min o  $\text{m}^3/\text{min}$ . Su capacidad deberá estar acorde con el número de herramientas que ha de alimentar.

#### Herramientas.

**Perforadoras.** Se utilizan en las excavaciones en roca y en los trabajos de canteras para hacer los barrenos destinados a las cargas explosivas.

#### Clasificación y uso de las perforadoras.

Se clasifican por su peso, en; pesadas, medianas y ligeras. Las pesadas se seleccionan para rocas semiduras y terrenos cementados duros; y las medianas, para bancos de conglomerados, brechas suaves y en terrenos tepetatosos.

Dada la función que desempeñan en cuanto a su peso; la cantidad de aire a presión en piés cúbicos/min. requerida, será mayor en las de mayor peso y menor en las ligeras. Este tipo de herramienta se emplea básicamente en la barrenación vertical; por su forma de operar, se recomienda para barrenaciones de profundidad no mayor de 3.00 m.

Para su máxima eficiencia se recomienda:

- a) Conservar la barrena bien afilada. No tratar de afilar - la barrena en la obra, sino remitirla para tal fin al taller.
- b) No utilizar nunca puntas desgastadas.
- c) Conservar las uniones y los empalmes de las tuberías --- bien ajustadas.
- d) Procurar siempre la verticalidad en la perforación, pues así se aprovecha el peso del martillo y el de la barrena.
- e) Cuando el aire que pasa a través de la barrena no basta para conservar limpio el orificio, utilizar una tubería con aire para soplar ésta antes de que se obture.

Rompedoras. Se seleccionan, específicamente para romper pavimentos de asfalto y de concreto, bloques de concreto, piedras estratificadas; así como rocas suaves y medianas, evitándose el uso de explosivos, etc. Su máximo rendimiento se obtiene si se observan las siguientes recomendaciones.

- a) Utilizar siempre puntas de tamaño adecuado y conservarlas bien afiladas.
- b) Emplear simultáneamente varias herramientas rompedoras; - así se mejora la acción.
- c) Actuar sobre trozos pequeños.
- d) Conservar todas las uniones bien ajustadas y comprobar - frecuentemente la tubería del aire hasta el empalme del martillo, a fin de asegurarse de que no existe ninguna - fuga.
- e) Asegurarse de que los operarios sólo guíen las herramientas; pues no deben accionarla hacia abajo ni apoyarse en ellas.

Apisonadoras. Como su nombre lo indica, se usan para apisonar y compactar terrenos no accesibles para otro tipo de -- equipo o maquinaria; es decir, en zanjas, en perímetros de obras de fábrica, etc.; y para asentar materiales de bacheo en las reparaciones de pavimento. Su máximo rendimiento se obtiene, observando las recomendaciones siguientes:

- a) Conservar todas las uniones y empalmes de la tubería --- bien apretados.
- b) Cuando se apisona tierra floja, recubrir con una arpi-- llera (tela tejida gruesa) la cabeza del pisón.
- c) Cuando se apisona grava, utilizar la cabeza del pisón -- sin recubrimiento alguno.
- d) Desplazar el pisón por el relleno, no conservarlo nunca apisonando sobre el mismo sitio.
- e) Cuando se apisona alrededor de una obra de fábrica, api-- sonar por capas, sin permitir nunca que el pisón choque-- contra el muro de la obra.
- f) El espesor de la capa por apisonar debe ser función del-- material mismo.

Wagon-drills y Track-drills. Son dispositivos móviles, en -- los cuales se montan las perforadoras. Además de su movimien-- to de avance, cuentan con mecanismos, orientadores de las -- perforaciones en la dirección deseada, vertical, horizontal o inclinada, lo que garantiza siempre el alineamiento. Con-- los Wagondrills pueden realizarse perforaciones hasta de -- 7.00 m. de profundidad, y con los track-drills, pueden per-- forarse hasta 12.00 m.

Estos equipos requieren más consumo de aire por minuto que-- las perforadoras que se guían o soportan manualmente. Por -- ejemplo: un compresor de 600 piés cúbicos/min., podrá ali-- mentar a las siguientes herramientas.

perforadoras

{	medianas: de 8 a 12 unidades
	pesadas: de 4 a 6 unidades

Wagon-drills

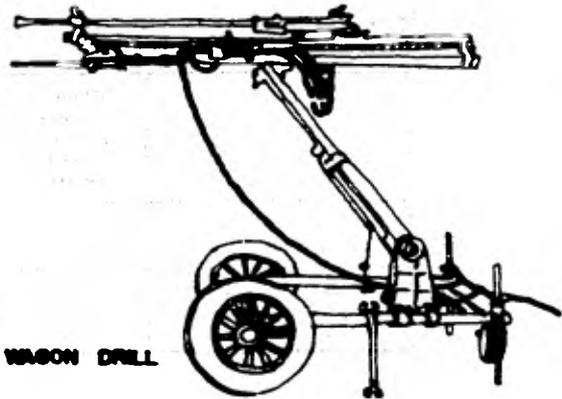
pesados: 2

Track-drills

1



TRACK DRILL



WAGON DRILL

#### Acero de perforación.

Son barras de acero al bajo carbón, huecas para permitir el paso del aire, de sección, generalmente exagonal. Se componen en tres partes esenciales: zanco, barra y rosca.

Para la rotura de la rosca, el acero de perforación requiere de brocas. Estas son insertos de tungsteno que se fijan a la barra o se enroscan a ella.

Cabe señalar que a mayor diámetro de la broca o del inserto, mayor superficie por barrenar y, por consiguiente, más tarda la perforación.

Los promedios de barrenación varían según:

- Características del material.
- Tipo de equipo.
- Manejo y aprovechamiento de equipo.

En las tablas se incluye información relativa, según el material; y según las presiones y para dos tipos de materiales.

	Areniscas, Choy suave pizarras, granito desintegrado	Granito Basalto	Calizas duras y estratificadas con dureza uniforme	Caliza Estratificadas con fracturas y arcilla
Metros efectivos barrenados por hora.	4.25	1.55	4.75	3.50
Metros por barrenar sin pérdidas de tiempo o cambio.	11.00	8.85	7.35	6.45

Presión de Trabajo en la Perforadora en libras/pulgada <sup>2</sup>		Avance de la Barrenación sin Considerar tiempos perdidos m/hr
para caliza dura con estratos horizontales		
56		3.35
60 a 70		4.25
70 a 80		6.95
Más de 80		8.85
Para granito duro		
45		0.45
50		1.50
60 a 70		4.25
75 a 87		6.65

## BOMBAS

## Definición y Clasificación.

Son máquinas para elevar el agua u otro líquido y darle impulso en dirección determinada. En la construcción de terracerías se utilizan las de tipo centrífugo para el llenado de las pipas o tanques de agua. Estas bombas se clasifican por el diámetro del tubo de succión y descarga.

## Rendimiento.

Este es función de la ubicación de la bomba con relación al espejo del agua, de la altura total de bombeo y de la potencia del motor.

En las tablas siguientes se listan los gastos en litros por minuto, en función de las alturas y la potencia del motor.

BOMBA DE 3" CON MOTOR DE 12.6 H.P. A 3,600 r.p.m.  
LITROS POR MINUTO

Altura total de bombeo en Mts.	ALTURA DE LA BOMBA SOBRE EL NIVEL DEL AGUA EN METROS			
	3.1	4.5	6.0	7.6
11.3	1400	1260		
15.5	1350	1190	977	850
19.7	1250	1060	910	815
23.5	1000	890	840	735
27.5	820	755	690	690
31.3	620	620	620	620

Nota.- En general para su mayor rendimiento debe procurarse -- que la altura de succión o sea la distancia vertical entre el espejo del agua y la bomba sea la mínima posible.

**BOMBA DE 3" CON MOTOR DE 18.2 H.P. A 3,600 r.p.m.  
LITROS POR MINUTO**

Altura total de bombeo en Mts.	ALTURA DE LA BOMBA SOBRE EL NIVEL DEL AGUA EN METROS			
	3.1	4.6	6.0	7.6
6.1	1498			
12.2	1415	1280		
18.3	1308	1240	1050	830
24.4	1240	1200	980	780
31.3	705	705	705	705

**BOMBA DE 4" CON MOTOR DE 18.2 H.P. A 3,600 r.p.m.  
LITROS POR MINUTO**

Altura total de bombeo en Mts.	ALTURA DE LA BOMBA SOBRE EL NIVEL DEL AGUA EN METROS			
	3.1	4.6	6.0	7.6
7.6	2180			
9.2	2160	1885	1550	1145
12.2	2090	1850	1498	1125
15.3	1985	1750	1465	1098
18.3	1830	1615	1395	1060
21.4	1640	1465	1305	985
24.4	1360	1220	1098	843
27.4	930	833	768	635
30.6	475	408	370	275

**BOMBA DE 4" CON MOTOR DE 36 H.P. A 2,200 r.p.m.  
LITROS POR MINUTO**

Altura total de bombeo en Mts.	ALTURA DE LA BOMBA SOBRE EL NIVEL DEL AGUA EN METROS			
	3.1	4.6	6.0	7.6
7.6	2510			
9.2	2490	2170	1795	1340
12.2	2440	2140	1750	1320
15.3	2340	2080	1720	1308
18.3	2210	1925	1640	1265
21.4	2020	1795	1550	1190
24.4	1750	1550	1380	1060
27.4	1420	1290	1136	835
30.5	950	816	740	550
33.5	248	226	189	151

De estas tablas es posible deducir el tiempo de llenado del camión pipa en su ciclo para después calcular el número de las mismas requerido en el suministro de agua que ha de incorporarse al terraplén o a la base, para su correcta compactación.

**C A P I T U L O   I I I**

**ESTRUCTURACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA DE LA  
CONSTRUCCION.**

## ESTRUCTURACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA DE LA CONSTRUCCION.

El propósito fundamental de este capítulo es proporcionar una guía para la estructuración del Mantenimiento Preventivo (MP) de maquinaria - para la construcción.

En el cual se establecerá el ciclo que corresponde a cada tipo de servicio y la frecuencia respectiva.

En primer lugar para determinar la frecuencia en que deben realizarse los servicios de MP es necesario considerar una serie de factores que afectan el rendimiento de la maquinaria, tales como:

- El grado de eficiencia del operador
- Las condiciones del terreno
- La altitud, etc.

Estos, influyen de manera decisiva alargando o acortando la frecuencia de los servicios; pero si nos apoyamos en las recomendaciones de los fabricantes y usuarios, podremos establecer estimaciones precisas.

Las frecuencias estimadas para cada ciclo son las siguientes:

CICLO	FRECUENCIA
TIPO A	Cada 125 horas de operación
TIPO B	Cada 250 horas de operación
TIPO C	Cada 500 horas de operación

En cuanto al tipo de servicio ( A, B y C ), se determinaron las operaciones que básicamente deben realizarse para cumplir con los principios del MP, que son: Servicio e inspección general de la unidad y cambio - de partes degradables, es decir, piezas o partes que se desechan periódicamente, como son: filtros de aire (seco y húmedo), filtros de gasolina, anticorrosivos, etc.

Cada operación de MP, aparece acompañada de una clave de referencia, -

la cual permitirá consultar el procedimiento específico a efectuar. --  
(Ver: "Descripción de Operaciones de Mantenimiento Preventivo").

Los estudios realizados comprenden las siguientes máquinas:

- 1.- Tractor de Orugas.
- 2.- Tractor Agrícola.
- 3.- Cargador de Neumáticos.
- 4.- Motoconformadora.
- 5.- Aplanadora.

Estas por su utilización, son las más comunes para el movimiento de --  
tierras; además se incluye el tractor agrícola por la enorme importan-  
cia que representa esta máquina para el sector agrícola nacional.

149  
**CUADRO SINOPTICO DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO  
 PREVENTIVO TIPO "A"**

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
1	A1	Revisar funcionamiento del motor.	X	X	X	X	X
2	A2	Revisar nivel de aceite en planetarios.		X			
3	A3	Revisar fugas de combustible.	X	X	X	X	X
4	A4	Revisar estado y funcionamiento de instrumentos de medición.	X	X	X	X	X
5	A5	Revisar fugas en el sistema de enfriamiento.	X	X	X	X	X
6	A6	Revisar funcionamiento de collarfn- (Máquinas con cambios manuales).	X	X	X	X	X
7	A7	Revisar fugas en sistema hidráulico	X	X	X	X	X
8	A8	Revisar funcionamiento de cilindros hidráulicos.	X	X	X		
9	A9	Revisar sistema del paro del motor.	X	X	X	X	X
10	A10	Revisar nivel de aceite del convertidor(máquinas con servotransmisión)	X	X	X	X	
11	A11	Revisar ajuste del pedal del embrague (cambios manuales).	X	X	X	X	X
12	A12	Revisar nivel de aceite de la transmisión ( cambios manuales).	X	X	X	X	
13	A13	Revisar ajuste de freno de tren de engranes (D-1700).			X		
14	A14	Revisar ajuste del pedal de freno.		X	X		X
15	A15	Revisar nivel de aceite del motor.	X	X	X	X	X
16	A16	Revisar ajuste de freno de estacionamiento.		X	X	X	
17	A17	Revisar nivel de aceite hidráulico.	X	X	X	X	

No. OP	No. REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
18	A18	Revisar presión del tapón del radiador.	X	X	X	X	X
19	A19	Revisar nivel de aceite en bomba de inyección (Komatsu D50 A 15).	X				
20	A20	Revisar nivel de aceite en gobernador (Komatsu D50 A 15).	X				
21	A21	Revisar nivel de aceite en roles superiores e inferiores.	X				
22	A22	Revisar nivel de aceite en diferenciales delantero y trasero.		X			
23	A23	Revisar nivel de aceite reductor.			X		
24	A24	Revisar nivel de aceite en caja de dirección.				X	
25	A25	Revisar nivel de aceite Hidráulico y de Transmisión.					X
26	A26	Revisar nivel de aceite en mandos finales Planetarios.					X
27	A27	Revisar tensión de Cadena Motriz.				X	
28	A28	Revisar nivel de Electrolito.	X	X	X	X	X
29	A29	Limpiar Bornes y Terminales de batería.	X	X	X	X	X
30	A30	Revisar nivel de aceite en mandos finales.	X				
31	A31	Revisar nivel de aceite en Tandems.			X		
32	A32	Revisar nivel de aceite en cadena primaria.				X	
33	A33	Revisar nivel de aceite en la polea de la banda (John Deere).					X
34	A34	Cambiar filtros de combustible.	X	X	X	X	X

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
35	A35	Lavar Cedazo de Tanque de combusti--	X	X	X	X	X
36	A36	Revisar nivel de aceite en caja del- cfrculo de giro.			X		
37	A37	Revisar estado de Conexiones y Man-- gueras de combustible.	X	X	X	X	X
38	A38	Revisar estado de conexiones y man-- gueras del Sistema de Enfriamiento.	X	X	X	X	X
39	A39	Revisar estado de conexiones del sis-- tema Hidráulico.	X	X	X	X	X
40	A40	Revisar conductos de admisión de aire	X	X	X	X	X
41	A41	Limpia Panal del radiador.	X	X	X	X	X
42	A42	Limpia Filtro de aire (tipo seco).	X	X	X	X	X
43	A43	Cambiar aceite de filtro de aire (ti- po húmedo).	X	X	X	X	X
44	A44	Revisar estado y tensión de bandas - del motor.	X	X	X	X	X
45	A45	Lubricar puntos con graseras.	X	X	X	X	X
46	A46	Revisar nivel de líquido de frenos.		X	X		
47	A47	Revisar y lubricar articulaciones de aceleración y Paro.	X	X	X	X	X
48	A48	Revisar fugas en el sistema de fre-- nos.		X	X		
49	A49	Revisar nivel de agua del Radiador.	X	X	X	X	X
50	A50	Lubricar mecanismos de control.	X	X	X	X	X
51	A51	Drenar vaso de sedimento de la bomba de transferencia (JD 450-B).	X				
52	A52	Revisar fugas en cámaras de aire y - tuberías (Michigan 55AWS-Servofrenos).			X		

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
53	A53	Revisar apriete de tornillos de Sujeción de gufas del círculo de giro.			X		
54	A54	Lubricar parte superior de mesa.			X		
55	A55	Revisar desgaste de placas de fricción.			X		
56	A56	Revisar tanque, tuberías y barras de riego.				X	
57	A57	Limpiar Vástagos de cilindros hidráulicos.	X	X	X		
58	A58	Revisar Vástagos de cilindros hidráulicos.	X	X	X		
59	A59	Revisar tensión de las Orugas.	X				
60	A60	Revisar presión de ruedas neumáticas.		X	X		X
61	A61	Revisar y apretar tuercas de ruedas-neumáticas.		X	X		X
62	A62	Revisar convergencia de ruedas neumáticas.		X	X		X
63	A63	Revisar desgaste de Faldón y cuchillas.	X		X		
64	A64	Revisar desgaste de cucharón y escarificador.		X			
65	A65	Revisar funcionamiento de luces.	X	X	X	X	X

153  
**CUADRO SINOPTICO DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO  
 PREVENTIVO TIPO "B"**

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
1	A1	Revisar funcionamiento del motor	X	X	X	X	X
2	A2	Revisar nivel de aceite en Planetarios.		X			
3	A3	Revisar fugas de combustible.	X	X	X	X	X
4	A4	Revisar estado y funcionamiento de instrumentos de medición.	X	X	X	X	X
5	A5	Revisar fugas en el sistema de enfriamiento.	X	X	X	X	X
6	A6	Revisar funcionamiento de Collarín - (cambios manuales).	X	X	X	X	X
7	A7	Revisar fugas en el sistema hidráulico.	X	X	X	X	X
8	A13	Revisar ajuste de freno de tren de Engranés (D-1700).			X		
9	A8	Revisar funcionamiento de cilindros-hidráulicos.	X	X	X		
10	A10	Revisar nivel de aceite del convertidor (Servotransmisión).	X	X	X	X	
11	B1	Revisar alineación de Carriles.	X				
12	A17	Revisar nivel de aceite hidráulico.	X	X	X	X	X
13	A12	Revisar nivel de aceite de la transmisión (cambios manuales).	X	X	X	X	X
14	A9	Revisar sistema de paro del motor.	X	X	X	X	X
15	B4	Revisar nivel de aceite en caja de Embragues de dirección (Komatsu D 50 A 15).	X				
16	A23	Revisar nivel de aceite en reductor.			X	X	

No. OP	No. REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
17	A27	Revisar tensión de cadena motriz.				X	
18	B5	Cambiar aceite del motor.	X	X	X	X	X
19	B2	Revisar ajuste de frenos de dirección	X				
20	A14	Revisar ajuste del pedal del freno.		X	X		X
21	A11	Revisar ajuste del pedal del Embrague (cambios manuales).	X	X	X	X	X
22	B7	Cambiar aceite de la bomba de inyección (Komatsu D 50 A 15).	X				
23	B8	Cambiar aceite del gobernador (Komatsu D 50 A 15).	X				
24	A22	Revisar nivel de aceite en diferenciales delantero y trasero.		X			
25	A31	Revisar nivel de aceite en Tandems.			X		
26	A24	Revisar nivel de aceite en caja de dirección.				X	
27	A26	Revisar nivel de aceite en mandos finales planetarios.					X
28	B3	Revisar ajuste de embragues de dirección.	X				
29	A16	Revisar ajuste del freno de estacionamiento.		X	X	X	
30	A18	Revisar presión del tapón del radiador.	X	X	X	X	X
31	A21	Revisar nivel de aceite en roles superiores e inferiores.	X				
32	A36	Revisar nivel de aceite en caja del círculo de giro.			X		
33	A32	Revisar nivel de aceite en cadena primaria.				X	

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
34	A25	Revisar nivel de aceite hidráulico y de transmisión.					X
35	A29	Limpiar bornes y terminales de batería (S).	X	X	X	X	X
36	A30	Revisar nivel de aceite en mandos finales.	X				
37	A33	Revisar nivel de aceite en la polea de la banda (John Deere).					X
38	A41	Limpiar panel del radiador.	X	X	X	X	X
39	B6	Revisar densidad específica de Electrolito.	X	X	X	X	X
40	A42	Limpiar filtro de aire (tipo seco).	X	X	X	X	X
41	A43	Cambiar aceite en filtro de aire --- (tipo húmedo).	X	X	X	X	X
42	A28	Revisar nivel de electrolito.	X	X	X	X	X
43	A45	Lubricar puntos con graseras.	X	X	X	X	X
44	A46	Revisar nivel de líquido de frenos.		X	X		
45	A48	Revisar fugas en el sistema de frenos		X	X		
46	A52	Revisar fugas en cámaras de aire y tuberías (55AWS-Servofrenos).		X			
47	B9	Cambiar filtro (S) de aceite del motor.	X	X	X	X	X
48	A37	Revisar estado de conexiones y manijas de combustible.	X	X	X	X	X
49	A34	Cambiar filtro (S) de combustible.	X	X	X	X	X
50	A38	Revisar estado de conexiones y manijas de Sistema de enfriamiento.	X	X	X	X	X

No. OP	No. REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
51	A35	Lavar cedazo de tanque de combusti--	X	X	X	X	X
52	A39	Revisar estado de conexiones y man-- gueras de sistema hidráulico.	X	X	X	X	X
53	B12	Lavar respiradero del motor.	X	X	X	X	X
54	A40	Revisar conductos de admisión de aire	X	X	X	X	X
55	B14	Lavar respiradero de la transmisión.	X	X	X	X	X
56	A44	Revisar estado y tensión de bandas - del motor.	X	X	X	X	X
57	A47	Revisar y lubricar articulaciones de aceleración y paro.	X	X	X	X	X
58	A49	Revisar nivel de agua del radiador.	X	X	X	X	X
59	A50	Lubricar mecanismos de control.	X	X	X	X	X
60	A51	Drenar vaso de sedimento de la bom-- ba de transferencia (John Deere).	X				
61	A54	Lubricar parte superior de mesa.			X		
62	B10	Revisar ajuste del círculo de giro.			X		
63	A53	Revisar apriete de tornillos de suje- ción de gufas del círculo.			X		
64	A56	Revisar tanque, tuberías y barras de riego.				X	
65	B11	Revisar y apretar tornillería exte-- rior del motor.	X	X	X	X	X
66	B13	Revisar y apretar tornillos de sopor- te del motor.	X	X	X	X	X
67	B17	Revisar y apretar tornillos de monta- je del empujador del cucharón.		X			
68	B15	Revisar y apretar tornillos de la -- transmisión.	X	X	X	X	X

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
69	B16	Revisar desgaste de ruedas dentadas- y ruedas guía.	X				
70	B19	Revisar topes de ejes de dirección.		X	X		
71	A55	Revisar desgaste de placa de fricción			X		
72	B18	Revisar desgaste de raspadores.				X	
73	A63	Revisar desgaste de faldón y cuchii-- llas.	X		X		
74	B20	Ajustar indicador de cucharón.		X			
75	A57	Limpia r vástagos de cilindros hidráulicos.	X	X	X		
76	A58	Revisar vástagos de cilindros hidráulicos.	X	X	X		
77	A59	Revisar tensión de las orugas.	X				
78	B22	Ajustar prensaestopas de cilindros - hidráulicos.		X			
79	B23	Ajustar Balatas.		X	X		
80	A60	Revisar presión de ruedas neumáticas.		X	X		X
81	A61	Revisar apriete de tuercas de ruedas neumáticas.		X	X		X
82	A62	Revisar convergencia de ruedas neuma ticas.		X	X		X
83	A64	Revisar desgaste de cucharón y esca- rificador.		X			
84	B24	Revisar estado y conexiones de siste ma eléctrico.	X	X	X	X	X
85	B21	Revisar y apretar tornillos de zapa- tas de carriles.	X				
86	A65	Revisar funcionamiento de luces.	X	X	X	X	X

CUADRO SINOPTICO DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO TIPO "C"

No. OP	No. REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
1	C1	Revisar compresión de cilindros del motor.	X	X	X	X	X
2	C2	Revisar velocidad máxima y mínima -- del motor.	X	X	X	X	X
3	A2	Revisar nivel de aceite en planeta-- rios.		X			
4	B5	Cambiar aceite del motor.	X	X	X	X	X
5	C3	Comprobar lubricación de balancines.	X	X	X	X	X
6	A12	Revisar nivel de aceite de la trans-- misión (cambios manuales).	X	X	X	X	X
7	C4	Ajustar válvulas del motor.	X	X	X	X	X
8	A10	Revisar nivel de aceite del converti-- dor (Servotransmisión).	X	X	X	X	
9	A33	Revisar nivel de aceite en la polea-- de la banda (John Deere).					X
10	C5	Ajustar inyectores (motores Cummins).		X	X		
11	C6	Apretar tornillos de la cabeza del - motor.	X	X	X	X	X
12	A17	Revisar nivel de aceite hidráulico.	X	X	X	X	X
13	A26	Revisar nivel de aceite en mandos fi-- nales planetarios.					X
14	A25	Revisar nivel de aceite hidráulico y de transmisión.					X
15	A31	Revisar nivel de aceite en Tandems.			X		
16	C7	Revisar y limpiar motor de arranque.	X	X	X	X	X
17	A23	Revisar nivel de aceite en reductor.			X	X	
18	A24	Revisar nivel de aceite en caja de - dirección.				X	X

No. OP	No. REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
19	A32	Revisar nivel de aceite en cadena -- primaria.				X	
20	A36	Revisar nivel de aceite en caja de - cfrculo de giro.			X		
21	B9	Cambiar filtro (S) de aceite del mo- tor.	X	X	X	X	X
22	C8	Revisar y limpiar generador o alter- nador.	X	X	X	X	X
23	A34	Cambiar filtro (S) de combustible.	X	X	X	X	X
24	C9	Revisar rango de carga de generador- o alternador.	X	X	X	X	X
25	C10	Lavar o cambiar filtro de aceite de- la transmisión.	X	X	X	X	
26	C11	Lavar o cambiar filtro de aceite hi- dráulico y de transmisión.					X
27	A1	Revisar funcionamiento del motor.	X	X	X	X	X
28	C12	Lavar o cambiar filtro de aceite hi- dráulico.	X	X	X	X	
29	A4	Revisar estado y funcionamiento de - instrumentos de medición.	X	X	X	X	X
30	A35	Lavar cedazo de tanque de combusti- - ble.	X	X	X	X	X
31	A6	Revisar funcionamiento de collarín - (cambios manuales.).	X	X	X	X	X
32	B12	Lavar respiradero del motor.	X	X	X	X	X
33	A8	Revisar funcionamiento de cilndros- hidráulicos.	X	X	X		
34	B14	Lavar respiradero de la transmisión.	X	X	X	X	X

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
35	B1	Revisar alineación de carriles.	X				
36	C13	Revisar válvula de desembrague de la transmisión.		X			
37	A13	Revisar ajuste de freno de tren de engranes (D-1700).			X		
38	B4	Revisar nivel de aceite en caja de embragues de dirección (Komatsu D 50 A 15).	X				
39	A22	Revisar nivel de aceite en diferenciales delantero y trasero.		X			
40	C14	Lavar tapón magnético, resorte y cedazo de la bomba de combustible (Motor Cummins y Komatsu).	X	X	X		
41	C15	Lavar cedazo de la bomba de transferencia (compacto-John Deere).				X	X
42	C16	Revisar presión de aceite del motor.	X	X	X	X	X
43	C17	Lavar y engrasar caja de dirección.			X		
44	A27	Revisar tensión de cadena motriz.				X	
45	C19	Revisar presión de aceite del convertidor (Servotransmisión).	X	X	X	X	
46	B7	Cambiar aceite de la bomba de inyección (Komatsu D 50 A 15).	X				
47	B8	Cambiar aceite en gobernador (Komatsu D 50 A 15).	X				
48	A21	Revisar nivel de aceite en los roles superiores e inferiores.	X				
49	C18	Revisar nivel de aceite en ruedas dentadas.	X				

No. OP	No. REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
50	A30	Revisar nivel de aceite en mandos finales.	X				
51	A29	Limpiar bornes y terminales de batería (S).	X	X	X	X	X
52	A9	Revisar sistema de paro del motor.	X	X	X	X	X
53	B6	Revisar densidad específica de electrolito.	X	X	X	X	X
54	C20	Revisar precalentadores (Internacional).	X				
55	A14	Revisar ajuste del pedal de freno.		X	X		X
56	A16	Revisar ajuste del freno de estacionamiento.		X	X	X	
57	B2	Revisar ajuste de freno de dirección	X				
58	A11	Revisar ajuste del pedal de embrague (cambios manuales).	X	X	X	X	X
59	A28	Revisar nivel de electrolito.	X	X	X	X	X
60	B3	Revisar ajuste de embragues de dirección.	X				
61	A18	Revisar presión del tapón del radiador.	X	X	X	X	X
62	A41	Limpiar panel del radiador.	X	X	X	X	X
63	A46	Revisar nivel del líquido de frenos.		X	X		
64	A48	Revisar fugas en sistema de frenos.		X	X		
65	A52	Revisar fugas en cámaras de aire y tuberías (Servofrenos).		X			
66	A37	Revisar estado de conexiones y manijas de combustible.	X	X	X	X	X
67	A42	Limpiar filtro de aire (tipo seco).	X	X	X	X	X

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
68	A43	Cambiar aceite en filtro de aire (tipo húmedo).	X	X	X	X	X
69	A38	Revisar estado de conexiones y manijas del sistema de enfriamiento.	X	X	X	X	X
70	C21	Limpiar turboalimentador (Internacional-cambios manuales).	X				
71	A45	Lubricar puntos con graseras.	X	X	X	X	X
72	A39	Revisar estado de conexiones y manijas del sistema hidráulico.	X	X	X	X	X
73	A47	Revisar y lubricar articulaciones de aceleración y paro.	X	X	X	X	X
74	A40	Revisar conductos de admisión de aire	X	X	X	X	X
75	A54	Lubricar parte superior de mesa.			X		
76	A50	Lubricar mecanismos de control.	X	X	X	X	X
77	A51	Drenar vaso de sedimento de la bomba de transferencia (JD 450-8).	X				
78	B19	Revisar topes de ejes de dirección.		X	X		
79	A56	Revisar tanque, tuberías y barras de riego.				X	
80	A44	Revisar estado y tensión de las bandas del motor.	X	X	X	X	X
81	B10	Revisar ajuste del círculo de giro.			X		
82	C22	Revisar ajustes en tren delantero.			X		
83	C23	Revisar desgaste de bujes de yugos de los cilindros de levante.			X		
84	C24	Revisar desgaste de bujes de brazo índice.			X		
85	C25	Revisar ajuste entre ranuras de chumaceras y perno balancín superior.			X		

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMÁTICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRÍCOLA.
86	C55	Revisar desgaste de placas de fricción.			X		
87	A3	Revisar fugas de combustible.	X	X	X	X	X
88	B20	Ajustar indicador del cucharón.		X			
89	B11	Revisar y apretar tornillería exterior del motor.	X	X	X	X	X
90	A5	Revisar fugas en el sistema de enfriamiento.	X	X	X	X	X
91	B15	Revisar y apretar tornillos de la transmisión.	X	X	X	X	X
92	A7	Revisar fugas en el sistema hidráulico.	X	X	X	X	X
93	B13	Revisar y apretar tornillos de soporte del motor.	X	X	X	X	X
94	B17	Revisar y apretar tornillos de montaje del empujador del cucharón.		X			
95	A53	Revisar apriete de tornillos de sujeción de guías del círculo de giro.			X		
96	A57	Limpiar vástagos de cilindros hidráulicos.	X	X	X		
97	A58	Revisar vástagos de cilindros hidráulicos.	X	X	X		
98	B22	Ajustar prensaestopas de cilindros hidráulicos ( 55 AWS).		X			
99	A60	Revisar presión de ruedas neumáticas.		X	X		X
100	A61	Revisar y apretar tuercas de ruedas neumáticas.		X	X		X
101	A62	Revisar convergencia de ruedas neumáticas.		X	X		X

No.OP	No.REF		TRACTOR DE ORUGAS.	CARGADOR DE NEUMATICOS.	MOTOCONFORMADORA.	APLANADORA.	TRACTOR AGRICOLA.
102	B23	Ajustar balatas.		X	X		
103	C26	Cambiar agua del radiador.	X	X	X	X	X
104	C27	Cambiar anticorrosivo (motores Cummins).		X	X		
105	B16	Revisar desgaste de ruedas dentadas y ruedas gufa.	X				
106	A63	Revisar desgaste de faldón y cuchillas.	X		X		
107	A64	Revisar desgaste de cucharón y escarificador.		X			
108	B18	Revisar desgaste de raspadores.				X	
109	A59	Revisar tensión de las orugas.	X				
110	B21	Revisar y apretar tornillos de zapatas de carriles.	X				
111	B24	Revisar estado y conexiones de sistema eléctrico.	X	X	X	X	X
112	A65	Revisar funcionamiento de luces.	X	X	X	X	X

DESCRIPCION DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO TIPO "A"

- No.REF A1 OPERACION: Revisar funcionamiento del motor.
- PROCEDIMIENTO: Poner el motor en marcha y observar detenidamente su funcionamiento para detectar posible descalibración de válvulas. (se escucha un ruido característico) o mal funcionamiento de bomba de inyección o inyectores denotado por un color anormal de los gases de escape.
- OBSERVACIONES: Si se encuentra alguna anomalía en el funcionamiento de inyectores y la bomba de inyección, se deberá reportar para proceder a su revisión.
- No.REF A2 OPERACION: Revisar nivel de aceite en planetarios.
- PROCEDIMIENTO: Observar si la marca en la maza se encuentra hacia abajo; si no es así, mover la manija hasta que quede en esa posición. Desmontar el tapón de nivel; este es correcto si el aceite escurre por el orificio del tapón; de no ser así agregar por el mismo tapón hasta que se derrame.
- OBSERVACIONES: Solo cargador de neumáticos.
- No.REF A3 OPERACION: Revisar fugas de combustible.
- PROCEDIMIENTO: Estando el motor en marcha, revisar fugas en el depósito, mangueras, conexiones, filtros, bomba de inyección e inyectores.
- No.REF A4 OPERACION: Revisar estado y funcionamiento de instrumentos de medición.
- PROCEDIMIENTO: Encender motor y comprobar el correcto funcionamiento de los instrumentos de medición, tales como: Horómetro, temperatura de agua, temperatura de aceite, temperatura del convertidor, presión del aceite, am

perímetro, etc. Revisar su estado físico.

OBSERVACIONES: Ver especificaciones de rangos de funcionamiento.

- No.REF A5 OPERACION: Revisar fugas en sistema de enfriamiento.  
PROCEDIMIENTO: Con el motor en marcha, revisar que no haya fugas de agua en radiador, mangueras y conexiones.
- No.REF A6 OPERACION: Revisar funcionamiento de collarín (máquinas con cambios manuales).  
PROCEDIMIENTO: Con el motor en marcha, oprimir el pedal del embrague; al hacerlo, no se debe escuchar ningún ruido extraño; de lo contrario será necesario revisar.  
OBSERVACIONES: Solo máquinas con cambios manuales.
- No.REF A7 OPERACION: Revisar fugas en sistema hidráulico.  
PROCEDIMIENTO: Con el motor en marcha, poner en funcionamiento el sistema y comprobar que no existan fugas de aceite (desde depósito hasta cilindros).
- No.REF A8 OPERACION: Revisar funcionamiento de cilindros hidráulicos.  
PROCEDIMIENTO: Con el motor en marcha, accionar el sistema hidráulico (faldón o cucharón, según el caso) para verificar su correcto funcionamiento.
- No.REF A9 OPERACION: Revisar sistema de paro del motor.  
PROCEDIMIENTO: Estando el motor funcionando, accionar el mecanismo que interrumpe el paso de combustible. El motor deberá parar de inmediato, si no es así, ajustar.
- No.REF A10 OPERACION: Revisar nivel de aceite del convertidor. (máquinas con servotransmisión).  
PROCEDIMIENTO: Estando la máquina en un terreno plano, el aceite a la temperatura especificada y el motor trabajando a ralenti, introducir la

bayoneta medidora. El nivel debe estar lo más cerca posible de la marca superior. Si es necesario, agregar aceite por la toma.

**OBSERVACIONES:** Solo para máquinas con servotransmisión. - Ver especificaciones de temperatura para efectuar la revisión.

**No.REF A11 OPERACION:** Revisar ajuste del pedal del embrague.(servotransmisión).

**PROCEDIMIENTO:** Oprimir con el pie el pedal del embrague;- su carrera libre antes de presentar resistencia debe ser de aproximadamente 1/2-1 pulg. Si es necesario, ajustarlo aflojando la contratuerca y girando la varilla de -- ajuste.

**OBSERVACIONES:** Solo máquinas con cambios manuales.

**No.REF A12 OPERACION:** Revisar nivel de aceite de la transmisión ( - cambios manuales).

**PROCEDIMIENTO:** Revisar el nivel de aceite ya sea en bayoneta o removiendo tapón de nivel. Si se -- trata de lo primero, el nivel debe encontrarse entre las dos marcas. Si es tapón, - al quitarlo debe escurrir ligeramente el - aceite,; agregar en caso necesario.

**OBSERVACIONES:** Solo para máquinas con cambios manuales.

**No.REF A13 OPERACION:** Revisar ajuste de freno de tren de engranes - ( D-1700).

**PROCEDIMIENTO:** Medir la distancia entre la cabeza del tornillo de ajuste y la rondana tope del resorte. Esa distancia debe ser de 6-9 mm. - Con el motor a media velocidad, la palanca de avance y retroceso en cualquier velocidad y la palanca selectora de rango (alta o baja) en neutral, oprimir a fondo el pedal de embrague, así la flecha de entrada de la caja de velocidades debe parar como-

máximo en unos 5 segundos.

**OBSERVACIONES:** Motoconformadora Huber. (cambios manuales).

**No.REF A14 OPERACION:** Revisar ajuste del pedal de freno.

**PROCEDIMIENTO:** Oprimir con el pie el pedal de freno; la ca-  
libre antes de presentar resistencia debe -  
ser de aproximadamente una pulgada. Si no -  
es así se debe ajustar.

**AJUSTE:** Aflojar la contratuerca y girar la-  
tuerca de ajuste hacia la derecha para dis-  
minuir el recorrido o hacia la izquierda --  
para aumentarlo. Apretar la contratuerca.

**OBSERVACIONES:** Excepto tractor de orugas y aplanadora.

**No.REF A15 OPERACION:** Revisar nivel de aceite del motor.

**PROCEDIMIENTO:** Extraer con la mano la bayoneta medidora de  
nivel; si éste no está entre las marcas de-  
la bayoneta, depositar aceite por la toma -  
del motor (el nivel se debe mantener lo más  
cerca posible de la marca superior).

**OBSERVACIONES:** Para tractores Caterpillar, John Deere y Ko-  
matsu la revisión se debe efectuar con el -  
motor funcionando a ralenti.

**No.REF A16 OPERACION:** Revisar ajuste de freno de estacionamiento.

**PROCEDIMIENTO:** Accionar manualmente el freno de estaciona-  
miento. Si se nota muy flojo o tenso, ajus-  
tar girando la manija de ajuste.

**OBSERVACIONES:** Excepto tractor de orugas y agrícola.

**No.REF A17 OPERACION:** Revisar nivel de aceite hidráulico.

**PROCEDIMIENTO:** Con el equipo sobre el suelo (faldón, cuchi-  
lla ó cucharón, según el caso), revisar el-  
nivel ya sea mediante bayoneta medidora en-  
cuyo caso, el nivel se debe encontrar entre  
las dos marcas. U observando en la mirilla-  
para la cual el nivel debe estar a la mitad  
de la misma.

Agregar aceite en caso necesario.

**OBSERVACIONES:** Para tractor agrícola John Deere, efectuar la con el motor trabajando a ralenti.

**No.REF A18 OPERACION:** Revisar presión del tapón del radiador.

**PROCEDIMIENTO:** Revisar que el tapón se encuentre correctamente instalado y que no haya fugas de agua. Con el motor caliente, abrir el grifo de drenaje del radiador, así, el agua debe dejar de salir en un período de tiempo corto, si la salida del agua no se interrumpe, cambiar el tapón del radiador.

**No.REF A19 OPERACION:** Revisar nivel de aceite en bomba de inyección, (Komatsu D 50 A 15).

**PROCEDIMIENTO:** Desmontar el tapón de nivel; Si el aceite no escurre. Agregar aceite por el mismo tapón hasta que empiece a derramar.

**OBSERVACIONES:** Solo tractor de orugas. Komatsu D 50 A 15.

**No.REF A20 OPERACION:** Revisar nivel de aceite en gobernador. (Komatsu D 50 A 15).

**PROCEDIMIENTO:** Extraer la bayoneta medidora de nivel, si éste no es correcto, agregar aceite por el tapón.

**OBSERVACIONES:** Solo tractor de orugas Komatsu D 50 A 15.

**No.REF A21 OPERACION:** Revisar nivel de aceite en roles superiores e inferiores.

**PROCEDIMIENTO:** Remover tapones de roles; Si el aceite no escurre inmediatamente será necesario agregar por el mismo tapón hasta que se derrame.

**OBSERVACIONES:** Solo tractor de orugas.

**No.REF A22 OPERACION:** Revisar nivel de aceite en diferenciales delantero y trasero.

**PROCEDIMIENTO:** Desmontar los tapones; si el hacerlo el aceite escurre el nivel es correcto; de lo contrario será necesario agregar por la toma hasta que se empiece a derramar.

OBSERVACIONES: Solo para cargador de neumáticos.

No.REF A23 OPERACION: Revisar nivel de aceite en reductor.(mando final).

PROCEDIMIENTO: Desmontar el tapón de nivel; si el aceite no escurre de inmediato, será necesario --- agregar por el tapón de nivel hasta que empiece a derramarse.

OBSERVACIONES: Solo motoconformadora.

No.REF A24 OPERACION: Revisar nivel de aceite en caja de dirección.

PROCEDIMIENTO: Desmontar el tapón de nivel; si el aceite no escurre de inmediato, sera necesario --- agregar por el tapón de nivel hasta que empiece a derramarse.

OBSERVACIONES: Aplanadora y tractor agrfcola.

No.REF A25 OPERACION: Revisar nivel de aceite hidráulico y de transmisión.

PROCEDIMIENTO: Con la máquina en terreno plano, el motor - funcionando a ralenti, el equipo hidráulico descansando sobre el suelo, la transmisión- en neutral, y el pedal de embrague libre, - sacar y limpiar la varilla medidora del --- aceite de la transmisión. Insertarla nuevamente con el tapón descansando sobre la rosca del tubo, volverla a sacar para revisar- el nivel. El cual debe estar lo más cerca - posible de la marca superior.  
Agregar si es necesario.

OBSERVACIONES: Tractor agrfcola.

No.REF A26 OPERACION: Revisar nivel de aceite en mandos finales planetarios.

PROCEDIMIENTO: Desmontar tapón de nivel; si al hacerlo el- aceite escurre, el nivel es correcto. De lo contrario agregar aceite por el mismo orificio hasta que empiece a derramar.

OBSERVACIONES: Tractor agrfcola.

No.REF A27 OPERACION: Revisar tensión de cadena motrfz.

**PROCEDIMIENTO:** Desplazar reductor final hacia adelante, --  
tensar la cadena con los tornillos que dan  
la posición del reductor con respecto a la  
catarina de la rueda motriz. Ya que se ha --  
ajustado, asegurar los tornillos de ajuste--  
apretando la contratuerca.

**OBSERVACIONES:** Solo para aplanadora.

**No.REF A28 OPERACION:** Revisar nivel de electrolito.

**PROCEDIMIENTO:** Quitar cada uno de los tapones de las cel--  
das y revisar; Debe cubrir aproximadamente--  
1 cm sobre las placas. Agregar agua destila  
da si es necesario.

**OBSERVACIONES:** No se debe agregar agua a temperaturas de -  
congelación a menos que el motor vaya a tra  
bajar unos 30 min. para que el agua y el --  
electrolito se mezclen.

**No.REF A29 OPERACION:** Limpiar bornes y terminales de batería.

**PROCEDIMIENTO:** Desconectar las terminales de la batería; -  
limpiar la corrosión con un cepillo duro. -  
Lavar las terminales con una solución de --  
amoníaco ó soda. Engrasar ligeramente los -  
bornes y revisar los orificios de ventila--  
ción de los tapones.

**No.REF A30 OPERACION:** Revisar nivel de aceite en mandos finales.

**PROCEDIMIENTO:** Remover el tapón de nivel, éste debe ser --  
tal que al quitar el tapón, el aceite escu--  
rra. Si no es así, agregar aceite hasta el  
nivel correcto.

**OBSERVACIONES:** Para tractor de orugas, motoconformadora y  
tractor agrícola.

**No.REF A31 OPERACION:** Revisar nivel de aceite en Tandems.

**PROCEDIMIENTO:** Desmontar el tapón de nivel; si éste es co--  
rrecto, el aceite escurre; Si no es así, --  
agregar (desmontando la tapa de la toma) --  
hasta que empiece a derramarse por el ori--

ficio del tapón de nivel.

OBSERVACIONES: Solo para motoconformadora.

No.REF A32 OPERACION: Revisar nivel de aceite en cadena primaria.

PROCEDIMIENTO: Revisar que el nivel de aceite en el compartimiento cubra la cadena. Agregar en caso necesario.

No.REF A33 OPERACION: Revisar nivel de aceite en la polea de la banda (John Deere).

PROCEDIMIENTO: Desmontar el tapón de llenado y revisar -- que el nivel de aceite esté hasta la parte superior del tapón de llenado. Agregar --- aceite en caso necesario.

OBSERVACIONES: Tractor agrícola- John Deere 2020.

No.REF A34 OPERACION: Cambiar filtro(s) de combustible.

PROCEDIMIENTO: Remover los depósitos de los elementos, ex traer éstos y desecharlos, lavar depósitos con combustible. Insertar nuevos elementos, colocar nuevo empaque, ("liga") y atornillar depósitos. Purgar el sistema, aflojar do tornillos de purga y accionando con mano la bomba de cebado. ( hasta que empiece a salir combustible puro. Apretar tornillo de purga).

OBSERVACIONES: Refacciones requeridas: Filtros de combustible y empaques.

No.REF A35 OPERACION: Lavar cedazo de tanque de combustible.

PROCEDIMIENTO: Extraer con la mano el cedazo que se encuentra en la boca de llenado del tanque de -- combustible. Lavar con combustible y secar con aire a presión. Revisar el orificio de respiración del tapón.

No.REF A36 OPERACION: Revisar nivel de aceite en caja de círculo de giro.

PROCEDIMIENTO: Desmontar el tapón de nivel; Este es correcto si al hacerlo el aceite escurre. Si no-

es así, desmontar el tapón de la toma y --  
agregar aceite hasta que empiece a escu--  
rrir por el tapón de nivel.

**OBSERVACIONES:** Solo para motoconformadora.

No.REF A37 **OPERACION:** Revisar estado de conexiones y mangueras de -  
combustible.

**PROCEDIMIENTO:** Revisar el correcto apriete de las conexio  
nes y el buen estado de las mangueras (que  
no se encuentren agrietadas o duras).

No.REF A38 **OPERACION:** Revisar estado de conexiones y mangueras del-  
sistema de enfriamiento.

**PROCEDIMIENTO:** Revisar el correcto apriete de las conexio  
nes y el buen estado de las mangueras (que  
no se encuentre agrietadas o duras).

No.REF A39 **OPERACION:** Revisar estado de conexiones del sistema hi--  
dráulico.

**PROCEDIMIENTO:** Revisar el correcto apriete de las conexio  
nes y el buen estado de las mangueras (que  
no se encuentren agrietadas o duras).

No.REF A40 **OPERACION:** Revisar conductos de admisión de aire.

**PROCEDIMIENTO:** Revisar el buen estado de las mangueras --  
que van del filtro de aire al motor ( que-  
no haya intromisión de aire).

No.REF A41 **OPERACION:** Limpiar panel del radiador.

**PROCEDIMIENTO:** Limpiar con aire a presión, dirigiendo en-  
sentido contrario al flujo recibido por el  
motor cuando trabaja. Expulsar todo el pol  
vo acumulado.

No.REF A42 **OPERACION:** Limpiar filtro de aire (tipo seco).

**PROCEDIMIENTO:** Extraer el filtro de aire y limpiarlo con  
aire a una presión no mayor de 100 lb/pulg<sup>2</sup>  
(7 kg-/cm<sup>2</sup>) dirigiéndolo de adentro del --  
filtro hacia afuera. Si la máquina tiene 2  
indicador de banda, una vez que se ha lim-  
piado el filtro, ajustar el indicador de -

modo que la banda roja no quede visible.

OBSERVACIONES: Solo para máquinas con filtro de aire tipo seco.

No.REF A43 OPERACION: Cambiar aceite de filtro de aire (tipo húmedo).

PROCEDIMIENTO: Remover el depósito de aceite, tirar el --- aceite usado, lavar el depósito con combustible. Depositar aceite del motor hasta la marca.

OBSERVACIONES: Solo para máquinas con filtro de aire tipo húmedo.

No.REF A44 OPERACION: Revisar estado y tensión de bandas del motor.

PROCEDIMIENTO: Oprimir la banda con el dedo índice a aproximadamente la mitad de la distancia entre las poleas. Con una escala medir la deflexión originada. Si la tensión no es la correcta, ajustar moviendo "Templador". Revisar el buen estado físico de las bandas (que no estén lisas o agrietadas). Limpiar las bandas frotando con líquido para frenos.

OBSERVACIONES: Ver especificaciones de deflexión.

No.REF A45 OPERACION: Lubricar puntos con graseras.

PROCEDIMIENTO: Limpiar la tierra que pudiera contener la boquilla de la graseras, insertar pistola inyectora de grasa oprimiendo hasta que esta desplace a la grasa usada.

No.REF A46 OPERACION: Revisar nivel de líquido de frenos.

PROCEDIMIENTO: Destapar depósito y observar el nivel, que debe estar a unos 5 mm. de la boca de llenado. Agregar si es necesario.

OBSERVACIONES: Solo máquinas con frenos hidráulicos.

No.REF A47 OPERACION: Revisar y lubricar articulaciones de aceleración y paro.

PROCEDIMIENTO: Revisar la correcta conexión de las articulaciones. Ajustarlas si es necesario. Aceitar los puntos de conexión.

No.REF A48 OPERACION: Revisar fugas en el sistema de frenos.

PROCEDIMIENTO: Revisar visualmente, posibles fugas de líquido de frenos en depósitos y mangueras.

OBSERVACIONES: Solo máquinas con frenos hidráulicos.

No.REF A49 OPERACION: Revisar nivel de agua del radiador.

PROCEDIMIENTO: Cuando el motor se encuentre a una temperatura inferior a la de ebullición, desmontar el tapón del radiador y revisar el nivel de agua. Esta se debe encontrar a media distancia de la boca de llenado y el tapón. Agregar agua si se requiere. Comprobar que no haya manchas de aceite o burbujas.

OBSERVACIONES: A temperaturas de congelación, el agua debe calentarse antes de vaciarse al radiador.

No.REF A50 OPERACION: Lubricar mecanismos de control.

PROCEDIMIENTO: Aplicar lubricante por las graseras si se tienen. De lo contrario aplicar aceite directamente a las articulaciones del mecanismo.

No.REF A51 OPERACION: Drenar vaso de sedimento de la bomba de transferencia. (JD-450 B).

PROCEDIMIENTO: Revisar el vaso de sedimento de la bomba de transferencia; si se nota que tiene materias extrañas, dejar vaciar el combustible hasta que se drenen aquellas.

OBSERVACIONES: Tractor de orugas (John Deere).

No.REF A52 OPERACION: Revisar fugas en cámaras de aire y tuberías. (Michigan 55 AWS-servofrenos).

PROCEDIMIENTO: Revisar las tuberías de conexión y acople, para comprobar que están bien apretadas. Si se sospecha que hay fugas, aplicar una solución de jabón para comprobarlo. Apretar los pernos del anillo de sujeción hasta eliminar la fuga que pudiera existir.

OBSERVACIONES: Solo cargador de neumáticos (michigan 55 - AWS-servofrenos).

No.REF A53 OPERACION: Revisar apriete de tornillos de sujeción para gufas del círculo de giro.

PROCEDIMIENTO: Reapretar los tornillos de sujeción para gufas del círculo, Revisar visualmente el estado de los mismos.

OBSERVACIONES: Solo para motoconformadora.

No.REF A54 OPERACION: Lubricar parte superior de mesa.

PROCEDIMIENTO: Limpiar la tierra que pueda contener, y -- aplicar directamente el Diesel en la mesa.

OBSERVACIONES: Solo para motoconformadora.

No.REF A55 OPERACION: Revisar desgaste de placas de fricción.(Gufas de vertedor).

PROCEDIMIENTO: El desgaste de las placas de fricción o -- gufas del Vertedor (placas de pasta), debe ser inferior a 1mm; es decir 2mm, entre la corredera del Vertedor y las gufas, ya sea en sentido horizontal o vertical. Cambiarlas placas de fricción si tienen un desgaste mayor.

OBSERVACIONES: Solo para motoconformadora.

No.REF A56 OPERACION: Revisar tuberías, tanque y barras de riego.

PROCEDIMIENTO: Abrir las válvulas de riego y revisar que no existan fugas de agua en el tanque, tuberías y barras de riego.

OBSERVACIONES: Solo para aplanadora.

No.REF A57 OPERACION: Limpiar vástagos de cilindros hidráulicos.

PROCEDIMIENTO: Con un trapo humedecido de aceite hidráulico, limpiar la suciedad que contengan los vástagos.

OBSERVACIONES: Excepto aplanadora y tractor agrícola.

No.REF A58 OPERACION: Revisar vástagos de cilindros hidráulicos.

PROCEDIMIENTO: Revisar visualmente que los vástagos no estén rayados o torcidos; Comprobar su correc

to funcionamiento accionando el sistema --  
hidráulico. (motor en marcha).

**OBSERVACIONES:** Excepto aplanadora y tractor agrícola.

**No.REF A59 OPERACION:** Revisar tensión de las orugas.

**PROCEDIMIENTO:** Estando el tractor en terreno nivelado, co-  
locar una barra recta sobre las orugas en-  
tre la rueda guía y el rodillo de soporte.  
Medir la distancia entre el borde inferior  
de la barda y la garra de la zapata más --  
céntrica. Si el pandeo no es normal, se --  
deberá ajustar.

**AJUSTE:** a) Tensor mecánico.- Quitar los --  
tornillos de sujeción y aflojar contratue  
ca; girar el ajustador hacia la derecha (-  
visto de atrás) para tensar, y a la izquier-  
da para aflojar.

b) Tensor hidráulico.- Agregar grasa por -  
la grasera en válvula hasta el ajuste co-  
rrecto. Para aflojar, girar la válvula de-  
descarga para permitir el escape de la gra-  
sa y apretarla, cuando el ajuste sea correc-  
to.

**OBSERVACIONES:** Solo tractor de orugas; Pandeo normal (cm)  
John Deere (2.2-2.8); Komatsu (3-4); Cater-  
pillar (2.5-3.8).

**No.REF A60 OPERACION:** Revisar presión de ruedas neumáticas.

**PROCEDIMIENTO:** Estando las llantas frías desmontar los ta-  
pones de las válvulas; insertar la boca --  
del medidor a la entrada; retirarlo y to-  
mar la lectura. La presión debe estar den-  
tro del rango especificado. De lo contra-  
rio inflar o extraer aire según se requie-  
ra.

**OBSERVACIONES:** Cargador de neumáticos, motoconformadora -  
y tractor agrícola. Ver especificaciones -

No.REF A61 OPERACION: Revisar y apretar tuercas de ruedas neumáticas

PROCEDIMIENTO: Revisar visualmente que las tuercas se encuentren en buen estado. Lubricar la rosca de las ruedas y apretar al torque especificado.

OBSERVACIONES: Para cargador de neumáticos, motoconformadora y tractor agrícola. Ver especificaciones de torque.

No.REF A62 OPERACION: Revisar convergencia de ruedas neumáticas.

PROCEDIMIENTO: Medir la distancia entre las ruedas en la parte delantera y trasera de las mismas, a la altura de la maza.

AJUSTE: Aflojar la abrazadera de la varilla tensora, luego aflojar la varilla tensora y girar cada una el mismo número de vueltas hasta obtener la convergencia correcta. Apretar tuerca y abrazadera de la varilla tensora.

OBSERVACIONES: Tractor agrícola (John Deere 3-9.5 mm. International 6-12).

No.REF A63 OPERACION: Revisar desgaste de faldón y cuchillas.

PROCEDIMIENTO: Revisar visualmente el desgaste. Si ya es muy notorio, reportarlo para su reparación o sustitución.

OBSERVACIONES: Para tractor de orugas y motoconformadora.

No.REF A64 OPERACION: Revisar desgaste de cucharón y escarificador.

PROCEDIMIENTO: Revisar visualmente el desgaste del borde de corte del cucharón y escarificador. Si lo amerita, reportarlo para su reparación o sustitución.

OBSERVACIONES: Solo cargador de neumáticos.

No.REF A65 OPERACION: Revisar funcionamiento de luces.

PROCEDIMIENTO: Poner en funcionamiento las luces de la máquina como: luces de frente, traseras, de

179  
DESCRIPCION DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO TIPO "B"

No.REF B1 OPERACION: Revisar alineación de carriles.

PROCEDIMIENTO: Estando la máquina en un terreno plano, manejar el tractor hacia adelante unos 30 m - sin tocar las palancas direccionales. Parar y observar las articulaciones del carril en relación con los bordes de la rueda gufa -- del carril. Si la distancia entre el borde de la rueda gufa y las articulaciones del carril no es igual en ambos lados de la rueda, es necesario ajustar. (mirar entre doszapatas del carril sobre la rueda delantera).  
AJUSTE: Desmontar un espesor (laminas de ajuste) de la parte posterior del soporte de la rueda, del lado en que haya menos espacio libre entre el borde de la rueda tensora y la articulación del carril. Ya quitando el espesor, revisar el ajuste y quitar los espesores hasta que la rueda tensora del carril quede centrada entre las articulaciones del carril.

OBSERVACIONES: Solo para tractor de orugas.

No.REF B2 OPERACION: Revisar ajuste de frenos de dirección.

PROCEDIMIENTO: Oprimir con pie los pedales del freno de -- dirección. Si el movimiento libre antes de presentar resistencia, no es el especificado, ajustar.

AJUSTE: Remover la tapa de inspección de -- los frenos de dirección; Aflojar la contratuerca y girar el torniquete hasta que la cinta del freno haga contacto con el tambor del embrague. Aflojar la contratuerca y girar el tornillo opresor hacia la izquierda.

un tercio de vuelta y afirme la contratuerca. Retroceder el torniquete 1 1/2 vueltas. Verificar si el pedal tiene un movimiento libre de 3 pulgadas; si es menor, retroceder el torniquete hasta obtener ese movimiento. Después, apretar la contratuerca.

**OBSERVACIONES:** Solo tractor de orugas.

**No.REF B3 OPERACION:** Revisar ajuste de embrague de dirección.

**PROCEDIMIENTO:** Colocar una escala perpendicularmente a las manijas de las palancas; jalar éstas y medir su movimiento libre. Si no es el especificado, ajustar.

**AJUSTE:** Desmontar las tapas, aflojar la contratuerca, apretar tornillo de ajuste hasta lograr el movimiento libre especificado.

**OBSERVACIONES:** Solo tractor de orugas; movimiento libre -- (cm): International TD9-B:5-10; Caterpillar D5:3.2-5.1; Komatsu D50 A15: 2.5-4.0.

**No.REF B4 OPERACION:** Revisar nivel de aceite en caja de embragues de dirección (Komatsu D 50 A 15).

**PROCEDIMIENTO:** Extraer la bayoneta medidora; el nivel debe mantenerse lo más cerca posible de la marca superior. Agregar si es necesario por el mismo tapón de la bayoneta.

**OBSERVACIONES:** Tractor de orugas (Komatsu D 50 A 15).

**No.REF B5 OPERACION:** Cambiar aceite del motor.

**PROCEDIMIENTO:** Con el motor parado, a su temperatura normal de funcionamiento, desmontar el tapón del carter, hasta que el aceite se drene por completo. Instalar el tapón, llenar el carter por la toma hasta la marca superior de la bayoneta. Arrancar el motor y revisar que no haya fugas. Parar el motor y revisar nuevamente el nivel. Agregar si es necesario

**No.REF B6 OPERACION:** Revisar densidad específica del electrolito.

**PROCEDIMIENTO:** Desmontar cada uno de los tapones de las -- celdas de la baterfa, introducir el hidróme tro, extraer la muestra, sacar hidrómetro - y tomar a la altura de los ojos la lectura - que indique el flotador.

La lectura se debe tomar antes de agregar - agua a las celdas. Si la densidad es infe-- rior a la normal. (generalmente 1.225). La - baterfa se deberá cargar.

**No.REF B7 OPERACION:** Cambiar aceite de la bomba de inyección (Komat su D 50 A 15).

**PROCEDIMIENTO:** Succionar el aceite por el orificio del ta-- pón de nivel con el equipo de succión, y -- después volver a llenar con nuevo aceite de motor.

**OBSERVACIONES:** Tractor de orugas (Komatsu D 50 A 15).

**No.REF B8 OPERACION:** Cambiar aceite de gobernador (Komatsu D 50 A - 15).

**PROCEDIMIENTO:** Vaciar el aceite usado por el tapón de dre-- naje. Colocar el tapón y depositar aceite de motor por el tapón de la bayoneta hasta el - nivel correcto. (la marca superior).

**OBSERVACIONES:** Tractor de orugas (komatsu D 50 A 15).

**No.REF B9 OPERACION:** Cambiar filtros de aceite del motor.

**PROCEDIMIENTO:** A) Dos filtros.- Desmontar tapón inferior - de los filtros y drenar el aceite, extraer- los elementos, quitar los empaques ("ligas") y desecharlos. Lavar vaso de combustible, - instalar nuevos elementos, colocar nuevos - empaques. Montar vasos, colocar tapón de -- drenaje, apretar tornillo sujetador del fi\_ ltro secundario debe llenarse con aceite.

B) Un filtro.- Desmontar el tornillo sujeta dor del filtro, extraer vaso, desechar ele- mento, lavar vaso con combustible, insertar

- nuevo elemento y nuevos empaques ("ligas").
- OBSERVACIONES:** Refacciones; filtros y empaques.
- No.REF B10 OPERACION:** Revisar ajuste del círculo de giro.
- PROCEDIMIENTO:** El juego lateral del círculo debe ser de --  
3mm (1/8 pulg). (1.5 mm por lado).  
También 3mm de juego deben existir entre --  
las guías frontales y el círculo. El juego-  
vertical debe ser de 0.8mm (1/32 pulg). y -  
entre la punta de un diente del piñón y el  
fondo entre dos dientes del círculo, en la  
posición más cercana debe haber de 4.75 a -  
6.35mm de ( 3/16 - 1/4 pulg.).
- OBSERVACIONES:** Solo motoconformadora.
- No.REF B11 OPERACION:** Revisar y apretar tornillería exterior del mo-  
tor.
- PROCEDIMIENTO:** Apretar los tornillos exteriores del motor-  
como: tubos múltiples de admisión, escape, -  
generador, motor de arranque, tapa de volan-  
te del cigueñal (campana) etc. Revisar que  
se encuentre en buen estado.
- OBSERVACIONES:** Ver especificaciones de torque.
- No.REF B12 OPERACION:** Lavar respiradero del motor.
- PROCEDIMIENTO:** a) Filtro de malla.- Desmontarlo y limpiar-  
lo con aire a presión.  
b) Tubo.- Desmontarlo y lavarlo con combus-  
tible y secarlo con aire a presión.
- OBSERVACIONES:** Refacción: empaque.
- No.REF B13 OPERACION:** Revisar y apretar tornillos de soporte del mo-  
tor.
- PROCEDIMIENTO:** Revisar el estado físico de los tornillos -  
y apretarlo de acuerdo a las especificaciones  
de torque.
- OBSERVACIONES:** Ver especificaciones de torque.
- No.REF B14 OPERACION:** Lavar respiradero de la transmisión.
- PROCEDIMIENTO:** Desmontar tapón y revisar que el orificio -

de respiración no esté obstruido. Lavarlo - con combustible, secarlo, y si es necesario, soplear aire al orificio.

**No.REF B15 OPERACION:** Revisar y apretar tornillos de la transmisión.  
**PROCEDIMIENTO:** Revisar estado físico de los tornillos de - montaje de la transmisión. Apretarlos al -- torque especificado si se recomienda así -- (ver marca en la cabeza). En máquinas con - embague mecánico, proceder en caja de trans - misión; Para máquinas con servotransmisión, también para el convertidor.

**OBSERVACIONES:** Ver especificaciones de torque.

**No.REF B16 OPERACION:** Revisar desgaste de ruedas dentadas y ruedas - guías.

**PROCEDIMIENTO:** Revisar desgaste de las ruedas dentadas (ca - tarinas) y las ruedas guías delanteras. Si - es excesivo revisar la alineación de los ca - rriles.

**OBSERVACIONES:** Solo para tractor de orugas.

**No.REF B17 OPERACION:** Revisar y apretar tornillos de montaje del em - pujador del cucharón.

**PROCEDIMIENTO:** Revisar visualmente el buen estado de los - tornillos del empujador. Apretarlos al tor - que especificado si se recomienda así ( ver marca en la cabeza). Si no tiene tornillos, revisar el desgaste de los bujes y pernos, - con el cucharón levantado.

**OBSERVACIONES:** Ver especificaciones de torque.

**No.REF B18 OPERACION:** Revisar desgaste de raspadores.

**PROCEDIMIENTO:** Revisar visualmente que los raspadores de - los rodillos no se encuentren excesivamente desgastados.

**OBSERVACIONES:** Solo para aplanadora.

**No.REF B19 OPERACION:** Revisar topes de ejes de dirección.

**PROCEDIMIENTO:** Con la máquina en un terreno plano, girar -

el volante de la dirección en ambos sentidos y comprobar que no exista roce entre el neumático y el bastidor.

**OBSERVACIONES:** Solo cargador de neumáticos y motoconformadora.

**No.REF B20 OPERACION:** Ajustar indicador del cucharón.

**PROCEDIMIENTO:** Con la máquina en terreno plano, y el cucharón en posición nivelada en el suelo, aflojar los tornillos de montaje de la barra indicadora y ajustar el indicador en los agujeros alargados hasta que el marcador de la barra indicadora este correctamente alineada con el marcador en el cilindro del cucharón.

**OBSERVACIONES:** Solo cargador frontal de neumáticos (Michigan 55WAS).

**No.REF B21 OPERACION:** Revisar y apretar tornillos de zapatas de carriles.

**PROCEDIMIENTO:** Revisar el buen estado físico de los tornillos. Apretarlos al torque especificado.

**OBSERVACIONES:** Ver especificaciones de torsión.

**No.REF B22 OPERACION:** Ajustar prensaestopas de cilindros hidráulicos.

**PROCEDIMIENTO:** Cortar alambre de seguridad y apretar los tornillos hasta que el empaque este a tope. Asegurar los tornillos de dos en dos con alambre.

**OBSERVACIONES:** Cargador frontal (Michigan 55 AWS).

**No.REF B23 OPERACION:** Ajustar balatas de ruedas.

**PROCEDIMIENTO:** a) Cargador de neumáticos.- Levantar las ruedas (las delanteras bajando el cucharón y las traseras con gato hidráulico.). Girar los tornillos de ajuste (en sentido contrario el uno del otro) hasta que la balata presione sobre el tambor y consecuentemente no pueda girar. Girar el tornillo a la in--

versa hasta que la rueda tenga movimiento libre. Ajustar de igual manera todas las --  
ruedas.

b) Motoconformadora.- Levantar las ruedas -  
y colocarla de manera que al quitar el ta--  
pón de la maza quede visible el mecanismo -  
de ajuste ("estrella").

Aflojar el seguro de la estrella y girar --  
hasta que la rueda no pueda moverse libre--  
mente.; regresar unos dos dientes de la ---  
"estrella", y apretar el seguro. Proceder -  
de igual forma para las cuatro ruedas motri--  
ces.

No.REF B24 OPERACION: Revisar estado y conexiones del sistema eléc--  
trico.

PROCEDIMIENTO: Revisar que los cables se encuentren en bue--  
nas condiciones (que no estén "pelados"), -  
así como la correcta conexión de terminales.

DESCRIPCION DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO TIPO "C".

- No.REF C1 OPERACION: Revisar compresión de los cilindros del motor.  
PROCEDIMIENTO: Desmontar cada uno de los inyectores, y en el orificio, conectar la manguera del compresómetro. Accionar la marcha, y tomar la lectura de cada cilindro (la mayor). La lectura individual de cada cilindro no debe tener una desviación mayor al 20% del promedio global de todos los cilindros.  
OBSERVACIONES: Ver especificaciones de compresión.
- No.REF C2 OPERACION: Revisar velocidad máxima y mínima del motor.  
PROCEDIMIENTO: Con el motor en marcha, tomar las lecturas de revoluciones por minuto a ralenti y máxima (funcionando sin carga).  
IMPORTANTE: No acelerar a las rpm. máximas hasta que el motor haya alcanzado su temperatura de funcionamiento. Si la máquina no cuenta con tacómetro, instalar uno externo.  
OBSERVACIONES: Ver especificaciones de velocidad.
- No.REF C3 OPERACION: Comprobar lubricación de balancines.  
PROCEDIMIENTO: Poner en marcha el motor y comprobar visualmente la correcta lubricación de los balancines. (se ve salpicar el aceite).
- No.REF C4 OPERACION: Ajustar válvulas del motor.  
PROCEDIMIENTO: Desmontar tapa de balancines, colocar el cilindro No. 1 en punto muerto superior (en compresión) haciendo coincidir la marca de la polea del cigueñal con el monoblock; en ese momento, calibrar las válvulas de admisión y de escape como sigue:  
Aflojar contratuerca y tornillo de ajuste, -  
introducir el calibrador de hojas entre la parte superior del vástago de la válvula, -

apretar tornillo hasta que el balancín apenas toque el calibrador. Fijar tornillo de ajuste con la contratuerca. Proceder de -- igual forma para el resto de las válvulas. -  
**IMPORTANTE:** No girar el cigueñal utilizando el ventilador.

**OBSERVACIONES:** Ver especificaciones para holgura de las -- válvulas.

Refacción: Empaque de la tapa de balancines.

No.REF C5 **OPERACION:** Ajustar inyectores (motores Cummins).

**PROCEDIMIENTO:** Proceder igualmente que la forma anterior, - solo que antes de calibrar las válvulas, se deben calibrar los inyectores y crucetas -- como sigue:

Apretar el tornillo de sujeción del inyector a 30-32 Lb-pie, apretar el tornillo de ajuste hasta que el émbolo apenas toque la copa, luego girar unos 15° más para expulsar el aceite que pueda haber en la copa. - Después aflojar una vuelta el tornillo de - ajuste y apretarlo al torque especificado, - apretar la contratuerca. Una vez calibrados los inyectores y válvulas, poner en marcha el motor y cuando el aceite esté a 60°C -- (140°F) de temperatura, calibrar nuevamente.

**OBSERVACIONES:** Solo para motor Cummins.

No.REF C6 **OPERACION:** Apretar tornillos de la cabeza del motor.

**PROCEDIMIENTO:** Apretar los tornillos de fijación de la cabeza del motor, al torque y en el orden recomendados. Efectuarlo con el motor frío.

**OBSERVACIONES:** Ver especificaciones de orden y torque.

No.REF C7 **OPERACION:** Revisar y limpiar motor de arranque.

**PROCEDIMIENTO:** Remover los tornillos de montaje del motor de arranque, retirarlo, desarmarlo, limpiar escobillas y revisar su desgaste. (Si están

muy desgastados se deberán reemplazar). Revisar la tensión de los muelles de la escobilla, limpiar colector, y revisar su desgaste, revisar juego del eje del inducido. Limpiar y engrasar cojinete dentado interior del piñón.

No.REF C8 OPERACION: Revisar y limpiar generador o alternador.

PROCEDIMIENTO: Remover los tornillos de montaje del alternador, retirarlo, desarmarlo, limpiar escobillas, y revisar su desgaste. Comprobar -- que los orificios de ventilación y espacios de entrehierro no estén obstruidos, limpiar las partes con un trapo humedecido de combustible.

No.REF C9 OPERACION: Revisar rango de carga del generador o alternador.

PROCEDIMIENTO: Desconectar el cable de tierra de la batería y conectar un amperímetro de prueba entre la terminal principal del alternador y el cable desconectado; conectar nuevamente el cable de tierra de la batería. Encender las luces de la máquina unos 3 minutos y -- con la carga eléctrica conectada arrancar -- el motor y a la velocidad especificada, tomar la lectura. Para esto la batería debe -- estar completamente cargada.

OBSERVACIONES: Ver especificaciones de velocidad del motor para efectuar la revisión, así como el rango de carga normal.

No.REF C10 OPERACION: Lavar o cambiar filtro de aceite de la transmisión.

PROCEDIMIENTO: Remover las partes que obstaculicen la salida del filtro, extraer éste; si la malla no es metálica, desecharlo y substituirlo por uno nuevo. Cambiar los empaques anulares. -

No apretar excesivamente el filtro. Con el motor en marcha, revisar que no existan fugas de aceite. Si la malla es metálica, lavar con combustible y limpiar con aire y un cepillo la suciedad que pudiera tener.

**No.REF C11 OPERACION:** Lavar o cambiar filtro de aceite hidráulico y de transmisión.

**PROCEDIMIENTO:** Remover las partes que obstaculicen la salida del filtro, extraer éste; si la malla no es metálica desecharlo y substituirlo por uno nuevo. Cambiar los empaques anulares. No apretar excesivamente el filtro. Con el motor en marcha, revisar que no existan fugas de aceite. Si la malla es metálica, lavar con combustible y limpiar con aire y un cepillo la suciedad que pudiera tener.

**No.REF C12 OPERACION:** Lavar o cambiar filtro de aceite hidráulico.

**PROCEDIMIENTO:** Remover las partes que obstaculicen la salida del filtro, extraer éste; si la malla no es metálica desecharlo y substituirlo por uno nuevo. Cambiar los empaques anulares. No apretar excesivamente el filtro. Con el motor en marcha, revisar que no existan fugas de aceite. Si la malla es metálica, lavar con combustible y limpiar con aire y un cepillo la suciedad que pudiera tener.

**No.REF C13 OPERACION:** Revisar válvula de desembague de la transmisión.

**PROCEDIMIENTO:** Con la palanca de cambio direccional, en neutral, arrancar el motor y acelerar a aprox. 1100 r.p.m.; aplicar ligeramente los frenos de servicio y cambiar la palanca direccional a la posición de avance; si la máquina avanza, es indicativo que la válvula de desembague no funciona bien, y será necesaa-

rio reemplazarla.

OBSERVACIONES: Para cargador de neumáticos (Michigan 55 -- AWS).

No.REF C14 OPERACION: Lavar tapón magnético, resorte y cedazo de la -  
bomba de combustible ( Motor Cummins).

PROCEDIMIENTO: Desmontar la tapa de la parte superior de -  
bomba. Extraer el resorte, malla, empaque, -  
retén e imán y limpiarlas en un solvente. -  
Aplicar aire comprimido a esas partes. Des-  
pués colocarlos en sus respectivos lugares.  
Apretar la tapa a una presión de 2.8 Kg.m.-  
3.5 Kg.m. (20-25 Lb-pie). La malla se debe-  
instalar con el agujero hacia abajo.

OBSERVACIONES: Motor Cummins y Komatsu (tractor de orugas-  
D50 A15).

No.REF C15 OPERACION: Lavar cedazo de la bomba de transferencia. (--  
compacto-John Deere).

PROCEDIMIENTO: Desmontar vaso de sedimento, lavarlo con --  
combustible y secar con aire a presión.

OBSERVACIONES: Aplanadora, compacto, Tractor agrícola ---  
JD450-B.

No.REF C16 OPERACION: Revisar presión de aceite del motor.

PROCEDIMIENTO: Con el motor en marcha de 800-1000 r.p.m. -  
hasta que la temperatura del aceite sea de-  
60°C (140°F); reducir la velocidad del mo--  
tor a ralenti y tomar la lectura (si la má-  
quina no tiene manómetro, conectar uno ex--  
terno.

No.REF C17 OPERACION: Lavar y engrasar caja de dirección.

PROCEDIMIENTO: Destapar la caja de dirección, lavar el in-  
terior con gasolina, secar con aire, engras-  
sar.

OBSERVACIONES: Solo motoconformadora.

No.REF C18 OPERACION: Revisar nivel de aceite en ruedas dentadas.

PROCEDIMIENTO: Desmontar el tapón de nivel; si al hacerlo-

el aceite escurre, el nivel es correcto, de lo contrario, agregar aceite por el mismo tapón.

**OBSERVACIONES:** Solo tractor de orugas.

**No.REF C19 OPERACION:** Revisar presión de aceite en convertidor (servotransmisión).

**PROCEDIMIENTO:** Instalar un manómetro de presión en el orificio que para tal efecto tiene el convertidor. Aplicar el freno de estacionamiento y colocar las palancas de velocidades en posición neutral. Con el motor en marcha, a la temperatura del aceite y velocidad del motor especificadas, tomar la lectura del manómetro. Si la presión excede a la especificada, será necesario limpiar el enfriador de aceite.

**NOTA:** Si la máquina no tiene manómetro, instalar uno externo.

**OBSERVACIONES:** Solo máquinas con servotransmisión. Ver especificaciones de temperatura del aceite y velocidad del motor para efectuar la revisión.

**No.REF C20 OPERACION:** Revisar precalentadores. (International TD --- 9-B).

**PROCEDIMIENTO:** Si la máquina tiene indicador de funcionamiento, observar que al conectarse el switch, la aguja señale el área "OK". Si llegara a señalar "chek" es evidencia de que al menos uno de ellos no está funcionando correctamente; para saber cual de ellos es, desconectar el precalentador, y conectar el --- switch, si la aguja no varía su posición -- con respecto a la original, ese precalentador está funcionando bien. Pero si en el indicador la aguja se desplaza más a la iz---

quiera al desmontarlo, el inyector está -- mal y se deberá corregir o substituir. Si la máquina no tiene indicador, desconectar cada uno de los precalentadores (conectando el switch y comprobar físicamente que se -- caliente).

OBSERVACIONES: Solo motores International.

No.REF C21 OPERACION: Limpiar turboalimentador (International TD 9-B cambios manuales).

PROCEDIMIENTO: Limpiar la porción más grande de los depósitos con un raspador no metálico; después -- quitar con un cepillo los depósitos de la -- caja. La limpieza se debe efectuar con un -- solvente de petróleo.

OBSERVACIONES: Solo tractor de orugas International (cam-- bios manuales).

No.REF C22 OPERACION: Revisar ajuste en tren delantero.

PROCEDIMIENTO: Levantar el tren delantero (con la cuchilla) y verificar los ajustes, convergencia, ángu-- los de dirección, posicionador y topes de -- brazo Pitman. Verificar desgaste de bujes y pernos. Reapretar tuercas y tornillos.

OBSERVACIONES: Solo motoconformadora.

No.REF C23 OPERACION: Revisar desgaste de los bujes de los yugos de cilindros de levante.

PROCEDIMIENTO: Medir el desgaste de los yugos de los cilin-- dros de levante, si el desgaste es mayor de -- 0.4 m.m (1/64 pulg) se deberán cambiar.

OBSERVACIONES: Solo motoconformadora.

No.REF C24 OPERACION: Revisar desgaste de bujes de brazo índice.

PROCEDIMIENTO: Medir el desgaste de los bujes del brazo ín-- dice. Si el desgaste es mayor de 0.4 mm --- (1/64 pulg) se deberán cambiar.

OBSERVACIONES: Solo motoconformadora.

No.REF C25 OPERACION: Revisar ajuste entre ranuras de chumaceras y -

el perno balancín, Si no está entre 0.4 y - 0.8 mm (1/64-1/32 pulg), se deberán compensar con lanas soldadas en cada uno de los bordes de la ranura hasta dejarlo dentro de las especificaciones.

**OBSERVACIONES:** Solo motoconformadora.

**No.REF C26 OPERACION:** Cambiar agua del radiador.

**PROCEDIMIENTO:** Drenar el agua del radiador en un recipiente, llenar nuevamente el radiador con la misma agua, después de quitarle el sedimento, para quitar la mugre de los conductos, - agregar 1 Kg de sosa disuelta en 10 litros de agua. Hacer funcionar el motor durante - 1 hora. Dejar enfriar el agua, drenar y lavar con agua. Cerrar el grifo de drenaje, - llenar el radiador con agua que contenga -- bajo contenido de sales minerales.

**NOTA:** Comprobar que el agua fluya libremente al drenar el radiador, de lo contrario - será necesario sondear.

**No.REF C27 OPERACION:** Cambiar anticorrosivo (motor Cummins).

**PROCEDIMIENTO:** Cerrar los grifos de las ruberías de entrada y drenaje, desatornillar el tapón de drenaje de la parte inferior de la caja, quitar los tornillos y sacar la tapa. Quitar la placa de sujeción del elemento, sacarlo y desecharlo. Sacar la placa que está debajo del elemento. Sacar el resorte de la caja, limpiar las placas (si al hacerlo, se descubre menos de la mitad del metal, instalar placas nuevas). Instalar el resorte y la placa inferior, quitar la bolsa del elemento nuevo, instalarlo en la caja; Instalar la placa superior, la junta y la tapa. - Instalar el tapón de drenaje y abrir los --

grifos en las tuberías de entrada y drenaje.

**OBSERVACIONES:** Solo motores Cummins. Refacción: Elemento --  
anticorrosivo.

## DISEÑO DEL TALLER.

El elemento más importante en el diseño de un taller de MP moderno es la flexibilidad ya que permite combinar la eficiencia con la capacidad de satisfacer demandas futuras.

La configuración general del taller debe ser el producto del acomodo - entre varios factores: Costo de la obra, necesidades de flota, condiciones del lugar, y otros factores físicos.

No obstante, ya sea la forma del taller cuadrada, en forma de "L" o -- irregular, su diseño debe permitir un flujo eficiente del trabajo. Las unidades deben ser llevadas fácilmente adentro, a través y afuera de - las áreas de servicio, y los mecánicos y técnicos han de contar con -- suficiente espacio para trabajar eficientemente.

El diseño de la instalación ha de tener en cuenta cinco áreas importantes en las que influyen las condiciones del lugar y subsuelo:

### 1.- TEJADO.

- Grandes envergaduras con el menor número posible de columnas, - para permitir que grúas elevadas y montacargas trasladen componentes pesados;
- Area para labores administrativas y de jefatura;
- Posible lugar para equipo de energía solar;

### 2.- PAREDES.

- Según el costo, clima y uso, pueden hacerse de acero y bloques - de concreto, material ligero prefabricado, o una combinación;
- Hasta donde sea posible, los espacios de trabajo dan a los pasillos;
- Uso de malla de alambre de acero de la altura de la cintura donde sea factible para eliminar costosas paredes;
- Paredes convencionales para resistencia estructural, a prueba de incendios y explosiones donde se requieran;

- Lugar de equipo de iluminación, para conductos de aire, agua,-- electricidad;

### 3.- PUERTAS.

- Diseño sencillo;
- Automáticas, de rápida apertura y cierre para evitar la entrada de polvo, lluvia, etc.;

### 4.- PISO.

- Diseño de presión de apoyo suficiente para el peso de los vehículos a reparar;
- El drenaje debe ser de diseño sencillo para permitir que los mecánicos trabajen alrededor y debajo de los vehículos;
- El lugar de los desagües y el declive deben conservar el piso seco;

### 5.- SUELO.

- Suficiente drenaje para evitar encharcamiento o estacionamiento, particularmente en el área de los fosos;
- Bombas automáticas para mantener los espacios de trabajo secos;
- Las especificaciones de construcción deben indicar la mezcla de concreto para asegurar que es impermeable.

El consumo de energía es una consideración importante, particularmente en términos de los costos de operación estimados del taller.

Estos costos estarán influidos directamente por el volumen del taller en metros cúbicos y los sistemas de toma de fuerza, calefacción, ventilación y alumbrado empleados. Por ejemplo en una instalación que incorpora extensas operaciones de lavado, el uso de energía solar para calentar el agua puede que sea económico a la larga. (Ver páginas siguientes).



### Equipamiento del Taller

El rendimiento y eficacia que alcancen los mecánicos de MP en el desarrollo de los diferentes tipos de servicio depende, en gran medida, -- del equipamiento disponible, es decir, de las herramientas de mano, -- aparatos de medición, equipo en general e instalaciones.

Este equipamiento debe seleccionarse considerando los siguientes factores:

- (1) Tamaño de la flotilla de unidades
- (2) Tipo de unidades a intervenir
- (3) Totalidad de los sistemas que integran las unidades
- (4) Especificaciones técnicas del fabricante ( Manual de Operación, Manual de Servicio, etc.)
- (5) Equipamiento disponible en el mercado (nacional e Internacional)
- (6) Herramientas especiales
- (7) Innovaciones Tecnológicas, etc.

La consideración adecuada de estos factores dará como resultado un -- equipamiento completo para el taller.

Es oportuno recordar que las intervenciones de MP deben efectuarse en -- un tiempo estandar mínimo, con el objeto de minimizar el tiempo de paro de las máquinas, para ello se puede recurrir a la utilización de herramientas neumáticas, sistemas automatizados de control, dinamómetros, -- analizador electrónico, lavadora a vapor, etc., con los cuales se cumple este principio.

La importancia de la función Mantenimiento Preventivo y sus repercusiones en la vida útil de las máquinas para construcción será reforzada -- cuando se disponga de un efectivo equipamiento del taller.



RELACION DE HERRAMIENTAS DE MANO Y APARATOS DE MEDICION PARA TALLER -  
DE MANTENIMIENTO.

- Arco de segueta.
- Asentador de válvulas de  $5/8''$  a  $1-3/8''$  (jgo. de 3 pzas.).
- Autoclé entrada de  $1/2''$  dados de  $3/8''$  a  $1''$  (jgo. de 15 pzas.).
- Autoclé entrada de  $3/8''$  dados de  $5/16''$  a  $13/16''$  (jgo. de 16 pzas.).
- Autoclé entrada de  $3/4''$  dados  $1-1/16''$  a  $2-1/2''$  (jgo. de 21 pzas.).
- Autoclé milimétrico de  $1/2''$  dados de 10 mm a 27 mm (20 pzas.).
- Botadores rectos de  $1/4''$  a  $1/2''$ .
- Calibrador de bujías (Lainas).
- Cama para mecánico de madera.
- Cepillos de alambre de  $12''$  y  $8''$ .
- Cinceles corta frío de  $1/4''$  a  $1''$ .
- Cinceles pata de cabra de  $1/4''$  a  $5/8''$ .
- Cinceles punta de diamante de  $1/4''$  a  $1/2''$ .
- Compresómetro para mot. de gasolina.
- Compresómetro para mot. diesel.
- Compás de exteriores y de puntas.
- Dados hexagonales extra largos entrada de  $1/2''$ , de  $1/2''$  a  $1''$ .
- Desarmadores planos de  $4''$ ,  $6''$ ,  $8''$  y  $10''$  de largo (jgo. de 4 pzas.).
- Desarmadores planos delgados de  $2-1/2''$ ,  $5''$ ,  $8''$  y  $12''$  de largo (jgo. de 4 pzas.).
- Desarmadores de cruz de  $2-1/2''$ ,  $3''$ ,  $4-1/2''$ ,  $6''$  y  $8''$  (jgo. de 5 pzas.).
- Extractor de tornillos y birlos.
- Flexómetro retráctil de 3 m.
- Gabinete metálico para herramientas.
- Llaves allen de  $0.050''$  a  $5/8''$  (jgo. de 15 pzas.).
- Llaves allen milimétricas de 2 a 19 mm (jgo. de 14 pzas.).
- Llaves combinadas de  $1/4''$  a  $1-1/16''$  (jgo. de 14 pzas.).
- Llaves combinadas milimétricas de 6 a 27 mm (jgo. de 14 pzas.).
- Llaves españolas de  $1/4''$  a  $1-1/16''$  (jgo. de 9 pzas.).
- Llaves españolas milimétricas de 6 a 27 mm (jgo. de 9 pzas.).
- Llaves de estrías de  $3/8''$  a  $1''$  (jgo. de 7 pzas.).
- Llaves españolas de  $1-1/16''$  a  $2''$  (jgo. de 7 pzas.).

- Llaves de estrías de 1-1/16" a 2" (jgo. de 7 pzas).
- Martillo de goma de 10".
- Martillos de bola de 1-1/2 y 3 lbs.
- Marros de 4 y 8 lb mango de 32".
- Pinzas de chofer de 6", 8".
- Pinzas de corte diagonal de 8".
- Pinzas de punta recta de 6".
- Pinzas de punta plana de 6".
- Pinzas de corte de 6".
- Pinzas de presión de 6" y 8".
- Pinzas p/seguros de caja.
- Punto marcador de 1/8" a 1/2" (jgo. de 7 pzas.).
- Lámpara estroboscópica para poner a tiempo.
- Calibrador pie de rey de 6" con posibilidad de medir (ext.int. y -- prof) en pg. y mm.
- Micrómetro de 0-1", 1"-2", 2"-4" (jgo. de 3 pzas.).
- Torquímetro de 10 a 150 lbs-pie.
- Llaves crecientes perico 6", 8", 10" y 12".
- Llaves steelson de 8", 10" y 12".

**EQUIPO PARA TALLER DE MANTENIMIENTO.**

- 1.- Rampa hidráulica de 10 ton.
- 2.- Equipo de lavado de alta presión.
- 3.- Compresora de aire de 2 etapas con tanque de 120 galones motor de 10 H.P. y gobernador.
- 4.- Bancos de trabajo.
- 5.- Esmeril de pedestal de 2 HP. y 1725 R.P.M.
- 6.- Taladro de banco, cap. de 5/8".
- 7.- Prensa hidráulica de 20 tons.
- 8.- Soldadora eléctrica de transformador (250 A). Incluye: Cables, porta electrodos, pinzas para tierra y careta protectora.
- 9.- Equipo de soldadura oxiacetilénica. Incluye: Manómetros, regulador, mangueras, jgo. de boquillas, cortador y gafas.
- 10.- Cargador de baterías (rápido) para 6/12 V, 80/40 Amps. con protector de polaridad.
- 11.- Cargador de baterías (lento) cap. de 3 a 36 celdas y protector de polaridad 125 V.

SERVICIOS MÓVILES DE MP.

Las unidades de mantenimiento móvil están adquiriendo importancia en todos los tamaños y tipos de flotas, ya que, al atender el equipo en la obra se reducen considerablemente los costos de mantenimiento.

El enfoque de los servicios móviles, tiene múltiples ventajas entre las que podemos mencionar:

- 1.- Aumenta la confiabilidad en la flotilla.
- 2.- Reduce los costos de MP.
- 3.- Reduce el tiempo muerto de los vehículos.

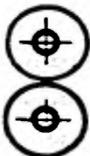
La unidad móvil de MP debe estar dotada del equipo suficiente para desarrollar adecuadamente los servicios de MP, operaciones de lavado y limpieza, trabajos en neumáticos, etc., hasta en los lugares más remotos.

Un tipo de unidad que ha demostrado su eficacia consta del siguiente equipamiento:

- Tamaño de plataforma: 2440 X 3660 mm.
- Dos tanques de capacidad de 210 l (55 galones).
- Dos tambores de 55 kg.
- Puesto de 4 carretes c/mangueras retráctiles.
- Caja de herramientas y filtros.
- Cautín eléctrico tipo pistola.
- Compresor de aire  $8.2 \text{ kg/cm}^2$  para acoplar por medio de banda de motor de vehículo.
- Esmeril portátil recto, piedra 6"  $\emptyset$
- Escantillón para convergencia de llantas hasta 2133 mm.
- Gato hidráulico tipo botella 12.5 ton.
- Garrucha manual de cadena 2 ton.

- Interruptor eléctrico de presión, rango de 1.11 a 12.6 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Probador de armaduras (Growler) para AC, con amperímetro.
- Probador de inyectores diesel con adaptador para todas las marcas de motores.
- Probador y limpiador de bujías para aire 18.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- Prensa hidráulica portátil 20 ton.
- Probador de sistemas hidráulicos, hasta 5000 lbs/pgs<sup>2</sup>.
- Soportes (par de) para ruedas, cap. 3.5 ton.
- Soldadora 200 A.DC. y generador AC 3.5 KW con motor a gasolina-20 HP, arranque manual.
- Soldadora oxiacetilénica con manómetro, mangueras, cortador, llaves, encendedor y estuche.
- Taladro portátil 1/2", 125 V. trabajo pesado.
- Voltiamperímetro automotriz.

TANQUES  
DE OXIGENO  
ACETILENO



COMPRESOR DE AIRE  
(GENERADOR ELECTRICO)



GRASA

CAJA DE  
HERRAMIENTAS  
CON GABRIETES  
PUERTAS  
ABATIBLES

CAJA DE FILTROS  
Y EQUIPO GENERAL

CAJA DE  
REFACCIONES  
CON GABRIETES  
PUERTAS  
ABATIBLES

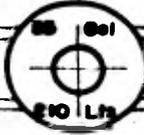
ACEITE  
DE  
MOTOR



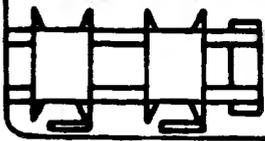
ACEITE  
MORRALICO



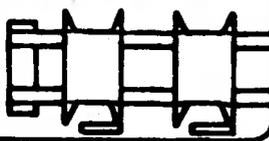
ACEITE  
DE  
ENGRANAJES



ACEITE  
DE  
MOTOR



CARRETES  
RETRACTILES



ACEITE  
MOTOR

ACEITE  
ENGRANAJES

ACEITE  
MORRALICO

AIRE

ESCALA 1:20

UNIDAD DE M. P. MOVIL (PLANTA)

M. A. SALMERO MENDOZA

FACULTAD DE INGENIERIA "TESIS PROFESIONAL"

M. RODRIGUEZ CASARES

RELACION DE HERRAMIENTAS DE MANO Y APARATOS DE MEDICION PARA UNIDADES MOVILES.

- Abocinador y cortador de tubo de 1/4" a 5/8" Ø
- Aceitera manual de presión cap. 3/4 lt.
- Arco de sierra.
- Asentador de válvulas de 5/8" a 1-3/8" (jgo. de 3 pzas.).
- Autoclé entrada de 1/2" dados de 3/8" (jgo. 15 pzas.).
- Autoclé entrada de 3/8" dados de 5/16" a 13/16" (jgo. de 16 pzas.).
- Autoclé entrada de 4/4" dados 1-1/16" a 2-1/2" (jgo. de 21 pzas.).
- Autoclé milimétrico de 1/2" dados de 10 mm a 27 mm (20 pzas.).
- Botadores rectos de 1/4" a 1/2".
- Calibrador de bujías (laminas).
- Cama para mecánico de madera.
- Cepillos de alambre de 12" y 8".
- Cinceles corta frío de 1/4" a 1".
- Cinceles pata de cabra de 1/4" a 5/8".
- Cinceles punta de diamante de 1/4" a 1/2".
- Compresor de aire de 8.2 kg/cm<sup>2</sup> para acoplar por banda al motor del vehículo.
- Compresómetro para motor de gasolina.
- Compresómetro para motor diesel.
- Compás de exteriores, interiores y de puntas.
- Densímetro probador de baterías.
- Dados hexagonales extra largos entrada de 1/2", de 1/2" a 1".
- Desarmadores planos de 4", 6", 8" y 10" de largo (jgo. de 4 pzas.).
- Desarmadores planos delgados de 2-1/2", 5", 8" y 12" de largo (jgo. de 4 pzas.).
- Desarmadores de cruz de 2-1/2", 3", 4-1/2", 6" y 8" (jgo. de 5 pzas.)
- Extractor de tornillos y birlos.
- Extractor de tambores y masas.
- Extractor de terminales de batería.
- Estuche para calibrar frenos (10 pzas.).
- Flexómetro retractil de 3m.
- Gabinete metálico para herramientas.

- Llaves allen de 0.050" a 5/8" (jgo. 15 pzas.).
- Llaves allen milimétricas de 2 a 19 mm (jgo. 14 pzas.).
- Llaves combinadas de 1/4" a 1-1/16" (jgo. 14 pzas.).
- Llaves combinadas milimétricas de 6 a 27 mm (jgo. 14 pzas.).
- Llaves de impacto de 1/2 dados de 3/8" a 1" (jgo. 12 pzas.).
- Llaves españolas de 1/4" a 1-1/16" (jgo. 9 pzas.).
- Llaves españolas milimétricas de 6 a 27 mm (jgo. 9 pzas.).
- Llaves de estrías de 3/8" a 1" (jgo. 7 pzas.).
- Llaves españolas de 2-1/16" a 2" (jgo. 7 pzas.).
- Llaves de estrías de 1-1/16" a 2" (jgo. 7 pzas.).
- Martillo de goma de 10".
- Martillo de bola de 1-1/2 y 3 lb.
- Marros de 4 y 8 lb mango de 32".
- Machuelos de 3/16" a 1" c/maneral, rosca fina (jgo. 10 pzas.).
- Machuelos de 3/16" a 1" c/maneral, rosca std. (jgo. 10 pzas.).
- Opresor de anillos de motores diesel y gasolina (jgo. 4 pzas.).
- Pinzas de chofer de 6", 8" y 10".
- Pinzas de corte diagonal de 8".
- Pinzas de punta recta de 6".
- Pinzas de punta plana de 6".
- Pinzas de corte de 6".
- Pinzas de presión de 6" y 8".
- Pinzas p/seguros de expansión de 8".
- Pinzas p/seguros de caja.
- Punto marcador de 1/8 a 1/2" (jgo. 7 pzas.).
- Probador de generadores alternadores y reguladores.
- Probador de baterías.
- Lámpara estroboscópica para poner a tiempo.
- Tarraja combinada p/rosca fina y std. con maneral de 1/4" a 1/2".
- Taladro neumático con adaptador para piedra de esmeril y jgo. de brocas de 1/16" a 1/2".
- Tanque para compresor de 30 lts. con 10 de manguera.
- Calibrador pie de rey de 6" con posibilidad de medir (ext. Inst. y - Prof.) en pg. y mm.
- Micrómetro de 0-1", 1"-2", 2"-4" (jgo. de 3 pzas.).

- Tornillo de banco giratorio.
- Multiprobador con tacómetro, probador de platinos ángulo de contacto y voltímetro.
- Probador de elevadores hidráulicos.
- Probador de inyectores diesel, con adaptadores.
- Soplete de gasolina a presión.
- Torquímetro de 10 a 150 lbs-pie.
- Bomba manual p/aceite de transmisión.
- Inyector manual de grasa c/dif. boquillas.
- Limas 1/2 caña bastarda 4, 8 y 12".
- Limas 1/2" caña musa 4, 8 y 12".
- Limas planas musa 4, 8 y 12".
- Limas planas bastarda 4, 6 y 8".
- Limas triangular bastarda de 4, 6 y 8".
- Lima triangular musa 4, 6 y 8".
- Limatón cuadrado muso y bastardo (4, 6 y 8").
- Limatón redondo muso y bastardo (4, 6 y 8").
- Llaves crecientes pericos 6, 8, 10, 12, 18 y 20".
- Llaves steelson de 8, 10, 12, 14, 24 y 36".
- Llave universal de cadena para trabajo pesado.

C A P I T U L O   I V

COSTOS Y ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

## COSTOS Y ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Los trámites administrativos son de fundamental importancia para el -- mantenimiento preventivo (MP). El trámite administrativo es un flujo -- de información que coincide con el plan operativo del staff de manteni-- miento preventivo. El sistema que se siga debe ser sencillo y práctico.

Habrás que reducir al mínimo la cantidad de documentos, tales como Soli-- citudes de trabajo de mantenimiento preventivo, Ordenes para adquisi-- ción de refacciones, Registros Históricos de todo tipo de servicios, -- etc., de manera que se pueda contar con medios claros y precisos para-- solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; computar tiempo, materiales-- y costos; saber que acciones son necesarias para reducir al mínimo el-- costo de mantenimiento y el tiempo de paro, y finalmente, evaluar los-- resultados comparándolos con lo planeado, estimado y programado.

Los procedimientos deben ser analizados, valorados y cambiados, si se-- hace indispensable, para que se puedan alcanzar los objetivos en un -- tiempo óptimo de aprovechamiento en la producción y un costo también -- óptimo de mantenimiento preventivo.

Cada forma de documento debe servir para una finalidad específica. Las formas innecesarias o muy elaboradas tienden a oscurecer el modelo bá-- sico y son un desperdicio de tiempo. Por otro lado, si las formas son-- incompletas se puede incurrir en una falta de información esencial.

Algunos de los alcances que se tienen con un buen conjunto de procedi-- miento de administración consisten en el grado de especificación, cla-- ridad, brevedad y exactitud de la información y su flujo; pero más im-- portante es la capacidad de los procedimientos para ayudar a conseguir lo que la empresa se ha propuesto.

## PLANEACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

La planeación del Mantenimiento Preventivo básicamente se estructura - en ciclos o períodos de ejecución los cuales comprenden los siguientes plazos:

- 1.- Planeación a largo plazo.
- 2.- Planeación a mediano plazo.
- 3.- Planeación a corto plazo.

## PLANEACION A LARGO PLAZO.

El propósito principal de una planeación de largo alcance es conservar al día los objetivos, políticas y procedimientos del Mantenimiento Preventivo a efecto de que todos estos se hallen de acuerdo con los fines de la empresa. Desde luego, para ello se necesita un conocimiento de - los factores comprendidos en una planeación a largo plazo del mantenimiento preventivo, para ésto es necesario una proyección de dos factores específicos, ellos son:

- 1.- Los cambios en el equipo de mantenimiento preventivo, por caducidad, inovaciones tecnológicas, etc.
- 2.- Las necesidades de personal capacitado para cubrir el aumento de la plantilla.

De aquí que las necesidades de mantenimiento preventivo futuras comprende transformaciones dentro de la empresa, además se deben proyectar programas de trabajo a realizar acordes con los objetivos y estrategias de la empresa.

## PLANEACION A MEDIANO PLAZO.

Por lo general, la planeación a mediano plazo se asocia íntimamente al presupuesto anual, aunque el lapso real cubierto sea más o menos de un año. Hay una fase básica que corresponde a este tipo de planeación --

la cual es:

#### TRABAJO DE CARACTER CICLICO.

La planeación del trabajo cíclico, es decir, todos aquellos trabajos - que periódicamente deben realizarse se programan con anticipación para evitar que afecten el desarrollo de otros programas o por lo menos reducir al mínimo la posibilidad de interferencia.

Estos programas tales como limpieza de las unidades, servicios generales, etc., deben ser considerados en la planeación a mediano plazo del mantenimiento preventivo de modo que sean programadas y sincronizadas para aumentar la disponibilidad, considerando además hojalatería y pintura con otros imprevistos.

Esta programación se puede hacer utilizando alguna técnica de planeación; tal como Ruta Crítica, Diagramas de Gantt, etc.

#### PLANEACION A CORTO PLAZO.

La planeación del mantenimiento preventivo a corto plazo, es tan importante como cualquiera de las antes mencionadas, ya que ésta retroalimenta decisivamente a las primeras.

El período que contempla este tipo de planeación, generalmente abarca programaciones semanales y mensuales.

Hay que tener presente que puede existir la necesidad de hacer cambios al programa, para lo cual es de gran utilidad la planeación a corto plazo, ya que cuenta con la flexibilidad de cambiar el curso de las decisiones sobre la marcha.

**OBJETIVOS, METAS Y MEDIOS.****OBJETIVOS.**

Los objetivos son los estados o resultados deseados del comportamiento de una organización, éstos son considerados como idealizados para poder eliminar hasta donde sea posible autolimitaciones, aunque deben -- ser establecidos dentro de un marco de factibilidad técnica que los -- haga realizables y no crear imposibilidades.

En el desarrollo para conseguir ciertos objetivos, puede ser necesario eliminar otros, es decir, se tienen objetibos en desacuerdo; es por -- esto necesario integrar a los objetivos en un marco general y no consi-- derar objetivos independientes.

**METAS.**

Las metas son objetivos especfficos que deben realizarse en un tiempo-- bien establecido.

En la elaboración de las metas, se deben cumplir los siguientes requi-- sitos:

- 1.- Cada uno de los objetivos deben traducirse en metas.
- 2.- Las metas deberán definirse con toda claridad.
- 3.- Todas las metas tendrán su respectiva unidad de medida.
- 4.- Las unidades de medida permitirán evaluar el avance que se tiene.

**MEDIOS.**

Los medios son el conjunto ordenado de acciones, reglas, normas, procedimientos y cursos de acción que hay que seguir para la consecución de-- las metas.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto; es preciso reunir en una sola forma a los objetivos, objetivos específicos (metas) y unidades - de medida de manera que se pueda evaluar al alcance que han tenido cada uno de los objetivos.

#### EVALUACION Y CONTROL.

La finalidad de la evaluación es detectar cualquier desviación entre - el nivel de mantenimiento preventivo indispensable para conseguir los- objetivos establecidos y el nivel real.

El problema a que tenemos que enfrentarnos aquí, es el de determinar - el costo real de mantenimiento preventivo y el óptimo, para esto debe- precisarse que cantidad de M.P. debió hacerse durante el tiempo de vi- da para prevenir un deterioro y desgaste indebido a efecto de que el - resultado refleje la depreciación normal.

Esta determinación es cuestión de análisis y criterio.

Ahora bien, el nivel óptimo de mantenimiento preventivo para una uni-- dad determinada, es el punto en el que los costos combinados de mante- nimiento preventivo y mantenimiento correctivo son mínimos.

Una vez determinado el nivel óptimo de mantenimiento preventivo, se -- hace necesario pasar al siguiente problema, que se relaciona con el ni- vel real de mantenimiento preventivo.

Para conocer el nivel real de mantenimiento preventivo, se necesita -- contar con un instrumento apropiado. Este instrumento tiene que ser un índice que revele con absoluta precisión el nivel relativo de manteni- miento preventivo, comparado con el nivel ideal, y que permite a la em- presa sostener sus programas de trabajo a un nivel aceptable de cali- dad.

Existen varios métodos para determinar el índice del nivel real de man- tenimiento preventivo, para nuestro caso y a manera de ejemplo utiliza- remos el "Metodo de Evaluación de Costo" por considerarlo adecuado y - práctico.

## METODO DE EVALUACION DEL COSTO.

Para utilizar este método primeramente es preciso establecer un índice general del nivel de mantenimiento preventivo, este se determina sumando el costo de tiempo de paro, el costo de desperdicio por un equipo defectuoso y deterioro excesivo del mismo, en virtud de un mantenimiento preventivo impropio o inadecuado. El resultado se dividirá por el costo base, prefijado, o costo de período de punto de referencia. Este índice señalará el nivel real de mantenimiento.

Cuando el índice así obtenido es menor que la unidad, el nivel de mantenimiento preventivo está deteriorándose, y corresponde hacer una investigación de las causas probables de esta situación. Pero si dicho índice es mayor que la unidad, querrá decir que el nivel de mantenimiento preventivo está mejorando.

## CONTROL DE M.P.

Debido al comportamiento que tienen los costos de mantenimiento preventivo en comparación con los costos de mantenimiento correctivo, es necesario que se enfoque la atención a mejorarlos, medirlos y controlarlos. Para ese efecto se han elaborado índices que sirven para relacionar el costo debido al M.P. con otros factores y ver la forma de controlar y/o reducir el costo.

Algunos índices son muy amplios y sujetos a la interacción de muchas variables no asociadas en forma directa al costo de M.P., por lo que no resultan adecuados para el control.

Esto representa la necesidad de buscar indicadores eficaces que permitan medir el costo de M.P. y reflejen los esfuerzos hechos para controlarlo. Es importante mencionar que ningún índice considerado aisladamente es eficaz, si no se concibe en combinación con otros.

Por otra parte, estos indicadores tienen un papel doble:

- 1.- Indicar mejoramientos en el desempeño del mantenimiento preventivo, es decir, la tendencia que siguen las operaciones de mantenimiento preventivo.
- 2.- Indicar la posición relativa con respecto a lo programado; es decir, el avance del programa.

Pueden decirse, entónces, que la verdadera finalidad de los índices es indicar tendencias, usando el desempeño anterior como punto de referencia, y estimular a la Jefatura de Mantenimiento Preventivo a que mejore el presente.

## INDICADORES.

Los indicadores, aún cuando tienen que ver directamente con los costos y el trabajo que se realiza, son un instrumento eficaz para saber qué tan bien se está haciendo la planeación.

Las siguientes razones apuntan hacia el aprovechamiento del programa.

- TRABAJOS TERMINADOS SEGUN PROGRAMA.

Se expresan como porcentaje de los trabajos programados. Este índice es importante para la programación del trabajo de la siguiente semana. A menos de que el porcentaje se mantenga alto, el trabajo pendiente se acumulará.

- TRABAJO DE EMERGENCIA.

Se define como todo trabajo que interrumpe el programa de mantenimiento preventivo. Este índice se expresa como un porcentaje de horas-hombre empleadas en trabajos de urgencia, relacionado al total de horas-hombre.

- TIEMPO EXTRA.

Se expresa con un porcentaje de total de horas-hombre. Este índice refleja también la capacidad de planear y programar el trabajo. Debido al costo de tiempo extra. Conviene mantener la cifra al mínimo que resulte práctico.

- TIEMPO DE PARO.

Se expresa como porcentaje de horas-equipo perdidas en virtud del mal funcionamiento o del colapso de una máquina. Este indicador mide la calidad del trabajo y la eficacia del programa de mantenimiento preventivo.

COSTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

## Información General.

La óptima eficiencia y, por lo tanto, los costos mínimos de operación de una máquina dependen de la relación más acertada de Productividad y Costos, o sea, la mayor productividad por hora al costo mínimo por -- hora.

La siguiente igualdad es el método más usado para evaluar el rendimiento:

$$\frac{\text{Costos Mínicos por Hora}}{\text{Máxima Productividad Posible por Hora}} = \text{Eficiencia Óptima de la Máquina}$$

Los Costos por Hora de Posesión y Operación de un modelo de máquina -- pueden variar mucho, pues se basan en muchos factores: el tipo de trabajo, los precios locales de combustible y lubricantes, los costos de embarque de la fábrica, las tasas de interés, etc. En este capítulo no se busca la manera de cuantificar los costos exactos por hora de cada modelo de máquina, ya que el objetivo central es el de determinar el Costo del Mantenimiento Preventivo, es decir todas aquellas divisas en las que se incurre para efectuar la función mantenimiento preventivo; sin embargo mencionaremos algunos conceptos que consideramos importantes para la estimación de los costos de posesión y operación.

Depreciación

Depreciación es la disminución del valor de una máquina en el mercado. Por fines de contabilidad, se permite que el propietario estime anticipadamente la pérdida del valor de su máquina en el mercado, y que su inversión original mediante un plan de amortización de la cantidad depreciada en los diversos trabajos que hace. Al formular dichos planes, se recomienda obtener asistencia sobre financiación, así como sobre impuestos.

Considerando las actuales condiciones económicas mundiales y la tendencia hacia el uso de equipo más grande y por lo tanto más caro, muchos usuarios prefieren continuar utilizando las máquinas después de haberlas amortizado totalmente. Por otra parte, los incentivos fiscales al respecto tal vez hagan que sea favorable el canjear una máquina mucho antes de que alcance el final de su vida útil.

Por lo tanto, es imperativo que se elijan cuidadosamente los períodos de depreciación, y que los cálculos sobre los costos de posesión y de operación se basen en la vida útil de la máquina, en vez de en ciertas exoneraciones en los impuestos.

Por eso, la tabla sobre condiciones de operación (Ref. No. 1) es tan solo para sugerir tales períodos de vida útil en horas de operación. Sin embargo, hay que considerar muchos otros factores, además de las condiciones del trabajo, que afecten el tiempo de depreciación, tales como el deseo de acelerar la recuperación del dinero invertido, la compra de una máquina para una obra de duración específica, la disponibilidad de divisas para la compra de refacciones, y muchos otros.

Por lo tanto, el saber la utilización que se le va a dar, las condiciones de operación y los servicios de mantenimiento preventivo, más que cualquier otro factor especial, son esenciales para establecer la duración esperada de una máquina con fines de amortización.

#### Valor de Reventa ó Canje (Es optativo el uso de éstos)

Toda máquina tendrá cierto valor al canjearse. Si bien muchos propietarios prefieren depreciar sus máquinas a un valor de cero, otros reconocen el valor de rescate, proveniente de la reventa o canje. Es cuestión del estimador, pero al igual que en lo relativo a los períodos de depreciación, los altos costos que tienen las máquinas ahora casi obligan a que se considere el valor de reventa para determinar la inversión neta depreciable. Y si las máquinas se canjean en menos tiempo debido a las ventajas relativas a los impuestos, el valor de reventa es aún más importante.

Valo Neto para la Amortización

Como los neumáticos se consideran artículos de consumo rápido, no se amortizan. Se resta su costo de reemplazo del precio de entrega de la máquina, a fin de obtener el valor neto que debe amortizarse. Los neumáticos son parte de los costos de operación.

Precio de la Máquina, incluso Accesorios y entrega .....	_____
Menos el Costo de Reemplazo los Neumáticos.....	_____
Menos el Valor de Reventa o Canje (Optativo)....	_____
Valor Neto de Amortización .....	_____

Interés, Seguros e Impuestos

Muchos dueños incluyen estos desembolsos en costos por hora de posesión y de operación, mientras otros prefieren considerarlos en la cuenta de gastos generales, en sus operaciones totales. Cuando estas tres partidas se cargan a máquinas determinadas, las tres se basan generalmente en el gasto medio anual en cada máquina, de modo que puedan aplicarse juntas.

El interés se considera como el costo en el empleo de capital. Se deben considerar los intereses que se paguen en la compra de una máquina, ya sea si la adquisición es al contado o a plazos. Se toman en cuenta los impuestos que gravan la propiedad o el uso, y que pueden asignarse a una máquina específica.

Consumo de Combustible

El consumo de combustible se puede medir con exactitud en la obra. Si no hay la oportunidad de hacerlo, se puede estimar sabiendo el empleo que se dará a la máquina.

La clase de trabajo determina el factor de carga de un motor, y esto influye, a su vez, en el consumo de combustible. Un motor con suminis-

tro continuo de potencia plena, funciona a un factor de carga de 1.0.- Las máquinas para movimiento de tierra sólo alcanzan de modo intermi--tente un factor de carga de 1.0, pero muy rara vez lo mantienen por -- tiempo considerable. Los períodos de marcha en vacío, el empuje con la hoja, el recorrido en retroceso del empujador, el viaje de máquinas va cías, las maniobras precisas en admisión parcial y el trabajo cuesta-abajo son ejemplos de operaciones que reducen el factor de carga.

La Referencia No. 2 incluye tasas por hora de consumo de combustible - a varios factores de carga, para máquinas Caterpillar. Puesto que va-- ría el uso de cada tipo de máquina, las guías sobre la utilización in-- cluyen también los medios para determinar el factor de carga.

Para hallar el costo por hora de combustible se emplea la siguiente -- fórmula:

Consumo/hora X Precio Local por Litro de Combust.= Costo/hora del Com-- bustible.

### Lubricantes, Filtros, Grasas

Los costos por hora en lubricantes y grasas se estiman con exactitud - aplicando los precios locales a las cifras de consumo de la Referencia No. 3.

Los costos por hora en filtros pueden estimarse con los datos de la Re-- ferencia No. 4. Usando precios locales, se estima en los espacios res-- pectivos el Índice Básico del Costo en Filtros.

Para hallar en una máquina el costo aproximado por hora en filtros, -- aplique a la base ya obtenido en la tabla superior, el factor multipli-- cador respectivo en la inferior.

### Neumáticos

Los costos de neumáticos son una parte considerable de los costos por-- hora de toda máquina de ruedas. Se puede hacer una buena estimación si se utilizan las cifras de duración de los neumáticos, con los precios--

que el dueño paga por los neumáticos de reemplazo. Puesto que los neumáticos se consideran artículos de cambio frecuente en este método sobre costos de posesión y de operación, el costo total de reemplazo se resta del precio de entrega de la máquina, para hallar el valor neto de amortización. Los desembolsos en neumáticos se incluyen en los costos de operación.

$$\text{Costo de Neumáticos por Hora} = \frac{\text{Costos de Reemplazo de Neumáticos}}{\text{Horas Estimación de Duración}}$$

La revitalización de neumáticos disminuye algunas veces el costo por hora en neumáticos. Deben tomarse en cuenta la disponibilidad de moldes, los costos locales y la experiencia con respecto a la duración con revitalización.

#### Tren de Rodaje

Los costos del tren de rodaje constituyen una porción importante de los costos de operación de las máquinas de cadenas. Y dichos costos pueden variar independientemente de los costos básicos de la máquina. En otras palabras, puede emplearse al tren de rodaje en un medio extremadamente abrasivo y de gran desgaste, mientras que para el resto de la máquina las condiciones son benignas y viceversa. Por esta razón, se recomienda que el costo por hora del tren de rodaje se considere como un artículo de desgaste rápido.

Se puede hacer una buena estimación si se utilizan las cifras de duración del tren de rodaje basándose en la experiencia con las erogaciones que se hagan por concepto de reemplazo del tren de rodaje.

Como ayuda adicional para la estimación de los costos del tren de rodaje de maquinaria para construcción, la Caterpillar Tractor Company, nos ha suministrado la siguiente información:

"... al presente no hay un método completamente exacto e infalible para predecir la duración del tren de rodaje. Los ingenieros de esta industria tienen muchos métodos teóricos, pero usualmente son tan complicados y requieren tanto tiempo que no es práctico utilizarlo en el trabajo".

" Sin embargo, esta industria ha hecho muchos estudios sobre el rendimiento del tren de rodaje y han hallado un sistema para hacer estimaciones aproximadas del costo. Los estudios hechos por las compañías principales de los Estados Unidos, y algunos fabricantes extranjeros, por lo menos, están totalmente de acuerdo".

La Referencia No. 5 muestra cómo se utiliza el sistema, el cual requiere la aplicación cuidadosa de juicios ó decisiones estrictamente subjetivos, y pueden esperarse resultados en estimaciones prudentiales. También hay que tener presente que el sistema solo sirve de ayuda en la estimación, no es una serie de reglas estictas, además los resultados obtenidos por este sistema están dados en dólares por hora, esto implica hacer conversiones de los resultados en moneda nacional, es decir pesos por hora. Los resultados así obtenidos establecerán el costo estimado por hora correspondiente al tren de rodaje.

**Costos directos de Mantenimiento Preventivo**

El Costo directo de una máquina específica comprende:

- (1) Cargos Fijos: Depreciación, Inversión, Seguro, - Almacenamiento, Reparación y Conservación (MP).
- (2) Cargos Variables: Combustible, lubricantes, llantas, gastos de operación.

En el apartado anterior se ha definido el método de cálculo, que consideramos más adecuado para cuantificar estos rubros, excepto el concepto de "Costos directos de MP"; los cuáles serán definidos en esta sección.

**Costo Directo:** Está compuesto por la mano de obra directa (MOD) y los materiales directos (MD); su asignación es específica y definida.

**Mano de Obra Directa:** Esta erogación por concepto de la mano de obra directamente aplicada a cada intervención mecánica de reparación o conservación de una unidad.

**Material Directo:** Es la erogación realizada por concepto de material utilizado en las intervenciones de MP.

La forma de calcular estos dos conceptos se muestra en la Ref. No. 6.

Solicitudes de Trabajo de Mantenimiento Preventivo.

La ley fundamental es que todo trabajo de MP debe originar un documento. Toda solicitud debe ir firmada por un responsable especificando -- fecha, cuenta de cargo, descripción del trabajo, etc. Suele incluirse en estas formas una estimación del costo del trabajo, es decir directamente en la orden de MP se cuantifica el costo directo efectuado en la realización del trabajo.

En esta orden deberán considerarse los siguientes puntos:

- (1) Definir lo que necesitamos en la orden de MP
- (2) Presentar adecuada y claramente la orden de MP
- (3) Hacer periódicamente pruebas selectivas para comprobar si los documentos establecidos cumplen las necesidades actuales de la empresa o entidad.

La figura que anexamos es un ejemplo completo de lo que debe contener una orden de trabajo.





**C A P I T U L O V**

**TECNICAS APLICADAS EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

## TECNICAS APLICADAS EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO TENDIENTES A LA OPTIMIZACION DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTOS

### Generalidades.

En este capítulo vamos a tratar de describir algunos métodos de manejo de inventarios, pues prácticamente estos son los que dan la pauta en la economía de un taller de Mantenimiento Preventivo puesto que de acuerdo a la existencia, eficiencia y rapidez de surtido de una refacción, será el ahorro tanto en tiempo como en dinero por la instalación rápida y menos tiempo muerto de estancia en el taller de la unidad.

Trataremos de detallar algunas de las funciones del control de inventarios y planeación de la producción que para un caso como el nuestro -- consiste está última en un servicio.

El control de los inventarios, es una de las actividades de cualquier tipo de negocio más completa de mayor alcance. Constituye el punto focal de muchos intereses y consideraciones que llevan a cierto tipo de contraposiciones. Su planificación y ejecución hace participar a la mayor parte de los sectores del taller, dado que cada uno de los mecánicos debe hacer saber cual es la incidencia más frecuente en reparaciones mediante su reporte general de reparación y apoyándose en estadísticas, las oficinas de control de inventarios debe hacer una extrapolación para las necesidades futuras teniendo en cuenta por otra parte la introducción de nuevas máquinas y la baja de otras.

### OBJETIVOS

Todos los sistemas de control de inventarios referentes a toda clase de existencias, (podríamos decir en este caso materias primas a las refacciones y unidades por reparar y productos terminados a las unidades ya reparadas y probadas listas para poner en obra.), están destinados directa o indirectamente, a realizar una gran variedad de cometidos. La mayoría de ellos, sin embargo, caen dentro de los siguientes grupos, los cuales representan los tres objetivos básicos del control-

de inventarios:

a) **Objetivos financieros**, cuya meta es mantener una inversión en inventarios compatible con los fondos disponibles, de tal forma que la posición económica de la Empresa no sea puesta en peligro y la composición de su capital industrial no esté desequilibrado.

b) **Protección de las propiedades**, este objetivo es doble, atendiendo a los resultados finales perseguidos, esto es:

1.- Salvaguardar los efectivos tangibles importantes contra el robo, pérdidas prevesibles, pérdidas asegurables ó uso no autorizado.

2.- Asegurar que, entre tolerancias razonables, el valor de estos efectivos esté registrado correctamente en los libros de la Empresa.

c) **Objetivos operativos**, cubren una mayor diversidad de fines que los otros dos objetivos, pero la mayoría pueden clasificarse como sigue:

1.- Obtener el equilibrio global óptimo entre los costos de producción de servicio e inventarios, por una parte, y por otra, el servicio al usuario.

2.- Disminuir al mínimo las pérdidas resultantes del deterioro de existencias, bien por obsolescencia, como por disminución de sus precios.

### BENEFICIOS.

Los objetivos acabados de reseñar, son aparentemente muy simples, pero en la realidad, resultan difíciles de conseguir, porque cada uno de ellos tiene muchas derivaciones. No obstante, su consecución es digna de cualquier esfuerzo que puedan exigir, debido a los muchos beneficios que de ordinario reportan. La lista expuesta a continuación cubre la mayoría de los tipos de ganancias que pueden conseguirse con un sistema de control de existencias bien planeado y administrado competentemente.

1.- Mejora de las relaciones con los usuarios (éstos son las personas directamente relacionadas con la obra, sobrestantes o jefes de obra).

Se consiguen con entregas más rápidas y seguras de unidades en reparación o intervención de Mantenimiento Preventivo, lo cual a su vez procede de:

a) Mantener un equilibrio mejor entre las unidades reparadas disponibles.

b) Una mejor distribución geométrica de los inventarios en los almacenes.

2.- Mejora las relaciones con mecánicos y operadores. Existe una mayor uniformidad en las cargas de trabajo con el consiguiente aumento de estabilidad del personal empleado.

3.- Aumento de la eficiencia del personal clave.

a) El control efectivo de las existencias puede ahorrar una cantidad considerable de tiempo de mandos que, por otra parte, debe emplearse para resolver problemas sobre refacciones críticas, corregir interrupciones de reparación repetidas y dar solución a los problemas de reparación de pedidos de usuarios en obras importantes.

b) La eficiencia de los supervisores aumenta asimismo al reducir el tiempo empleado en hacer reclamaciones a los delegados de obras o a la oficina del superintendente y en apaciguar a los usuarios.

4.- Reducción de los costos de reparación.

Un sistema de control de inventarios puede reducir costos por las siguientes razones:

a) Aumenta la utilización de mano de obra y supervisión, al eliminar los tiempos muertos causados por falta de refacciones.

b) Reduciendo a un mínimo los paros de las máquinas causados por falta de piezas de recambio críticas.

5.- Reducción de los costos de refacciones adquiridas.

Esto en consecuencia de la eliminación de muchas compras de emergencia y consiguientes pagos de horas extras y sobreprecios, que hay que abonar a proveedores debido al corto plazo de entrega exigido.

6.- Reducción u optimización del capital invertido en inventarios y las pérdidas ocasionadas en ellos. Esto se consigue:

a) Mejorando las series de existencias y reduciendo, en consecuencia, la cantidad de unidades en encierro, necesarios para proporcionar un buen servicio.

b) Manteniendo el equilibrio más económico entre las inversiones en inventarios y herramientas.

c) Simplificando y normalizando de acuerdo a especificaciones del fabricante refacciones, componentes, suministro de llantas, lubricantes y herramientas de ataque.

d) Reducir pérdidas ocasionadas por:

i) Variación de precios de refacciones en el mercado.

ii) Deterioro.

iii) Obsolescencia de refacciones por discontinuación y entrada en el mercado de unidades con sistemas más revolucionados y eficientes.

iv) Fallo en verificación de inventarios en cuanto a calidad y especificaciones, debido a la no provisión de una salvaguarda adecuada contra despilfarro y malos programas de Mantenimiento.

Esta lista de beneficios potenciales acentúa dos puntos fundamentales para la resolución de los problemas de control de inventarios, a saber:

1.- El control de inventarios no significa necesariamente reducir las existencias a un mínimo ya que no siempre el número mínimo de refacciones coincide con el óptimo en el sentido económico.

2.- Aunque la importancia relativa de los varios objetivos del control de existencias puede cambiar con las circunstancias, es constante la necesidad de un control efectivo. Por esta parte, debe enfatizarse en la existencia de piezas que no sean obsoletas, difíciles de conseguir y mediante estadísticas, ya sean dadas por el fabricante o por experiencia propia del contratista en incidencia de fallas hacer un cálculo de tiempos de reposición en almacén para apoyar cada uno de los beneficios anteriormente mencionados.

Problemas causados por falta de un control eficiente de existencia.

- a) Paro de máquinas con un consiguiente atraso en la obra.
- b) Problemas de tipo político y diplomático con los contratantes al fallar en el tiempo de terminación de la obra, esto es, inutilización del programa de ruta crítica de la obra.
- c) Inconformidad de usuarios y operadores de las máquinas por eliminación de tiempos de trabajos extraordinarios si es que estos existen.
- d) En general pérdidas de tiempo de obra y personal desocupado.

#### TECNICAS PARA CONTROL DE INVENTARIOS.

El control eficiente de inventarios, como cualquier otra actividad importante de un negocio, se divide en los elementos siguientes:

- 1.- Definición en forma clara de los objetivos a seguir.
- 2.- Desarrollo de políticas, planes y normas esenciales para la obtención de estos objetivos.
- 3.- Fijar responsabilidades, esto es, establecer un plan de organización lógico y factible para hacer el trabajo.
- 4.- Desarrollar de métodos y procedimientos que permitan conseguir económicamente los resultados perseguidos.
- 5.- Proporcionar las facilidades físicas necesarias.
- 6.- Mantener un control global mediante actuaciones positivas para comprobar continuamente los resultados.

Más adelante mencionaremos algunas técnicas de control y reposición de inventarios, por ahora continuaremos con los factores de organización del control de inventarios.

## ORGANIZACION DEL CONTROL DE INVENTARIOS.

El desarrollo del plan de organización comienza con la exposición de las funciones a realizar. En el campo del control de inventarios, - estas funciones son las siguientes:

- 1.- Determinar los artículos que deben considerarse como existencias.
- 2.- Determinar cuándo y qué cantidad debe ser repuesta.
- 3.- Efectuar la reposición de existencias.
- 4.- Recepción, almacenaje y expedición de los artículos tal como sea necesario.
- 5.- Mantener informes en donde conste la cantidad y el valor de las existencias.
- 6.- Verificar las cantidades y estado de las existencias mediante una inspección y recuento físico.
- 7.- Identificar y disponer de las existencias anticuadas, deterioradas o de poco movimiento.
- 8.- Suministrar información resumida sobre la posición de las existencias.

Luego, en el plan de organización se pone en consideración de un grupo de personas la cantidad de piezas a reponer y la calidad de las mismas, como ya habíamos mencionado, de acuerdo a la experiencia de los contratistas y a las estadísticas manejadas por ellos como por los fabricantes, son sometidas a concurso varias casas proveedoras y se selecciona la que además de dar mejor calidad y cumplimiento de las especificaciones deseadas, nos de mejor precio.

En este caso, es preciso un mecanismo coordinador más flexible y positivo, que frecuentemente toma la forma de comité y oficina permanente de Especificaciones y Concursos de Inventarios, y está constituido por representantes de todos los departamentos afectados. Uno de los útiles de trabajo principal, obviamente, de este grupo, es un informe-resumido de los pedidos recientes de existencias, desglosados en clase de refacciones y artículos.

**DETERMINACION DEL MOMENTO DE HACER LAS REPOSICIONES DE EXISTENCIAS Y CANTIDAD DE LAS MISMAS.**

Realmente, el proceso de control de existencias se desglosa en -- dos tipos de control, que difieren en cuanto a la época y al nivel de la organización en que se ejecutan. Estos son:

1.- Control operativo en línea frontal, a corto plazo. Este ejercita con anterioridad a la adquisición de existencias y sobre una base de transacción-unidad y artículo-individual.

2.- Control resumido a largo plazo ejercido por los niveles más altos de la Dirección. Esto se consigue generalmente a través de comparaciones de los resultados reales con los niveles de existencia presupuestados, número de reposiciones, políticas de entregas y similares.

Esta distinción acentúa el hecho de que el verdadero control de existencias se realiza en el momento de hacer las compras y expedir -- las ordenes de reparación. Todo control ejercido después de haber dado cualquiera de estos dos pasos solo puede tener un carácter correctivo -- en vez de preventivo.

Probablemente por esta razón, una de las partes más importantes -- del programa global del control de existencias es desarrollar un procedimiento claro para determinar el momento y la magnitud de las compras y las órdenes de reparación.

El punto de partida de este proceso es la determinación del consumo posible. De ordinario, éste se establece por uno de los métodos siguientes:

1.- Análisis del consumo habido hasta el presente. Este método resulta usualmente satisfactorio para la mayoría de los artículos que -- son suministro de llantas, herramienta de ataque, y lubricantes en general.

2.- Pronósticos de Demanda futuros. Tenemos en cuenta que esto --

puede preverse dada la condición planificada del mantenimiento preventivo y el control de bajas, adquisiciones y reconstrucción de unidades. Este es el método ya mencionado al descomponer los pronósticos de renta en necesidades de reparación y refacciones que es preciso comprar. - (Aquí hemos tocado el concepto de renta y consideramos conveniente definirlo:

Para aprovechar la disponibilidad de una máquina en obra, se "renta" - al usuario, es decir, el jefe de la obra esta pagando en cierto modo - la renta de la máquina por el servicio que ésta está prestando en la - construcción, de esta renta y la utilización que tenga, teniendo en -- cuenta el avance de la obra se reduce la utilidad o las ganancias del - contratista y su grupo de trabajo. Un programa de renta controla la -- utilización de las máquinas y se procura por este medio aprovechar al - máximo la disponibilidad de la máquina).

Independientemente de cuál de estos métodos se utilice, los res--  
tantes pasos para determinar el momento y la magnitud de lo que hay --  
que comprar o reponer, son los mismos.

La determinación del momento y magnitud de lo que hay que comprar,  
es esencialmente asunto de establecer los niveles y las cantidades de  
reposición PARA CADA ARTICULO EN PARTICULAR. Estos dos valores se deno  
minan con frecuencia niveles de existencia "mínimos" y "máximos", aun  
que las palabras mínimo y máximo están aquí mal empleadas y pueden con  
ducir a equivocación. Para corregir definiremos de otra manera:

Existencias mínimas. Es aquel nivel bajo el cual no se debe llegar.

Existencias máximas. Es la cantidad que no debe excederse nunca.

Nivel de reposición. Es aquella cantidad alcanzada para la cual -  
hay que extender una orden de pedido. Es presuntamente el mínimo inven  
tario más la cantidad que debe usarse durante la realización de un pe  
dido.

Cantidad de reposición es la magnitud por la cual hay que extender la-  
orden de pedido. En el supuesto que se alcance el valor de la existen  
cias mínimas en el momento de recibir la orden de reposición, la canti  
dad correspondiente deberá llevar las existencias al nivel de Máximo.

### Establecimiento de los niveles de Reposición.

El fin evidente de un nivel de reposición es asegurar que los pedidos y cantidades de reposición se hacen con suficiente previsión para evitar la falta de existencias.

Por esta razón un nivel de reposición consta de dos elementos:

1.- Volumen promedio de consumo durante el ciclo normal de adquisición.

2.- Una cantidad adicional o factor de seguridad para cubrir cualquier aumento no previsible en el consumo o en el tiempo empleado en la adquisición.

Para llevar a cabo cada uno de estos puntos, se requiere más que todo de mucho criterio, visualización y experiencia.

### Establecimiento de las cantidades de Reposición.

El objetivo al establecer las cantidades de reposición es el de conseguir el COSTO GLOBAL de existencias más bajo posible compatible con un funcionamiento ininterrumpido del taller.

Esto no significa la mínima inversión en existencias como se supone erróneamente con tanta frecuencia. Existen otros elementos en los costos de existencias y todos ellos deben ponderarse para llegar a una respuesta correcta.

Específicamente, la necesidad y el problema real son conseguir el equilibrio óptimo entre:

Cp.- Costos de preparación de los pedidos. Estos no dependen de la cantidad comprada y son por concepto de papeleo, mano de obra, fletes, rastreo o seguimiento. Esto es, todos los gastos sumados para obtener el pedido de la empresa (ya puesto en el almacén).

Ca.- Costos para mantener las refacciones en el almacén. Estos si son proporcionales al nivel de inventario. Pueden mencionarse estos: Renta, Seguros, Energía eléctrica, Mantenimiento, Refrigeración, Mano de obra (almacenistas), costo de oportunidad o del capital, este costo

de oportunidad o del capital, este costo es realmente proporcional al nivel de inventario.

Podemos resumir que el costo de mantener es lo que gasta la empresa en mantener el inventario sumado a lo que deja de ganar por invertir en refacciones.

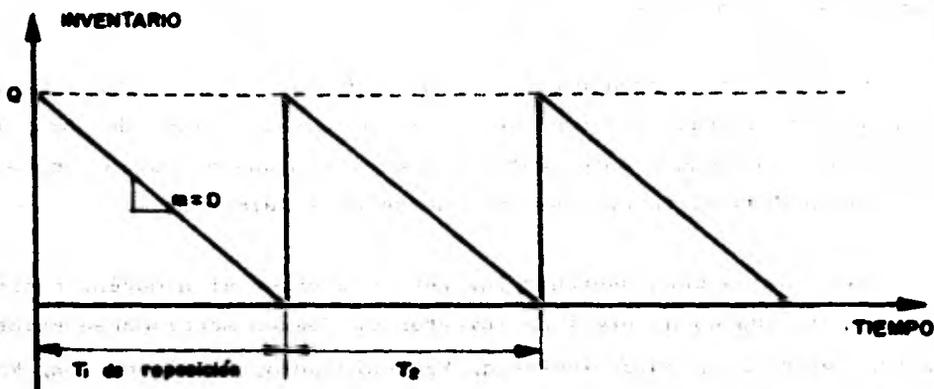
Considerando el costo de mantener como porcentaje le llamamos  $F_m$  y  $K$  el precio por unidad luego podemos calcular  $C_m$  anual como:

$$C_m = F_m (K) (\$/unidad - año)$$

Veamos un método para calcular la cantidad  $Q$  óptima de reposición de cada artículo (refacción). Vamos a tratar cada refacción independientemente de todas las demás, y esta va a ser una tarea ardua pero no difícil, sobre todo contando con un microprocesador. Consideremos el caso más sencillo suponiendo lo siguiente:

- Siempre se pedirá la misma cantidad  $Q$ .
- Se entrega esta cantidad totalmente.
- No habrá faltantes, cuando se pide la cantidad, existe en inventario siempre una pequeña cantidad.
- Exactamente al agotarse la cantidad habida, llega la nueva.
- La demanda de refacciones es constante  $D = cte$ .

Graficamente:



Matemáticamente:

Costo anual de preparación C.A.P. =  $\frac{D}{Q} (C_p)$  , Donde:

$D$  = Demanda anual.

$D/Q$  = Número de pedidos al año.

Costo de mantener anual C.M.A. =  $\frac{Q}{2} (C_m)$  ,

Luego, el costo total anual es:

$$C.T.A. = \frac{D}{Q} (C_p) + \frac{Q}{2} (C_m)$$

Derivando respecto a  $Q$  para obtener la cantidad óptima tenemos:

$$\frac{d(C.T.A.)}{dQ} = \frac{C_m}{2} - \frac{DC_p}{Q^2}$$

Igualando a cero para optimizar y despejando:

$$Q_o = \left[ \frac{2DC_p}{C_m} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Cantidad de reposición óptima.}$$

Sustituyendo en el costo total anual:

$$\begin{aligned} C.T.A.o &= \frac{D C_p}{\left[ \frac{2DC_p}{C_m} \right]^{\frac{1}{2}}} + \left[ \frac{2DC_p}{C_m} \right]^{\frac{1}{2}} C_m \\ &= \left[ 2DC_p C_m \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\$) \end{aligned}$$

Y el número óptimo de pedidos al año será:

$$N_o = \frac{D}{Q_o}$$

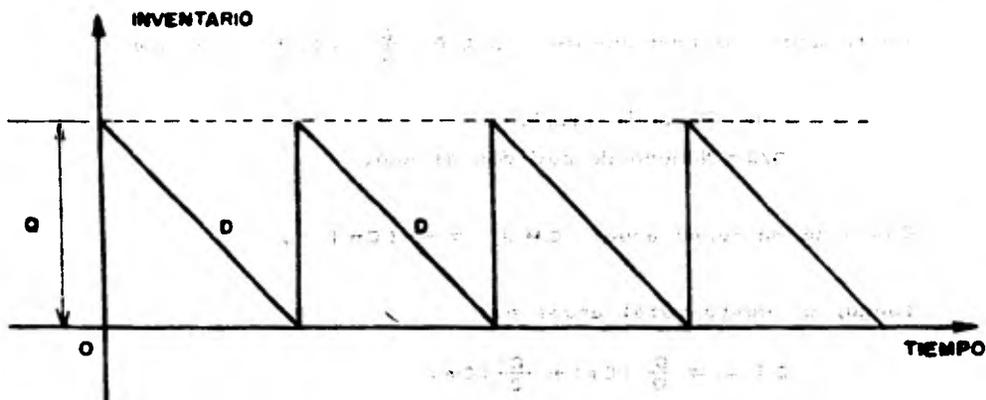
Período óptimo para cada pedido:

$$T_o = \frac{Q_o}{D} = \frac{1}{N_o}$$

En el supuesto de no conocer un método acertado para hacer los pedidos, se toman dos políticas, empíricamente:

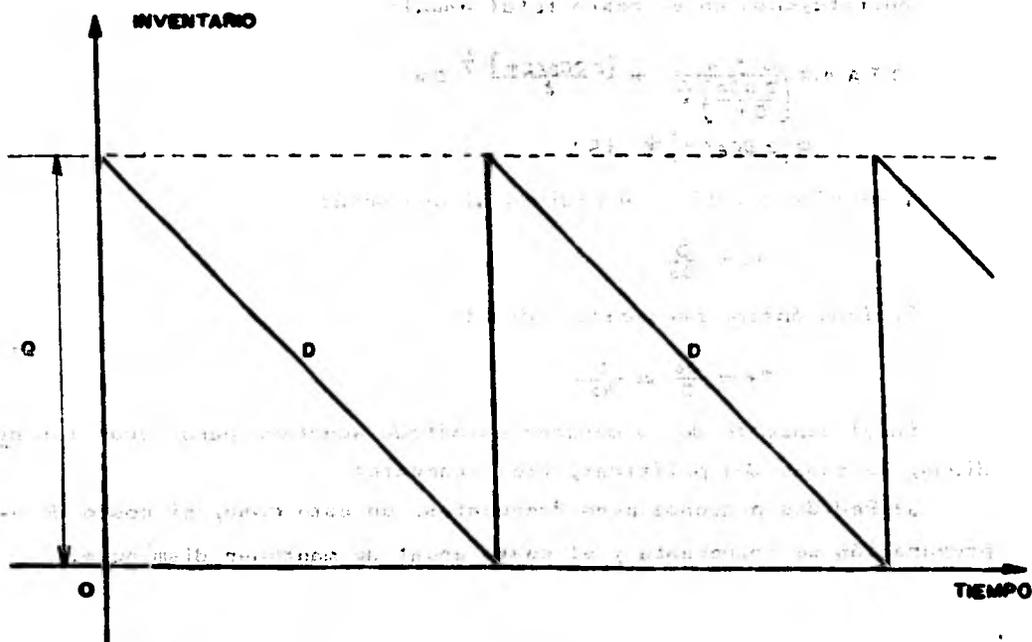
a) Pedidos pequeños pero frecuentes, en este caso, el costo de preparación se incrementa y el costo anual de mantener disminuye.

Gráficamente:



b) En la otra política se procede a pedir grandes cantidades con poca frecuencia, ocasionando incrementos importantes en el costo de mantener y disminuyendo el costo de preparar por la misma baja frecuencia de pedidos.

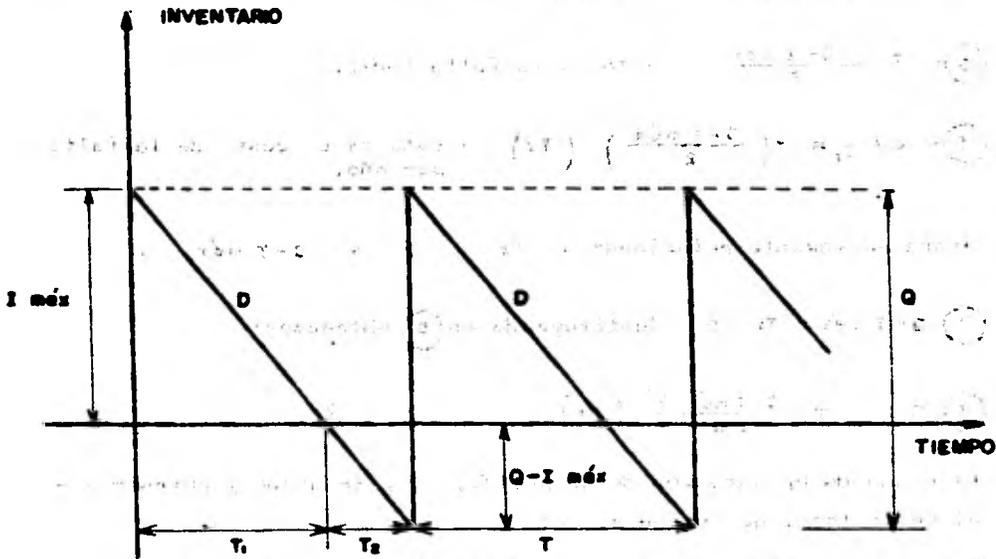
Podemos representar esto gráficamente así:



El segundo método, se complica un poco, porque a éste además de - las suposiciones anteriores, se agrega que sí se permiten faltantes, - por tanto, añadiremos un nuevo concepto, el costo del faltante, esto - es, lo que nos cuesta quedarnos sin refacciones un período determinado mientras llega el lote de refacciones pedidas.

Luego,  $C_f$  es el costo del faltante, se calcula a partir de una es timación por concepto de mano de obra inactiva. Tiempo muerto de máqui nas, reprogramación y fallo con los usuarios al no entregar a tiempo - las unidades en reparación con el consiguiente atraso en la obra. Como dato adicional, se supone que siempre se permite el mismo faltante en- igual período.

Gráficamente se ve así:



$$\begin{aligned}
 \text{C1} & \rightarrow \left[ \left( \frac{10 + 100}{10} \right) \cdot (200) \right] = 2200 \\
 \text{C2} & \rightarrow \left[ \left( \frac{10}{10 + 100} \right) \cdot (200) \right] = 181.8 \\
 \text{C3} & \rightarrow \left[ \left( \frac{10}{10 + 100} \right) \cdot (3000) \right] = 272.7
 \end{aligned}$$

De este punto, sacamos en conclusión que:

$$I = \frac{I \text{ m\u00e1x}}{2} \text{---(1)} \quad \text{y} \quad C.M.T_1 = \frac{I \text{ m\u00e1x}}{2} (C_m) (T_1) \text{---(2)}$$

Adem\u00e1s,

Si relacionamos en la gr\u00e1fica  $T_1$ ,  $D$  e  $I \text{ m\u00e1x}$ ,

$$I \text{ m\u00e1x} = T_1 D \text{---(3)} \quad \text{y sustituyendo en}$$

$$C.M.T_1 = \frac{I \text{ m\u00e1x}}{2 D} (C_m) \text{---(4)}$$

Ahora, en el periodo  $T_2$ , existe solo el costo del faltante, el costo de mantener  $C_m$ , es nulo, por tanto,

$$\text{(5)} \quad F = \frac{Q - I \text{ m\u00e1x}}{2} \quad \text{esto es la falta media.}$$

$$\text{(6)} \quad C.F.T_2 = C_f \left( \frac{Q - I \text{ m\u00e1x}}{2} \right) (T_2) \quad \text{- esto es el costo de la falta por a\u00f1o.}$$

Ahora nuevamente relacionamos  $T_2$ ,  $D$  y  $Q - I \text{ m\u00e1x}$  y

$$\text{(7)} \quad Q - I \text{ m\u00e1x} = T_2 D \quad \text{Sustituyendo en (6) obtenemos:}$$

$$\text{(8)} \quad C.F.T_2 = \left( \frac{Q - I \text{ m\u00e1x}}{2 D} \right)^2 (C_f) \quad \text{y}$$

El costo de preparaci\u00f3n de un pedido, , se a\u00f1ade y obtenemos - el costo total que viene a ser:

$$\text{(9)} \quad C.T.A. = \frac{I \text{ m\u00e1x}}{2 D} (C_m) + \left( \frac{Q - I \text{ m\u00e1x}}{2 D} \right)^2 (C_f) + \frac{D}{Q} (C_p)$$

Derivando e igualando a cero para optimizar, obtenemos:

$$Q_0 = \left[ \left( \frac{2 D C_p}{C_m} \right) \left( \frac{C_m + C_f}{C_f} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \text{---(10)}$$

$$I \text{ m\u00e1x}_0 = \left[ \left( \frac{2 D C_p}{C_m} \right) \left( \frac{C_f}{C_m + C_f} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \text{---(11)}$$

$$C.T.A._0 = \left[ \left( 2 D C_p C_m \right) \left( \frac{C_f}{C_m + C_f} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \text{---(12)}$$

Comparando al analizar cada uno de los métodos, llegamos a la conclusión que es mucho más caro permitir un faltante por pequeño que sea si tenemos siempre nuestro inventario de contingencia o nivel de seguridad para evitar cualquier falta y así asegurar el equilibrio en nuestra economía.

Para concluir este capítulo, agregaremos que, es posible suponer todos los parámetros que hemos utilizado en los métodos de control de inventarios de la forma como lo hemos hecho, es decir, la demanda constante, pedidos constantes e iguales en todo período, períodos de aprovisionamiento iguales, etc., por el carácter planificado del MANTENIMIENTO PREVENTIVO, tenemos en cuenta que al realizar una estructuración del almacén, hemos llevado a cabo una programación general de servicio para nuestras máquinas y en base a este, podemos predecir el número y especificaciones de refacciones necesarias para poder estar dentro de la lógica del método seleccionado más conveniente.

Nos podremos dar cuenta además, que en la realidad, es muy difícil llevar a cabo este tipo de métodos de control de inventarios, por el retraso que se tiene siempre en el surtido de refacciones, y más de una vez habrá de ocurrir que tengamos que esperar y mantener estática una máquina con la consecuente pérdida por haberse retrasado una casa-proveedora en surtirnos una determinada pieza, ya sea porque no la tenga ella misma en existencia, o porque la tenga que fabricar, de hecho esto ocurre en piezas muy especiales que, es difícil conseguir; de esta parte en adelante, el mantenimiento se toma en mantenimiento correctivo.

R E F E R E N C I A S

REF. 1 - GUIA PARA ELEGIR EL PERIODO DE AMORTIZACION BASADO  
EN LAS CONDICIONES DE APLICACION Y DE OPERACION

Tractores de Cadenas.

Zona A (15 000 h)

Remolque de traillas, y en faenas agrfcolas con implementos en la barra de tiro, amontonamiento, apilamiento de carbón y trabajos de relle no. Sin impactos. Operación intermitente a plena admisión.

Zona B (12 000 h)

Trabajo con la hoja de arcilla, arena y grava. Empuje de traillas, desgarramiento en zona de préstamo, y, sobre todo, desmonte y arrastre de troncos. Condiciones medias de impacto.

Zona C (10 000 h)

Desgarramiento pesado en suelos rocosos. Desgarramiento en tándem. Empuje de traillas y trabajo pesado de la hoja, con rocas duras. Trabajo en lugares rocosos. Cargas de impacto pesadas y continuas.

Tractores de ruedas, compactadores.

Zona A (12 000 h)

Trabajos ligeros diversos. Apilamiento. Remolque de compactadores. Empuje de relleno suelto con la hoja. Sin cargas de choque.

Zona B (10 000 h)

Trabajo con la hoja, y empuje de traillas en la carga de arcilla, arena, lino, grava suelta. Despejo en torno de la pala mecánica. Uso de compactador.

## Zona C (8 000 h)

Trabajo continuo en el empuje de rocas con la hoja. Empuje de traillas en zonas de préstamo pedregosas y rocosas. Fuertes carga de choque.

Cargadores de ruedas.

## Zona A (15 000 h)

Carga intermitente de camiones con material apilado, alimentación de tolbas en suelos firmes y parejos. Materia de gran flujo y poca densidad. Empleo liviano en trabajos del gobierno, e industriales. Despejo liviano de nieve. Carga y traslado a corta distancia en terreno favorable y sin pendientes.

## Zona B (12 000 h)

Carga continua en camiones, con material apilado. Materias con densidad baja y media, con cucharón de tamaño adecuado. Alimentación de tolbas en suelos con resistencia a la rodadura de baja a media. Carga en bancos de fácil excavación. Carga y traslado en suelos desfavorables, y ascenso en pendientes suaves.

## Zona C (11 000 h)

Carga de rocas de voladura (cargadores grandes). Movimiento de material muy denso, con máquina contrapesada. Carga continua de bancos compactos. Trabajo continuo en suelos desiguales o muy blandos. Carga y traslado en excavación; distancias largas de viaje en suelos malos y con pendientes desfavorables.

**Motoniveladoras.****Zona A (15 000 h)**

Trabajos ligeros de conservación de caminos. Acabado. Trabajos de mezcla en la planta y en la carretera. Despejo liviano de nieve. Recorridos muy frecuentes.

**Zona B (10 000 h)**

Conservación de caminos de acarreo. Zanjas en construcción de carreteras. Esparcimiento de relleno suelto. Conformación y nivelación. Conservación de caminos en el verano, y despejo pesado y mediano de nieve en invierno. Uso de niveladoras elevadoras.

**Zona C (8 000 h)**

Conservación de caminos apisonados y con piedras incrustadas. Esparcimiento de relleno pesado. Uso de desgarrador escarificador en asfalto y hormigón. Factor alto de carga continua. Grandes cargas de choque.

REF. 2 Tablas sobre consumo de combustible (litros/hora)  
Gufa sobre factores de carga.

TRACTORES DE CADENA

Escala Normal de Factores de Carga

MODELO	BAJO	MEDIO	ALTO
CAT D3	6.8	8.7	11.0
CAT D5B	10.9	14.8	18.5
CAT D7G	21.2	28.0	35.2
CAT D9H	42.8	57.2	71.2

Gufa sobre factores de carga.

**ALTO:** Desgarre continuo, empuje con la -  
hoja en viajes cortos; labranza --  
con la barra de tiro a plena admi-  
sión; muy poco o ninguna marcha en  
vacío.

**MEDIO:** Empuje en gran volúmen con la hoja,  
remolque de tráfilas, y sobre todo  
empuje en la carga de tráfilas.

**BAJO:** Bastante marcha en vacío, o sin --  
carga.

REF. 2 Tablas sobre consumo de combustible (litros/hora)  
Gufa sobre factores de carga. (Continuación).

**MOTONIVELADORAS**

**Escala Normal de Factores de Carga**

<b>MODELO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
CAT 120G	12.1	16.7	22.7
CAT 130G	13.2	18.2	25.0
CAT 140G	14.4	19.7	27.3
CAT 16G	22.0	29.9	40.9

Gufa sobre factores de carga.

- ALTO:** Zanjas, esparcimiento del relleno y del material para base, desgarramiento; conservación pesada de caminos.
- MEDIO:** Conservación mediana de caminos, - labor de mezcla en los caminos.
- BAJO:** Nivelación de acabado, conservación liviana, viaje en caminos.

- REF. 2 Tablas sobre consumo de combustible (litros/hora)  
Gufa sobre factores de carga. (Continuación).

**CARGADORES DE RUEDAS**

**Escala Normal de Factores de Carga**

<u>MODELO</u>	<u>BAJO</u>	<u>MEDIO</u>	<u>ALTO</u>
CAT 910	7.2	8.3	9.5
CAT 930	10.2	14.0	19.3
CAT 966C	17.0	23.5	31.8
CAT 988B	36.3	49.9	68.1

Gufa sobre factores de carga.

- ALTO:** En ciclos básicos constantes del -  
cargador.
- MEDIO:** Ciclos constantes, pero a más dis-  
tancia de acarreo, o trabajo en el  
ciclo básico del cargador, con pe-  
ríodos frecuentes en vacío.
- BAJO:** Trabajo liviano de servicio gene-  
ral, bastante marcha en vacío.

REF. 2 Tablas sobre consumo de combustible (litros/hora)  
 Guía sobre factores de carga. (Continuación).

TRACTORES DE RUEDAS Y  
 COMPACTADORES

Escala Normal de Factores de Carga

<u>MODELO</u>	<u>BAJO</u>	<u>MEDIO</u>	<u>ALTO</u>
CAT 814	18.9	25.7	34.1
CAT 824B	31.8	42.4	56.4
CAT 815	24.6	34.1	40.9
CAT 825B	43.2	57.5	64.7

Guía sobre factores de carga.

- ALTO:** Trabajo pesado con la hoja, compactación de material pesado.
- MEDIO:** Trabajo en volúmen con la hoja, -- despejar en torno de una pala mecánica, y compactación normal.
- BAJO:** Considerable marcha en vacío, o -- recorrido sin carga.

REF.- 3 Consumo Aproximado de Lubricantes por Hora

MODELO	CARTER (LITROS)	TRANSMISION (LITROS)	MANDOS FINALES (LITROS)	CONTROL HIDRAULICO (LITROS)	GRASA (KG)
CAT D3	.08	.04	.04	.04	.02
CAT D5B	.11	.04	.04	.08	.02
CAT D7G	.15	.11	.08	.11	.02
CAT D9H	.34	.11	.08	.15	.02
CAT 910	.08	.04	.08	.15	.01
CAT 930	.11	.04	.08	.15	.01
CAT 966C	.37	.08	.08	.15	.02
CAT 988B	.53	.08	.08	.19	.02
CAT 120G	.11	.08	.04	.04	.01
CAT 130G	.11	.06	.04	.04	.01
CAT 140G	.19	.08	.04	.04	.01
CAT 16G	.42	.20	.08	.08	.01
CAT 814	.30	.04	.11	.08	.03
CAT 815	.30	.04	.11	.08	.03
CAT 824B	.42	.08	.08	.11	.05
CAT 825B	.42	.08	.08	.11	.05

REF. 4 Guía para Estimar el Costo de Filtros  
por Hora en la Localidad.

No. DE PIEZA*	INTERVALO** DE CAMBIO	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL	TIEMPO EN** HORAS	COSTO LOCAL POR HORA
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

Total = Índice básico del costo en filtros. \_\_\_\_\_

Índice Básico del Costo en Filtros X Factor Multiplic. = Costo Local / -  
hora en filtros

Multiplicadores

CAT D3	.28	CAT 120G	.51
CAT D5B	.32	CAT 130G	.51
CAT D7G	.39	CAT 140G	.57
CAT D9H	1.00	CAT 166	.70
CAT 910	.26	CAT 814	.59
CAT 930	.30	CAT 815	.59
CAT 966C	.43	CAT 824B	.88
CAT 988B	.91	CAT 825B	.88

\* De catálogo se selecciona el No. de Pieza.

\*\* Los intervalos de cambio se basan en las  
instrucciones de Mantenimiento Preventivo.

REF. 5 Guía para estimar los costos del tren de rodaje.

Tres condiciones primarias influyen en la duración potencial del tren de rodaje de cadena:

- (1) CARGAS DE CHOQUE. El efecto más fácil de evaluar es estructural: - doblamiento, descantilladuras, rajaduras, aplastamiento de las pestañas de los rodillos, etc., y retención de la tornillería, pasadores y bujes.

Evaluaciones de las cargas de choque:

ALTAS	Superficies duras e impenetrables, con protuberancias de 152 mm (6") o más altas.
MODERADAS	Superficies parcialmente penetrables, con protuberancias de 76 a 152 mm (3" a 6") de alto.
BAJAS	Superficies totalmente penetrables (proporcionan pleno soporte a la plancha de las zapatas) y de poca protuberancias.

- (2) ABRASION. La propiedad de los materiales del suelo de desgastar -- las superficies sometidas a fricción en los componentes de las cadenas.

Evaluación de la abrasión:

INTENSA	Suelos muy mojados que contengan gran proporción de -- arena ó partículas de rocas duras, angulares ó cortantes.
MODERADA	Suelos mojados ligeramente o de modo intermitente, que tengan baja proporción de partículas duras, angulares -- ó con filos.
BAJA	Suelos secos ó rocas que encierren una proporción baja de arena angular ó cortante, o de partículas extraídas de las rocas.

Las cargas de choque y la abrasión combinada pueden intensificar el -- grado de desgaste con mayor rapidez, que los efectos considerados separadamente, lo cual reduce más aún la duración de los componentes.

- (3) EL FACTOR "Z". Representa los efectos combinados de las condiciones relativas al ambiente, así como a las operaciones y actividades de mantenimiento preventivo, con respecto a la duración de los componentes en un trabajo determinado.

CONDICIONES NATURALES Y TERRENO. Una tierra, por ejemplo, tal vez -- no sea abrasiva, pero sí de aquel que se acumula en los dientes de las ruedas dentadas, lo cual motivaría interferencia y grandes esfuerzos -- cuando los dientes acoplan los bujes. Las sustancias químicas corrosivas de los materiales que se mueven o que hay en el terreno pueden -- afectar las tasas de desgaste, la humedad y temperatura agravarían los efectos. La temperatura por sí sola puede ser un agente importante: -- las escorias calientes y los suelos congelados constituyen los dos extremos. El trabajo en laderas intensifica el desgaste en los lados de los componentes a nivel más bajo.

OPERACION. Ciertos hábitos de algunos operadores intensifican el -- desgaste de las cadenas y los costos de los mismos si no se ejerce el control necesario en el trabajo. Tales prácticas incluyen las operaciones a gran velocidad, particularmente en retroceso; los virajes muy -- cerrados, o las rectificaciones constantes de dirección; así como la salida de las cadenas debido a que el motor alcanza el par límite.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP). Las buenas normas de MP-tensión adecuada de las cadenas, limpieza diaria cuando se trabaja con material -- pegajoso ó muy adherible, lubricación de los componentes, rotación de los bujes, etc.- combinados con la medición regular del desgaste, y la ejecución a tiempo de los servicios de mantenimiento preventivo aumentan la duración de los componentes y disminuyen los costos, pues reducen al mínimo los efectos negativos de dichas condiciones, y otras muchas.

Es evidente que la elección del multiplicador "Z" es tan sólo cuestión de criterio y de sentido común, pero sus efectos en los costos pueden constituir la diferencia entre rentabilidad o serias pérdidas cuando se descuida el renglon mantenimiento preventivo.

Factores Básicos del Tren de Rodaje

<u>MODELO</u>	<u>FACTOR BASICO (FB)</u>
CAT D9	10.0
CAT D7	6.0
CAT D5	4.0
CAT D3	2.0

Multiplicadores de las condiciones

	<u>IMPACTO (I)</u>	<u>ABRASION (A)</u>	<u>FACTOR (Z)</u>
ALTO	0.3	0.4	1.0
BAJO	0.2	0.2	0.5
MODERADO	0.1	0.1	0.2

$$\begin{aligned} \text{Costo por hora del tren de rodaje}^* &= (I+A+Z) \text{ FB} \\ &= \$/\text{hora.} \end{aligned}$$

\*El costo por hora del tren de rodaje estimado puede ajustarse según se requiera de acuerdo con los derechos de importación, tasas de cambio, etc.

Ref. No. 6 Guía para estimar los costos directos

Mano de Obra Directa (MOD)

Factor de sueldo horario para el mecánico (FSH)

Aguinaldo .....  
 Vacaciones .....  
 Total ( ANUAL ) .....  
 Total (MENSUAL) ..... (1)

Sueldo .....  
 Salario .....  
 Horas Extras .....  
 Total (mensual) ..... (2)

Factor del sueldo horario para mecánicos =  $\frac{(1) + (2)}{\text{Horas estándar por mes}}$  \$/hr  
 (FSH)

Nota: Para obtener el importe total por concepto de MOD de un mecánico se multiplica el FSH por las horas mecánico reportados en cada una de las órdenes de MP, el mismo procedimiento se utiliza en el caso de FSH para ayudantes.

Material Directo (MD)

Para obtener el total devengado por MD, bastará con sumar todos los importes de las refacciones y materiales utilizados en cada una de las intervenciones.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

TOTAL DE MATERIAL DIRECTO \_\_\_\_\_

## B I B L I O G R A F I A

- Nichols L. Herbert, " Reparación de la Maquinaria Pesada "  
ECSA, 1978
- Maccise Name Julián, " Costos y Procedimientos de Construcción "  
SAHOP, 1979
- Konorg Consultores, S.A., " Manual de Procedimientos para MP "  
1979
- Newbrough E.T. " Administración de Mantenimiento Industrial "  
Mc. Graw-Hill, 1974
- Caterpillar Tractor Co., "Rendimiento de los Productos Caterpillar"  
Peoria, illinois, E.U.A; 1977