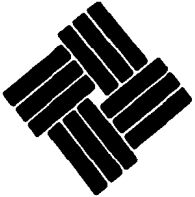


881215

8
2ej'



UNIVERSIDAD ANAHUAC

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA

MANTENIMIENTO EN CAMPO DEL EQUIPO PESADO PARA LA CONSTRUCCION DE TERRACERIAS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
DAVID SIERRA GURZA

MEXICO, D.F.

1986

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**MANTENIMIENTO EN CAMPO DEL EQUIPO PESADO PARA LA
CONSTRUCCION DE TERRACERIAS**

I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION	I
1. DESCRIPCION DEL EQUIPO.	1
1.1 Tractores	3
1.1.1 Motor	5
1.1.2 Transmisión	6
1.1.3 Mandos finales	8
1.1.4 Sistema hidráulico	12
1.2 Cargadores frontales	13
1.2.1 Cargadores frontales sobre orugas	13
1.2.2 Cargadores frontales sobre neumáticos	21
1.3 Compactadores de terracerfa	24
2. PROBLEMAS MAS FRECUENTES EN EL EQUIPO.	25
2.1 Respiradores de aceite	30
2.2 Filtros de aire	31
2.3 Turbocargadores	33
2.4 Sistema de enfriamiento	35
3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN CAMPO.	39
3.1 Funcionamiento de los motores de combustión interna	41
3.2 Bombas de inyección	45
3.2.1 Sistema de alta presión	47
3.2.2 Sistema de baja presión	49
3.2.3 Sistema de inyección directa S.I.D.	52
3.2.4 Sistemas de cámaras de pre-combustión S.C.P.C.	53
3.3 Cuidado del combustible	54
3.4 Filtros de aire	56
3.5 Sistema de enfriamiento	62
3.6 Sistema de lubricación	72
3.7 Sistema hidráulico	78
3.8 Turbocargadores	84
3.9 Conservación de llantas	87
3.10 Sistema eléctrico	88
3.11 Instrumentos	89

	<u>PAGINA</u>
4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN CAMPO	90
4.1 Mantenimiento correctivo menor	91
4.2 Mantenimiento correctivo mayor	98
5. EQUIPO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO Y CONTROL ADMINISTRATIVO DE COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES	101
5.1 Equipo para el mantenimiento preventivo	102
5.1.1 Camión de servicio de 3 toneladas	102
5.1.2 Camión de servicio de 8 toneladas	106
5.1.3 Camión de servicio de 15 toneladas	107
5.2 Equipo para mantenimiento correctivo	110
5.2.1 Equipo para mantenimiento correctivo menor	110
5.2.2 Equipo para mantenimiento correctivo mayor	112
5.3 Control administrativo de combustibles y lubricantes	115
6. CONCLUSIONES	121
7. BIBLIOGRAFIA	124

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICAS

<u>FIGURA No.</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.1	Tractor sobre carriles Modelo D-10	4
1.2	Convertidor de par	6
1.3	Transmisión Planetaria	7
1.4	Embrague Direccional y Mandos Finales	9
1.5	Convertidor, Transmisión, Embragues de Dirección y Mandos Finales	9
1.6	Vista Interna del Convertidor, Transmisión y Mandos Finales	11
1.7	Sistema Hidraulico	12
1.8	Cargador Frontal Modelo 943	14
1.9	Motor	15
1.10	Transmisión Hidrostática	16
1.11	Control de Transmisión	17
1.12	Control de Mando	18
1.13	Tránsitos y Chasis de Cargador Frontal Modelo 943	19
1.14	Sistema Hidraulico	20
1.15	Frenos	22
1.16	Mando Final	22
1.17	Articulación Central	23
1.18	Radio de Giro	23
1.19	Compactador Modelo 815	24
3.1	Funcionamiento del Motor Diesel de Ciclo de Cuatro Tiempos	42
3.2	Relación de Compresión	43
3.3	Inyección de Alta Presión	47
3.4	Inyector	48
3.5	Inyección de Baja Presión	49
3.6	Bomba de Inyección	51
3.7	Inyección Directa	53
3.8	Tapa del Tanque de Combustible	55
3.9	Filtro de Aire de Baño de Aceite	57
3.10	Filtro de Aire Seco	59
3.11	Procedimiento de Limpieza del Filtro de Aire	60
3.12	Sistema de Enfriamiento	62
3.13	Termostato Cerrado	64
3.14	Termostato Parcialmente Abierto	65
3.15	Termostato Abierto	65
3.16	Presión del Sistema de Enfriamiento	67
3.17	Valvula de Alivio	69
3.18	Sistema de Refrigeración	71
3.19	Separación de Partes Móviles	76
3.20	Cuña de Aceite	77
3.21	Filtros de Aceite	82

<u>FIGURA No.</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
3.22	Respiradero de Aceite	83
3.23	Partes Integrales de un Turbocargador	85
4.1	Tránsito	95
4.2	Gráfica de Tensado de Tránsitos	96
4.3	Comba de referencia con un ajuste de media pulgada en la Rueda Gufa	98
5.1	Compresor de Aire	103
5.2	Instrumentos de Medición	104
5.3	Pistolas de Servicio	104
5.4	Conjunto de Filtros	105
5.5	Plataforma de Servicio	105
5.6	Sistema Típico del Combustible	106
5.7	Camión de Servicio	107
5.8	Taller Móvil	111
5.9	Servicio de Taller	114
5.10	Control del Combustible y Lubricantes	115
5.11	Informe Diario de Combustible y Lubricantes	116
5.12	Informe Diario de Operador	117
5.13	Resguardo al Almacén	118
5.14	Vale de Almacén	119

INTRODUCCION

INTRODUCCION

- OBJETIVOS.

El objetivo de esta Tesis es una breve Información a todos los Ingenieros Civiles que trabajan en el campo con Maquinaria Pesada para que pongan interés en el ramo de mantenimiento, puesto que desde que se comenzó a utilizar equipo para la construcción, se ha establecido que la correcta conservación de ese equipo es la diferencia entre el éxito y el fracaso de una empresa.

Esta premisa es particularmente cierta en estas épocas en que los equipos y sus refacciones se elevan día con día en forma y proporciones que nunca llegamos a imaginar.

En el año de 1947 un tractor caterpillar D-8, que en aquel entonces estrenaba su serie 2U y cuyo precio fue de \$ 30,500.00 U.S. dls., equivalente a \$ 264,000.00 porque entonces el tipo de cambio estaba a \$ 8.65 dolar; el mes pasado se cotizó un tractor D-8 en \$ 400,000.00 U.S. dls. equivalente a \$ 150'000,000.00 a tipo de cambio actual que es de \$ 375.00, es decir que en 38 años el valor de la máquina ha aumentado en un 56,850%.

Se me dirá especialmente que en los últimos años tuvimos una devaluación del 1500%, y que no estamos estableciendo una comparación correcta ya que no se trata de dos máquinas iguales, puesto que el 2U tenía solamente 147 caballos de fuerza y pesaba 17 toneladas, mientras que el D-8 de la serie L que fue el cotizado tiene 335 caballos de fuerza, pesa 32 toneladas y está dotado de mucho más equipo que el 2U carecía, sin embargo, la diferencia -

II

en potencia capacidad de trabajo y productividad de la máquina nueva no es suficiente para cubrir las grandes diferencias en costo de operación de entonces a la fecha.

En efecto, en 1947 se pagaba a los operadores a razón de \$ 1.50 a \$ 1.75 por hora efectiva y \$ 0.75 a \$ 1.00 por hora en reparación y mantenimiento, no había salario base adicional ni ningún recargo por Seguro Social, Infonavit, Educación, ni el 1.7% que ahora se retiene de las estimaciones para obra social y campos deportivos ejidales.

Los combustibles, lubricantes y en general todo el material de consumo y refacciones valía también la décima o décima quinta parte del precio actual, de manera que para que las mejoras de los modelos nuevos llegarán a compensar esas alzas de costos de operación, sería necesario que dichos modelos fueran diez o más veces más eficientes que los modelos anteriores, cosa que desde luego sabemos no sucede.

Así pues, para desempeñar un determinado trabajo necesitamos -- ahora desembolsar en el equipo, cincuenta y seis veces más que hace treinta y ocho años.

Ahora bien, no solo el alza de precios es en sí lo que preocupa -- sino la forma en que se ha venido presentando, pues dicha alza no ha seguido una línea con pendiente más o menos uniforme sino que en los últimos dos años ha aumentado esa pendiente en forma alarmante que casi se antoja seguirá una curva paralela con el eje de las ordenadas.

III

Desgraciadamente no tenemos a la vista nada que nos haga pensar que esta desenfrenada carrera de los precios pueda llegar a detenerse sino por el contrario, la grave escasez de energéticos y la carencia de materias primas que el mundo esta padeciendo no puede dejar otra alternativa que nuevos y mayores aumentos en los precios.

Peor todavía, hemos llegado ya a un punto en el que no será suficiente tener el dinero para adquirir los equipos y refacciones sino que debido a la falta mundial de metales y aleaciones, será menester anotarse en una lista de entregas y esperar por plazos imprevisibles.

Esta situación no nos deja otro camino que el de tratar de sacar el mayor provecho de nuestros actuales equipos, buscando que se conserven en perfecto estado de trabajo, por desperdicios que tanto inciden en los costos.

1. DESCRIPCION DEL EQUIPO

1. DESCRIPCION DEL EQUIPO

Es absolutamente imposible un artículo de esta extensión tratar de la descripción de todas y cada una de las máquinas que se utilizan en la construcción.

Sin embargo, las máquinas están formadas por una serie de elementos y mecanismos comunes o semejantes, por lo que las operaciones de conservación son similares en todas ellas, aunque varíe la disposición, cantidad y complejidad de estos elementos según el tipo de máquina.

La disposición y accesibilidad de los diversos mecanismos constitutivos, tienen gran importancia en la conservación de la maquinaria, debe procurarse buscar en las máquinas que los puntos que precisan de la conservación sean accesibles, que sea sencilla la sustitución de piezas o conjuntos, que los puntos de engrase estén agrupados y sean fácilmente localizables, y que los instrumentos de control queden a la vista del maquinista.

Trataremos de dar una breve descripción del Equipo del cual vamos a hablar en esta tesis así como de sus diferentes partes.

La maquinaria es de la marca o firma Caterpillar, y es el siguiente:

1. Tractores (bulldozer).
2. Cargador Frontal (traxcavo)
3. Compactador de Terracerfa (pata de cabra).

1.1 **TRACTORES.**

Existen dos tipos de tractores, en función de su sistema de rodamiento son: neumáticos y de orugas, los más comunes son los de orugas, esto es por la mayor área de contacto, lo que le proporciona mayor tracción.

En la construcción el tractor tiene muchos usos de ahí que se ha dado en llamarle la máquina universal de la construcción, estos se diferencian unos de otros por la potencia del motor, ya que su trabajo consiste principalmente en el empuje o arrastre ya sea de material o maquinaria.

Sus principales funciones son:

- Desmontes
- Cortes
- Formación de terraplanes
- Aflojar material de banco
- Trabajos diversos

Los tractores sobre orugas constan de: motor, transmisión, mandos finales y sistema hidráulico.

- A. Motor.
- B. Transmisión.
- C. Mandos finales.
- D. Sistema hidráulico.

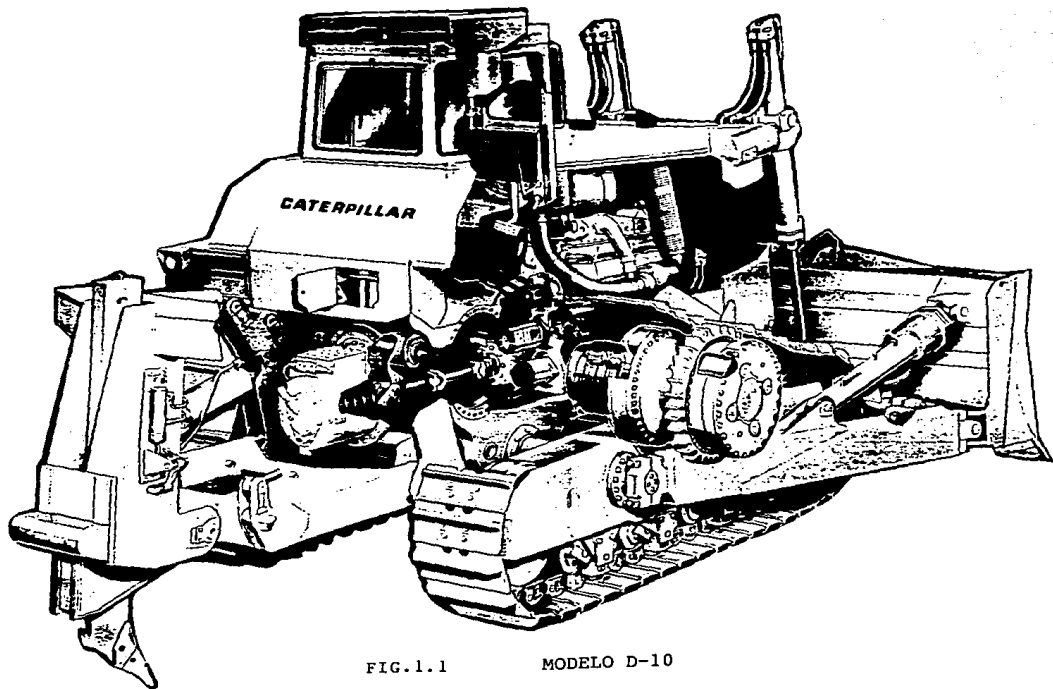


FIG.1.1

MODELO D-10

1.1.1 MOTOR.

Dependiendo del modelo y marca tenemos una variedad muy amplia en potencia y tamaño así como en consumo de combustible y capacidad de carter.

El motor es el corazón del tractor, un ejemplo de las variedades que existen en los motores de los tractores es el siguiente: los tenemos de la marca Caterpillar desde 62 HP hasta de 700 HP.

El motor a su vez se divide en dos: motor y convertidor par.

Convertidor de Par.- Todas las máquinas Caterpillar con transmisiones Power Shift o Direct Drive, están equipados con un convertidor de par monofásico de etapa única que proporciona la multiplicación de par y la capacidad de adaptarse a la carga automáticamente cuando el trabajo se pone duro.

El convertidor consta de un impulsor conectado al volante del motor, una turbina conectada a un eje de salida y un estator.

El fluido del convertidor transmite la potencia y el estator multiplica el par, el convertidor también sirve para amortiguar los componentes del tren de fuerza cuando se cambia de marcha bajo carga.

El divisor de par de salida trabaja con el convertidor

de par para lograr eficiencia máxima, rápida respuesta de la máquina y mayor rendimiento.

El divisor de par divide la potencia de salida del volante de forma tal que el 70% pasa al convertidor y el 30% directamente a la transmisión.

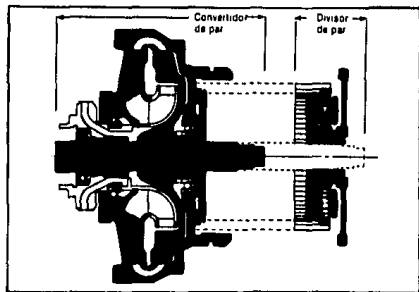


FIG.1.2 CONVERTIDOR DE PAR

1.1.2 TRANSMISION.

Es el sistema por medio del cual se aumenta la potencia del tractor en una caja de engranajes.

Hay dos diferentes tipos de transmisiones, las que se les llama Power Shift y las de Direct Drive.

Las Power Shift son las más usuales y es a base de un sistema planetario enfriado y lubricado por aceite.

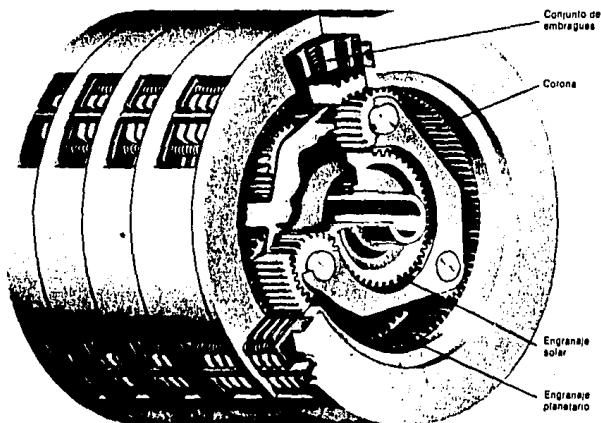


FIG. 1.3 TRANSMISION PLANETARIA

Las transmisiones planetarias Caterpillar se arman al rededor de un eje central con juegos de engranajes apiñados de un extremo a otro. Hay un juego de engranajes planetarios para el avance, el retroceso y cada una de las gamas de velocidad. Cada juego de engranajes tiene un engranaje solar en el centro y tres engranajes planetarios al rededor del engranaje solar, dentro de la corona.

El diseño planetario logra una alta reducción en espa-

cio mínimo a la vez que reparte las cargas del par motor entre tres engranajes separados por ángulos de 120°. Esto reduce los choques que reciben los ejes individuales, los engranajes y cojinetes, y asegura una mayor vida útil.

1.1.3 MANDOS FINALES.

Los mandos finales cuentan con un sistema de discos dentados vulcanizados que son los que permiten al tractor detener una de las orugas para que pueda virar para un lado o el otro, así como también frenarlo; constan de dos elementos: embragues de dirección y caja del mando final.

En los tractores pequeños y los tractores de modelos anteriores, a la actual serie, los mandos finales están encerrados en cajas empernadas a la caja de la corona y dotados de sellos anulares flotantes Duo-cone para impedir las fugas de aceite o la entrada de materiales abrasivos. Los engranajes del mando final de reducción sencilla se usan en los tractores D 3 a D 5.

Los engranajes de doble reducción los tienen el D 6 y el D 7, así como también los modelos anteriores del D 8 y D 9, para absorber las cargas de par más elevadas, los aceros de aleación especial y el termotratamiento aseguran la larga vida útil de los mandos finales.

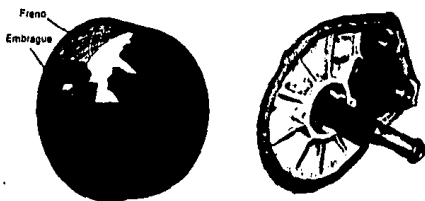
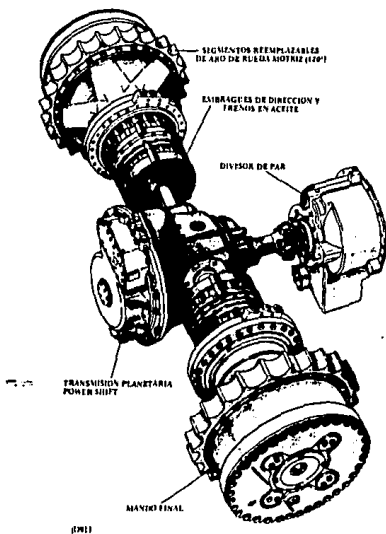


FIG. 1.4
EMBRAGE
DIRECCIONAL
Y MANDOS
FINALES

En los tractores modernos grandes, el diseño de la rueda motriz elevada alargan la vida de los mandos finales, los embragues de dirección, y los frenos dejan de recibir todas las cargas de los impactos verticales provenientes del suelo, de alineación del bastidor y de los implementos de la barra de tiro.



SISTEMA DE
TRANSMISION

FIG.1.5

Los mandos finales están menos expuestos a los abrasivos, el hielo y barro, los cuales a menudo se alojan entre los dientes de la rueda motriz y los bujes en las máquinas de diseño convencional.

En estos tractores los mandos finales son de doble reducción planetaria para tener el máximo torque en la rueda motriz, la revisión o reemplazo de algún balero, sello o engrane se puede hacer sin quitarle el carril o banda, lo que hace más rápida su reparación.

Embrague de dirección y freno.- En los equipos pequeños y modelos anteriores los embragues de dirección son de discos múltiples, enfriados por aceite y frenos de zapatas enfriados por aceite. Los embragues de dirección son accionados Hidráulicamente y funcionan miles de horas de servicio sin ajustes. Aunque los frenos de zapatas son mecánicos para el control decidido de la máquina, están reforzados hidráulicamente (excepto en el D 3 y D 4). Los conjuntos de frenos y embrague se sacan como unidades para su fácil servicio.

En los tractores modernos grandes, los embragues de dirección y frenos de discos múltiples y enfriados por aceite, se aplican a resortes y se desacoplan hidráulicamente. Sellados para impedir la entrada de arenisca y humedad se pueden sacar con el módulo del mando final para su servicio. El módulo izquierdo y el derecho son



FIG. 1.6
CONVERTIDOR,
TRANSMISION,
Y
MANDOS FINALES

intercambiables sin ninguna modificación.

Estos módulos se empernan al bastidor principal y se conectan a la corona por ejes de impulsión completamente flotantes. Una vez armados y ajustados, funcionan sin necesidad de reajustarse.

1.1.4 SISTEMA HIDRAULICO.

Los controles hidráulicos eliminan la mayor parte del esfuerzo necesario para accionar las hojas empujadoras y los desgarradores.

Los controles comprenden bomba, tanque, filtro, válvulas, tuberías y varillaje.

El sistema hidráulico está cerrado a los contaminantes y protegido adicionalmente por la filtración de flujo total.

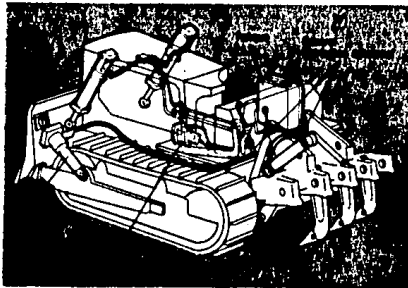


FIG. 1.7 SISTEMA HIDRAULICO

1.2 CARGADORES FRONTALES.

Como en los tractores también tenemos dos tipos de cargadores frontales: sobre orugas y sobre neumáticos; a los cargadores frontales sobre orugas se les conoce también con el nombre de traxcavo y a los de neumáticos como payloder (punto seguido), los cargadores frontales se diferencian unos de los otros por la capacidad del cucharón, los traxcavos varían desde 0.77 m^3 a 2.49 m^3 (1 yd^3 a 5.5 yd^3) y los payloders, van desde 1 m^3 hasta 10.3 m^3 . (1.25 yd^3 a 13.5 yd^3).

Su principal trabajo consiste en cargar el material para depositarlo en camiones, tolvas de alimentación, etc. también se pueden usar para trabajos diversos como son excavaciones de zanjas, desmontes, etc., pero no son tan eficientes en estos trabajos como el equipo que existe específicamente para eso.

1.2.1 CARGADORES FRONTALES SOBRE ORUGAS (TRAXCAVO).

Los modelos antiguos tienen el mismo funcionamiento que el de los tractores, es decir que cuentan con los elementos que los tractores pequeños tienen, que son el motor convertidor, transmisión, mandos finales y sistemas hidráulicos.

Los nuevos modelos constan de: motor, transmisión hidrostática, mandos finales, sistema hidráulico.

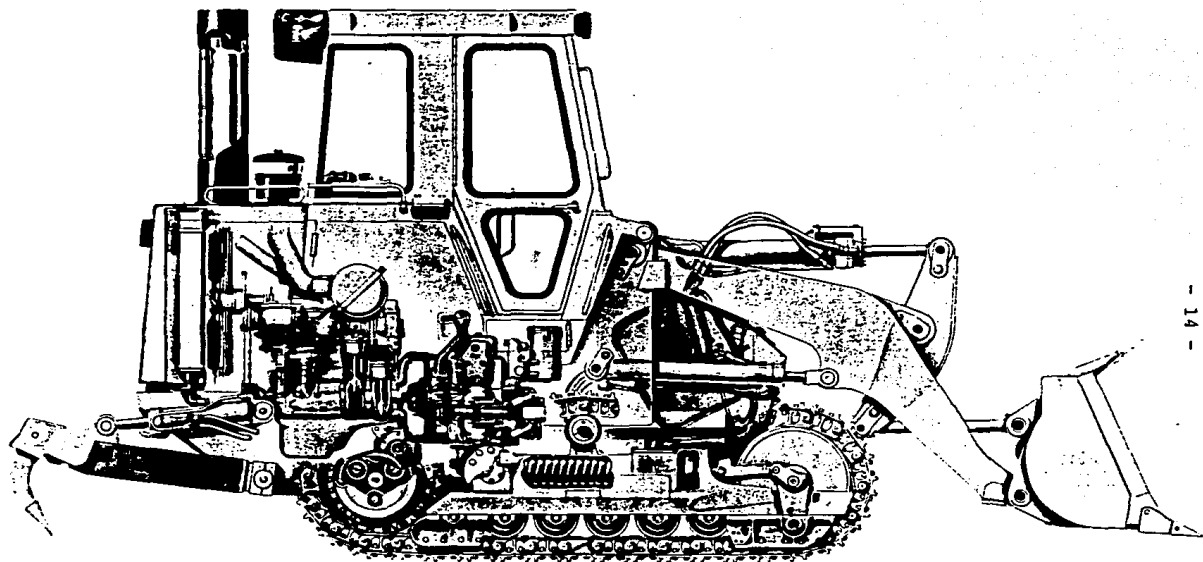


FIG.1.8

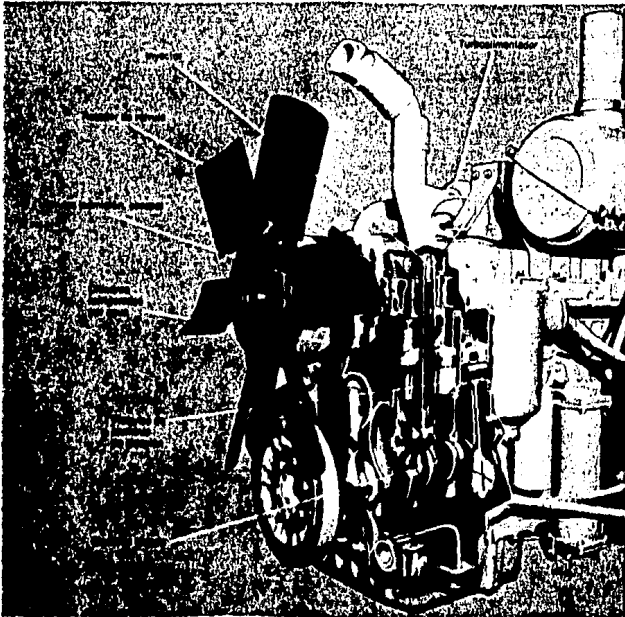
MODELO 943

A. Motor.- Que es de combustión interna, con inyección directa, varía de 80 H.P. hasta 210 H.P.

La inyección directa, libre de ajustes proporciona eficiencia de consumo de combustible. Los inyectores rocían el combustible en configuración precisa para su quemado limpio y completo en las cámaras de combustión.

El sistema libre de regulado o ajustes, ahorra tiempo. El consumo económico de combustible ahorra dinero.

FIG. 1.9 MOTOR



B. Transmisión hidrostática.- Consta de dos bombas de pistones separados, para poner en movimiento las orugas separadamente, no tiene engranes ni embragues, mantiene las revoluciones del motor constantes para el mejor funcionamiento.

Las bombas hidráulicas convierten la potencia mecánica en potencia hidráulica que mandan a través de mangueras de presión a los motores hidráulicos que a su vez convierten la potencia hidráulica en mecánica.

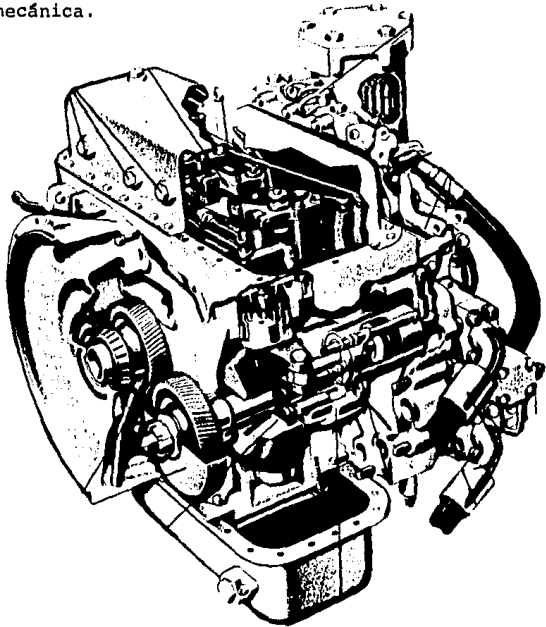


FIG. 1.10
TRANSMISION HIDROSTATICA

La transmisión hidrostática incluye:

- a. Válvula de control.- mantiene la presión hidráulica constante según los requerimientos necesarios, y además el sistema mantiene relativamente constante las revoluciones del motor.
- b. Válvula sincronizadora.- Que balancea la presión en los motores hidráulicos para prevenir que los motores no trabajen igual y así mantener la máquina en línea recta cuando se está moviendo.
- c. Control mecánico de velocidad y dirección.- Proporciona un control seguro sobre la velocidad y dirección. Casi no se requiere ajuste, y es fácil de operar así como de darle servicio. Su operación es más sencilla y más rápida ya que no cuenta con cambios de velocidad, sino que es infinitamente variable (dentro de su rango de máxima velocidad), se puede operar a la velocidad precisa de las necesidades sin que pierda fuerza por ello.

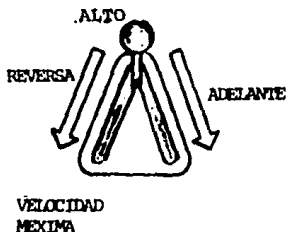
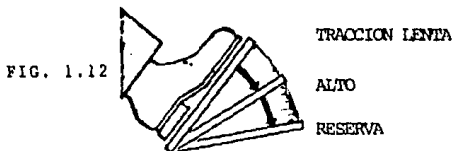


FIG. 1.11
CONTROL DE
TRANSMISION

Solo hay que poner el gobernador de motor en el máximo y mover la palanca de la transmisión en la dirección y la velocidad deseada. Los motores independientes de cada oruga proporcionan los giros más rápidos y más precisos puesto que incluso para su máximo giro las orugas caminarán en sentido opuesto cada una haciendo que la máquina utilice menos espacio para operar.



Para enfrenar y desenfrenar la máquina, se cuenta con un sistema de discos vulcanizados en aceite; al no existir presión de aceite tanto en los motores como en los discos, estos se juntan por medio de resortes así la máquina queda enfrenada sin necesidad de tener mandos mecánicos para ello.

C. Mandos finales.- Tienen el sistema planetario para aumentar la potencia cuando es requerido.

Se pueden quitar sin desarmar la oruga, independientes uno del otro.

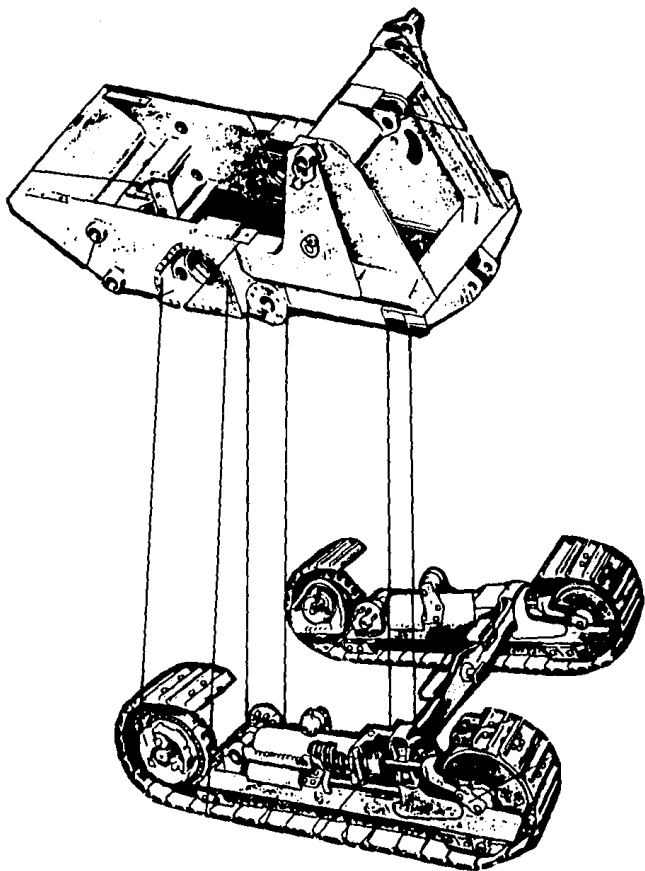


Fig. 1.13 TRANSITOS Y CHASIS DE CARGADOR
FRONTAL MODELO 943.

D. Sistema hidráulico.- Consta de bomba, tanque, controles hidráulicos y gatos hidráulicos que tienen un grupo de tres sellos para una operación limpia y seca.

Dependiendo de cada modelo y a velocidad de levantar y descarga va variando, para una mayor producción en un tiempo mínimo.

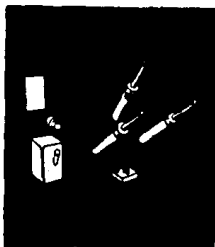


FIG. 1.14 SISTEMA HIDRAULICO

1.2.2 CARGADORES FRONTALES SOBRE NEUMATICOS.

Hay una gran variedad de cargadores frontales sobre neumáticos, varían desde 1 m^3 (125 yd^3), hasta 10 m^3 (13.5 yd^3) de capacidad del bote.

Estos son más grandes que los cargadores frontales sobre orugas, y a la vez son más rápidos en su operación.

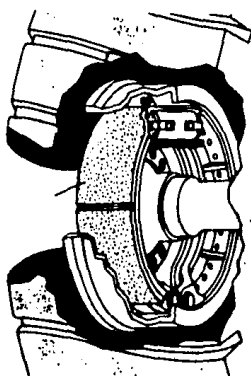
Cuentan con una transmisión planetaria Power Shift, doble diferencial para tener mayor potencia de empuje.

Los cargadores frontales sobre neumáticos cuentan con: motor, transmisión y mandos finales.

- A. **Motor.-** El motor es semejante a los descritos anteriormente.
- B. **Transmisión.-** Al igual que el motor, es similar a lo planteado con anterioridad.
- C. **Mandos finales.-** En esto estriba la diferencia, ya que consta de: diferenciales, frenos y mando final planetario.
- D. **Diferenciales.-** Son dos, para obtener tracción en las cuatro ruedas. Están diseñados para la distribución de la carga uniformemente y minimizar la potencia para el engrane mayor en cualquier tipo de carga. Los engranes son de acero templado para obtener una larga vida útil.
- E. **Frenos.-** Son a base de balatas y tambor, independientes del mando final planetario. El sistema es a base de presión de aire con bosters independientes en cada rueda. Cuando la presión de aire baja más de nivel de operación, se activa una bocina de advertencia y el freno de emergencia se aplica automáticamente.

FIG. 1.15

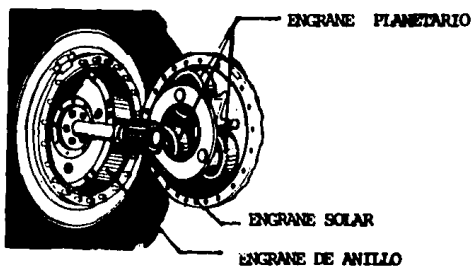
BALATAS



F. Mando final planetario.- Es de alta reducción, transmite la potencia a las ruedas manteniendo el torque en el diferencial y las flechas bajo. Esto da como resultado menor fatiga del material a la torsión y mayor potencia a las ruedas.

El mando final planetario se puede retirar para su servicio independientemente de los frenos y las ruedas.

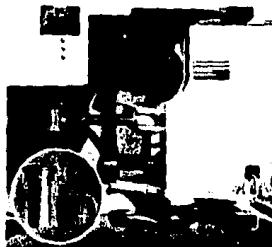
FIG. 1.16



En el cargador frontal sobre neumáticos el sentido de la dirección se logra por medio de la articulación central, para virar en una u otra dirección.

La junta de articulación consta de cuatro pernos templados y cuatro baleros. Está diseñada para tener una máxima maniobrabilidad y larga vida. La articulación central mantiene estable y maniobrable la máquina al tiempo que reduce el espacio en movimiento y ciclo de carga.

FIG. 1.17
ARTICULACION CENTRAL



La articulación nos permite un giro de 45° a cada lado, el movimiento es hidráulico y responde rápidamente según los requerimientos, no necesita ajustes periódicos, teniéndose un volante como el de un automóvil para su operación. Cuando el volante es girado, una válvula piloto proporciona aceite a la caja de válvulas principal, que hace funcionar a los gatos hidráulicos para el movimiento, los gatos responden progresivamente al incrementar las revoluciones del motor.

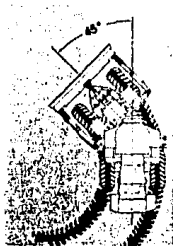


FIG. 1.18
RADIO DE GIRO

1.3 COMPACTADORES DE TERRACERIA (PATA DE CABRA)

Los compactadores de terraceria (Pata de Cabra) tienen los mismos elementos que los tractores con neumáticos, su operación es la misma.

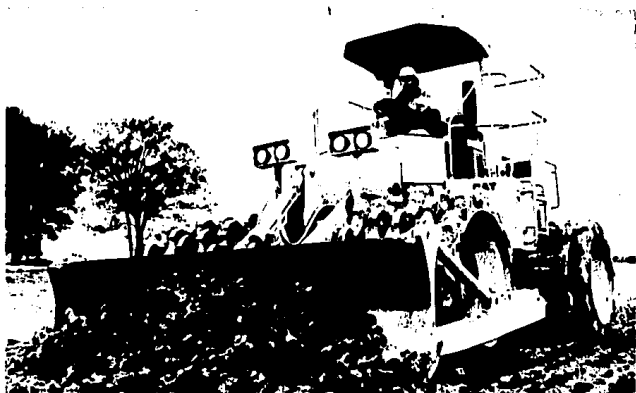


FIG. 1.19 COMPACTADOR MODELO 815

La única diferencia que hay entre los compactadores y los tractores sobre neumáticos son las ruedas, que en este caso son tambores de acero con picos o patitas, de ahí el nombre de Pata de Cabra, además tienen un aditamento que se les puede colocar que consta de una hoja topadora o bulldozer, lo que le sirve para tender el material que está compactado.

2. PROBLEMAS MAS FRECUENTES DEL EQUIPO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
DIRECCION GENERAL DE INCORPORACION Y REVALIDACION DE ESTUDIOS.

- FAVOR DE LLENAR A MAQUINA.
- ENTREGAR DOS EJEMPLARES DE LA TESIS EN LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA U.N.A.M.
- EXIGIR ACUSE DE RECIBO EN LAS DOS COPIAS.

DAVID ANTONIO SIERRA GURZA	000199690
NOMBRE DEL ALUMNO	No. CTA. DE LA U.N.A.M.
MANTENIMIENTO EN CAMPO DEL EQUIPO PESADO PARA LA CONSTRUCCION	
NOMBRE DE LA TESIS O SEMINARIO DE TERRACERIAS	
UNIVERSIDAD ANAHUAC	INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD	CARRERA

30 junio 1986
DIA. MES. AÑO.

SELLO Y FIRMA DE LA BIBLIOTECA

2. PROBLEMAS MAS FRECUENTES DEL EQUIPO

Siempre ha sido práctica comun, creer que teniendo el equipo en constante operación, trae como consecuencia una mayor producción siendo manejada esta premisa, en la mayoría de los casos, por el responsable de la obra.

Surge entonces la pregunta: ¿a quién corresponde vigilar que las máquinas se de el debido mantenimiento y se operen en forma correcta para aumentar su rendimiento, disminuir las paralizaciones, incrementar el tipo de vida útil y conseguir costos de operación más bajos?

Indiscutiblemente, al responsable de la obra que es el superintendente en quien recae la total responsabilidad de ese cuidado y mantenimiento del equipo, puesto que si es el equipo la herramienta que le permite ejecutar su trabajo, también debe ser el equipo quien absorva sus cuidados y atenciones.

En efecto, en términos generales y como promedio podemos pensar que en la mayoría de los trabajos, por cada peso de costo directo, ochenta a ochenta y cinco centavos se hicieron con equipo y solamente de quince a veinte centavos se hicieron con mano de obra y materiales de construcción.

Al ver esas cifras nos preguntamos: ¿debe el superintendente dejar el manejo y cuidado de su equipo en manos de los sobrestantes, mecánicos y engrasadores?

No hay que pensar mucho para encontrar una respuesta, más sin embargo, harto frecuente nos encontramos en las obras con que el superintendente ni siquiera sabe en que lugar exacto están sus máquinas, éstas son movidas por el sobrestante quien las emplea a su real saber y entender, muchas veces en forma inadecuada que no sólo resulta ineficiente sino que provoca desgastes adicionales al equipo. Y el mantenimiento del mismo se abandona por completo pues lo único que al superintendente le interesa es que las máquinas trabajen y que por ningún motivo se paren ni si quiera para las mínimas e indispensables labores de mantenimiento.

"No hemos podido hacer los servicios porque ha habido muchísimo trabajo"... "Es necesario acabar tales y cuales conceptos de obra antes de que llueva"...

Esta disculpa se escucha muy frecuentemente en determinadas obras y por desgracia, hasta ahora, no ha dejado de ser más que eso, una disculpa con la que el superintendente trata de cubrir el poco o ningún cuidado que tiene con el equipo, pasan los días y las condiciones emergentes que la disculpa supone nunca terminan y a las máquinas nunca se les atiende hasta que materialmente "se caen".

"Como ya se está acabando la obra ya se cortó al personal y por eso no se han hecho los servicios"...

Por regla general, esta otra disculpa proviene de la misma persona que meses antes, cuando la obra estaba en plena actividad

nos argumentó la anterior, cuando la obra está en bullición no queremos parar las máquinas y cuando ya ha llegado la calma ya no hay personal o no hay dinero y lo único cierto de todo esto es que no queremos convencernos de que el equipo hay que atenderlo aún cuando esas atenciones nos acarreen paros temporales, indudablemente insignificantes desde el punto de vista costo, si los comparamos con las paralizaciones a que nos puede conducir la falta de mantenimiento.

"Mi obra es muy chica y no aguanta"...

Nada más falso que esa afirmación, si se decidió enviar equipo a una obra es porque resulta más económico ejecutar el trabajo con máquinas, que a mano, y el costo de operación de una máquina incluye, desde luego, su mantenimiento ahora bien, si por cualquier circunstancia nos hemos visto obligados a atacar una obra positivamente mala cuyos precios no alcanzan a pagar los costos de operación debemos ser honestos y hacerlo saber a la gerencia para que ésta sepa de antemano que en dicha obra se reportarán pérdidas y no tratar de compensar tales pérdidas a costa del equipo, negándole el mantenimiento, pues ni se obtendrán utilidades dignas de mención ni estaremos satisfechos de nuestra actuación y si en cambio, nos acabaremos el equipo torpemente.

"Yo no se nada de mecánica y por consiguiente no puedo saber si a mis máquinas se les está dando el debido mantenimiento o no"...

De ninguna manera se necesita ser mecánico para saber si una má-

quina se le está atendiendo o si por el contrario se la tiene abandonada, cualquier persona puede advertir que una máquina está sucia, por todas partes por donde se le mire encontraremos la mugre, vemos motores que están trabajando en condiciones deplorables porque la falta de aseo hace que se les forme una cobija de aceite y tierra que evita la correcta radiación del calor que en los motores se genera por efecto de la combustión y que debe disiparse a través de su sistema de enfriamiento, de su sistema de lubricación y de la radiación directa a la atmósfera.

"Las máquinas están sucias porque desde hace tres meses pedimos una lavadora de vapor y no nos ha llegado"...

Esta es otra mas de las disculpas que frecuentemente damos para tratar de justificar nuestra poca, atención al equipo, sobradamente sabemos que así tuviéramos no una, sino tres lavadoras en la obra, las máquinas se encontrarían exactamente igual.

Se preguntarán ustedes, ¿bueño, en resumidas cuentas, aquí se hace consistir el mantenimiento del equipo en que se tenga limpio sin interesarse en nada de lo demás? pues se hace mucho incapié en la limpieza.

"Yo no he limpiado las máquinas porque no he tenido tiempo, o porque no me han surtido estopa, etc., pero mis máquinas están bien atendidas pues siempre se les hacen los servicios de mantenimiento indicados"...

Estos razonamientos son, desgraciadamente, falsos, no es posible

que a una máquina que a la distancia se ve sucia este siendo atendida. Una máquina no se ensucia de un día para otro, primero, estando originalmente limpia, aparece una primera fuga, como en un motor al que se estropeo un empaque de una lumbrera.

Si hay mantenimiento, el encargado de llevarlo a cabo, limpiará la parte sucia y cambiará el empaque, labor que le tomará quizá quince minutos pero si no hay mantenimiento, si nadie ve esta falla, a la vuelta de ocho días todo el motor estará totalmente sucio, empieza apenas a manifestarse la fuga y en este momento es muy fácil corregirla y sobre todo detectarla, mientras que en una máquina sucia ni siquiera podemos saber por donde está la fuga ni si hay grietas o roturas, partes sueltas o mal ajustadas puesto que la mugre no nos dejará ver nada.

Más aún, hay determinadas fugas que constituyen una verdadera luz de alarma para aquel que está un poquito en contacto con las máquinas, una fuga por el tapón de llenado del aceite, nos está marcando claramente que, o bien el respiradero del cárter está obstruido, o bien que ya empieza a pasar la compresión a la parte alta de los cilindros por desgaste de los anillos.

2.1 RESPIRADEROS DE ACEITE.

Todos los depósitos que contienen aceite en las máquinas, están dotados de respiraderos con el objeto de que al subir la temperatura, el aceite y aire contenidos en el depósito se dilatan y, pueda salir el aire sobrante sin que se formen presiones en el interior y vi-

ceversa, al bajar la temperatura, pueda entrar aire del exterior sin que se formen vacíos, estos respiraderos son, desde luego, de muy diversos tamaños y forma, según sea el compartimiento para el que se diseñaron, estos respiraderos tienen en su interior un cedazo que es preciso limpiar frecuentemente para evitar su obstrucción, y tiene por objeto retener en él las partículas de polvo del ambiente en una forma muy semejante a la nariz humana que retiene también las partículas de polvo para que a nuestros pulmones llegue aire limpio, lo que trae por consecuencia que si el respiradero está tapado, la presión interna vence la fuerza de los retenes y se salga el aceite.

2.2 FILTROS DE AIRE.

Tratándose de motores que necesitan grandes cantidades de aire para la combustión, es lógico que se disponga de filtros especiales de gran capacidad, sobre todo porque el aire que entra al motor no lo hace por simple cambio de presión debida a cambios de temperatura, sino que es forzado a entrar por la succión del motor y en muchos por la acción del turbocargador con que los fabricantes han dotado a las máquinas para lograr que a los cilindros entre la mayor cantidad de aire.

Esos filtros de aire están formados normalmente por un pre-limpiador que por turbulencia y cambios de veloci-

dad del aire que en él entra, separa las partículas más gruesas de polvo y uno o dos elementos de papel que evitan el paso de las partículas chicas, también es muy frecuente, casi de norma, encontrar un dispositivo indicador que nos sirve para saber en que momento se comienzan a obstruir los filtros por la excesiva cantidad de polvo que han acumulado.

Este dispositivo, indicador de servicio de los filtros del aire, no es más que un pequeño pistoncito de plástico normalmente pintado de rojo, que está dentro de un cilindro de plástico transparente, cuando los filtros se obstruyen, se forma un vacío en los conductos que comunican al filtro con el motor y ese vacío hace que el pistoncito rojo se quede en la parte alta del indicador quedando a la vista una franja roja; entre nuestros operadores es muy frecuente cierta desconfianza en estos dispositivos y así nos hemos encontrado máquinas trabajando con el indicador en la zona roja y el operador nos ha dicho que:

"Desde que llegó la máquina se le descompuso eso... pero diario le limpio el filtro"...

Lo que sucedía era que, si bien el elemento primario lo limpiaban más o menos regularmente, el secundario estaba totalmente tapado, debemos pues fijarnos un poquito en estos dispositivos de alarma y si acaso llega a descom-

ponerse, ordenar su cambio de inmediato para que sigamos contando con esa ayuda.

Debemos tener especial cuidado para evitar que el polvo pueda meterse por las uniones de los tubos que comunican el filtro al motor puesto que, de estar mal acoplados, permitirán el paso de aire sin filtrar y de nada nos servirán los filtros, es ni más ni menos como si nosotros en un ambiente polvoso respiráramos por la boca.

2.3 TURBOCARGADORES.

Decíamos antes, que los fabricantes han colocado turbocargadores para aumentar los volúmenes de aire dentro de los cilindros, como al comprimir el aire por efecto del turbocargador se eleva la temperatura, el aire así comprimido se enrarece desvirtuando en parte el efecto del turbocargador; para contrarrestar este efecto, en algunos motores grandes se han colocado pre-enfriadores que tienen por objeto volver a enfriar el aire comprimido por el turbocargador, al enfriarlo vuelve a tomar una densidad mayor y por consiguiente entrará mayor cantidad de aire al cilindro y al haber más aire podrá inyectarse más combustible y por consiguiente obtener mayor potencia del motor.

Estos pre-enfriadores pueden, en un momento dañarse y pasar agua al interior de las cámaras de combustión poniendo en peligro el motor.

El aire que metimos en los cilindros para la combustión es después arrojado a la atmósfera por el tubo de escape, este debe contar con cualquier dispositivo que evite que en tiempo de lluvias se meta el agua al motor, como una trampa de bambilete o simplemente un "codo hechizo", pero de ninguna manera debemos permitir que las máquinas carezcan de algún dispositivo semejante, esta es una falla aparentemente insignificante pero que nos ha conducido a muchos problemas porque para evitar la entrada del agua, los operadores colocan un bote y hasta una piedra tapando el escape, ese bote, por regla general esta sucio y si no hay especial cuidado de limpiarlo al colocarlo sobre el escape nosotros mismos estamos arrojando piedrecitas y granos de arena al interior, partículas que van a caer directamente sobre los flaves de la turbina de escape del turbocargador que trabaja a velocidades sumamente elevadas del orden de 16,000 y más revoluciones por minuto y a esas velocidades, cualquier partícula de arena daña esos flaves, obligándolos a cambiar el turbocargador que tiene un costo muy alto.

2.4 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

Ya dijimos que para disipar el calor de los motores muchas máquinas están equipadas con sistemas especiales de enfriamiento, consistentes, fundamentalmente, de un

radiador una bomba de agua, un ventilador, válvulas reguladoras y los conductos necesarios. Es por desgracia muy frecuente que en las obras nos encontramos con que no se da ninguna importancia a los sistemas de enfriamiento de las máquinas particularmente en lo que se refiere a fugas de agua, simplemente nos limitamos a estar agregando agua a la máquina que la tira y con ello quedamos satisfechos y pasa el tiempo sin que nos preocupemos por corregir esas fugas que a veces llegan a ser verdaderos chorros continuos.

Lamentablemente, el problema no termina allí, las máquinas modernas tienen sistemas de enfriamiento diseñados para trabajar a presión superior a la atmosférica, ello se debe a que el agua, cuando está a presión, soporta temperaturas más elevadas sin hervir y como los motores nuevos trabajan también a más elevadas temperaturas, si el agua se convierte en vapor a los 100° centígrados, no podrá desempeñar labor refrigerante en motores que trabajan a 120° centígrados, por ello los actuales sistemas de enfriamiento están dotados de tapones especiales con reguladores de presión o bien, si los tapones no tienen esos reguladores estos existen por separado como en el caso de los tractores, que tienen una válvula de presión que, cuando dentro del sistema aumenta sobre determinado límite, abre y deja escapar los excedentes.

Estas válvulas deben ser inspeccionadas y limpiadas fre-

cuentemente para evitar que se peguen y dejen de trabajar pues si se pegan en la posición de cerrado puede dar lugar a que la presión dentro del sistema aumente demasiado provocando roturas de las mangueras o de los conductos del radiador y si se pega en posición de abierto, simplemente no trabaja y entonces el sistema de enfriamiento quedará trabajando solamente a la presión atmosférica, el agua hervirá, al hervir se convierte en vapor que se va a la atmósfera disminuyendo el volumen de refrigerante, lo que hace que la máquina se caliente por encima de niveles convenientes pudiendo dañarse muy severamente.

He aquí una de las causas por las cuales las fugas de agua pueden ser muy peligrosas: el sistema de enfriamiento, cuando hay fugas, trabaja a la presión atmosférica, sobrecalentando la máquina y peor aún, sometiendo ciertas partes de ella a cambios bruscos de temperatura pues cuando está caliente agregamos agua fría para reponer la que se ha tirado y evaporado, tolerar pues las fugas de agua es, definitivamente, jugar un albur en el que todas las posibilidades están en nuestra contra y ninguna a nuestro favor, más aún, la General Motors en uno de sus tópicos de servicio asegura que el aire que puede entrar al sistema por fugas en las mangueras, conexiones flojas, defecto en el sello de la bomba, falta de tapón de presión o roturas del radiador forma burbu-

jas de un alto poder oxidante puesto que están introduciendo oxígeno al medio acuoso y a temperatura elevada, ese oxígeno forma capas de óxido que se depositan en las paredes del block de cilindros o en la parte exterior de las camisas, posteriormente esas mismas burbujas, arrastradas a gran velocidad en determinados pasos estrechos del motor, golpean las costritas de óxido desprendiéndolas con lo que deja al descubierto más metal sano que de inmediato es atacado para formar nuevas capas de óxido y así sucesivamente hasta que se perforan las camisas y nos encontramos con agua en el cárter, fenómeno que ya muchas veces se ha padecido, si además de todo lo anterior tomamos en consideración que la mayoría de las veces se repone el agua de los radiadores con la que tomamos del charco más cercano, en ocasiones saturadas de sales, nos damos cuenta de la verdadera gravedad que representa la simple "fuguita" de agua.

Ya mencionamos que los motores diesel actuales trabajan a temperaturas muy elevadas y si dentro de las cámaras de combustión no hay cierto grado de temperatura, la combustión no va a ser completa y se perderá eficiencia, esta es la razón por la cual los fabricantes han dotado a las máquinas de unas válvulas especiales que conocemos como termostatos, estos tienen la misión de evitar que el agua circule a través del panel del radiador cuando la máquina aún está fría y cuando la temperatura llega

a la adecuada, para la buena operación se abren y dejan pasar el agua a través del radiador.

Por ningún motivo y en ninguna circunstancia debemos quitar los termostatos de los motores diesel pues por paradójico que parezca la falta de ellos, provoca también recalentamiento del motor, además de que mientras se calienta a su temperatura adecuada de funcionamiento, la combustión es incorrecta y por consiguiente el consumo de combustible resulta muy superior a la normal y se acelera la carbonización de las cabezas y válvulas.

Otra de las fallas que más frecuentemente encontramos en las obras, es la relativa a la limpieza que debemos cuidar en los panales de los radiadores, pequeñas fugas de agua o bien la humedad ambiente en tiempo de lluvias hacen que se peguen al radiador partículas de polvo que llegan a formar verdaderas piedras que tapan por completo el paso del aire por entre las aletillas de los radiadores; este radiador nos muestra que prácticamente la cuarta parte inferior derecha está inutilizada pues se encuentra totalmente obstruida, de manera que esta máquina, muy probablemente se estaba recalentando puesto que la capacidad de difusión de calor del radiador estaba reducida a un 75% de la original.

3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN CAMPO

3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN CAMPO

Diariamente en nuestro hogar, en nuestro trabajo, en la calle, soportamos o disfrutamos de muchos pequeños detalles que aisladamente consideramos resultan insignificantes y sin ninguna relevancia pero que y en conjunto vienen a constituir la esencia y razón misma de nuestra vida. Estas "pequeñeces", parecen multiplicarse cuando nuestras diarias actividades giran alrededor de la maquinaria y equipo de construcción.

Todos nosotros, en mayor o menor grado, tenemos necesidad de trabajar en contacto constante con la maquinaria, así se trate de una bomba de agua o vibrador para concreto o de muchas máquinas de gran tamaño y potencia y en términos generales, tanto el vibrador como las grandes máquinas presentan, toda proporción guardada, los mismos problemas de operación y mantenimiento plagado de un cúmulo de cotidianas "pequeñeces".

Seguramente la mayoría que está relacionada con la maquinaria, ha tenido la oportunidad de observar de cerca el tapón de llenado de combustible diesel de cualquier máquina "Caterpillar", realizada en ellos aparece la leyenda: "Buy Clean fuel, Keep it clear" que traducido a nuestro idioma nos recomienda: "compre combustible limpio y consérvelo limpio".

¿A qué se deberá que el fabricante de las máquinas haya resuelto hacer aparecer esa leyenda en todos sus equipos? Tal recomendación se nos antoja obvia, ¿habrá deseado solamente deco-

rar los tapones?

Para contestar estas preguntas es conveniente recordar cómo funciona un motor de combustión interna.

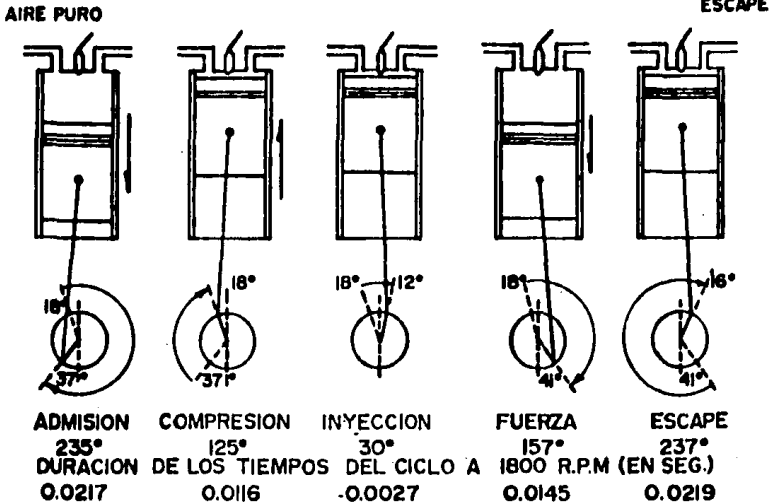
3.1 FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

En un motor de gasolina, un carburador se encarga de dosificar el combustible proporcionando una mezcla aire-gasolina que no varía mucho de la teoría o químicamente correcta, aproximadamente 14,5 a 1; esta mezcla aire-combustible recorre primero el ducto de admisión y entra al cilindro durante la carrera de admisión.

La turbulencia de los gases al pasar por la válvula de admisión y después al comprimirse durante la carrera ascendente del pistón ayuda a formar una mezcla homogénea del combustible con el aire, esto, añadido al calentamiento que sufren esos gases al circular por los pasos calientes de la aspiración y entrada al cilindro y al estar en contacto con las paredes calientes del cilindro durante las carreras de admisión y compresión, ayuda a la vaporización y preparación de la mezcla para una rápida ignición por la chispa de la bujía. En otras palabras, la mezcla aire-combustible se realiza en un motor de gasolina durante más de 360° de recorrido angular del cigueñal o sea más de una revolución completa del mismo.

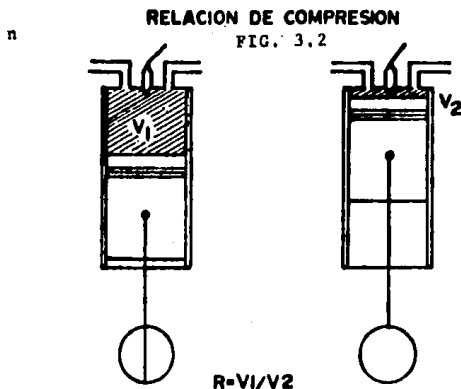
FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL DE CICLO DE 4 TIEMPOS (VALORES PROMEDIO)

FIG. 3.1.



En el motor diesel, el pist6n, durante su recorrido descendente en admisi6n recibe solamente aire puro mismo que despu6s comprime hasta que cerca del punto muerto superior en promedio unos 18° antes del PMS se comienza a inyectar el combustible que se enciende sin necesidad de bujfa debido a la presi6n y a la alta temperatura que alcanza el aire al comprimirse; el periodo de inyecci6n dura apenas en promedio de los 18° antes de PMS a los 12° despu6s del PMS o sea 30° de rotaci6n del cigueñal, variando de acuerdo con los distintos diseños de motores. Si suponemos un motor que trabaje a 1800 rpm, cada vuelta completa del cigueñal tomará 0.033 segundos y si solamente se efectúa la

inyección durante 30° o sea la doceava parte de una vuelta el tiempo de inyección se reduce a 0.0027 segundos, durante ese pequeñísimo lapso que no podemos siquiera imaginar, el inyector debe introducir el combustible dentro de la cámara de combustión.



MOTOR GASOLINA DE 5:1 A 10:1

MOTOR DIESEL DE 14:1 A 22:1

$$P_2 = P_1 R^{1.3} = 1.0335 \times 18.25^{1.3} = 45 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\therefore \text{PRESION MANOMETRICA} = 44 \text{ Kg/cm}^2 = 626 \text{ lbs/in}^2$$

Por otra parte, mientras más se expande un gas después de quemarse, más trabajo produce, el motor diesel es de mayor rendimiento que el de gasolina por ser mayor su "relación de compresión" entendiéndose por este término el cociente que resulta de dividir el volumen del cilindro cuando el pistón se haya en el punto muerto inferior (V_1) entre el volumen del mismo cuando el pistón ha llegado al punto muerto superior (V_2). La "relación" o "grado de com

presión" depende de la naturaleza del combustible empleado, razón por la cuál en un motor de gasolina esta viene a ser solamente de entre 5:1 y 10:1 pues la gasolina con relaciones de compresión más altas se enciende espontáneamente antes de que se produzca la chispa de la bujía ocasionando una detonación; en cambio en el motor diesel la relación de compresión se encuentra entre 14:1 y 22:1; si consideramos una relación de 18.25:1 en un motor de aspiración natural trabajando al nivel del mar la presión del aire en el interior del cilindro cuando este llega al punto muerto superior asciende a 626 lbs/in^2 .; ésta tan alta presión nos ofrece otra dificultad más para la inyección pues además del cortísimo tiempo disponible, el combustible debe inyectarse a una presión que sea capaz de penetrar una capa de aire fuertemente comprimida y no solamente eso sino que ese combustible debe ir finamente pulverizado a fin de que cada una de las pequeñísimas partículas de combustible pueda encontrar las correspondientes partículas de oxígeno necesarias para la combustión.

Aquí nos encontramos otra dificultad para la inyección ya que a una buena penetración del combustible dentro de la masa de aire a presión se opone a una fina pulverización y dispersión de las partículas del combustible y viceversa un rocío muy finamente atomizado no tiene la suficiente penetración en la masa del aire.

3.2 BOMBAS DE INYECCION

De lo anterior deducimos que se requiere:

- A. Medir la cantidad exacta de combustible que se inyecta a cada cilindro.
- B. Dar a ese combustible la necesaria presión entre 2,500 y 20,000 lbs/in². para que pueda penetrar en la atmósfera presurizada de la cámara de combustión.
- C. Iniciar la inyección "de golpe" en el momento preciso en que el cigueñal llega al ángulo especificado para cada máquina, inyectando el combustible a la misma presión desde la primera gota que se inyecta hasta la última.
- D. Atomizar el combustible en forma de rocío muy fino para que cada partícula del mismo encuentre fácilmente las necesarias partículas de aire para poderse quemar.
- E. Cortar la inyección "de golpe" en el momento en que el cigueñal llega al ángulo indicado sin que el inyector continúe goteando o escurriendo.

Estos cinco requisitos se establecen para la inyección ya que medir la cantidad exacta de combustible es indispensable porque si se inyecta más combustible que aquel que de acuerdo con la cantidad de aire disponible en el cilindro puede quemarse, todo el combustible excedente se desperdi

ciará saliendo crudo con los gases de escape lo que detectamos por el color negro del humo; además, parte del combustible que no se quema permanece en estado líquido dentro del cilindro, al movimiento alternativo del pistón la va las paredes de la camisa quitando la capa de aceite lubricante que el anillo de aceite dejó en ella produciendo fricciones y calentamiento adicionales con el consiguiente desgaste prematuro de anillos y camisas; una parte de ese combustible logra pasar el cierre establecido por los anillos del pistón y cae al carter donde diluye el aceite lubricante. Si por el contrario se inyecta menor cantidad de combustible de aquel que el motor puede quemar, estaremos obteniendo de la máquina menor potencia de la que puede proporcionar y en consecuencia trabajaremos con poca eficiencia.

Establecemos el requisito de que la inyección se inicie y termine "de golpe" porque por buena que sea la calidad de un combustible, este no se inflama en el instante mismo en que se pone en contacto con el aire caliente de la cámara de combustión, siempre hay un intervalo de aproximadamente 0.002 segundo, este cortísimo tiempo en un motor que trabaje a 1800 rpm corresponde a 20° de rotación del cigueñal de manera que si no iniciamos la inyección "de golpe" y en el momento preciso, habrá mucho atraso en la ignición y el motor detonará.

Para poder cumplir con todos esos requisitos los fabricantes de motores diesel han ideado una serie de mecanismos de muy diversa índole pero que, tratándose de las máquinas que nosotros utilizamos en la construcción podemos reducir a dos grandes grupos:

3.2.1 SISTEMAS DE ALTA PRESION.

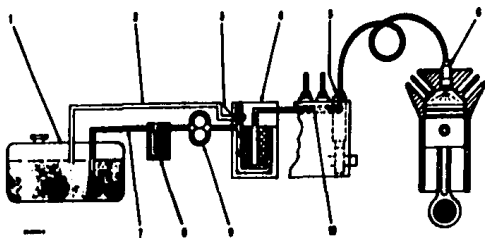
SISTEMA
DE
ALTA PRESION

SISTEMA DE INYECCION DIRECTA
SISTEMA CAMARAS PRE-COMBUSTION

En cuanto a los mecanismos de inyección en sí, podemos establecer que los sistemas de alta presión o de bombas individuales, constan de una bomba de transferencia que se encarga de mantener siempre lleno un múltiple de alimentación de combustible del cual lo tomarán

FIG. 3.3

INYECCION DE ALTA PRESION



- 1.- Tanque de combustible.
- 2.- Tubo de retorno.
- 3.- Válvula de seguridad.
- 4.- Filtro principal.
- 5.- Cámara de pre-combustión.
- 6.- Filtro primario.
- 7.- Cámara de combustión.
- 8.- Inyector.
- 9.- Bomba de transferencia.
- 10.- Múltiple de combustible en la caja de bombas.

las bombas de inyección; como la bomba de transferencia es capaz de manejar mayor cantidad de combustible que el necesario para la inyección, una válvula de desvío regresa el combustible sobrante manteniendo una presión constante en el múltiple entre 25 y 40 lbs/in²; las bombas de inyección se encargarán de presurizar el combustible y dosificarlo en las cantidades exactas enviándolo por las líneas de alta presión a los inyectores dentro de los cuales hay una válvula que se mantiene cerrada por la acción de un fuerte resorte que al recibir el flujo de combustible a presión se retrae, permitiendo el paso del combustible hacia la cámara de combustión o pre-combustión según el caso.

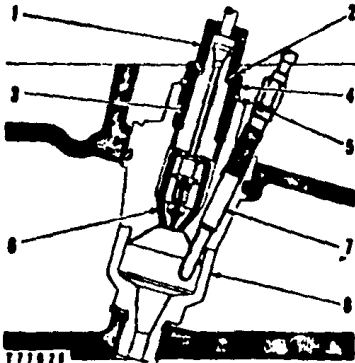


FIG. 3.4

- 1.- Línea de combustible. 2.- Sello. - - -
- 3.- Cuerpo. 4.- Tuerca. 5.- Sello. 6.- Bujilla (tobera). 7.- Bujía de incandescencia. 8.- Cámara de pre-combustión.

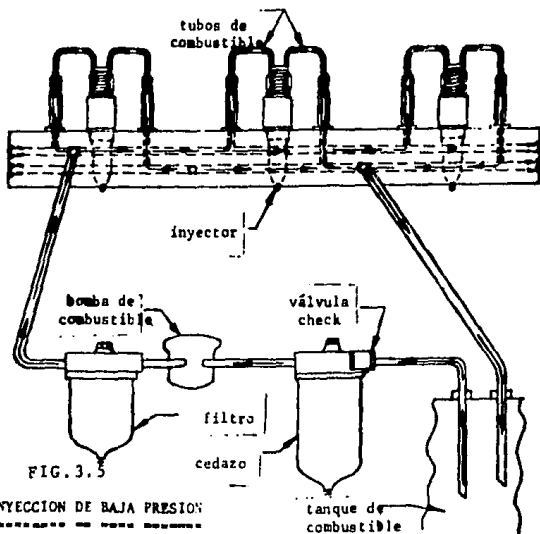
INYECTOR.

3.2.2 SISTEMAS DE BAJA PRESION.

SISTEMAS
DE
BAJA PRESION

SISTEMA DE INYECCION DIRECTA
SISTEMA CAMARAS PRE-COMBUSTION

Los Sistemas de Baja Presión constan, por lo general de una bomba de transferencia que se encarga de mantener siempre lleno el múltiple de alimentación que llega directamente a los inyectores; como la bomba suministra mayor cantidad de combustible que el necesario para la inyección, en el múltiple de retorno hay un paso calibrado para que la presión en todo el sistema se mantenga entre 40 y 50 lbs/in², esta es la razón por la que estos sistemas reciben el nombre de "Sistemas de Baja



Presión" pues mientras que en los de alta presión el combustible se presuriza en las bombas y viaja por líneas de acero de alta presión a los inyectores, en estos sistemas el combustible llega hasta los inyectores a baja presión y son estos últimos los que se encargan de desempeñar todas las funciones de la inyección, o sea presurizar el combustible, medirlo y atomizarlo en el interior de la cámara de combustión.

Para los fines que de momento nos interesan, ya sea que se trate de bombas de inyección de un sistema de alta presión o bien de inyectores presurizadores y medidores de un sistema de baja presión, su funcionamiento es muy similar y en su construcción se utilizan aleaciones especiales de acero y maquinados muy cuidadosos con un grado excepcional de precisión, el ajuste entre las piezas es tan preciso que no requieren de empaquetaduras para evitar fugas de combustible que además es el medio de lubricación para todas las partes móviles de las bombas, inyectores e incluso, en muchos casos, del mecanismo del gobernador.

La figura representa el corte de una bomba de inyección "Scroll" utilizada por la Caterpillar en sus motores,

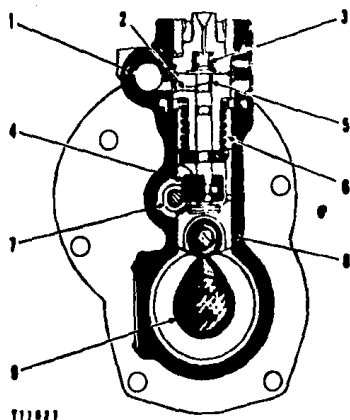


FIG. 3.6 BOMBA DE INYECCION.

- 1.- Múltiple de combustible. 2.- Puerta de entrada. 3.- Válvula check. 4.- Segmento. --
5.- Vástago de la bomba. 6.- Resorte. 7.- Cremallera. 8.- Elevador. 9.- Arbol de levas.

3304 y 3306, el resorte (6) hace que el buzo o elevador (8) esté siempre en contacto con el árbol de levas (9), por consiguiente, a cada revolución del mismo correspondrá una carrera completa del vástago de la bomba (5); cuando el vástago baja su parte superior queda al nivel de la abertura de entrada del combustible (2) y al subir presuriza el combustible que entró por ese pasaje hasta que las presiones del mismo obligan a que se abra la válvula check (3) permitiendo el paso del combustible a las líneas de alta presión; el vástago continúa subien-

do hasta que su ranura en espiral queda alineada con el pasaje de entrada del combustible, en ese momento cae de golpe la presión en la parte alta del vástago y el resorte de la válvula check la cierra violentamente.

3.2.3 SISTEMAS DE INYECCION DIRECTA.

Hemos señalado ya el problema que representa el lograr una buena mezcla del combustible con el aire, indicando que una buena pulverización del combustible se contrapone a una buena penetración, buscando solucionar este problema, se ha tratado de provocar turbulencias en el aire contenido en la cámara de combustión a fin de que se facilite su contacto con las gotitas de combustible que salen del inyector, para provocar esa turbulencia se han ideado muy diversas formas a las cámaras de combustión, algunas de las cuales se alojan en la cabeza del motor, otras en el pistón mismo y otras más, alojándose parte en la cabeza del motor y parte en el pistón. El inyector descarga el combustible en esas cámaras, a través de varios pequeños orificios atomizadores, a mayor número de orificios, menor será el díametro de los mismos y más efectiva la atomización del com bustible aún cuando también será mucho mayor el riesgo de obstrucción de esos pequeños orificios.

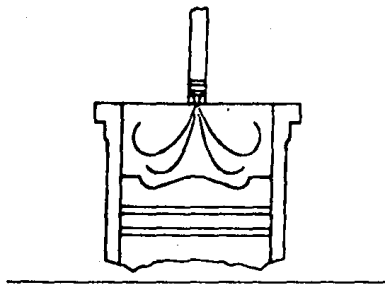


FIG.3.7 INYECCION DIRECTA:

Considerando la eficiencia del motor, la inyección directa es mejor, sobre todo cuando se trata de máquinas de gran potencia y ofrece además la ventaja de facilitar el arranque del motor en frío. La desventaja consiste en la necesidad de que el inyector esté dotado de muchos y muy pequeños orificios y en la muy alta presión a que debe inyectarse el combustible.

3.2.4 SISTEMAS DE CAMARAS DE PRE-COMBUSTION.

En el caso de las "cámaras de Pre-Combustión" a las que nosotros indebidamente llamamos "precámaras", el inyector en vez de tener varios orificios pequeños tiene solamente uno grande, pero inyecta el combustible dentro

de la cámara de pre-combustión en donde se inicia el en
cendido; los gases producto de la combustión inicial sa
len con gran fuerza por la boca de la cámara de pre-combu
stión arrastrando con ellos el combustible aún no que
mado y formando una turbulencia en la cámara de combusti
ón lo que facilita la mezcla del combustible con el
aire contenido en esta cámara principal para que tenga
lugar la combustión completa. Este sistema nos permite
el uso de combustible más pobre, exige menor presión en
la bomba de inyección y presenta menos problemas de obg
trucción de los inyectores, pero en cambio es menos efi
ciente que la inyección directa y dificulta el arranque
en frfo, por lo que casi todos los motores que lo utili
zan están dotados de bujfas de incandescencia para faci
litar el arranque.

3.3. CUIDADO DEL COMBUSTIBLE.

A la vista de mecanismos tan precisos que trabajan a al
tas presiones, con ajustes extraordinarios del orden de
0.0001" entendemos perfectamente el por qué Caterpillar
hace tanto incapié en que compremos combustible limpio,
imaginemos el efecto de una pequeñísima partícula de
polvo dentro de esa bomba, de inmediato la rallará e
inutilizará ¿Estaremos procediendo correctamente cuando
manejamos nuestros combustibles en tambos sucios? ¿Se-
rá adecuado cargar combustible mediante botes las más

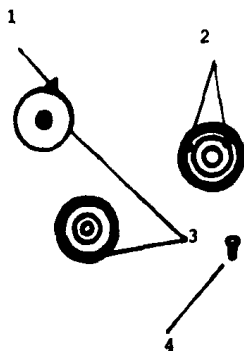
de las veces sucios? Obviamente que no, más sin embargo lo hacemos o lo vemos hacer todos los días y pasamos de largo sin atender a tales "pequeñeces".

Volviendo al tapón de combustible, este no cierra herméticamente sino que permite la entrada y salida de aire al tanque de combustible ya que de otra manera al trabajar la máquina se formaría un vacío en el tanque que impediría el flujo del combustible, por ello el tapón está provisto de elementos filtrantes que periódicamente debemos lavar, impregnándolos después con aceite lubricante, en esa forma el aire que entrará al tanque, irá libre de polvo.

FIG. 3.8

Tapón del Tanque de Combustible

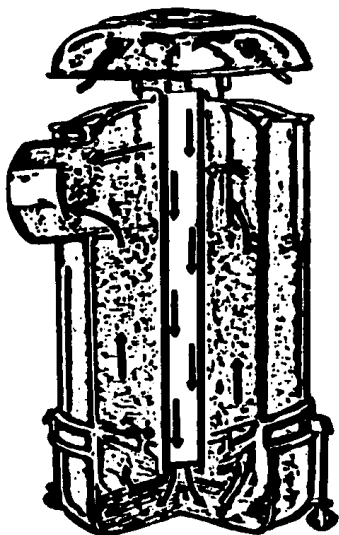
1-Disco. 2-Elementos.
3-Empaquetadura. 4-Ferreo.



Siempre que ello sea posible, debemos cargar el combustible de la máquina que estará lleno de combustible y exceso de aire durante el período de inactividad y bajas temperaturas pues ese aire contiene humedad y esta se condensa al bajar la temperatura convirtiéndose en agua que de penetrar al sistema de inyección, dañará las superficies finamente acabadas de las bombas e inyectores; esta condensación de la humedad nos obliga a drenar diariamente el tanque de combustible de nuestras máquinas.

3.4. FILTROS DE AIRE.

El medio polvoso en que constantemente estamos operando nuestras máquinas nos obliga a tomar también toda clase de precauciones para evitar la entrada de polvo de aire de admisión, un motor como el que hemos considerado de ejemplo al hablar de la inyección, consume un mínimo de 1000 metros cúbicos de aire por hora y debemos asegurarnos de que ese aire llegue limpio al motor pues de aspirar aire sucio, las partículas de polvo sumamente abrasivas provocarán prematuro y rápido desgaste de camisas anillos y pistones destruyendo por completo el motor en solo unas cuantas horas de operación; para filtrar ese aire los fabricantes han ideado diversos sistemas, unos



FILTRO DE AIRE DE BAÑO DE ACEITE
FIG. 3.9

conocidos como de "baño de aceite" y otros de tipo "seco"; en la actualidad la mayoría de las máquinas vienen equipadas con filtros secos que son capaces de alcanzar una eficiencia de filtrado de un 99.8% y permanece constante a todas las velocidades de operación y a cualquier temperatura; sin embargo todavía tenemos muchos equipos que utilizan filtros de baño de aceite como es el caso de los compresores Chicago Pneumatic.

El filtro de aire de baño de aceite consiste en un ele-

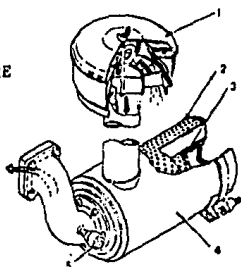
mento de lana metálica colocado en el interior de un bo
te metálico, en la parte baja hay un cedazo removible
y una taza con aceite. El aire penetra por el gorro su
perior y baja por un tubo central hasta la taza de aceite
te, abriéndose paso a través del lubricante para cambiar
de dirección y dirigirse hacia arriba pasando a través
del cedazo y del elemento de lana metálica hasta llegar
a la tapa superior del bote en donde cambia de dirección
nuevamente para dirigirse al motor; la mayor parte de
las partículas de polvo se separan del flujo de aire
cuando este cambia de dirección en el fondo del filtro,
después al atravesar por el aceite, este impregna las
partículas de polvo y las retiene; el aire a su vez
arrastra consigo aceite que impregna el cedazo y el eleme
mento de lana mineral haciendo que las partículas de
polvo que aún permanecen en el flujo de aire se retengan
en esas partes para ser arrastradas después por el
aceite cuando escurre a la taza depositándolas en el
fondo en forma de lodo. Diariamente debe quitarse la
taza de aceite y el cedazo removible, lavarlos y volver
a poner aceite nuevo del mismo que se utiliza en el motor
o compresor, según sea el caso hasta el nivel marcado
do en la taza. Otra de las muchas pequeñeces que muy
frecuentemente pasamos por alto y que pueden representar
arnos serios problemas.

Hay diversas formas de filtros de tipo seco, pero en todas se sigue el mismo patrón con variantes en cuanto al tipo de pre-limpiador y al número de elementos de papel utilizado; el tipo que más comunmente nos encontramos está formado por un pre-limpiador y el filtro propiamente dicho con dos elementos de papel. El aire penetra por la parte inferior del pre-limpiador, que por las aspas de que está dotado provoca un movimiento espiral al flujo de aire que choca contra la tapa y paredes laterales del pre-limpiador haciendo que las partículas de polvo más grandes se desprendan, depositándose en la taza colectora de polvo de la periferia, el aire libre ya de la mayor parte de polvo cambia de dirección y se di-

FIG..3.10

FILTRO DE AIRE

1. Pre-limpiador
2. Elemento exterior cilíndrico
3. Elemento interior cilíndrico
4. Caja
5. Indicador de polvo



riqe hacia la caja del filtro a la que penetra por la superficie cilíndrica para repartirse por la periferia y atravesar el elemento exterior o primario que retendrá casi todo el polvo aún presente; una vez que el ai

**Limpieza de los Elementos del Filtro de Aire
Aire a Presión con una Presión Máxima de 100 libras por pulgada cuadrada**



1. Dirija el aire en el interior del elemento a lo largo de los pliegues. Agua con una Presión Máxima de 40 libras por pulgada cuadrada



2. Dirija el aire en el exterior del elemento a lo largo de los pliegues. Dirija el aire en el interior del elemento a lo largo de los pliegues.

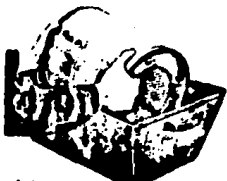


3. Inspeccione el elemento.



1. Dirija el agua en el interior del elemento a lo largo de los pliegues.

Detergente



1. Lave en agua caliente con un detergente casero que no produzca espuma.

Inspección del Elemento



1. Inserte una luz en el interior del elemento limpio y seco. Inspeccione el elemento. Descarte el elemento si se encuentran picaduras y desgarraduras.



2. Dirija el agua en el exterior del elemento a lo largo de los pliegues. Enjuague el interior del elemento.



2. Enjuague con agua limpia (40 libras por pulgada cuadrada de presión máxima). Vea lo anterior.



2. Envuelva los elementos y almacénelos en un lugar limpio y seco.



3. Seque bien al aire. Inspeccione el elemento.



3. Seque bien al aire. Inspeccione el elemento.

No limpie los elementos empacados o secudíndolos.

Tenga elementos de repuesto a la mano para usar cuando limpie los elementos usados.

No use elementos con pliegues, empacaduras o sellos dañados.

FIG. 3.11 PROCEDIMIENTO DE

FOTOGRAFÍAS TOMADAS
"GUÍA DE LUBRICACION CATERPILLAR"

LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE

re ha atravesado ese primer elemento, penetrará a través del segundo elemento secundario que habrá de retener el poquísimo polvo que haya podido pasar por el elemento primario e irá al motor por el tubo que comunica al purificador de aire con el turbocargador o con el múltiple de admisión según sea el caso, en ese tubo está instalado el indicador de servicio del filtro del aire que ya mencionamos como funciona.

Diariamente debe limpiarse la taza colectora de polvo del pre-limpiador y el elemento primario del filtro que se debe limpiar con aire a presión máxima de 7kg/cm^2 (100 lb/in^2), con agua a una presión máxima de 2.8 kg/cm^2 (40 lb/in^2) o bien con agua caliente y detergente que no produzca espuma según se muestra en la figura aún cuando los elementos de filtro del aire se encuentren en perfecto estado, es necesario cerciorarse de que todas las empaquetaduras, conexiones y mangueras estén perfectamente cerradas pues en caso contrario puede entrar polvo por esos lugares; para convencernos de que todas las juntas y conexiones estén bien selladas, se rocía éter a su alrededor cuando la máquina está trabajando a baja velocidad o en ralenti, si el éter penetra la máquina se acelerará, obviamente por donde penetró el éter penetra aire y con el polvo impurezas.

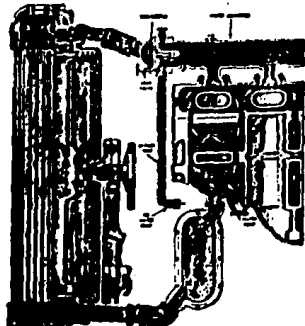
3.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Las altas temperaturas que se desarrollan en el interior de los cilindros nos obliga a buscar un medio para enfriarlos pues de lo contrario ese calor excesivo de-
rretirfa el metal de que está construido el motor.

La mayoría de los motores de nuestros equipos están equipados con sistema de enfriamiento a base de líquido refrigerante, todos ellos están provistos de cámaras de enfriamiento que rodean las camisas, válvulas y cámaras de combustión y de intercambiadores de calor para enfriar el aceite tanto del motor como del convertidor y transmisión y del sistema hidráulico así como de un radiador expuesto al flujo de aire de un abanico y dentro del cuál el refrigerante baja su temperatura y una bomba encargada de hacer circular el refrigerante.

La bomba de agua succiona el refrigerante del tanque inferior del radiador y lo envía a través del enfriador

FIG. 3.12
SISTEMA DE
ENFRIAMIENTO

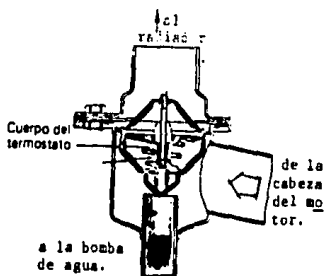


de aceite del convertidor y transmisión, después al enfriador de aceite del motor para penetrar al monoblock en donde circula alrededor de las camisas, sube por los conductores de refrigeración a la cabeza, circula y enfría las zonas alrededor de las válvulas y cámaras de combustión y se dirige al frente de la cabeza para llegar a la caja de termostatos; si el refrigerante se encuentra abajo de la temperatura normal de operación, los termostatos estarán cerrados y el refrigerante pasará por la tubería de derivación para llegar al lado de succión de la bomba y volver a repetir el mismo recorrido; por el contrario, si el refrigerante ha alcanzado ya su temperatura normal de operación los termostatos estarán abiertos y dirigirán el flujo de refrigerante al tanque superior del radiador para que baje por el panel del mismo donde se enfría entregando su calor a la corriente de aire que el abanico hace pasar a través del panel y ya frío vuelve a entrar a la bomba para repetir el recorrido.

Los reguladores de temperatura o termostatos desempeñan un papel muy importante en el funcionamiento del motor pues tienen la misión de conservar la temperatura dentro de límites entre los cuales el motor diesel funciona eficientemente, sin permitir recalentamientos perjudiciales ni enfriamiento excesivo que dificultaría el

encendido del combustible que debe ser espontáneo, provocado solamente por presión y temperatura, es pues muy importante que periódicamente verifiquemos el funcionamiento de los termostatos que deben comenzar a abrir, como promedio, alrededor de los 71°C y encontrarse totalmente abiertos a los 92°C (de 160°F a 197°F) para es to después de lavar el termostato y quitarle todo el sa rro que pudiera tener, lo suspendemos junto con un ter mómetro dentro de un recipiente con agua y aplicamos ca lor, moviendo constantemente el agua para que adquiera temperatura uniforme observando el termómetro en el momento en que el regulador comienza a abrir y cuando ha llegado a su abertura total; si el termostato no opera dentro del rango que para cada máquina marca el fabricante debemos desecharlo y colocar uno nuevo.

FIG. 3.13



TERMOSTATO CERRADO

El funcionamiento de estos termostatos es muy simple: cuando el refrigerante está frío, el termostato está cerrado obstruyendo el paso hacia el radiador del refrigerante procedente de la cabeza del motor que seguiría por el tubo de derivación de regreso a la bomba de agua

Cuando la temperatura del refrigerante comienza a subir el termostato comienza a abrirse y entonces parte del refrigerante sigue hacia el radiador y otra parte regresa a la bomba de agua por el tubo de derivación.

Finalmente, cuando el termostato está totalmente abierto, obstruye el paso hacia el tubo de derivación enviando todo el flujo de refrigerante a través del radiador.

Frecuentemente nos encontramos con máquinas a las que se les han quitado los termostatos, pretendiendo con

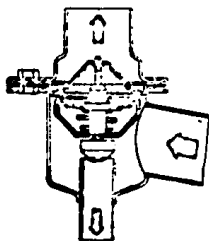


FIG. 3.14

TERMOSTATO PARCIALMENTE
ABIERTO

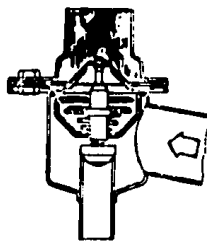


FIG. 3.15

TERMOSTATO ABIERTO

ello corregir calentamientos que en la mayoría de las veces no se deben a los termostatos, sino más bien al mal estado o falta de tapón del radiador o de la válvula reguladora de presión, radiador sucio interior o exteriormente, banda del ventilador floja, bomba de agua en mal estado, etc., que estará lleno de combustible y excentos, la máquina ya no se calentaría y en ocasiones nos encontramos que a pesar de todo, el calentamiento persiste, y por lo tanto, no pasará nada a nuestra máquina; este es un grave error, ya que por ningún motivo deben quitarse los termostatos, pues el hacerlo en vez de evitar un calentamiento lo provoca, debido a que el flujo de refrigerantes quedará sin control.

Los sistemas de enfriamiento de las máquinas actuales están diseñados para trabajar a presión mayor que la atmosférica, ello debido a que el agua a presión hierve a mayores temperaturas, en efecto, tal y como se muestra en la gráfica de la figura, al nivel del mar y a la presión atmosférica el agua hierve a 100°C mientras que a ese mismo nivel pero a una presión de 1 kg/cm^2 (14.7 lb/in^2) el agua llega hasta 118°C para hervir; si vemos en la gráfica lo que sucede a la altura de la Ciudad de México, aproximadamente a 2,200 m de altura, a la presión atmosférica el agua hierve a solo 91°C y a 1 kg/cm^2 llega hasta 114°C.

PRESION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

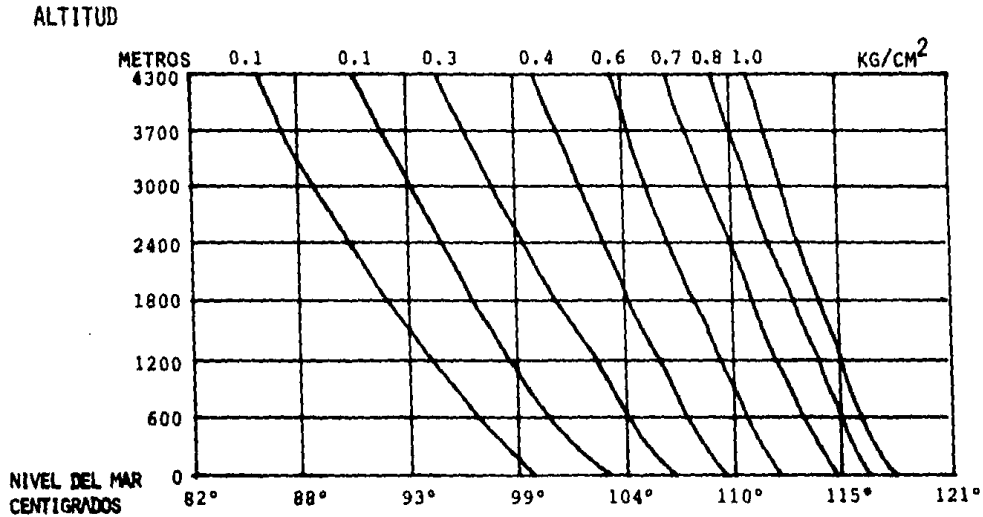
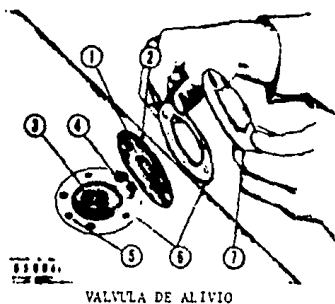


FIG.3.16

PUNTO DE EBULLICION

Se busca que el agua no hierva porque al hacerlo, se convierte en vapor y este provoca cavitación en la bomba del agua, además se aloja en las partes altas de las cámaras de enfriamiento formando trampas hidráulicas que impiden la circulación del agua y siendo el vapor más caliente que el agua, en esas partes donde se aloja da lugar a puntos calientes que pueden provocar fallas en el material las que normalmente ocurren en las cabezas en los puntos cercanos a las cámaras de combustión. Para conseguir que el sistema de enfriamiento trabaje a presión, las máquinas están dotadas de válvulas de presión ya sea independientes o bien incorporadas en el mismo tapón de llenado. La figura muestra los componentes de la válvula de alivio; al poner en marcha el motor se eleva la temperatura del refrigerante y por consiguiente debido a la expansión del mismo, se genera presión, cuando esta excede determinados límites, normalmente de 0.5 a 1 kg/cm² (7 a 14 lb/in²) sobre la presión atmosférica, la válvula de presión(1) se abre liberando la presión excedente, si el sistema se llenó en demasía, al abrirse la válvula permitirá el escape de parte del refrigerante sobrante por el tubo de derrame, la válvula cierra cuando la presión en el sistema regresa a los límites para los que está calibrada y permanece cerrada a menos que nuevamente se presente otro aumento de presión. Al parar la máquina se enfría y baja

la presión dentro del sistema pudiendo en algunos casos presentarse presiones negativas, es decir vacío, si el vacío excede de 0.05 a 0.01 kg/cm^2 (1 a 2 lb/in^2) la válvula de vacío (4) se abre y permite la entrada de un poco de aire al sistema para corregir ese vacío.



- 1.- Válvula relevadora de presión
- 2.- Sello
- 3.- Cedazo
- 4.- Válvula de vacío
- 5.- Abertura de salida al tubo de derrame
- 6.- Empaques
- 7.- Cubierta de la válvula

FIG. 3.17

Ya vimos que para que el sistema de enfriamiento desempeñe correctamente su función, es necesario que el refrigerante esté constantemente circulando por todo el sistema, lógicamente, las paredes que limitan las cámaras y pasos del refrigerante deben ser buenos conductores de calor pues cualquier interferencia en la conducción del mismo restará eficiencia al sistema, por ello es indispensable conservar todo el sistema libre de sarro y óxido, esto lo logramos utilizando solamente agua

absolutamente limpia, libre de polvo o suciedad, que sea potable y además blanda, es decir dulce y libre de sales minerales que puedan producir incrustaciones; en consecuencia, la práctica viciosa de poner a las máquinas agua de los charcos debe desterrarse definitivamente ya que esto puede provocarnos incrustaciones que dañarán definitivamente el motor.

La limpieza del panal del radiador debe hacerse a diario quitando hojarazcas y basura que obstruyen el paso del aire y sopleteando con cierta frecuencia en sentido inverso del flujo del aire para evitar estos taponamientos.

Muchas veces nos hemos encontrado con la sorpresa desagradable de encontrar agua en el cárter de los motores, agua que ha pasado a través de pequeñas perforaciones en las camisas como en el block precisamente en los lugares en que las cámaras de refrigeración son más estrechas obedece a la presencia de aire dentro del sistema de enfriamiento y se conoce como "corrosión por cavitación", aguas duras o ácidas provocan la formación de delgadas capas de óxido en las superficies tanto de las camisas como del block; esas costras de óxido son muy quebradizas y se rompen por el constante choque de dimini

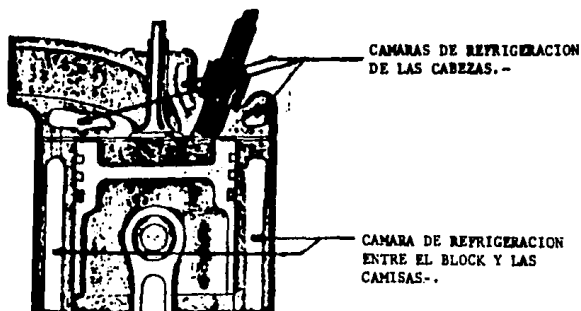


FIG. 3.18 SISTEMA DE REFRIGERACION

nutas burbujas de aire que corren a gran velocidad con el flujo de refrigerante, al romperse las costras de óxido dejan al descubierto el metal sano que rápidamente se oxida formando a su vez nuevas costras y repitiéndose el ciclo hasta la perforación de la pared de la camisa o block; el aire que forma esas burbujas puede haber entrado al sistema de enfriamiento por roturas del radiador, conexiones de mangueras flojas, mal estado del sello de la bomba del agua o mal estado o falta de tapón del radiador. ¡Cuántas veces hemos visto toda

clase de equipos trabajando sin el tapón del radiador! Es esto un detalle al que jamás hemos concedido ninguna importancia pero que, de acuerdo con lo que hemos expuesto es determinante, el sistema de enfriamiento de un motor tiene tanta importancia como el sistema de lubricación, el de inyección o el de admisión y en consecuencia debemos atenderlo y mantenerlo en buenas condiciones, corrigiendo de inmediato todas las fugas que se presenten, evitando trabajar una máquina sin tapón de radiador, válvula de presión o termostatos, verificando diariamente la correcta tensión de las vandas del ventilador, lavando frecuentemente el sistema tanto exterior como interiormente y utilizando únicamente agua potable o si ésta no es posible de obtener, añadiendo algún inhibidor de corrosión de buena calidad que a la vez que neutralizará los elementos corrosivos del agua, protegerá las superficies metálicas en contacto con ella.

3.6 SISTEMA DE LUBRICACION.

Acabamos de mencionar en este momento el sistema de lubricación, todos sabemos que es indispensable la lubricación de nuestros equipos pero frecuentemente no nos detenemos a fijar nuestra atención en la selección correcta del lubricante de acuerdo con el trabajo que debe desempeñar y que no es solamente lubricar las piezas en movimiento.

La lubricación de las máquinas podemos considerarla como el sistema circulatorio de las mismas, mediante una o varias bombas se lleva el aceite a lubricar, limpiar y enfriar los diferentes elementos, desde luego que, al igual que con el caso del combustible, el aceite que utilizemos en nuestro equipo debe estar absolutamente limpio y sin contaminación ninguna, además, nos cuidaremos siempre de que ese aceite sea precisamente el indicado para cada conjunto de acuerdo con las especificaciones del fabricante, los tapones de llenado deben conservarse limpios y bien cerrados para evitar también la entrada de polvo procurando corregir a la mayor brevedad las fugas que observemos porque por donde ha salido aceite entra aire y ese aire lleva consigo el polvo funesto para todos los mecanismos, no debemos permitir que se sobrecarguen las máquinas poniéndoles más aceite que el debido de acuerdo con las mismas bayonetas medidoras, ni desde luego permitir tampoco que se trabajen con bajos niveles de aceite, práctica que puede resultar muy peligrosa pues aún cuando el faltante no lleve a provocar una desbielada o alguna otra descompostura por el estilo, la falta del suficiente aceite provoca sobrecalentamiento en la máquina pues ya dijimos que el aceite además de lubricar, enfría y limpia los mecanismos, para que esa labor enfriadora sea efectiva, las máquinas están dotadas de sistemas intercambiadores de ca

lor se piquen y es frecuente que dejen escapar aceite que con el polvo tapona de inmediato grandes áreas tanto del intercambiador en sí como del radiador provocando con ello fuertes calentamientos del motor, transmisión o sistema hidráulico al que el intercambiador pertenezca; otras máquinas están dotadas de intercambiadores del tipo de tanque que causan menos problemas que los de tipo radiador pero que sin embargo, se pican con el tiempo, entonces aparece aceite en el agua del sistema de enfriamiento o bien agua en el cárter de las máquinas, razón por la que diariamente deben vigilarse ambos líquidos. Desde luego que la tercera misión del aceite es la de limpiar la máquina, se requieren filtros para retener la mugre que el aceite arrastró del motor o mecanismo al que pertenece, estos filtros deben cambiarse a los intervalos marcados en las bitácoras, siendo de vital importancia obedecer esos plazos que, tratándose del aceite del motor hemos fijado a 100 horas de trabajo porque el combustible que tenemos en el país contiene una gran cantidad de azufre, normalmente más del 2% contra el 0.4% que los fabricantes de los motores especifican para ser usado en sus máquinas, esto hace que sea necesario cambiar los filtros con mayor frecuencia que la especificada por el fabricante; tratar de economizar en filtros de aceite puede conducirnos a graves desenlaces "este pistón está inservible porque a la máquina a la

que pertenecía no se le cambiaban los filtros con la debida frecuencia y por consiguiente no se retiraban de la circulación de aceite los carbonos y gomas formados por la combustión del diesel".

En las máquinas de construcción el aceite debe desempeñar diversos trabajos:

- A. Lubricar las piezas en movimiento.
- B. Enfriar los diversos mecanismos por los que circula
- C. Limpiar de impurezas y suciedad las partes interiores de esos mecanismos.
- D. Obturar el paso de gases de la cámara de combustión al cárter.
- E. Accionar diversos mecanismos sirviendo como transmisor de energía.

El aceite lubricante del cárter de un motor diesel tiene que desempeñar todas esas funciones, es decir tiene que lubricar, enfriar, limpiar, obturar y transmitir energía. La lubricación es esencialmente la separación de las partes móviles para que no rocen entre sí, por muy lisa y perfectamente bien pulida que esté una superficie metálica, el exámen microscópico revelaría muchas irregularidades como se muestra en la parte alta de la figura, las moléculas de aceite tienen la función

de mantener separadas las superficies en movimiento y evitar con ello la fricción y por consiguiente el desgaste, tal es el caso que se presenta entre los anillos del pistón y las camisas y partes deslizantes de los levanta válvulas y vástagos de las mismas; en el caso de los ejes como el cigueñal, árbol de levas, etc., estos no ajustan perfectamente en sus cojinetes pues si así se hiciera no podrían girar, siempre existe una holgura que varía de acuerdo al diámetro del muñón y que en el caso de un muñón de 3.5" es de aproximadamente 0.003" y 0.007", cuando el eje comienza a girar arrastra el lubricante que por viscosidad se adhiere al eje, al aumen

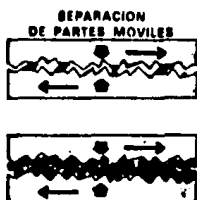


FIG. 3.19

tar la velocidad ese aceite arrastrado por el eje forma una cuña en la zona de presión separando el muñón del cojinete y manteniéndolo en flotación.

Al llegar el aceite a las partes calientes de la máquina como los pistones, balancines de válvulas, etc., ab-

sorve el calor de esas piezas y lo elimina en parte por

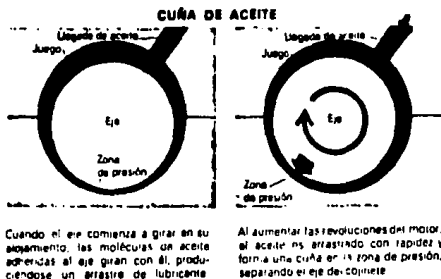


FIG. 3.20

radiación a través del cárter y en parte al sistema de enfriamiento al pasar por el enfriador de aceite, cumpliendo así con la segunda función de las anotadas.

Algunos gases de la combustión pasan entre los anillos y llegan al cárter, esos gases transportan ácidos, carbonos y alquitranes que el aceite removerá gracias a los detergentes que contiene y los mantendrá en suspensión por los aditivos dispersantes, así mismo, por sus aditivos antioxidantes, evitará la corrosión que se provoca por la presencia de azufre en el combustible que al combinarse con los vapores de agua del cárter forma ácido sulfúrico. Esta es la labor limpiadora del aceite

La cutícula de aceite que baña la camisa se adhiere a los anillos y obtura el espacio libre entre ambos mejorando con ello el sello de la cámara de combustión.

Finalmente, en algunos motores, el gobernador y otros mecanismos se accionan mediante el aceite a presión, cumpliendo así con la quinta de las funciones enumeradas o sea transmitiendo energía a esos mecanismos.

3.7 SISTEMA HIDRAULICO.

Los sistemas hidráulicos no difieren mucho del sistema de lubricación, con la única salvedad de que en ellos, el aceite cumple además otra misión, la de impulsar motores hidráulicos o pistones para ejecutar algún trabajo específico, en general, el cuidado que con ellos debemos tener es similar al que debemos a todo sistema de lubricación comenzando también por una absoluta limpieza en el manejo y manipulación del aceite, utilizar el tipo adecuado de lubricante y también en la cantidad adecuada a cada sistema de acuerdo con las bayonetas medidoras o los dispositivos medidores de que están dotados los equipos como la mirilla del sistema hidráulico de un tractor; los tapones de llenado deben también conservarse siempre bien limpios y cerrados para evitar la entrada de polvo y frecuentemente, en el tubo de llenado encontramos también cedazos filtrantes cuyo estado de

limpieza y conservación debemos vigilar detenidamente para que cumplan con su misión; al igual que en casi todos los sistemas de lubricación tenemos mallas filtrantes y elementos desechables para limpiar el aceite de impurezas, este cedazo nos muestra la importancia del trabajo que desempeña pues ha retenido una gran cantidad de suciedad que quizá si no existiera el cedazo, hubiera taponado completamente el elemento de filtro, cabe aclarar que el aceite de este sistema se vea también muy limpio, lo que indica que los filtros estaban aún trabajando eficientemente; la principal fuente de contaminación del aceite de los sistemas hidráulicos consiste en las fugas que frecuentemente encontramos en los gatos de los equipos, ya dijimos que por donde sale aceite entra el aire y que ese aire lleva polvo, con más razón si la entrada del aire es por una zona tan sucia como la cabeza de un gato, esto pone otra vez de manifiesto la necesidad de que siempre conservemos nuestros sistemas y la mayor duración de bombas y válvulas hidráulicas.

Lógicamente no todo el lubricante que usamos en nuestros equipos es igual, ya vimos que dentro del motor, el aceite desempeña cinco funciones, en cambio el aceite dentro de un rodillo del carril solamente desempeña la función de lubricar; por otra parte, según sea el uso

al que se destine, los aceites contendrán diversas cantidades y tipos de aditivos tales como: aditivos de extr^{em}a presión, detergentes, dispersantes, inhibidores de corrosión y oxidación, etc., además según sean las temperaturas a las que el aceite deba trabajar así se-
rán su viscosidad y su índice de viscosidad, entendiéndose por viscosidad la fluidez o resistencia al flujo de un aceite, los aceites delgados tienen baja viscosidad y los gruesos altas y por índice de viscosidad la relación de cambio de viscosidad de los aceites con las variaciones de temperatura, un alto índice de viscosidad indica que la viscosidad de un aceite sufre cambios relativamente pequeños al variar la temperatura.

Aún cuando sería deseable, no es desde luego necesario que seamos expertos en lubricación para atender nuestras máquinas, sin embargo sí estamos obligados a saber que tipos de aceite debemos usar en cada uno de los diversos mecanismos de todas las máquinas con las que trabajamos, de acuerdo con las indicaciones que al respecto nos hacen los fabricantes de las mismas.

Por ningún motivo debemos revolver aceites de diferentes marcas, de manera que cuando se necesite agregar aceite en algún mecanismo, si no tenemos de la misma marca del que está trabajando, deberemos de vaciar totalmente el compartimiento respectivo y cambiarlo todo pues si revolvemos marcas nos exponemos a provocar reacciones quí

micas perjudiciales.

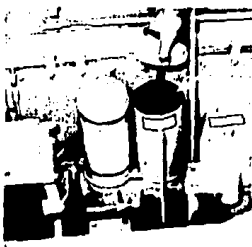
Si el aceite ha de cumplir la función de refrigerar es necesario que le facilitemos su labor manteniendo limpios los enfriadores de aceite y el exterior de nuestras máquinas, una máquina sucia trabaja desventajosamente porque la capa de suciedad que la cubre forma un aislante que impide la correcta radiación del calor, esta limpieza es particularmente importante en las máquinas equipadas con cofre y cárter ya que un cubre cárter lleno de lodo impide totalmente el enfriamiento del cárter, lavar las máquinas periódicamente no es pues un detalle sin importancia como insistimos en considerarlo sino una labor de mantenimiento tan relevante como puede ser el mismo cambio de aceites.

Hemos visto que el lubricante, gracias a sus aditivos detergentes y dispersantes limpia la máquina de barnices, gomas, resinas y alquitranes producto de la combustión, toda esa suciedad la mantiene en suspensión y si no la retiramos provocaría mayores problemas que si el aceite no tuviera esos aditivos, esta es la razón de ser de los filtros de aceite y de la necesidad de cambiarlos periódicamente. Al igual que para cada aplicación específica hay un tipo de aceite determinado, para cada aplicación hay también un tipo de filtro de aceite específico que los ingenieros del fabricante han seleccionado de

acuerdo a la cantidad de aceite que debe filtrarse, a la temperatura del mismo, la presión a que circula y el tipo de contaminantes que se pretende retener, por ello es necesario que en cada compartimiento de la máquina utilicemos siempre el tipo de filtro recomendado.

La operación de cambio de un filtro de aceite se nos an toja también una actividad sin importancia y pensamos que cualquiera puede hacerlo, sin embargo requiere que la persona encargada de ello tenga al menos una idea de lo que va a realizar. Antes de destapar la caja de filtros es imprescindible quitar el tapón de drenaje de la misma a fin de que salga el aceite sucio contenido en ella y evitar que pase al interior de la máquina; jamás debe usarse estopa para limpiar las cajas de los filtros la estopa deja hilazas sueltas que después son arrastradas por el flujo de aceite hasta que llegan a algún pasaje estrecho donde se atorán obstruyendo el paso del lubricante y provocando muy serios daños a la máquina.

FIG. 3.21



FILTROS DE ACEITE

Cada vez que se cambian los filtros es necesario limpiar los respiraderos pues debido a la expansión del aceite al calentarse y al escape de los gases de la combustión por los anillos, es preciso que el cárter se ventile y si el respiradero no está limpio y se tapa, la presión de los gases del cárter buscará por donde escapar lo que generalmente sucede por el sello del cojinete de bancada trasero, al presentarse una fuga de aceite por el mismo lugar por donde éste salió, entrará después ai re generalmente cargado de polvo que al mezclarse con el aceite formará un compuesto abrasivo que acelerará el desgaste de toda la máquina.

RESPIRADERO DE ACEITE



FIG. 3.22

Al quitar los filtros de aceite no sólo de motor sino de cualquier compartimiento de las máquinas, es indispensable abrir para observar si contienen rebabas, esto puede representarnos muchos ahorros ya que la presencia

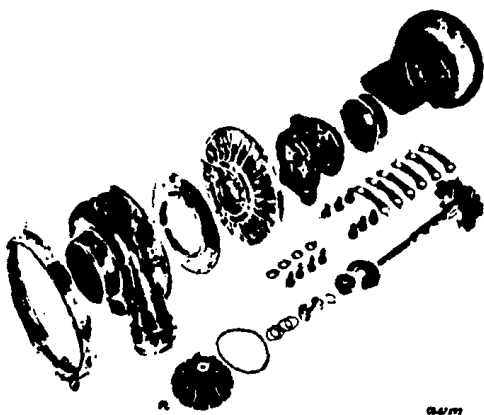
de rebabas en un filtro nos está indicando que algunas de las piezas internas del mecanismo al que pertenece se están destruyendo; en el caso de encontrar rebabas en un filtro debemos de inmediato parar la máquina y desarmar para encontrar la fuente productora de esas rebabas. Esto aparentemente sin importancia ya nos ha redituado buenos dividendos al salvar motores, transmisiones y caja de mandos finales en cuyos filtros hemos encontrado rebabas abriendo a tiempo los mecanismos, para que la reparación se limite a cambiar las piezas dañadas antes de que esa rebaba dañe otras y se convierta en una reparación mucho más costosa. Por ningún motivo pues debemos dejar de abrir los filtros de aceite.

3.8

TURBO CARGADORES.

Una vez que se han colocado filtros y aceite nuevos, es preciso cerciorarnos que el aceite fluye libremente al turbocargador pues estos giran por la acción de los gases de escape y lo hacen a muy alta velocidad y por ello la lubricación y enfriamiento de sus cojinetes es de vital importancia dada la gran cantidad de calor que puede generarse en unos cuantos segundos; para verificar esa lubricación, antes de poner en marcha el motor debemos aflojar el tubo de salida del aceite después de pasar por el turbocargador, poner en marcha la máquina y

y verificar que sale aceite por ese tubo, en caso contrario, parar la máquina e investigar la causa. Es muy importante que el tubo que se afloje sea precisamente el de salida del turbocargador ya que si aflojamos la tubería de entrada nosotros mismos estaremos haciendo trabajar el turbocargador sin lubricación. Otras pequeñas que pueden representarnos fuertes dolores de cabeza.



PARTES INTEGRALES DE UN TURBOCARGADOR

FIG. 3.23

Algunos turbocargadores cuentan con un cedazo en la línea de entrada del aceite, este cedazo debe quitarse y limpiarse perfectamente bien cada vez que hacemos el cambio de aceite pues muy frecuentemente se taponan y deja sin lubricación al turbocargador.

Un turbocargador puede fallar por diferentes causas, la más frecuente es desde luego la falta de lubricación pero también se presentan fallas por la entrada de materias extrañas en los sistemas de escape o de admisión de aire, predominando las que se motivan por el sistema de escape pues nunca nos hemos preocupado por cuidar las trampas de agua de los tubos de escape, eso hace que el operador, al terminar su turno tape el tubo de escape con un bote o una piedrita arrojando arenillas que van a caer directamente sobre la turbina del turbocargador y la daña.

Cuando se haya dañado un turboalimentador, antes de colocar uno nuevo debemos siempre:

- A. Determinar la causa de la falla para corregirla.
- B. Inspeccionar los sistemas de escape y admisión de aire para ver si no hay materias extrañas que pudieran dar lugar a repetir la falla.
- C. Si la falla anterior causó daños a los rodetes del compresor o de la turbina del turbocargador, debe-

mos quitar la cabeza del motor para limpiarla y eli
minar las partículas metálicas que pudieran haber
llegado a ella.

- D. Cambiar los elementos del filtro de aire..
- E. Cambiar aceite y filtros, especialmente si la falla
ha contaminado el sistema de lubricación en cuyo ca
so habrá que desarmar parcialmente los componentes
del sistema como bomba, intercambiadores de calor y
cárter para asegurarnos que se han quitado todas
las partículas extrañas.
- F. Lubricar el turboalimentador de antemano antes de
su colocación.

3.9 CONSERVACION DE LLANTAS.

Las llantas para los equipos de construcción están cada
día más escasas y por consiguiente caras, en consecuen-
cia, el tiempo que dediquen a su cuidado nos redituará
con creces; una llanta con grieta, si se debe desmontar
y mandarla a seccionar pues esas grietas permiten la en
trada de agua y tierra que destruyen las cuerdas expues
tas a esos elementos y en muy poco tiempo la llanta ya
no servirá. La causa principal por la que las llantas
nos fallan obedecen a que no tenemos ningún cuidado con
la presión de inflado, es frecuente encontrar en el cam
po una llanta sensiblemente baja, una llanta trabajando

a menor presión que aquella que de acuerdo con su tamaño y trabajo a que se la destina, se afloja por la parte interior sobreviniendo la rotura de las cuerdas; es pues indispensable que cada máquina tenga su medidor de presión de aire para que diariamente y cuando las llantas estén frías se verifique su presión pues tampoco de bemos ponerles aire a ciegas ya que tan malo es que la llanta trabaje con poca presión como que lo haga con más aire del debido pues esto reduce su resistencia a los impactos y disminuye su tracción y resistencia al frenado; al inflar las llantas de los equipos de construcción debe tenerse especial cuidado de no colocarse frente al aro de retención de la llanta pues este puede desprenderse en un momento dado y proyectarse con gran fuerza.

3.10 SISTEMA ELECTRICO.

El sistema eléctrico de las máquinas es una frecuente causa de problemas muchas veces provocados por nosotros mismos que no nos preocupamos por atender un poquito las baterías que dejamos trabajar sin agua, con las terminales sulfatadas, con celdas destruidas, etc., una batería no tiene por que causarnos problemas, lo único que nos demanda es que no la dejemos secar para lo cual hay que revisarla diariamente y agregar agua limpia pues de no ser así, se pueden dañar las placas de la batería ya que no es preciso que sea destilada, cualquier

agua que sea buena para beber, es decir potable, es buena para la batería. Lógicamente, dentro de las labores de mantenimiento está la reposición de las partes eléctricas dañadas, un regulador "puenteado" es seguro que nos va a conducir a descompostura del generador y tal vez a dañar las baterías, ese tipo de arreglo generalmente resulta muy costoso y por consiguiente debemos evitarlo.

3.11 INSTRUMENTOS.

Los instrumentos del tablero de las máquinas son por así decirlo, el sistema nervioso de las mismas que nos indican cuando alguna parte de ellas no está funcionando correctamente, procuremos que esos aparatos estén completos y operando correctamente para que llenen la función para la que fueron colocados, no permitamos que se quiten esos indicadores, repongámoslos cuando se dañen pero no los quitemos.

Hemos visto someramente algunas de las muchas cosas que nos obligan a tener constante atención de nuestros equipos, todas las conocemos y las vemos a diario, pero muy frecuentemente las pasamos por alto precisamente porque las consideramos "pequeñeces" sin importancia.

4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN CAMPO

4. **MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN CAMPO**

Se entiende por mantenimiento correctivo el corregir, o cambiar las piezas que por su uso o descuido están deterioradas y no permiten el buen funcionamiento del equipo.

Tenemos dos tipos de mantenimiento correctivo:

Mantenimiento correctivo menor

Mantenimiento correctivo mayor

4.1 **MANTENIMIENTO CORRECTIVO MENOR.**

Es el que realmente se debe de realizar en el campo, es decir que sería inconstable llevar la máquina o alguna de sus partes a un taller especializado y el tiempo de reparación, mayor.

Como máximo se pueden establecer 25 horas de trabajo para el mantenimiento correctivo menor; cuando la reparación requiera de más horas de trabajo se trataría de mantenimiento correctivo mayor, a continuación se mencionan algunos aspectos que son motivo de mantenimiento correctivo menor.

El constante roce de los distintos elementos componentes de los sistemas de levante y volteo de los botes de los cargadores y de las cuchillas de los bulldozer, hace que las piezas se gasten, permitiendo demasiado jue-

go entre ellas, al observar estas circunstancias, debemos proceder a corregirlas, colocando rondanas de ajuste rellenando con soldadura o cambiando las piezas dañadas para que las máquinas vuelvan a su condición original y continúen trabajando normalmente.

El tránsito continuo y a altas velocidades de los equipos con carriles u orugas, así como el roce de los materiales abrasivos del suelo y las rocas, desgastan los tránsitos y aflojas las cadenas, trayendo como consecuencia un desgaste rápido de los laterales de las cadenas, las pestañas de los rodillos y los dientes de la rueda catarina, pues tienden a salirse en los trabajos en laderas y al subir pendientes marcha atrás, para lo cual hay necesidad de ajustar las cadenas.

El exceso de tensión en las cadenas, desgasta rápidamente los pasadores, casquillos y ruedas catarinas y además disminuye la potencia de operación de la máquina.

Las cadenas tienden a tensarse cuando se trabaja en materiales altamente cohesivo, lo que debe tenerse en cuenta al hacer ajustes.

El operador debe revisar diariamente los tránsitos por si hay tornillos flojos, retenes que pierden aceite o desgastes anormales y tener en cuenta que la velocidad excesiva, sobre todo en marcha atrás, acelera de modo notable el desgaste de los pernos, bujes y segmentos.

Al finalizar el turno, debe dejarse la máquina en una superficie horizontal, para evitar que se dañen los retenes de los rodillos o roles.

El método más nuevo para tensar los carriles de tractores y cargadores sobre orugas es el siguiente:

- A. Para ajustar correctamente el sistema de carriles, el tractor debe de estar en un lugar plano.
- B. Al mecanismo tensor se le inyecta grasa hasta que la chumacera de la rueda gufa esté a su máximo desplazamiento hacia adelante. (La válvula de alivio deberá permanecer cerrada).
- C. En este punto, la cadena debe estar casi recta entre la rueda gufa y el primer rodillo. No se debe de quitar ningún material que esté empaclado entre la cadena y los dientes de la catarina.
- D. De la parte trasera de la placa de la chumacera de la rueda gufa, en el bastidor de los carriles, hacer una marca a 13 mm. (1/2") de distancia.
- E. Abrase la válvula de alivio del gato tensor.
- F. Coloque un perno entre los dientes de la catarina y la cadena.
- G. Muévase la máquina en reversa hasta que la chumacera de la rueda gufa se desplace 13 mm. (1/2") o más.

- H. Muévase la máquina para adelante y quite el perno.
- I. Cierre la válvula de alivio e inyecte grasa hasta que la orilla de la placa exterior de la chumacera llegue a la marca que se hizo en el bastidor. La cadena habrá quedado correctamente tensada. La comba resultante variará dependiendo de el modelo y tamaño de la máquina, pero la tensión será la adecuada.

Por qué es mejor:

El nuevo procedimiento para ajuste de los tránsitos es un paso hacia adelante para lograr que todos los elementos del tránsito de las máquinas duren más gracias a un ajuste apropiado.

El nuevo método es más simple y más consistente que el método recomendado anteriormente basado en la comba.

Más simple.- Este nuevo método es más simple porque toma menos tiempo y requiere de solo una persona, en vez de las dos personas que se necesitan para el método basado en la comba.

Más consistente.- Todos los tractores y cargadores de oruga independientemente del lugar de trabajo y del tamaño y modelo van a estar bien ajustados si se siguen las nuevas recomendaciones.

Esto se debe a que este método se basa en el ajuste de

la holgura de la cadena y no en la medida de la comba. La diferencia entre la comba y la holgura de la cadena es importante:

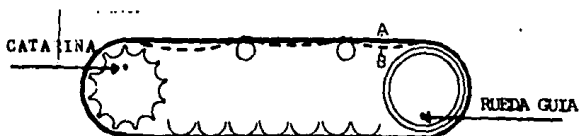


FIG. 4.1 TRANSITO

La línea punteada en la ilustración nos representa la cadena ajustada correctamente.

La línea continua es el desarrollo, es una medida imaginaria que se haría con una cinta.

Hay que hacer notar la porción del desarrollo entre el rodillo de adelante y la rueda guía 91, forman una línea recta.

La comba es la diferencia entre esa línea (A) y la posición de la cadena (B). De acuerdo al método anterior esta distancia debía de estar entre 1 1/2" y 2" que es la comba recomendada. La holgura de la cadena es la diferencia en longitud entre el desarrollo (línea continua) y la cadena (línea punteada) hay que notar la distancia entre (C) y (D).

La medida de la holgura cambia cuando la rueda guía se mueve. Si se mueve hacia adelante va a haber muy poca o ninguna holgura.

Si se mueve hacia atrás, la holgura crece.

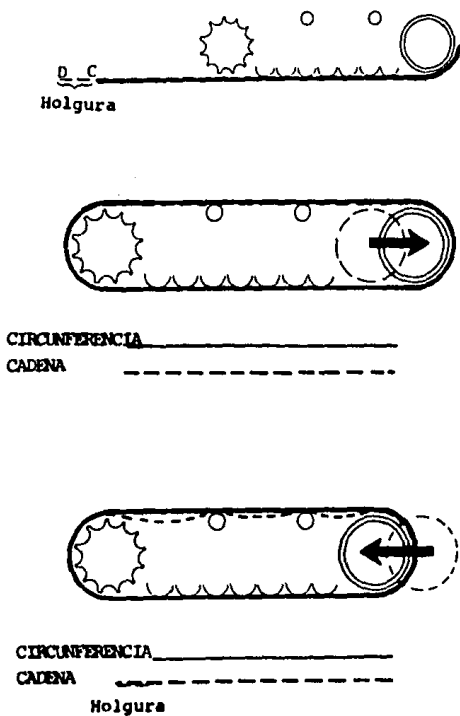


FIG. 4.2 GRAFICA DE TENSADO

De acuerdo con este nuevo método de ajuste, la rueda gufa se moverá hacia atrás 1/2" ó 13 mm, desde el punto de la máxima tensión. Esto nos dará una pulgada ó 26 mm de holgura que es lo que necesita la cadena para tener una correcta tensión.

¿Por qué una pulgada de holgura es tan importante?

Cuando un tractor está trabajando, hay factores externos que "utilizan" la holgura de la cadena y hace que la cadena trabaje a más tensión, dando como resultado un desgaste excesivo en los tracks. Estos factores externos incluyen brincos, empacadura de material, escombros y raíces que pasan entre los tracks, y las demás partes que componen los tránsitos. Una pulgada de holgura es el "extra" que necesita la cadena para absorber esos factores temporales y aún así no dañar los componentes de los tránsitos.

Cuando la rueda gufa es movida hacia atrás 1/2" para obtener 1" de holgura, alguna comba aparecerá, esta comba no siempre será la misma, ya que variará según los modelos de las máquinas debido a las diferencias de construcción de las mismas. Las medidas de las combas, por lo tanto se han dividido en tres categorías como sigue:

Comba de referencia con un ajuste de 1/2" (13 mm.) en la rueda guía.		
Aprox. 1"	Aprox. 2"	Aprox. 3"
D6C D6CSA	D3 D3LGP 931 561C D4D D5LGP 977L 571F D5 D6CLGP 983 572F D7G D7GLGP 583 D8K D4DSA D155A-1 D9H D5SA D85A-12	D4DLGP 941 D5553 951C 955L 594H

FIG. 4.3

- A. La comba se deberá medir después de transitar la máquina hacia adelante y dejarla que se detenga sola en terreno plano con el perno del eslabón centrado y alineado con el perno del rodillo cargador.
- B. Esta comba aproximada sólo se usará para reportes o como una guía rápida para saber como andan las cadenas y si se necesitan ajustes.
- C. Cuando se ajusten los tránsito solo deberá hacerse caso al desplazamiento de la rueda guía (1/2" ó 13 mm) y no a la comba que se forme en la cadena.

4.2 **MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAYOR.**

Es el que se debe de realizar en un taller especializado, y con todo el equipo necesario para su buena reparación.

Cuando las horas de reparación estimadas sobrepasan las 25 horas de trabajo, lo más recomendable, es quitar la parte dañada (motor, transmisión, etc.) y mandarlo al

taller especializado para su reparación

¿Por qué sugerimos esto?

La razón es muy sencilla, puesto que en el campo las condiciones de trabajo son muy desfavorables, es decir que no podemos contar con la limpieza, ni el equipo especializado de un taller.

Por ejemplo, un motor "desvielado", es decir que necesita una reparación mayor, al realizarla en el campo, se corre el riesgo de que algunas piezas pequeñas se perdieran, así como también mucha tornillería.

Por los descuidos que tiene nuestro personal mecánico al estar desarmando el motor, muchas de las piezas se caen o las dejan depositadas en el suelo donde pueden desaparecer entre la tierra.

Lo más recomendable es tener un pequeño taller instalado en la obra, donde se puedan llevar estas piezas o módulos de la maquinaria y repararlo en dicho taller.

En el caso de los motores desvielados o que ya necesitan ajuste (over hold) lo más conveniente es retirar el motor completo de la máquina con todas sus partes, es decir sin desarmar el motor y llevarlo al taller de la obra para su reparación, en donde se trabajará con limpieza y se tendrán las herramientas necesarias además de tener un pequeño departamento de compras el cual

podrá surtir las refacciones que el motor necesite, así como el llevar las piezas a talleres externos para su reparación y ajuste correcto.

En algunas obras donde se ordena la reparación mayor en el campo, al no contar el personal mecánico con los elementos necesarios para desarmar y armar, se deja abandonada la máquina y después al repararla nos encontramos con que nos mandan la máquina y las piezas como un rompecabezas en el cual la reparación sale muy costosa y con una pérdida de tiempo irreparable, en algunos casos, la toman como "refaccionaria" para las otras máquinas y a veces es tan alto su costo de reparación que es inapropiado realizarlo, vendiendo la máquina como "fierro viejo".

5. EQUIPO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO Y CONTROL ADMINISTRATIVO DE COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES

**5. EQUIPO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
Y CONTROL ADMINISTRATIVO DE COMBUSTIBLES Y
LUBRICANTES**

Anteriormente hemos hablado del mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo del equipo, los problemas más frecuentes y como repararlos, necesitándose en consecuencia contar con equipo y herramientas especializado para poder resolver estos problemas.

5.1 EQUIPO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Los más recomendable en el camión de servicio es utilizar bombas neumáticas, tanto para el combustible, así como para los aceites.

A continuación vamos a describir estos camiones de servicio.

El camión de servicio debe de contener todo tipo de aceites y lubricantes que las máquinas requieran, bombas para poder aplicarlo y cierta herramienta manual.

Se proponen tres tipos de camiones de servicio:

5.1.1 CAMION DE SERVICIO DE 3 TONELADAS.

Es el más pequeño, y consta de lo siguiente:

- Un compresor de aire.- Consta a su vez de:
 - Motor de gasolina de 1½ H.P.

- Compresor sencillo de 1 pistón
- Tanque de almacenamiento de 100 litros.

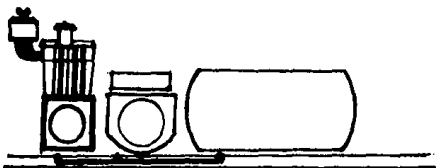


FIG. 5.1 COMPRESOR DE AIRE

- Cuatro rodillos con mangueras.- Es un rodillo especial para traer las mangueras de lubricación recojidas o enredadas en él, tiene un resorte dentro de la caja que regresa la manguera automáticamente.
- Dos bombas de presión media para aceite.- Es una bomba neumática que no necesita mantenimiento puesto que se lubrica con el mismo aceite que bombea.
- Una bomba de alta presión.- Es utilizada para bombear grasa, la cual debe tener una presión alta para entrar en las graseras y lubricar la parte deseada.
- Dos medidores de aceite.- Hay de dos tipos, los que van instalados en las pistolas, y los estacionarios.

Los más recomendables son los estacionarios, por estar más protegidos que los otros, que pueden ser golpeados más fácilmente.

Las divisiones marcan 1/10 de litro y los litros se marcan en un contador que tienen en el frente.

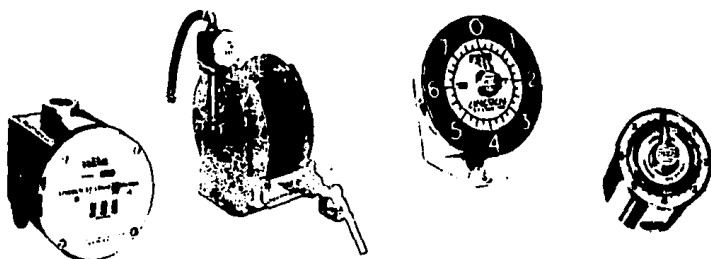


FIG. 5.2 INSTRUMENTOS DE MEDICION

Dos pistolas de aceite.- Son de dos tipos, las que tienen medidores instalados y las que no lo tienen. (Simples) Para el equipo que estamos proponiendo, las mejores son las simples, que las hay con tres tipos diferentes de cañones, según las necesidades del trabajo.

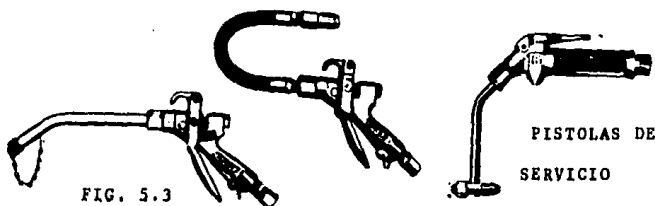


FIG. 5.3

PISTOLAS DE
SERVICIO

Un conjunto de filtro, regulador y lubricador.- Este conjunto, nos permite tener el equipo de lubricación en perfectas condiciones de trabajo.

El filtro es un separador de agua con un elemento de fieltro para la limpieza del aire, el regulador mantiene la presión de trabajo de las bombas, y el lubricador lubrica las bombas que no son auto lubricables.

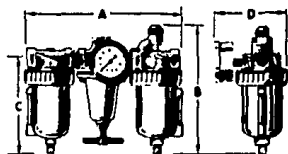


FIG. 5.4 CONJUNTOS DE FILTROS

- Un tambor de aceite para motor diesel 200 litros.
- Un tambor de aceite hidráulico de 200 litros.
- Un tambor de grasa para 200 kilogramos.
- Una cubeta de 19 litros de aceite de transmisión.

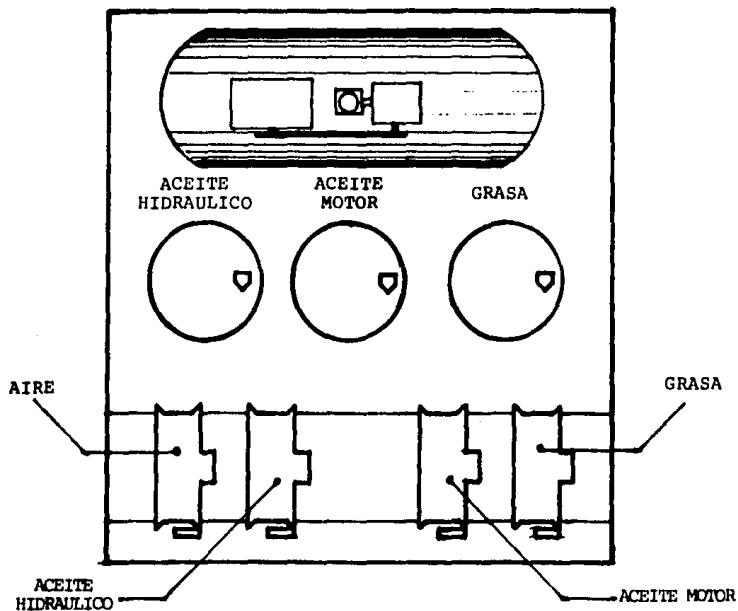


FIG. 5.5 PLATAFORMA DE SERVICIO

5.1.2 CAMION DE SERVICIO DE 8 TONELADAS.

Este equipo es el intermedio, siendo el más recomendable para los contratistas en general; se puede adaptar en un camión de ocho toneladas con plataforma.

Este equipo es similar al anterior, con la diferencia de que también tiene tanques de combustibles y lavado de agua, es el camión más completo para dar servicio a la maquinaria.

El sistema típico del combustible es el siguiente:

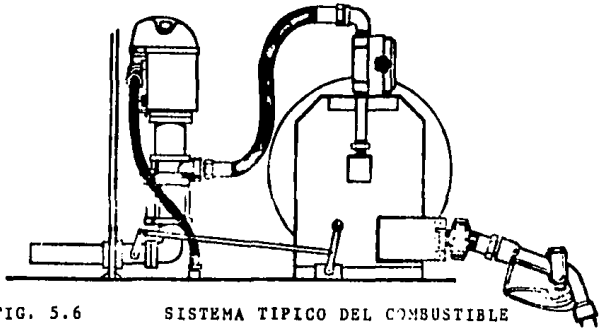


FIG. 5.6 SISTEMA TIPICO DEL COMBUSTIBLE

- Un compresor de aire.
- Un tanque de diesel de 2200 litros.
- Un tanque de gasolina de 1100 litros.
- Un tanque de agua de 1100 litros.
- Un tambor de aceite para motor de 200 litros.
- Un tambor de aceite hidráulico de 200 litros.
- Un tambor de grasa de 200 kilogramos.
- Un tambor de aceite de transmisión de 200 litros.
- Dos bombas para combustible de baja presión.
- Una bomba de agua para lavado a presión.

- Tres bombas de presión media para aceite.
- Una bomba de alta presión para grasa.
- Siete rollos con mangueras.
- Dos pistolas de combustible.
- Tres pistolas de aceite.
- Una pistola de grasa.
- Una pistola de spray para agua.
- Un conjunto de filtro, regulador y lubricador.
- Tres medidores de aceite estacionarios.
- Dos medidores para combustible estacionario.

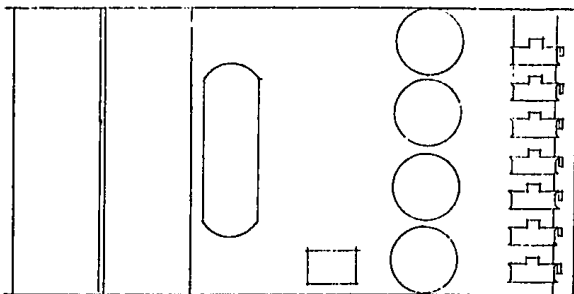


FIG. 5.7

CAMION DE SERVICIO DE 8 Y 15 TONELADAS

5.1.3 CAMION DE SERVICIO DE 15 TONELADAS.

Este es el equipo más grande, tiene que ser adaptado en un camión de quince toneladas a los que comunmente se les denomina tortón. El equipo es igual al anterior con la diferencia de que el tanque de combustible diesel es mayor (3200 litros) y los tanques de gasolina y agua son de 1600 litros, además de tener un pequeño generador.

Hasta ahora se ha hecho hincapié en la importancia que tiene el contar con un equipo adecuado para realizar el mantenimiento preventivo, haciéndose a la vez la descripción del mismo, hablaremos ahora del cuidado indispensable que requiere el manejo de los lubricantes y principalmente el del combustible.

Nunca daremos suficiente énfasis a la premisa anterior, de manera que se evite su contaminación; vimos cuán difícil es la inyección en los motores diesel, cuántos requisitos deben llenarse para obtener una operación satisfactoria de nuestros motores, volveremos a insistir que el juego entre el vástago y el cilindro de una bomba de inyección es menor de 0.000 1" (una diezmilésima de pulgada) lo que hace saltar a la vista que partículas invisibles de suciedad que pasan a través de los filtros pueden dañar esas partes tan finamente terminadas, por consiguiente hay que prevenir constantemente toda posibilidad de contaminación del combustible comenzando por reducir el número de veces que el combustible debe ser transvasado y por utilizar el menor número posible de recipientes en el manejo.

En toda obra donde se operan máquinas con motores diesel debemos contar cuando menos con dos tanques de almacenamiento de una capacidad superior a las necesidades diarias de la obra, ello con el objeto de que el combustible pueda reposar cuando menos veinticuatro horas antes

de su utilización ya que el combustible es muy denso y en consecuencia las partículas de suciedad en suspensión tardan mucho tiempo en sedimentarse.

Podemos utilizar para ello los tanques que se tengan disponibles con el único requisito de que estén limpios, bien cerrados, con un respiradero provisto de algún dispositivo que impida la entrada de polvo, que los coloquemos inclinados como se indica en la figura y que tengan una llave de drenaje en su parte más baja y contar con una bomba cuyo tubo de succión estará a un nivel, más alto para que succione combustible limpio.

Cuando el tanque ha estado lleno de diesel durante veinticuatro horas, o más, el agua y las partículas de polvo y suciedad que trafa en suspensión se habrán sedimentado y las eliminaremos abriendo la llave de drenaje.

Una vez que se observe que salió toda el agua y la suciedad y que comienza a salir combustible limpio, se cierra esa llave y se bombea el combustible.

Obviamente, de acuerdo con la cantidad de máquinas en servicio en la obra, se colocará una bomba eléctrica, operando con motor de gasolina o manual como la mostrada en la figura, lo importante es evitar el transvase del combustible con botes porque entonces volveremos a ensuciarlo y anularemos las ventajas logradas con la sedimentación en el tanque.

Ese mismo criterio debe seguirse para cargar el combustible a las máquinas; el camión de servicio encargado de transportarlo, debe estar dotado de una bomba del tamaño y capacidad adecuada para pasar directamente el combustible al tanque de las máquinas sin necesidad de utilizar botes y otros objetos,

5.2 EQUIPO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Anteriormente se mencionaron dos tipos de mantenimiento correctivo: el mantenimiento correctivo menor y el mantenimiento correctivo mayor, a continuación se describe el equipo necesario para su realización.

5.2.1 EQUIPO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO MENOR.

En el frente que es donde el equipo está trabajando no se encuentra nada disponible, es necesario mover un pequeño taller para su reparación, siendo lo más usual en las obras al llevar a un mecánico con una caja de herramientas y dejarlo que repare la máquina sin contar con los elementos para su rápida reparación, sin embargo, con una pequeña inversión, se puede hacer un pequeño taller móvil para las reparaciones en el campo.

En una caja de pick-up se puede instalar el taller móvil de la siguiente manera:

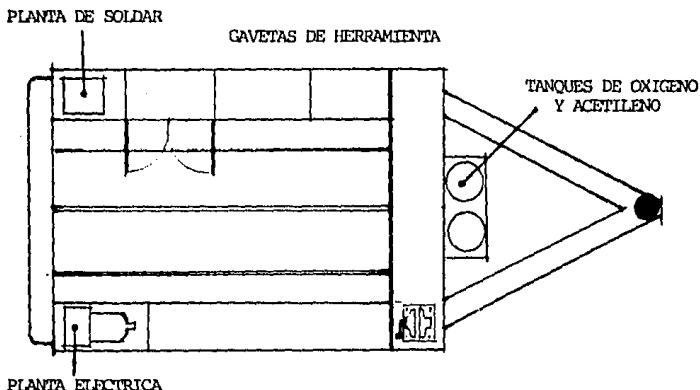


FIG. 5.8 TALLER MOVIL

En él se tendrá la siguiente herramienta, que se considera la mínima indispensable para poder realizar una reparación en el campo.

- Un juego de dados con entrada de $\frac{1}{4}$ " desde $\frac{3}{16}$ " hasta $\frac{3}{8}$ "
- Un maneral de $\frac{1}{4}$ ".
- Un matraca de $\frac{1}{4}$ ".
- Un desarmador con entrada de $\frac{1}{4}$ ".
- Una extensión de $\frac{1}{4}$ ".
- Un juego de dados con entrada de $\frac{3}{8}$ " desde $\frac{3}{8}$ " hasta $\frac{9}{16}$ ".
- Un maneral de $\frac{3}{8}$ ".
- Una matraca de $\frac{3}{8}$ ".
- Dos extensiones de $\frac{3}{8}$ " (una corta y una larga).
- Un juego de dados con entrada de $\frac{1}{2}$ " desde $\frac{9}{16}$ " hasta $\frac{15}{16}$ ".
- Un maneral de $\frac{1}{2}$ ".
- Una matraca de $\frac{1}{2}$ ".
- Dos extensiones de $\frac{1}{2}$ " (una corta y una larga).

- Un juego de llaves mixtas (españolas y estrías) desde $\frac{1}{4}$ " hasta $1\frac{1}{4}$ ".
- Un juego de dados con entrada de $\frac{3}{4}$ " desde $\frac{7}{8}$ " hasta $1\frac{1}{4}$ ".
- Dos extensiones de $\frac{3}{4}$ " (una corta y una larga)
- Un juego de desarmadores (cuatro desarmadores planos.
- Un juego de desarmadores de cruz (tres desarmadores)
- Dos cínceles (corto y largo)
- Unas pinzas de punta
- Dos pinzas de chofer
- Dos pinzas de presión (chicas y grandes)
- Un arco y segueta.
- Un martillo de bola de 12 onzas.
- Un marco de 32 onzas.
- Una varilla de bronce de $4" \times \frac{7}{8}"$.
- Taladro eléctrico manual de $\frac{1}{2}"$.
- Esmeril eléctrico manual.
- Un tripie de 3m de longitud. (desarmable)
- Un tecla de 2 toneladas.
- Un gato hidráulico de 20 toneladas.

En el pequeño taller móvil que se propone, se contará con toda la herramienta descrita, que se podrá guardar en las gavetas especiales diseñadas con cerradura para la protección contra robo.

5.2.2 EQUIPO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAYOR.

Para el mantenimiento correctivo mayor, lo más recomendable es un taller localizado a la mitad del tramo por tr bajar, es decir, que si la obra es de 50 km, el taller

deberá estar ubicado lo más cerca del kilómetro 25.

En una población que cuente con la mayoría de los servicios, es decir, con agua, luz, teléfono, etc., para poder realizar los trabajos más eficientemente.

Este taller deberá estar localizado en el campamento donde se encuentran las oficinas administrativas de la obra.

Se instalará una pequeña nave industrial desarmable y se colará un piso de concreto para poder trabajar limpiamente.

La armadura de la nave industrial, así como sus columnas, serán desarmables para poder transportarse a otra obra que se tenga posteriormente.

Se tendrá también un pequeño almacén en donde se puedan encontrar las refacciones más usuales como son: filtros, sellos, retenes, aceites, etc., y además se llevará un control de la herramienta especializada en el taller, siendo ésta la siguiente:

- Llave de precámaras.
- Torquímetro de $\frac{1}{2}$ ".
- Pistola eléctrica de tiempo.
- Calibrador para bujías y platinos.
- Juego de machuelos desde $\frac{1}{4}$ " hasta $1\frac{1}{2}$ ".
- Juego de llaves Allen.
- Taladro eléctrico manual con entrada de $\frac{3}{4}$ ".
- Taladro eléctrico manual con entrada de $\frac{1}{2}$ ".
- Tijeras de lámina.
- Gato hidráulico de $\frac{1}{2}$ tonelada.

- Gato hidráulico de 3 toneladas.
- Gato hidráulico de 20 toneladas.
- Gato hidráulico de 50 toneladas.
- Prensa hidráulica de 50 toneladas.
- Tacle de 5 toneladas.

La herramienta manual de los mecánicos es igual a la del taller móvil, cada mecánico tendrá su propia herramienta con la cual pueda trabajar.

En el taller también se contará con lo siguiente:

- Tripie de 5 metros de longitud.
- Mesas de trabajo con tornillo de banco.
- Esmeril fijo.
- Lavadora de vapor.
- Carrito manual de lubricación.
- Compresor de aire.

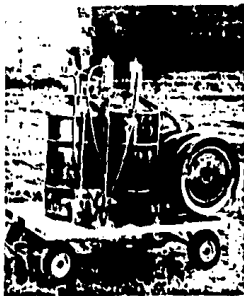


FIG. 5.9 SERVICIO DE TALLER

En el taller se harán las reparaciones mayores, tanto de motores, como transmisiones, se le quitará a la máquina el módulo afectado y se le transportará al taller para su reparación.

5.3 CONTROL ADMINISTRATIVO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES.

Este control deberá realizarse diariamente por el encargado del almacén, por el operador del camión de servicio y por el operador de la máquina.

Se llevarán dos controles independientes uno de otro para su verificación diaria, siendo las formas de control las siguientes:

TURNO _____
CONSUMO DIARIO COMB. Y LUB.

MAQUINA _____ No. Eco. _____

Combustibles		Aceites			Kia.	
DIESEL	GASOLINA	DIESEL	GASOL.	TRAMP.	HIDRAU.	GRASA

_____ de 19____

Firma Operador

Despachó

FIG. 5.10 CONTROL DEL COMBUSTIBLE
Y LUBRICANTES

FIG. 5.11

INFORME DIARIO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

OBRA _____

--	--	--

DIA MES AÑO
TURNO

Existencia Litros	Combustibles		ACEITES				GRASAS	ESTOPA
	DIESEL	GASOLINA	MOTOR DIESEL	MOTOR GASOL.	TRANS.	HIDRAUL.		
Anterior								
Actual								
SUMA								

No. Eco. Máquina	Combustibles		ACEITES				GRASAS	ESTOPA
	DIESEL	GASOLINA	MOTOR DIESEL	MOTOR GASOL.	TRANS.	HIDRAUL.		
SUMA								
SALDO EXISTE								

FORMULO

REVISO

D 3

ENCARGADO

ALMACENISTA

Las entradas de los combustibles y los lubricantes estarán registradas en la administración de la obra por medio de los comprobantes, que deberán checar con el informe diario del almacenista.

FIG. 5.12

INFORME DIARIO DE OPERADOR

Máquina _____ No. Eco. _____
Turno _____ Horas Trabajadas _____
Hrs. Inactivas _____ Hrs. en reparación _____

DIA MES AÑO

--	--	--

CONSUMO

LITROS DE COMBUSTIBLE	LITROS ACEITE				KILOS	
	DIÉSEL	SEMO	TRANSMISIÓN	MOBILICO	GRASA	ESTOPA

T R A B A J O

Lugar ó estaciones	Que concepto ejecutó

O B S E R V A C I O N E S

Nombre del operador

Aprobó
Sobrestante

Para la herramienta manual de los mecánicos se hará un resguardo al almacén, que se anexará al expediente del mecánico, haciendo un conteo mensual de la herramienta a fin de reponerle al mecánico la herramienta faltante con cargo a su cuenta es decir que se le descontará lo que haya extraviado.

De la herramienta que se rompa o se deteriore, el mecánico deberá regresar los pedazos, para su reposición por parte del almacén.

FIG. 5.13
RESGUARDO AL ALMACEN

Nombre: _____

Obra: _____

<small>DIA</small>	<small>MES</small>	<small>AÑO</small>

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	TOTAL

Recibí bajo mi responsabilidad y cuidado los artículos mencionados en el presente resguardo.

Vo. Bo.

Entregado por

Recibi

Las refacciones que utilice una máquina serán requeridas al almacén; si éste no las tiene en existencia remitirá al encargado de compras la requisición correspondiente, el cual pedirá autorización al administrador de la obra para su obtención, la forma que se utiliza es la siguiente:

Obra _____

<small>DIA</small>	<small>MESES</small>	<small>AÑO</small>

Para utilizar en: _____

Cantidad	Unidad	Descripción	Precio Unitario	TOTAL	
Va. No.		Entregué		Recibí	

FIG. 5.14

VALE AL ALMACEN

El administrador deberá cotizar las refacciones requeridas para su autorización por parte del superintendente.

Cada máquina que esté en la obra deberá tener una bitácora de refacciones para su control de costo y operación, así como la eficiencia de la máquina; estas bitácoras ayudan también al personal mecánico para detectar las posibles fallas y corregirlas.

6. CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

De la experiencia corriente, se puede afirmar que el mantenimiento de la maquinaria es considerado de segundo orden en las obras; la mayoría de los residentes no ponen ninguna atención en ello, lo único que les importa es que la máquina camine y les produzca en la obra.

Generalmente al terminarse las obras, las máquinas son recojidas en un estado deplorable, y en ocasiones por "partes", y cuando se tratan de volver a su estado original el costo en reparación y refacciones es muy elevado a causa de los pequeños descuidos en ellas.

Cabe preguntarse, ¿por qué los residentes no ponen atención en el mantenimiento del equipo?

La respuesta es obvia, en la mayoría de las compañías constructoras, se les paga un porcentaje de la utilidad de la obra, el residente trata de gastar lo menos posible para así tener una mayor utilidad, y en donde se refleja ese "ahorro" de los gastos, es en el mantenimiento del equipo, lo cual es un error muy grande, puesto que al hacer la liquidación de la obra, a ésta, se le carga el costo de reparación del equipo, el cual será mayor al no haberse realizado el mantenimiento preventivo y correctivo adecuado en su momento. De lo expuesto en el trabajo desarrollado puede afirmarse que los descuidos insignificantes pueden aumentar el desgaste de muchas piezas y esto nos representa una in-

versión considerable tal, que implique una reducción importante en las utilidades brutas, obtenidas al final de la obra.

No es necesario que el residente sea un mecánico para poder darle mantenimiento al equipo, simplemente se requiere que esté consciente de lo que el mantenimiento le puede representar a la larga y contar con el personal adecuado para llevar a cabo esta actividad.

Los fabricantes de la maquinaria entregan un manual de servicio junto con el equipo, siguiendo este manual de mantenimiento podemos mantener el equipo en óptimas condiciones de trabajo.

7. BIBLIOGRAFIA

- "INDUSTRIAL LUBRICATION EQUIPMENT AND SUPPLIES"
Catalog 253 ALEMITE.
- "COSTOS Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA"
Ing.Gustavo Acevedo Leyva.Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción.Primera Edición.1976.
- "CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK"
A CAT Publication,by Caterpillar Tractor Co.Edition 12 Illinois,U.S.A. 1981.
- "LINCOLN LUBE TRUCKS"
Catalog 35.LINCOLN.U.S.A.
- "LUBRICATION AND MAINTENANCE GUIDE"
D-8 Tractor Power Shift.Form GEG00376-03
- "CARACTERISTICAS DE LOS TRACTORES DE CADENAS CATERPILLAR"
Forma ASCQ7548.
- "MANUAL DEL DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA"
P.Y.A.S.A. Ingenieros Civiles.1978
- "CONSERVEMOS NUESTRO EQUIPO"
Ing.Rafael Lozano.Manual de conservación para el departamento de maquinaria.Reparación de Equipo Pesado.S.A.1980.



COPIFIEL S. A. DE C. V.

COPY FORTSON TAXQUENA
MIGUEL ANGEL DE QUEVEDO 320
TEL. 224 60 63 Y 224 61 00