

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO EN TRACTORES AGRÍCOLAS DEL INGENIO GUADALUPE, S.A.,  
LA GOMERA, ESCUINTLA.

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Ingeniería

por

PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR

Al conferírsele el Título de

INGENIERO MECÁNICO

Guatemala, marzo de 1,999

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO EN TRACTORES AGRÍCOLAS DEL INGENIO GUADALUPE, S.A.,  
LA GOMERA, ESCUINTLA.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 20 de junio de 1,997



PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA  
MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Herbert René Miranda Barrios  
VOCAL 1º.: Ing. José Francisco Gómez Rivera  
VOCAL 2º.: Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
VOCAL 3º.: Ing. Jorge Benjamin Gutierrez Quintana  
VOCAL 4º.: Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera  
VOCAL 5º.: Br. José Enrique López Barrios  
SECRETARIA: Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Julio Ismael González Podszueck  
EXAMINADOR: Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
EXAMINADOR: Ing. Alvaro Raúl Gaitan  
EXAMINADOR: Ing. David Jonathan Spiegelger  
SECRETARIO: Ing. Francisco Javier González López



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.G.055.98

Guatemala, 27 de julio de 1998

Señor  
Ing. Juan Merck Cos  
Coordinador Unidad de Prácticas de  
Ingeniería y E.P.S.  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente.-

Señor Coordinador:

Por medio de la presente informo a usted, que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR, procedí a revisar el Informe Final de la Práctica Supervisada, cuyo título es: "DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TRACTORES AGRICOLAS DEL INGENIO GUADALUPE, S.A., LA GOMERA, ESCUINTLA", el cual lo encuentro satisfactorio.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en la satisfacción de necesidades del sector productivo y en el proceso de vinculación con el mismo.

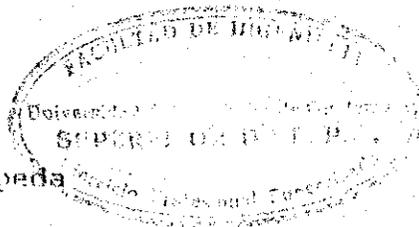
En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda  
Asesor-Supervisor de E.P.S.  
Area de Ingeniería Mecánica.



EES/eesz  
c.c: Archivo

**INGENIO GUADALUPE, S.A.**

**DIVISIÓN T.M.T.**

La Gomera, Escuintla.

6 de marzo de 1,998

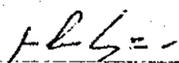
Ingeniero  
Carlos Pérez  
Director de Escuela  
Ingeniería Mecánica  
Presente.

Estimado Ingeniero:

Me permito presentarle el reporte final del ejercicio profesional supervisado(EPS), **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TRACTORES AGRICOLAS EN EL INGENIO GUADALUPE, S.A., LA GOMERA, ESCUINTLA**, elaborado por el estudiante Pedro Ignacio Escalante Pastor.

En calidad de asesor, he analizado el contenido, así como las conclusiones y recomendaciones expuestas. Después de haber discutido en reuniones conjuntas con el interesado y habiéndole hecho las modificaciones pertinentes, me permito emitir el dictamen favorable, pues satisface los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular me suscribo atentamente.

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Rolando Villar  
Colegiado No.2319

cc./Archivo T.M.T



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas de Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.  
Apartado Postal 217-I-01-907, Guatemala  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del Área Materiales y Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer la aprobación del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo titulado **Diseño e Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo en Tractores Agrícolas del Ingenio Guadalupe, S. A., La Gomera, Escuintla**, del Estudiante **Pedro Ignacio Escalante Pastor**, recomienda su autorización.

... ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Arturo Escalada Martínez  
Coordinador de Área

Guatemala, enero de 1,999.



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EPS. C. 118. 98

Guatemala, 27 de julio de 1998

Señor  
Ing. Carlos Humberto Pérez  
Director de la Escuela de  
Ingeniería Mecánica.  
Presente. -

Señor Director:

Por medio de la presente, envío a usted el Informe Final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado: "DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TRACTORES AGRICOLAS DEL INGENIO GUADALUPE, S.A., LA GOMERA ESCUINTLA".

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR, quien fue debidamente asesorado por el Ingeniero Rolando Villar y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo, y existiendo la APROBACION del mismo por parte del Asesor y Supervisor, esta COORDINACION también APRUEBA su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. JUAN MERCK COS  
COORDINADOR DE E.P.S.

JMC/eesz

c.c.: archivo

Adjunto Informe Final



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.  
Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Área Materiales y Complementaria, al trabajo de tesis, **Diseño e Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo en Tractores Agrícolas del Ingenio Guadalupe, S. A., La Gomera, Escuintla**, del estudiante Pedro Ignacio Escalante Pastor, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez



Guatemala, abril de 1,999.

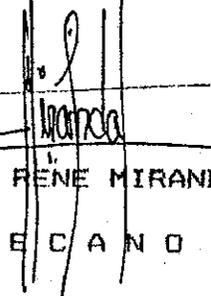


**FACULTAD DE INGENIERIA**

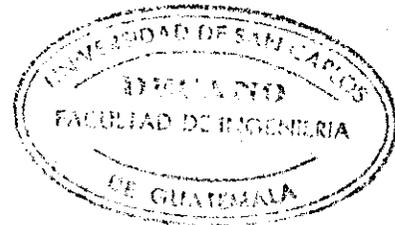
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.  
Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Ingeniero Carlos Humberto Pérez Rodríguez, al trabajo de tesis titulado **Diseño e Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo en Tractores Agrícolas del Ingenio Guadalupe, S. A., La Gomera, Escuintla**, presentado por el estudiante universitario Pedro Ignacio Escalante Pastor, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRIMASE

  
ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS  
D E C A N O

Guatemala, abril de 1,999.



DEDICADO A:

DIOS

MI FAMILIA

AMIGOS Y COMPAÑEROS DE LA UNIVERSIAD

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	VIII
INTRODUCCIÓN	XI
FASE DE INVESTIGACIÓN	
1. DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS TRACTORES AGRÍCOLAS	1
1.1. Principales componentes del tractor agrícola	2
1.1.1. Motor de combustión interna	3
1.1.2. Sistemas de lubricación	10
1.1.3. Sistema eléctrico	15
1.1.4. Transmisión de la potencia	17
1.1.4.1. Tipos de transmisiones	17
1.1.4.2. Sistema hidráulico	19
1.2. Clasificación de los tractores	22
1.2.1. Clasificación de acuerdo a sus características	23
1.2.2. Clasificación de acuerdo a sus labores	24
2. LUBRICACIÓN	25
2.1. Tipos, sistemas y métodos de lubricación	25
2.1.1. Tipos de lubricación	26
2.1.2. Sistemas de lubricación	28

2.1.3.	Métodos de lubricación	30
2.2.	Aceites lubricantes	32
2.2.1.	Clases de aceites	32
2.2.2.	Tipos de aceites	33
2.2.3.	Principales propiedades de los aceites lubricantes	34
2.3.	Especificaciones de lubricantes	39
2.4.	Grasas	42
2.4.1.	Propiedades	42

#### FASE TÉCNICO-PROFESIONAL

3.	BASES TÉCNICAS PARA LA OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TRACTORES AGRÍCOLAS DEL INGENIO GUADALUPE, S.A.	44
3.1.	¿Cómo manejar eficientemente el tractor agrícola?	44
3.1.1.	Operación del motor	46
3.1.2.	Período de calentamiento del tractor	49
3.1.3.	Funcionamiento en vacío del motor	49
3.1.4.	Velocidades del motor	50
3.1.5.	Controles de paro del motor	50
3.1.6.	Velocidades de avance	51
3.1.7.	Transmisión de servo-cambio	52
3.1.8.	Transmisión sincronizada	53
3.1.9.	Transmisión de cuatro estaciones	55
3.1.10.	Estacionamiento del tractor	58
3.1.11.	Para remolcar el tractor	60
3.2.	Importancia del mantenimiento en un tractor agrícola	62
3.3.	Clasificación de la maquinaria agrícola	64
3.4.	Antecedentes de mantenimiento preventivo para tractores agrícolas	

	en el Ingenio Guadalupe, S.A.	69
3.5.	Modificaciones y reparaciones realizadas a la maquinaria agrícola previas a la implementación del programa de mantenimiento preventivo	70
4.	DISEÑO DEL PROGRAMA DE LUBRICACIÓN Y SERVICIOS PERIÓDICOS EN TRACTORES AGRÍCOLAS DEL INGENIO GUADALUPE, S.A.	73
4.1.	Mantenimiento	73
4.2.	Factores del mantenimiento preventivo	78
4.3.	Procedimientos sugeridos para implementar un programa de mantenimiento preventivo	80
4.4.	Importancia de planear el mantenimiento	81
4.5.	Servicios periódicos	82
4.5.1.	Tractores de banda (D5 y D8)	83
4.5.2.	Retroescabadoras	86
4.5.3.	Tractores agrícolas	89
4.5.4.	Tractores de tiro	92
4.5.5.	Alzadoras	95
4.5.6.	Cargadores frontales	98
4.5.7.	Motoniveladoras	102
5.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TRACTORES AGRÍCOLAS DEL INGENIO GUADALUPE, S.A.	106
5.1.	Ejecución del programa de mantenimiento preventivo	106
5.2.	Administración y control del mantenimiento	108
5.2.1.	Servicio de mantenimiento en campo	109

5.2.2. Servicio de mantenimiento taller	111
5.2.3. Ficha para control de maquinaria	111
5.3. Análisis comparativo de costos antes-después del programa de mantenimiento a través del consumo de lubricantes	115
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	120
BIBLIOGRAFÍA	121

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

No.	Título	Pág.
1	Tractor agrícola de llantas	2
2	Motor V8 Oldsmobile	3
3	Conjunto de pistón	4
4	Conjunto pistón y cigüeñal	4
5	Válvula y asiento de válvula	6
6	Mecanismo de accionamiento de válvulas	6
7	Eje de camones o árbol de levas	6
8 - 11	Carreras del pistón	9
12	Situación de la varilla del nivel de aceite en el motor	10
13	Sistema de engrase por salpicadura en un motor de cilindros en línea	12
14	Sistema de lubricación de un motor de 8 cilindros en V, con válvulas en culata.	14
15	Sistema hidráulico	20
16	Enganche de tres puntos	21
17	Placa en movimiento sobre una película de aceite	34
18	Determinación del índice de viscosidad	36
19	Orden de trabajo Ingenio Guadalupe, S.A.	77
20	Servicio de mantenimiento en campo u orden de trabajo de campo OTC	110
21	Servicio de mantenimiento en taller SMT	112

22	Ficha para control de la maquinaria	114
23	Consumo general de lubricantes	115
24	Evolución de consumo general de grasa	116
25	Comparación de consumos, tractores agrícolas	118
26	Comparación de consumos, tractores de tiro	118

### TABLAS

No.	Título	Pág.
I	Sistema de clasificación API	41
II	Grados de consistencia	43

## LISTA DE SÍMBOLOS

- API** Siglas en ingles que significan: Instituto americano del petróleo.
- ASTM** Siglas en ingles que significan: Sociedad americana de pruebas y materiales.
- °C** Grados centígrados o grados celsius.
- cm<sup>3</sup>** Centímetros cúbicos.
- cSt** Centi-stokes.
- hp** Caballos de fuerza, unidad de potencia.
- hrs** Horas.
- kms** Kilómetros.
- kg** Kilogramos.
- NLGI** Siglas en ingles que significan: Instituto nacional de grasas lubricantes.
- SAE** Siglas en ingles que significan: Sociedad americana de ingenieros. Indica la clasificación en grados de viscosidad de aceites para equipo automotriz.
- seg<sup>2</sup>** Segundo cuadrado.
- Ss** Tensión cortante.
- $\mu$**  Coeficiente de viscosidad
- $\gamma$**  Viscosidad cinemática
- $\rho$**  Densidad

## GLOSARIO

- Alternador** Generador de electricidad que transforma la energía mecánica de rotación en energía eléctrica de corriente alterna.
- Balancín** Pieza o barra dotada de un movimiento oscilatorio que regula generalmente otro movimiento o le da un sentido o amplitud diferentes.
- Barra estabilizadora** Amortiguador que se coloca transversalmente en algunos tractores.
- Barra de tiro** Barra que en algunos tractores viene instalada longitudinalmente, en la parte de abajo del mismo y tiene un enganche en la parte de atrás que sirve para remolcar o halar implementos.
- Caja de transferencia** También llamado transfer, es un tipo de transmisión que cambia la dirección y refuerza la transmisión principal.
- Cardán** Articulación mecánica que permite la transmisión de un movimiento de rotación en direcciones diferentes.
- Ciclos de tiempo** Tiempo en el cual el sistema hidráulico del tractor levanta alguno de sus implementos a través de cilindros hidráulicos un espacio determinado por el fabricante del mismo.

- Convertidor de torsión** Bomba hidráulica centrífuga impulsada por el motor, la cual a su vez, hace accionar una turbina hidráulica centrífuga sujeta a la flecha motriz, que reemplaza el embrague delantero, en algunos tractores, de la transmisión de engranes convencional.
- Cubo** Pieza central de la rueda donde encajan los radios.
- Detonación** Vibraciones que surgen de la presión de la combustión cuando el combustible no quemado y, el aire, experimentan una combustión espontánea.
- Diferencial** Mecanismo de transmisión del par motor a las ruedas motrices, que permite a éstas girar a distintas revoluciones.
- Embrague** Mecanismo para conectar y desconectar la potencia del motor a la transmisión.
- Enganche de tres puntos** Mecanismo instalado en la parte trasera de algunos tractores, consta de dos barra y un cilindro y sirve para subir y bajar implementos agrícolas.
- Implemento** Equipo agrícola que es halado por un tractor, que sirve para la preparación de tierra.
- Inyector** Aparato para introducir e presión un combustible en la cámara de combustión de un motor.

- Jaiba**                      Implemento en forma de tenaza que sirve para cargar.
- Labores culturales**      Nombre que se le da a las labores agrícolas, tales como el rastreo, cultivo o descarne.
- Mando final**              Conjunto de engranajes para aumentar la tracción, colocado en el cubo de las ruedas del tractor.
- Palier**                      Pieza fija que tiene un eje de transmisión.
- Toma de fuerza**          Caja que tiene un juego de engranajes, un embrague y una flecha de salida en la parte trasera del tractor y se utiliza para transmitir potencia a ciertos implementos.

## INTRODUCCIÓN

La producción de azúcar, a través de la caña de azúcar, es uno de los productos agrícolas de mayor importancia en Guatemala. La necesidad de la producción tecnificada de la caña de azúcar es cada día mayor, por lo que es de vital importancia proporcionar el mantenimiento adecuado al equipo y maquinaria utilizada para este fin.

La falta de un programa de mantenimiento preventivo planificado es la consecuencia principal del alto costo de operación y de fallas que existe en los tractores agrícolas de la división de taller, maquinaria y transporte del Ingenio Guadalupe; lo que dificulta las actividades que llevan a cabo los profesionales, supervisores y personal de mantenimiento. Por lo que se hace necesario el diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo que lleve un control de todas estas actividades, hacia la búsqueda de un mejor desempeño en la operación de los tractores agrícolas, en general.

El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar el programa de mantenimiento preventivo óptimo para los tractores del Ingenio Guadalupe, S.A.; la capacitación a los operadores de los tractores en mantenimientos menores a su máquina y desarrollar análisis comparativos de consumo de lubricantes periódicamente.

Este trabajo de investigación contiene una descripción de los componentes básicos de un tractor, motor, sistema eléctrico e hidráulico, tipos de transmisiones y la clasificación en base al tipo de labores. Describe el proceso de lubricación, bases técnicas para la operación de tractores y diseño e implementación de programas de mantenimiento.

# 1. DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS TRACTORES AGRÍCOLAS

El tractor agrícola es una máquina que posee neumáticos o cadenas de gran tracción y se emplea para halar o tirar toda clase de implementos agrícolas. Las principales características de un tractor son: motor de combustión interna de gran potencia, caja de transmisión con distintas clases de velocidades (por ejemplo 6, 8 ó 12 hacia delante y 1 ó 2 hacia atrás), toma de fuerza accionada por el motor y par de arranque poderoso.

La potencia de los motores de combustión interna varia desde 30 HP hasta 600 HP. La mayoría de los motores pequeños (30-60 HP) son encendidos por chispa, utilizan como combustible gasolina o gas licuado de petróleo, y los motores medianos y los grandes son encendidos por compresión, únicamente utilizan diesel.

La gran mayoría de los motores son de 4 cilindros, enfriados por agua y con válvulas en la cabeza. Los motores se fabrican con un número de cilindros variable, que va desde uno hasta ocho, con la excepción de este último, la construcción más frecuente es la del motor en línea, con la cual se logra minimizar el ancho de la tapa del motor y se permite una mayor visibilidad al operador.

Los tractores agrícolas pequeños usan una transmisión estándar de cuatro velocidades, mientras que los medianos y grandes usan transmisiones de cambios de potencia o tienen un convertidor de torsión con una transmisión estándar atrás de ocho a doce velocidades.

La toma de fuerza recibe el movimiento directamente del motor, por lo tanto, puede utilizarse tanto con el tractor parado como con el tractor en marcha. Su funcionamiento es totalmente independiente del avance del tractor, por lo tanto, se puede: parar el tractor sin parar la toma de fuerza o parar la toma de fuerza sin parar el tractor.



Figura 1. Tractor agrícola de llantas

### **1.1. Principales componentes del tractor agrícola**

Los componentes de un tractor agrícola son similares a los de un vehículo automotor, solo que son más grandes y más específicos según la tarea a que lo tenemos asignados.

### 1.1.1. Motor de combustión interna

El motor (figura 2) es la fuente de potencia que hace girar las ruedas o cadenas sin fin y por lo tanto que se desplace el tractor. Para referirse a un motor de tractor, decimos que es un motor de combustión interna. Esto es debido a que el combustible (diesel o gasolina) se quema dentro de la cámara de combustión. La combustión del diesel produce una alta presión, la que hace que el eje gire, el movimiento rotativo se transmite a las ruedas mediante el tren de transmisión. Para la realización de este trabajo el motor necesita los siguientes elementos:

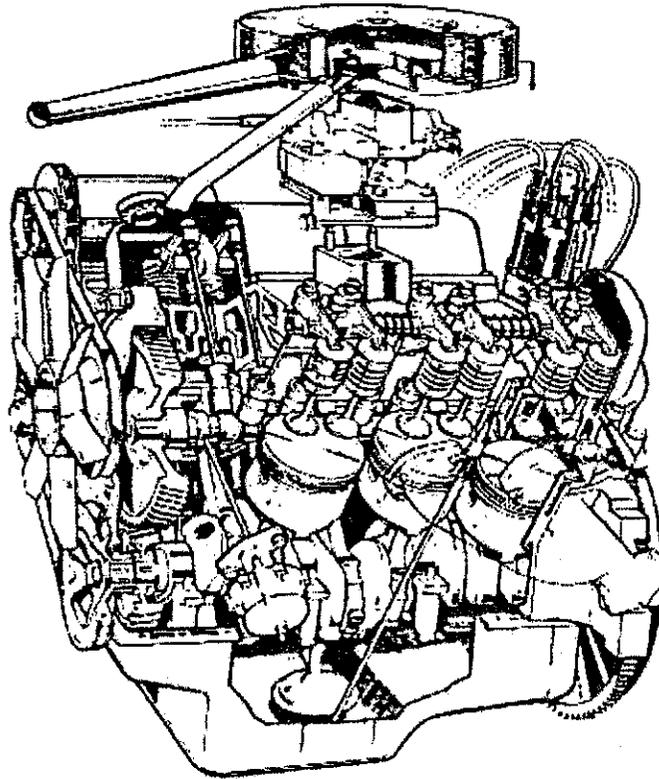


Figura 2. Motor V8 Oldsmobile

- Cilindros:** la mayoría de los motores posee cuatro, seis u ocho cilindros. Para referirse a la descripción interna solo vamos a hacer referencia a un solo cilindro (figura 3). Básicamente, el cilindro consiste en una bolsa cilíndrica de aire, cerrada por un extremo y abierta por el otro. El pistón se mueve ajustadamente dentro del cilindro y esta fabricado de aluminio o de otros metales parecidos. Sin embargo, el ajuste del pistón y el cilindro no debe ser excesivo a fin de que el primero pueda deslizarse fácilmente arriba y abajo dentro del cilindro. En la parte superior del pistón existen unas ranuras en las que se alojan los segmentos o anillos.

Los anillos se adhieren fuertemente contra las paredes del cilindro proporcionando un cierre que evite al máximo las fugas de aire entre el pistón y el cilindro; entonces, cuando el pistón asciende, el aire atrapado en el cilindro es arrastrado y comprimido en la parte alta de este (figura 4).

- Válvulas:** en el extremo cerrado del cilindro hay dos aberturas. Una de estas aberturas permite la entrada de la mezcla aire-combustible al cilindro y la otra se encarga de dar salida a los gases que resultan de la combustión (gases de escape).

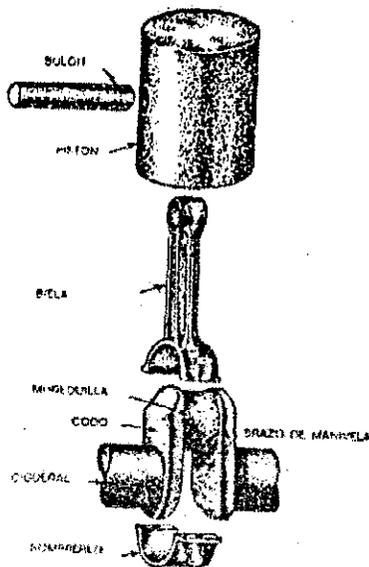


Figura 3. Conjunto de pistón

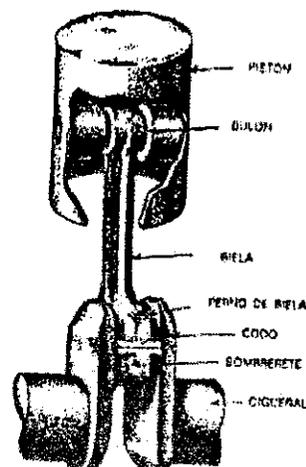


Figura 4. Conjunto pistón y cigüeñal

En estas aberturas están ubicadas las llamadas válvulas que son el mecanismo encargado de abrir y cerrar las puertas de admisión y escape durante las distintas fases de funcionamiento del motor. Las válvulas son tapones de metal mecanizados de forma que cierren las aberturas de paso cuando están asentadas. Una válvula tipo seta se muestra en la figura 5. Cuando se cierra, asciende de forma que su arista achaflanada encaja con la existente en el asiento. En esta posición, la lumbrera o abertura se halla cerrada, no pudiendo pasar aire o gas a través de ella.

Un muelle situado en el extremo del vástago de la válvula aprieta la válvula contra su asiento. El extremo inferior del mencionado muelle esta apoyado contra una sección plana de la culata y el superior sobre una arandela de retención, fijada mediante dos medias chavetas a una entalladura de la cola de la válvula. El muelle tiende a expandirse cuando esta comprimido, con lo que se apretaría la válvula contra su asiento, es decir, se cerraría.

El mecanismo de abertura de la válvula esta formado por el empujador o taqué y unas levas talladas sobre un eje (figura 6). Cuando el eje de levas gira, la leva gira con el debajo del taqué y al pasar la parte mas prominente de la leva hace que aquel sea empujado hacia arriba, transmitiendo el movimiento al balancín y éste, pivoteando en su parte central sobre el eje de balancines, empuja la cola de la válvula, vence la tensión del muelle y abre la válvula. Después que el lóbulo mas prominente de la leva ha rebasado el taqué, la varilla descende y el muelle se distiende cerrando la válvula de nuevo. La figura 6 es la representación esquemática de un mecanismo de válvulas en cabeza llamado así por estar en la parte superior del motor.



adecuada para que abran y cierren las válvulas en el instante adecuado con respecto a la acción que tiene lugar en los cilindros.

Los fenómenos que tienen lugar en el cilindro se realizan en cuatro etapas, o carreras. La palabra carrera se refiere al movimiento del pistón. El límite superior del desplazamiento del pistón se denomina punto muerto superior o PMS y el inferior punto muerto inferior PMI. Una carrera es el desplazamiento del pistón del PMS al PMI o viceversa. Dicho de otra forma, el pistón ha completado una carrera cuando cambia su sentido de movimiento. Para completar un ciclo completo de los fenómenos que suceden en el cilindro, son necesarios cuatro carreras (o sea, dos vueltas de cigüeñal) se dice que el motor es de cuatro tiempos; aplicándose también a estos motores el término de motores de ciclo Otto o de ciclo diesel. Las cuatro carreras del pistón son llamadas: admisión, compresión, expansión y escape.

- **Admisión:** (figura 8). en la carrera de admisión la válvula de este nombre esta abierta. Partiendo del PMS, el pistón empieza a descender, al tiempo que la mezcla aire-combustible vaporizado es aspirada o aplicada hacia el interior del cilindro a través de la abertura que deja la válvula de admisión mencionada. La mezcla la suministra el sistema de inyección.
- **Compresión:** (figura 9). cuando el pistón llega al PMI, se cierra la válvula de aspiración y empieza su carrera ascendente. La válvula de escape está también cerrada con lo cual resulta que el cilindro permanezca estancado. En la citada carrera ascendente el pistón (empujado por el cigüeñal, mediante la biela) comprime la mezcla, que penetra durante la carrera anterior, contra la parte alta del cilindro.

En el momento que el pistón llega al punto muerto superior, PMI, la mezcla habrá sido reducida a un séptimo o menos de su volumen inicial. Esta compresión de la mezcla aumenta la presión en el interior del cilindro o, dicho de otra forma, son

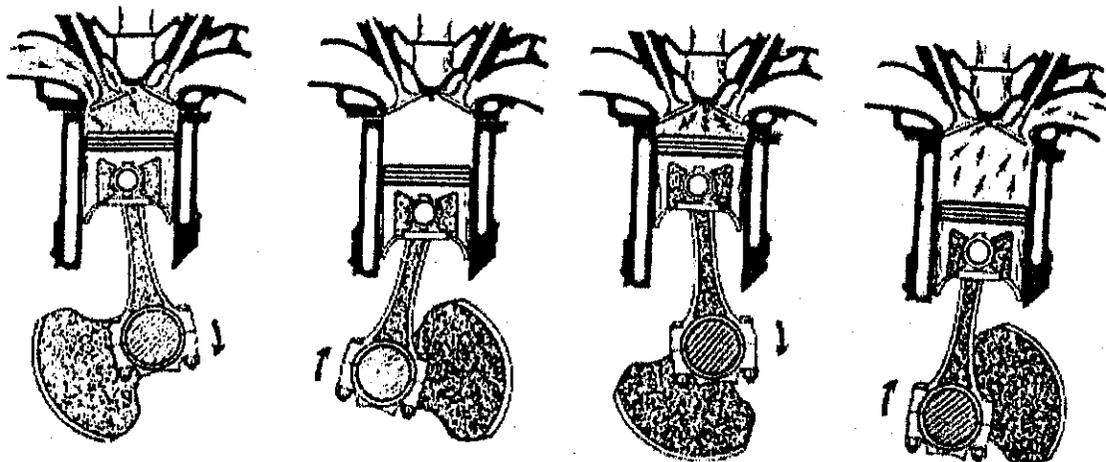
acercadas entre si las moléculas que la componen. Por lo tanto, estas moléculas golpean las paredes del cilindro y la cabeza del pistón más a menudo. El aumento de frecuencia de estos impactos se traduce en un fuerte empuje sobre las paredes del cilindro, cabeza del pistón y culata, es decir, se ejerce sobre estas partes una elevada presión. Las moléculas, al estar más juntas, también colisionan entre sí de forma más frecuente, lo que a su vez acrecienta la velocidad de movimiento. Sabemos que un movimiento molecular más veloz y aumento de temperatura significan la misma cosa. Por lo tanto, cuando se comprime la mezcla aire-combustible, no sólo aumenta la presión en interior del cilindro, sino que también aumenta la temperatura de la mezcla.

- **Expansión:** (figura 10). Hemos notado ya, en el apartado anterior, que la compresión de la mezcla produce un aumento de presión y temperatura de la misma. Las moléculas se mueven más rápidamente (mayor temperatura) y golpean las paredes del cilindro y cabeza del pistón más a menudo (mayor presión). Entonces, cuando tiene lugar la combustión, las moléculas de hidrocarburo son violentamente encendidas en átomos de hidrógeno y carbono. Estos átomos se unen con los de oxígeno del aire. Todas las moléculas se mueven con extremada rapidez (pueden alcanzar temperaturas momentáneas de  $6,000^{\circ}\text{F}$  ó  $3,316^{\circ}\text{C}$ ). Las moléculas empiezan a bombardear las paredes del cilindro y la cabeza del pistón con mayor impacto y frecuencia. En otras palabras, la presión experimenta un importante aumento.

Puede parecer extraño que el resultado del bombardeo de moléculas, tan pequeñas que no podemos ver, sean capaces de crear una presión sobre el cilindro de dos toneladas; sin embargo, debemos recordar que en la cámara de combustión (espacio entre la cabeza del pistón, en su PMS, y la culata) hay billones y billones de moléculas, todas las cuales están moviéndose a una velocidad de varias millas por

segundo. El resultado del martilleo de todas ellas hace que se registre una presión tan elevada.

- **Escape:** (figura 11). cuando el pistón llega al PMI en su carrera de expansión, se abre la válvula de escape y da comienzo la carrera de escape; es decir, el pistón asciende y despeja el cilindro de los gases resultantes de la combustión en el tiempo anterior. Al llegar de nuevo el pistón al PMS, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión por la cual penetra una nueva carga de mezcla a medida que desciende otra vez el pistón, empezando así de nuevo el ciclo. Las cuatro carreras descritas se repiten continuamente mientras funciona el motor.



Figuras 8 - 11. Carreras del pistón

### 1.1.2. Sistemas de lubricación

Cualquiera que sea el sistema de lubricación, debe suministrar la cantidad de aceite suficiente a todas las partes móviles del motor para que éste pueda cumplir todas las tareas antes descritas. En algunos motores para servicios extremadamente duros (de alzadoras y tractores de labores agrícolas), donde las cargas y temperaturas a que se ve sometido el aceite son mayores, dicho sistema debe incluir un refrigerador de aceite, constituido por un radiador análogo al del sistema de refrigeración del motor, enfriando al aceite que circula por él.

Todos los motores llevan un sistema medidor del nivel de aceite, generalmente constituido por un varilla graduada, que se introduce en el cárter del motor, a través de un orificio provisto para ello en el bloque. En la figura 12 puede observarse esto en el corte en sección de un motor. Para conocer el estado actual del nivel de aceite, basta sacar la varilla y observar en su escala graduada donde quedó la parte mojada por él; de este modo puede saberse si hay o no que añadir más aceite para el adecuado funcionamiento del motor.

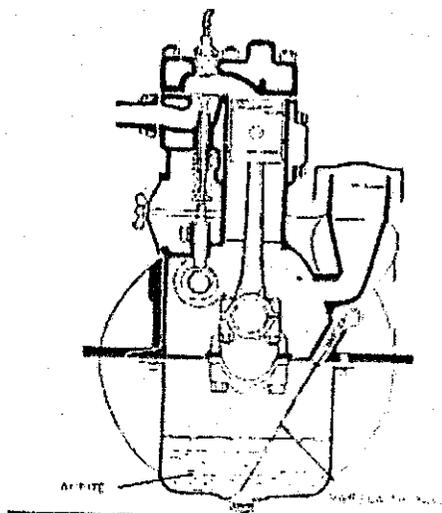


Figura 12. Situación de la varilla del nivel de aceite en el motor

En los motores de tractores se han utilizado, fundamentalmente, dos procedimientos de engrase: por salpicadura y combinación entre salpicadura y presión.

- **Salpicadura:** en este sistema, el aceite es proyectado desde el depósito o recipiente de aceite del cárter hacia la parte superior del motor, en forma de pequeñas gotas o niebla fina, con lo cual se asegura la suficiente lubricación a los mecanismos de la distribución, bulones del pistón, paredes de los cilindros y segmentos. La lubricación por salpicadura mediante cucharillas no es muy empleada actualmente en los motores de tractor, habiendo sido ampliamente reemplazada por la lubricación bajo presión.

Pero incluso en este último caso muchas de las partes móviles del motor son lubricadas por salpicadura. El sistema de salpicadura es aún ampliamente usado en motores de cuatro tiempos, pequeños como los de cortadoras de grama, motores fuera de borda, etcétera.

En el motor de la figura 13, las cucharillas previstas en el sombrerete de la cabeza de biela se introducen en el aceite del recipiente (situado en el cárter) a cada vuelta del cigüeñal, produciéndose así la salpicadura del aceite. Una bomba de aceite se encarga de alimentar al recipiente del aceite para mantener su nivel. Obsérvese que el motor de la figura antes citada es un motor con válvulas laterales o en L; un sistema de lubricación como éste no sería adecuado par un motor con válvulas en cabeza, puesto que en ese caso no habría modo de que el aceite pudiera alcanzar a los mecanismos de accionamiento de las válvulas situadas en la culata.

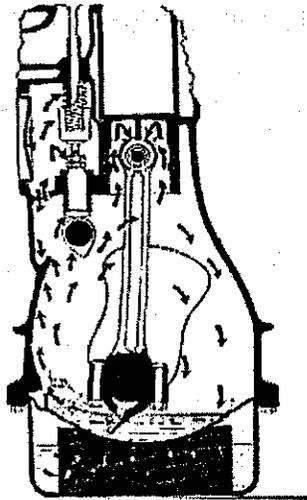


Figura 13. Sistema de engrase por salpicadura en un motor de cilindros en línea

- Combinación de la lubricación por salpicadura y presión:** en este sistema, muchas de las partes del motor están lubricadas bajo presión por la bomba de engrase (figura 14). El aceite impulsado por ella circula a través de canales o tuberías taladradas en las diferentes piezas, dirigiéndose a los cojinetes principales y a los del árbol de levas. Los cojinetes del cigüeñal (o cojinetes principales) tienen orificios de alimentación o ranuras que dirigen el aceite a los orificios previstos en el cigüeñal de donde puede, de este modo, pasar a los cojinetes de la cabeza de biela de ahí, en algunos motores, a través de orificios a lo largo de la biela, llega al pie de la biela y bulón del pistón.

En los motores con válvulas en cabeza el aceite es enviado a la culata, para lubricar los mecanismos de distribución, bajo presión. En los motores cuyos balancines van montados sobre ejes, éstos suelen estar huecos y a través de ellos circula el aceite que engrasa los balancines. En aquellos en que los balancines van montados independientes, los pivotes son huecos, de modo que el aceite llega a ellos a través de un canal taladrado en la culata del motor, y de allí pasa a las rótulas del balancín. El aceite rebosa de esa zonas, yendo a lubricar los vástagos o colas de las válvulas, empujadores y los extremos de empuje de la cola de las válvulas.

Las paredes del cilindro son lubricadas por el aceite expulsado a través de los cojinetes de la biela. Algunos motores tienen ranuras u orificios en la bielas, que se ponen en coincidencia periódicamente con otros análogos en los muñones de apoyo del cigüeñal a cada revolución. Cuando esto ocurre, un pequeño chorro de aceite es lanzado contra el interior del cilindro. En muchos motores de ocho cilindros en V, estos orificios están dispuestos de modo que lanzan su chorro de aceite contra las paredes del cilindro opuesto (en el otro bloque); es decir, los orificios de lanzamiento de aceite de la biela del lado derecho lubrican a los cilindros del bloque izquierdo y viceversa. Los bulones están lubricados, en muchos motores, con el aceite recogido por los anillos rascadores del pistón, que tiene ranuras, orificios o hendiduras para enviar el aceite recogido por dichos anillos a los apoyos o cojinetes del bulón.

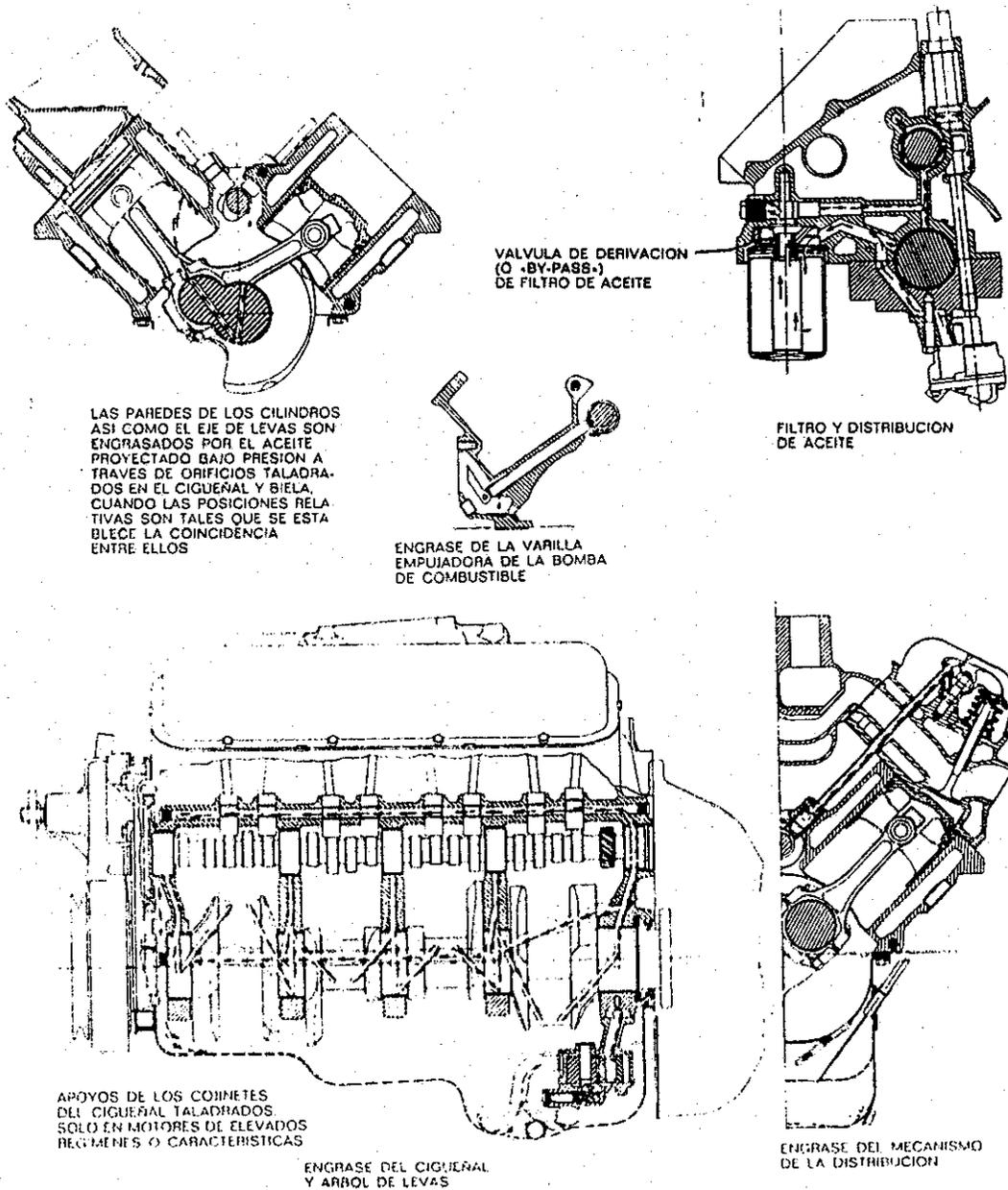


Figura 14 Sistema de lubricacion de un motor de 8 cilindros en V, con válvulas en culata. Las flechas indican la circulacion del aceite hacia las partes móviles del motor. Tomado de: William H. Crouse. Motores de automóvil, página 36.

### 1.1.3. Sistema eléctrico

El acumulador es el corazón del sistema eléctrico del tractor, ya que tiene que proporcionar la energía necesaria para el arranque, y alimentar el resto del sistema, que incluye el precalentamiento del combustible, luces, radio, calentador, indicadores, etcétera. El acumulador se debe mantener siempre perfectamente cargado a través del alternador con su regulador respectivo.

- **Alternador:** desde hace más de 20 años se ha popularizado el uso de los alternadores en los tractores. Este es un generador de corriente alterna, usualmente del tipo trifásico, cuya salida, después de rectificadada, alimenta el acumulador.

La excitación del campo se toma directamente del acumulador, con lo que el flujo magnético del campo se independiza de la velocidad del motor, lo que permite que el alternador pueda generar corriente a más baja velocidad que el dinamo convencional. Tiene además la ventaja que no requiere colector (problema de mantenimiento), sino únicamente dos anillos deslizantes para abastecer la corriente del campo.

El regulador también es más sencillo, por el hecho de que no se requiere un desconectador, ya que los diodos no permiten el paso de corriente inversa. El regulador de intensidad tampoco es indispensable, y generalmente se prescinde de él. La mayoría de los tractores ya no usan amperímetros indicadores de carga, sino únicamente una señal visual. Esta señal está en serie con el embobinado de campo, y es cortocircuitado por un relevador especial, llamado relevador de campo, al comenzar a generar el alternador un voltaje superior al prefijado.

- **Alternador con regulador electrónico:** la mayoría de los tractores de modelos recientes ya vienen equipados con un sistema de regulación de voltaje electrónico, que es más preciso y no tiene contactos sujetos a desgaste mecánico.
- **Sistema de arranque:** el arranque del tractor se hace por medio de un motor de corriente directa con excitación en serie, diseñado para bajo voltaje y alta intensidad (50-220 A, según el modelo). Para no tener que llevar cables gruesos al interior del tractor, se conecta la corriente por medio de un contactor. De esta manera llegarán al interruptor de arranque solamente los alambres delgados que llevan la corriente de control hacia el contactor. El movimiento del eje del motor de arranque o starter se transmite al volante del tractor por medio de un piñón especial, que debe engranar automáticamente. Se utilizan básicamente dos tipos de engrane: el de acción positiva y el Bendix.

En el primero se tiene una palanca actuadora que empuja el piñón hasta engranar con el volante, que es accionada por un solenoide o pieza polar de starter.

En el tipo Bendix, el piñón está montado sobre un manguito roscado de tal manera, que cuando da vuelta el eje, el manguito de vuelta dentro del piñón, causando su desplazamiento hasta engranar con el volante. Al arrancar el motor, el volante impulsa al piñón más rápidamente de lo que está dando vueltas el manguito, por lo que el piñón regresa sobre el mismo, desengranando del volante.

- **Control electrónico del motor:** debido a las exigencias de reducción de la contaminación ambiental, fueron desarrollados últimamente varios sistemas electrónicos de control para lograr la reducción de las emisiones del escape y a la vez obtener la máxima eficiencia del combustible. Estos sistemas comprenden los subsistemas de control del avance de la chispa, inyección de combustible y recirculación de gases del escape.

#### **1.1.4. Transmisiones de potencia**

La potencia en un tractor se origina en el motor, la cual es transmitida por la transmisión a los distintos puntos donde se necesita, ya sea en la transmisión final o en el sistema hidráulico. Esta potencia es controlada por el operador, el cual en cualquier momento la puede aumentar o disminuir. Debido a la gran cantidad de requerimientos, tanto de velocidad como de carga, se han diseñado una gran variedad de transmisiones especiales para el amplio rango de momentos de torsión.

##### **1.1.4.1. Tipos de transmisiones**

Entre los tipos más comunes están:

- **De selección manual:** estas son transmisiones con una serie de pares o parejas de engranajes que se acoplan de la manera adecuada para dar un rango de reducciones de velocidad que van desde 1:1 hasta 15:1. Estas se dividen en dos tipos las de engranes desplazables y las de engranes constantes.

Los cambios de velocidad se hacen con horquillas de cambio que juntan los cubos de los engranes acoplados a sus ejes, para no deslizar el engrane en una posición de embrague. Dos pares de engranajes de acoplamiento constante ofrecen al operador del tractor una selección de transmisión directa a través de la sección de reducción de velocidad. Esta opción duplica las relaciones posibles disponibles en el resto de la transmisión.

- **Convertidor hidráulico del momento de torsión:** en estas, el motor impulsa una bomba hidráulica centrífuga, la cual a su vez, hace accionar el motor o turbina hidráulica centrífuga sujeta a la fuerza motriz; se obtiene un impulso muy suave de velocidad variable que ajusta la velocidad del eje de salida de potencia de una manera inversa a la carga. La transmisión se ajusta al momento de torsión transmitido por el convertidor del momento de torsión para reducir el deslizamiento del convertidor con cargas nominales. Cuando ocurren cargas repentinas, el choque es absorbido y la velocidad se reduce a través del deslizamiento del convertidor del momento de torsión.
- **Engranajes planetarios:** el eje de entrada de la potencia hace girar al portador planetario. Si la banda de freno se aplica al tambor que está sujeto al engranaje sol, los engranajes planetarios giran y hacen que la corona dentada y el eje de salida de la potencia giren un poco más rápido que el eje de entrada de la potencia. Cuando la banda de freno se suelta, el engranaje sol puede girar sin avanzar en vez de la corona dentada cargada; por lo cual no se transmite ninguna potencia.
- **Hidrostática:** el motor impulsa una bomba hidráulica cuya salida de potencia hace accionar un motor hidráulico, el cual hace girar a su vez los engranajes de la transmisión final.
- **Transmisiones finales:** el eje de salida de la potencia de la transmisión termina en un piñón que hace accionar la corona dentada; dentro de ésta hay un grupo de engranajes llamado diferencial, el diferencial permite que el momento de torsión de la flecha motriz se divida igualmente entre las dos ruedas motrices, algunos traen un seguro el cual puede ser accionado o desactivado por el operador.

Al asegurar la caja de engranajes del diferencial con los ejes se reduce la pérdida de la potencia que resulta cuando una rueda motriz en una superficie de tracción deficiente gire sin avanzar, mientras que la otra rueda motriz, aunque en una superficie con una mejor tracción es ineficaz debido a que un juego de engranajes diferencial está dirigiendo la mitad del momento de torsión a una rueda incapaz de usarlo.

#### **1.1.4.2. Sistema hidráulico**

Es el principal sistema de un tractor, ya que controla desde los mandos de operación (timón) hasta operaciones de trabajo (enganches). El cerebro del sistema es una bomba. Estas pueden ser simples o bombas múltiples. Las simples satisfacen todas las necesidades hidráulicas y en las múltiples cada una tiene una función específica dentro del sistema. Se pueden usar bombas rotativas de engranajes, de rodillos o de paletas, también son comunes las de embolo de desplazamiento positivo. Los sistemas con una bomba común, con frecuencia tienen un diseño de bomba de desplazamiento variable, en la cual la velocidad del flujo reduce cuando la demanda del sistema es baja con el consiguiente ahorro de potencia. En otros se usa una bomba de menor desplazamiento que conserva cargado el acumulador de presión hidráulica para satisfacer las demandas de flujo máximas, repentinas, mayores que la capacidad de la bomba.

Debido al gran trabajo que lleva este sistema, en la mayoría de tractores el sistema tiene un radiador de aceite (similar al radiador del motor) el cual enfría el aceite del sistema, antes de entrar al depósito del mismo. Este depósito generalmente es la transmisión, la cual tiene un filtro para limpiar de impurezas el aceite lubricante.

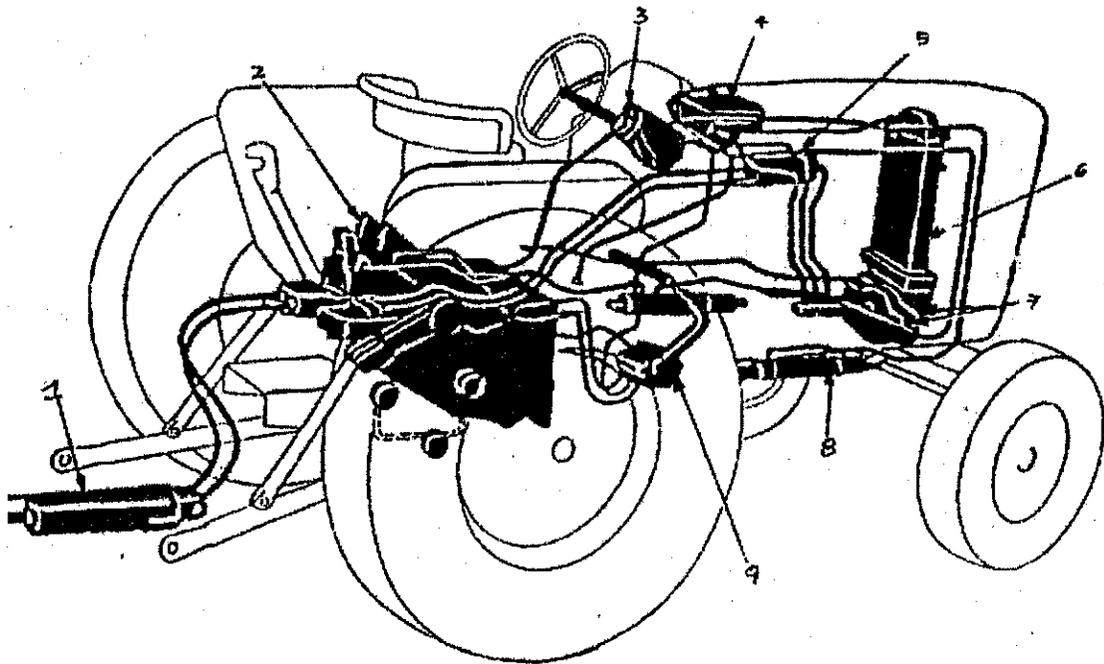


Figura 15. Sistema hidráulico. (1)Cilindro de control remoto. (2)Fuerza motriz de elevación. (3)Válvula de la dirección de la fuerza motriz. (4)Válvula de control remoto. (5)Acumulador. (6)Enfriador del aceite. (7)Bomba hidráulica principal. (8)Cilindro hidráulico de la dirección. (9)Frenos de potencia.

**Enganches:** Son dispositivos que transmiten potencia a los implementos que hala el tractor. Los enganches se clasifican por la forma en que halan los implementos.

- **Enganche de un punto:** el implemento se une a la barra de tiro con un perno y una horquilla, el implemento es libre de pivotar, con la suficiente flexibilidad, tanto horizontalmente como verticalmente alrededor del punto de enganche.
- **Enganche de dos puntos:** se dice que es un implemento semimontado, en este se restringe el pivoteo horizontal y no así el vertical, alrededor del eje a través de los dos puntos de enganche.

- **Enganche de tres puntos:** estos son implementos montados, se restringe tanto el movimiento horizontal como el vertical. En estos se tiene un control de profundidad, el cual no se tienen en los dos anteriores.

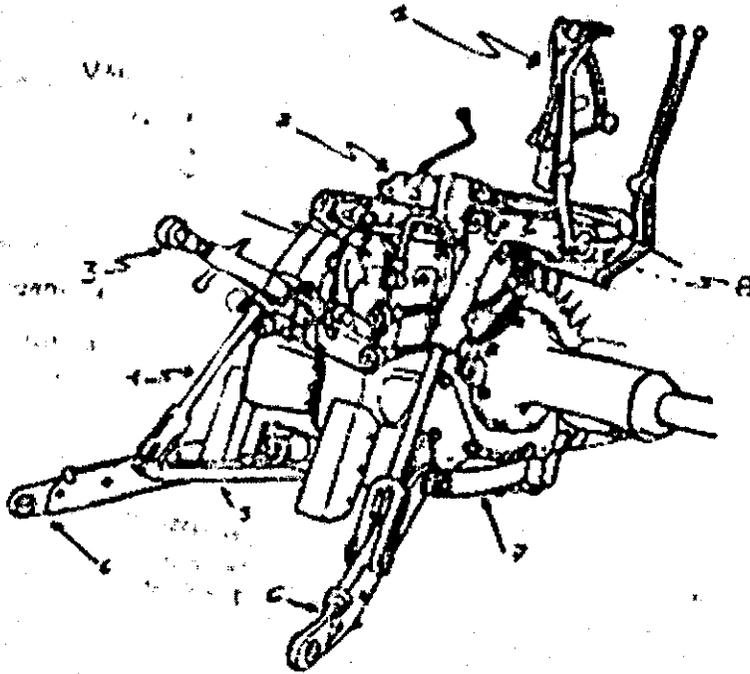
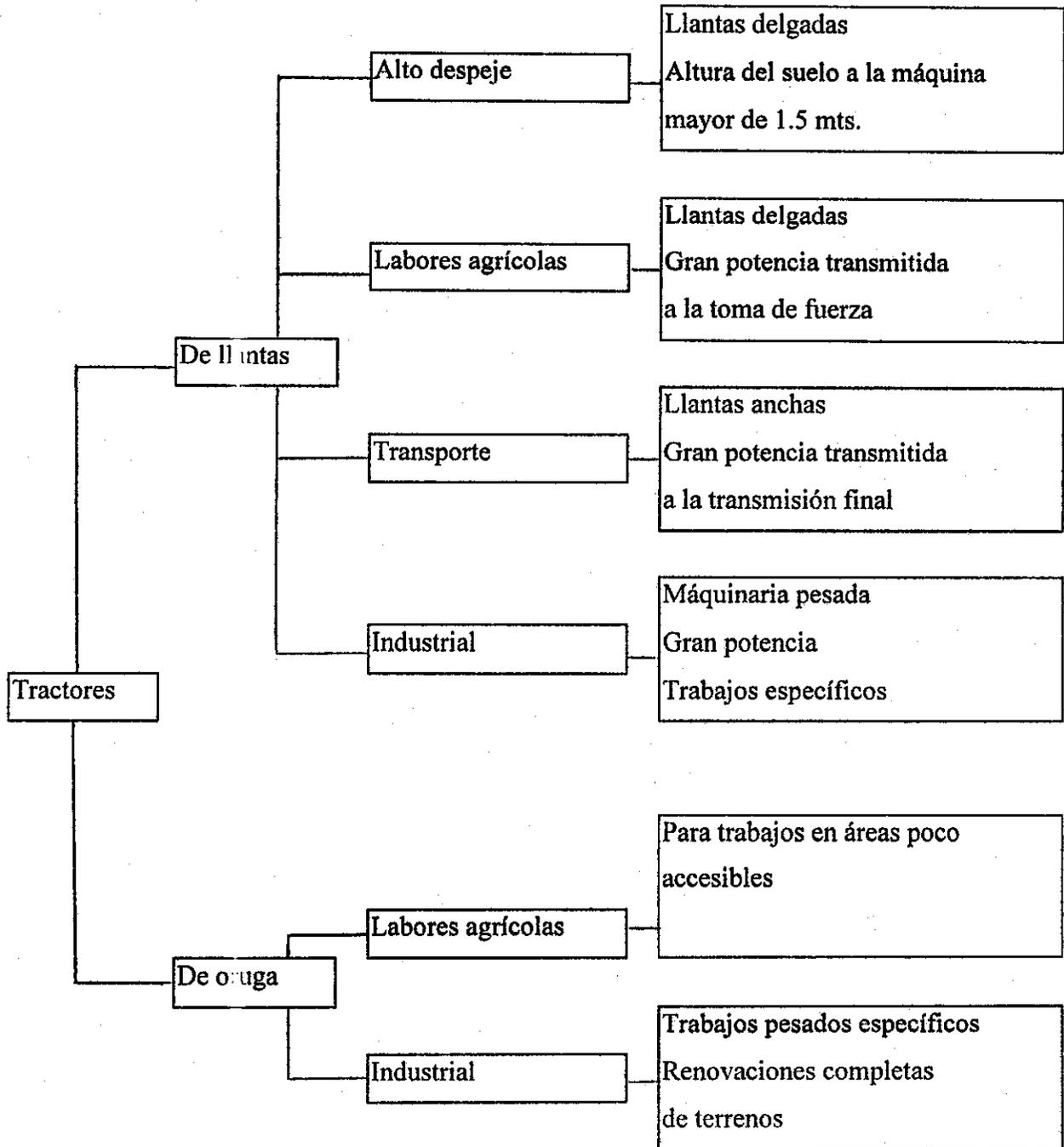


Figura 16. Enganche de tres puntos. (1) Articulación superior de dirección. (2) Válvula de control remoto. (3) Tercer punto de enganche. (4) Articulación de elevación. (5) Barra de tiro oscilante. (6) Brazos de tiro. (7) Articulación inferior de dirección. (8) Válvula de control.

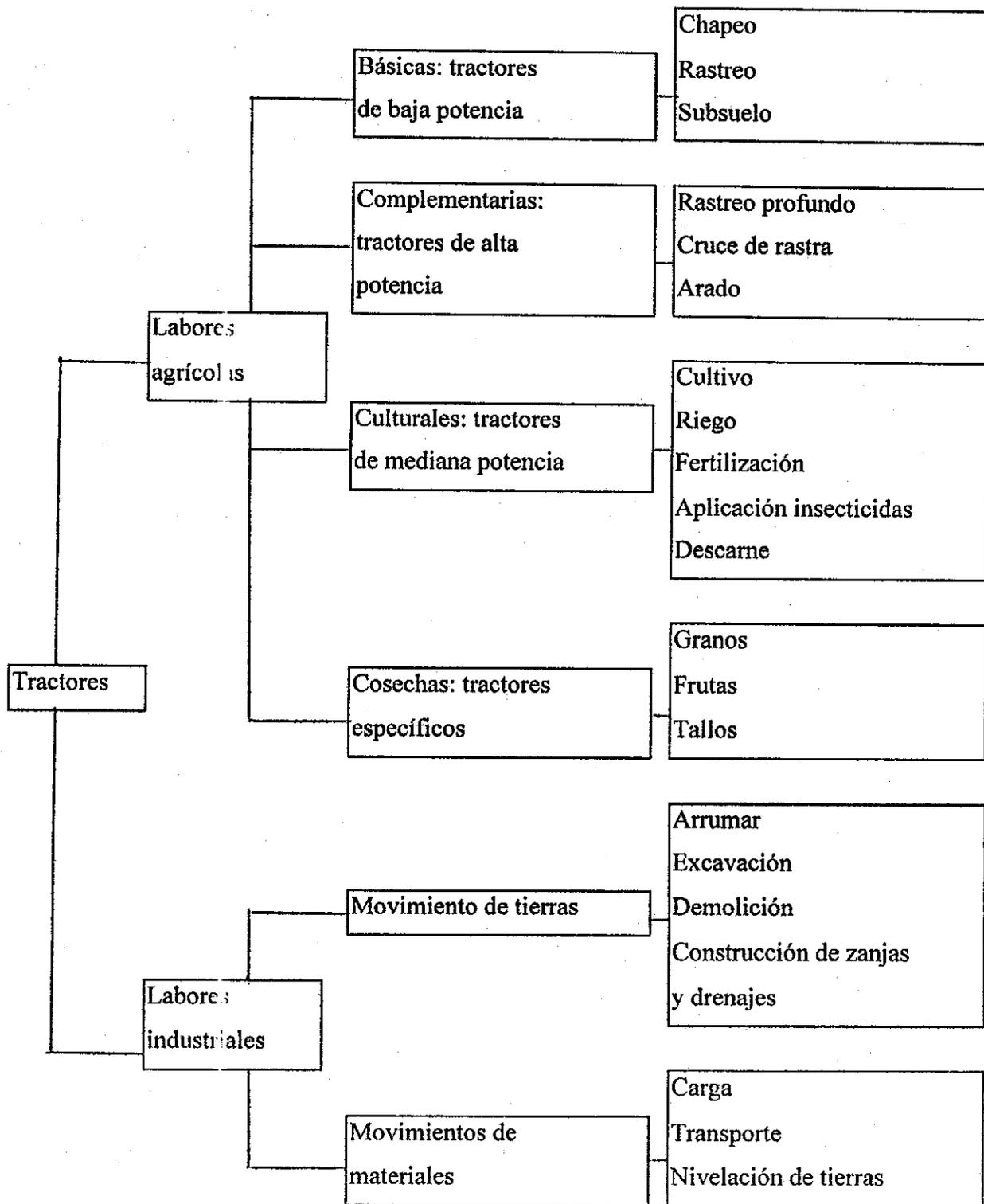
## **1.2. Clasificación de los tractores**

Los tractores se clasifican de acuerdo a sus características o en base al trabajo para el cual están diseñados; sin embargo, se pueden clasificar de acuerdo a el criterio que así se desee.

### 1.2.1. Clasificación de acuerdo a sus características



### 1.2.2. Clasificación de acuerdo a sus labores



## 2. LUBRICACIÓN

Un problema importante al que se han enfrentado los ingenieros a través de los años ha sido el de cómo evitar las pérdidas de energía útil debidas a la fricción. Se ha estimado que de toda la energía producida en el mundo, se pierde por fricción de una tercera parte a la mitad. La fricción puede definirse como la fuerza de oposición que se desarrolla cuando dos superficies se mueven una con respecto de la otra. La lubricación ha sido definida como el arte de reducir la fricción desarrollada entre dos superficies que se están moviendo una con respecto de la otra. Esto generalmente se hace colocando una sustancia entre las superficies en movimiento. Aunque el material que es llamado lubricante generalmente está en estado líquido, también se usan sólidos y gases como lubricantes.

### 2.1. Tipos, sistemas y métodos de lubricación

La lubricación es un procedimiento para reducir la fricción o rozamiento en los cojinetes y superficies deslizantes de las máquinas, disminuyendo así el desgaste, calentamiento y posibilidad de agarrotamiento de las piezas. Aunque la presencia de una capa de aceite elimina el rozamiento excesivo en el contacto metal contra metal, hay que tener en cuenta el rozamiento dentro de la capa de aceite. Por ello, el estudio de la lubricación se ocupa principalmente de los fenómenos relacionados con la película de aceite existente entre las partes móviles.

Las aplicaciones de lubricación son muy diversas tales como: en un soporte de un muñón, en el extremo de un eje que gira dentro de un buje, siendo el movimiento de tipo deslizando; en un cojinete antifricción el movimiento principal es de rodadura; los dientes de los engranajes encajan unos con otros en una combinación de efectos rodante y deslizando.

### 2.1.1. Tipos de lubricación

Los tipos de lubricación son las formas en que los lubricantes pueden mantener separadas las superficies que se encuentran en contacto.

- **Película fluida:** también llamada hidrodinámica, las superficies en movimiento que soportan la carga están separadas por una capa de lubricante relativamente gruesa que impide el contacto entre metal y metal, y la estabilidad obtenida se explica por mecánica de fluidos. No depende de la entrada del lubricante a presión, si es imprescindible la presencia del lubricante.

Las condiciones generales para establecer una lubricación por película fluida son las siguientes: un abastecimiento adecuado de lubricante líquido; un entre-hierro entre el eje y el cojinete; superficies convergentes que crean una cuña de aceite; una velocidad adecuada; una viscosidad adecuada del lubricante; una carga que no sea excesiva.

Cuanto mayor es la carga que actúa sobre una superficie tanto mayor será la tendencia del lubricante a escapar en lugar de pasar por una cuña de presión. Existe una relación entre la velocidad, la viscosidad y la carga. La alta velocidad y una viscosidad correcta facilita la formación de una película de fluido, mientras que las

cargas elevadas tienden a impedirla. Para las velocidades grandes y cargas livianas se precisa un lubricante de baja viscosidad; para las velocidades bajas y las cargas grandes se requiere de una viscosidad alta.

- **Película parcial:** este tipo de lubricación se da dependiendo de la viscosidad, de la velocidad y el área de aplicación. Al arrancar una chumacera la condición de fricción es demasiado alta y se da un contacto de metal con metal, por tanto se requiere que se mantenga la lubricación aunque no se este en movimiento.
- **Película límite:** cuando la reducción del roce entre dos superficies en contacto no es provocada por la viscosidad del lubricante, sino por su naturaleza química. Este tipo de lubricación se presenta en muchos cojinetes cuando se ponen en marcha. Cuando el cojinete está detenido, la carga estática expulsa todo el lubricante salvo por el que queda retenido por absorción sobre la superficie metálica, al momento de arrancar esta película constituye el único medio de lubricación hasta que se forma la cuña de aceite. En las partes animadas con movimiento de vaivén también suelen presentarse condiciones de lubricación límite. Los cambios constantes de velocidad y dirección son desfavorables para la formación de una cuña de aceite.
- **Película sólida:** cuando los cojinetes simples o deslizantes deben operar a temperaturas extremas, debe utilizarse un lubricante sólido, como el grafito o disulfuro de molibdeno, porque los aceites ordinarios de origen mineral no dan resultados satisfactorios.

### 2.1.2. Sistemas de lubricación

Los sistemas de lubricación se emplean en muchas clases de máquinas con altas velocidades, cuando el trabajo que se realiza es de precisión y cuando la inversión por la máquina haya sido elevada. Con los fluidos o aceites circulantes, se considera la existencia del rozamiento interno originado por la viscosidad y se tiene en cuenta la tolerancia o el margen adecuado por sus efectos.

- **Copillas de aceite:** consiste en una copa de metal adaptada al orificio de lubricación y usualmente equipada con una tapa de muelle para proteger el aceite. Cuando se alimenta con la alcuza, la copilla provee un recipiente para pequeñas cantidades de aceite. Como contiene mayor cantidad de aceite que el orificio del cojinete, requiere atención menos frecuente y, consecuentemente, representa un paso hacia la lubricación continua. Muy a menudo la copilla se suministra con una pieza de fieltro u otro material poroso que permite alimentar el aceite al cojinete más lentamente y provee, al mismo tiempo, una especie de filtro que impide la entrada de suciedad al cojinete.
- **Aceitera de goteo:** esta es simplemente una copilla de aceite agrandada y equipada con ciertos accesorios que la hacen más valiosa como lubricador que la simple copilla de aceite. El más importante entre estos accesorios es una válvula de aguja regulable, que permite un ajuste bastante preciso de flujo de alimentación de aceite. El depósito de aceite puede ser metal o cristal, si es de metal, debe haber un medio visible de cristal adaptado paralelo al recipiente, cuyo propósito es facilitar al operador observar el nivel del aceite de un vistazo.
- **Alimentación visible:** consiste simplemente en una mirilla de metal insertada en la pared del tubo de descarga, que permite al operador verificar el régimen de

alimentación y ajustarlo. La mayor parte de estos lubricadores están equipados también con una palanqueta que cuando se coloca en posición horizontal fuerza la válvula de aguja contra su asiento cortando el flujo de aceite. Con cualquiera de estos equipos las variaciones en la temperatura y el nivel del aceite cambiarán el régimen de alimentación. Cualquier suciedad, hilaza y otra materia extraña que penetre en el recipiente, puede tapar parcialmente el pequeño espacio en la válvula de aguja y reducir la cantidad de aceite a un punto no deseable.

- **Aceitera de botella:** es un recipiente o bulbo de cristal, atornillado a una tapa de cristal, la que a su vez está adaptada al extremo de un tubo que ajusta en el orificio de lubricación. Un huso de acero o latón ajustado holgadamente descansa ligeramente en el eje y se extiende hacia arriba verticalmente a través del tubo dentro de la botella. Según el eje rota, el huso vibra ligeramente permitiendo el paso del aire hacia arriba entre el huso y las paredes del tubo, desplazando una pequeña cantidad del aceite contenido en la botella, que fluye hacia abajo a lo largo del huso hasta el cojinete. El aceite fluye continuamente mientras el eje gira, deteniéndose tan pronto éste se detiene. La operación resulta así completamente automática y la aceitera sólo necesita atención a intervalos adecuados para rellenarla. Cualquier elevación en la temperatura del cojinete es transmitida al aceite de la botella, haciendo que el aire se expanda y suministre más aceite en el momento en que más se necesita.
- **Aceitadores de anillo:** este es un anillo torqueado, considerablemente mayor en diámetro que el eje y suspendido en él. Este sistema es el más simple y probablemente el más ampliamente usado para obtener lubricación automática continua. Un recipiente de aceite debajo del cojinete mantiene un suministro de aceite dentro del cual el anillo se sumerge continuamente, según gira con el eje, transportando el aceite a la parte superior del cojinete. Ranuras segmentadas en la tapa del cojinete raspan el aceite del anillo y frenan cualquier movimiento lateral del

mismo. Ranuras longitudinales que se extienden hacia ambos extremos del cojinete distribuyen el aceite en forma uniforme a través de su superficie. Un cojinete muy largo requerirá dos anillos espaciados equidistantes y las ranuras de ambos estarán conectadas por una ranura longitudinal de distribución. Los aceitadores de anillos son usados extensamente en maquinaria tales como motores, generadores, turbinas, ventiladores, bombas, etcétera.

### **2.1.3. Métodos de lubricación**

Existen muchos métodos positivos de aplicación de lubricantes para asegurarse que se están aplicando correctamente. Los sistemas de baño y de circulación se recomiendan que sean automáticos para obtener una lubricación continua.

La selección del método de aplicación del lubricante es tan importante como el lubricante mismo. La selección del dispositivo y la complejidad del sistema depende de muchos factores, que incluyen el tipo y cantidad de lubricantes, la confiabilidad y costo de los elementos de la máquina, los programas de mantenimiento, la accesibilidad de los puntos de lubricación, los costos de mano de obra y otras consideraciones económicas, así como las condiciones de operación.

- **Método de un solo paso:** en este método el aceite que se aplica para lubricar se utiliza una sola vez y luego se desecha. Este método es utilizado por los lubricadores mecánicos de alimentación forzada, el cual consiste de un recipiente equipado con uno o más pistones accionados por levas, cuyo movimiento se deriva de alguna parte móvil de la máquina. Los pistones, reciprocando en los cilindros, forzan el aceite desde el recipiente a través de las tuberías que conducen a los

distintos cojinetes o cilindros. Válvula de cheque de bolas se usan generalmente para controlar el paso del aceite dentro del propio equipo.

La cantidad de aceite entregado por cada pistón puede regularse ajustando el recorrido del pistón. El aceite puede distribuirse a distancias de cientos de pies, si se desea, por lo que un lubricador puede alimentar con éxitos diversas máquinas.

- **Método recirculado:** en este método el aceite lubricante que se aplica una vez, se vuelve a utilizar. **Circulación-gravedad:** consiste en un recipiente superior o tanque de almacenaje de aceite, desde el cual tuberías de alimentación conducen el aceite hasta los cojinetes situados debajo. Desde los cojinetes, el aceite cae en un recipiente inferior, desde el cual es recogido por algún tipo de bomba y enviado de regreso al tanque superior, para ser usado de nuevo. El lado de succión de la bomba está usualmente provisto de una malla para separar las suciedades, pelusas y partículas de carbón de aceite y puede instalarse también un filtro en el sistema para purificar el aceite aún más. Usualmente, se colocan conexiones visibles a las tuberías de aceite que conducen a cada cojinete, de modo que el operador puede apreciar fácilmente la alimentación y regularla apropiadamente. **Circulación a presión completa:** un depósito de aceite grande mantiene un amplio suministro de aceite que es extraído a través de coladores por una o más bombas y distribuidos a todos los cojinetes por medio de un sistema de tuberías. El aceite penetra al cojinete bajo presión y literalmente lo hace flotar en él. Un copioso suministro de aceite se encuentra disponible en todo momento tanto para enfriamiento como para lubricación, y los cojinetes equipados con este sistema funcionan, por lo tanto, muy fríos. Después de pasar por los cojinetes, el aceite cae de nuevo dentro del recipiente principal para su recirculación. Es común usar en conexión con este sistema, una válvula relevadora de presión o un derrame en el punto más alto del sistema, para limitar la presión de aceite. Cuando es necesario utilizar la alta presión de aceite en alguna parte del sistema y baja presión en otro, se utiliza una válvula de reducción,

para suministrar el aceite a baja presión desde el lado de alta presión del sistema. Este método permite mantener llenos los espacios de tolerancias en los cojinetes con el aceite y si el depósito se mantiene adecuadamente lleno y todo el sistema en condiciones de limpieza, hay muy pocas oportunidades de que se produzcan fallas en la lubricación.

## **2.2. Aceites lubricantes**

Aceite es el término genérico con el cual se designan varias sustancias de estructuras y propiedades distintas, que tienen en común algunas características, tales como hallarse en estado líquido a la temperatura ordinaria, ser untuosas, menos densas que el agua, e insolubles en ellas.

Aceite lubricante es un hidrocarburo líquido, oleoso, de grandes propiedades lubricantes, resiste sin descomponerse a temperaturas elevadas. Se emplea para la lubricación de maquinaria, motores, etcétera.

### **2.2.1. Clases de aceites**

Los aceites que más se manejan en nuestro medios son: los aceites minerales y los aceites sintéticos.

- **Aceite mineral:** es que se obtienen de la destilación primaria y secundaria. Para la elaboración del aceite mineral se aconsejan los crudos parafinicos y naftenicos para luego pasarlos a la torre de destilación. El aceite mineral es un aceite puro, es decir,

no tiene aditivos. Se usan en motores, locomotoras, cojinetes, sistemas hidráulicos, etcétera.

- **Aceite sintético:** esta clase de lubricantes tienen estrechamente reguladas su propiedades físicas, por ejemplo, punto de fluencia o derrame es de  $-53^{\circ}\text{C}$ , la volatilidad, la relación viscosidad/cambio de temperatura, y las propiedades límites de lubricación a temperaturas de  $230^{\circ}\text{C}$  a  $360^{\circ}\text{C}$ . Se utiliza en aplicaciones específicas en que no son satisfactorios los aceites a base de petróleo. Este aceite se obtiene del aceite mineral con la adición de siliconas y diésteres; y su aplicaciones más comunes se encuentran en turbinas de vapor, turbinas hidráulicas, y últimamente en vehículos aunque el costo es elevado.

### 2.2.2. Tipos de aceites

- **Parafínicos:** hidrocarburo que pertenece al grupo de compuestos alifáticos y son del tipo de cadena. Son los más estables de todos y resisten la reacción con la mayoría de los agentes químicos, excepto el cloro y el bromo. No son susceptibles a la oxidación a temperaturas bajas, aunque oxidan cuando su temperatura se eleva. La oxidación en los compuestos parafínicos, debido a sus características de ser saturados y en cadena, se efectúa solamente por sustitución, es decir, mediante el desalojo de hidrógeno para dar lugar a la combinación con el oxígeno.
- **Nafténicos:** los compuestos nafténicos, son saturados, de forma de cadena cerrada o anillo, son más susceptibles a la modificación de su estructura. Si se calienta a temperaturas elevadas, el anillo se rompe, dejando en libertad valencias de carbono, es decir, formando compuestos no saturados fácilmente oxidables. La serie de hidrocarburos nafténicos, saturados y en cadena cerrada, es también llamada

polimetilénica o ciclo parafínica. Contienen un alto porcentaje de asfalto. Tienden a ser menos estables a altas temperaturas que los parafínicos, por tanto, permanecen líquidos a temperaturas bajas.

### 2.2.3. Principales propiedades de los aceites lubricantes

Las principales propiedades que debe tener todo aceite lubricante son:

- **Viscosidad:** es la medida de la capacidad del lubricante para resistir la tensión cortante. Es la resistencia interna que se manifiesta cuando una porción o capa de un líquido se mueve en relación con otra porción.

Es un fenómeno molecular y el trabajo realizado por una fuerza  $F$ , se transforma en calor que eleva la temperatura del aceite y de las piezas que lo circundan.

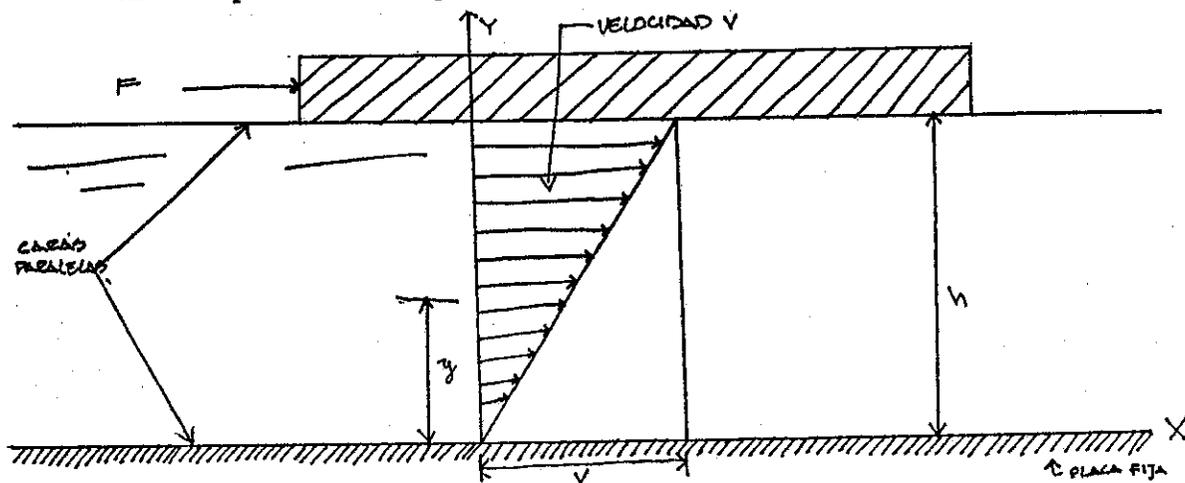


Figura 17. Placa en movimiento sobre una película de aceite

La placa de la figura 17, descansa sobre una película de aceite de espesor  $h$  y se mueve con velocidad  $V$  bajo la acción de la fuerza  $F$ . Cuando se mueve no desliza sobre la capa superior de la película, sino que el aceite se adhiere a la chapa y el movimiento está acompañado por deslizamiento o cortadura entre las partículas de aceite en la totalidad del espesor de la película. Si la chapa y la capa de aceite en contacto con ella se mueve con una velocidad  $V$ , la velocidad en puntos situados a alturas intermedias es directamente proporcional a la distancia a la placa fija o de fondo.

La tensión cortante en la película de aceite varía de forma directamente proporcional a la velocidad  $V$ , e inversamente proporcional al espesor de la película  $h$ , por lo tanto:

$$S_s = F/A = \mu V/h \quad (\text{ecuación 1})$$

el coeficiente de proporcionalidad  $\mu$  se llama coeficiente de viscosidad o simplemente viscosidad.

La unidad de medida en el sistema métrico se llama POISE. Sus dimensiones son Dina-segundo/centímetro cuadrado. Otra unidad utilizada con frecuencia es la viscosidad cinemática  $\gamma$ . La unidad de medida que le corresponde en el sistema métrico es el stoke, que se encuentra dividiendo la viscosidad en poises por  $\rho$ , densidad; siendo las dimensiones de  $\rho$ , dina-seg<sup>2</sup>, las dimensiones de  $\gamma$  son cm<sup>2</sup>/seg. Un centistoke es igual a 0.01 stoke.

Debido a la complejidad de las unidades, generalmente se utiliza la viscosidad expresada en segundos SAYBOLT UNIVERSAL SSU, a una temperatura dada. La viscosidad Saybolt es el tiempo en segundos necesarios para que 60 cm<sup>3</sup> del aceite pasen a través de un tubo capilar normalizado. La transformación en unidades absolutas puede realizarse con precisión suficiente para la mayor parte de los fines mediante la ecuación siguiente:

$$Z = pe_t (0.22Ssu - 180/Ssu) \quad (\text{ecuación 2})$$

Siendo:  $Z$  = la viscosidad en centipoises a una temperatura  $t$   
 $pe_t$  = peso específico del aceite a una temperatura  $t$

- **Índice de viscosidad:** el índice de viscosidad es un método muy empleado para fijar la velocidad con que cambia la viscosidad con la temperatura. Este método se ideó originalmente para ensayar muestras de aceites producidos a partir de tipos extremos de crudos. Se dio a las series de aceites con pequeño cambio de viscosidad con la temperatura un índice de viscosidad de 100 y a los que tenían grandes cambios de viscosidad al variar la temperatura, un índice de viscosidad nulo.

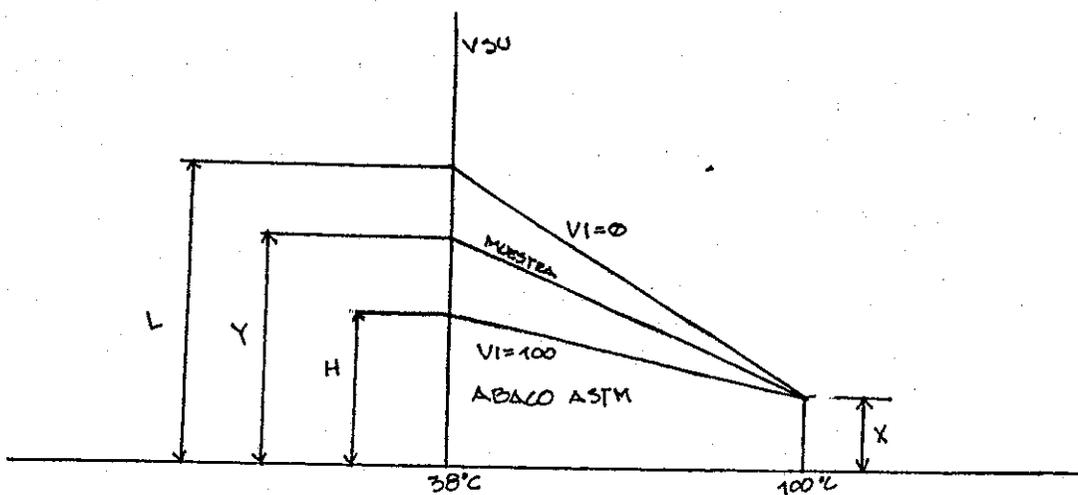


Figura 18. Determinación del índice de viscosidad

Para determinar el índice de viscosidad, VI, de un aceite dado, se determina primeramente su viscosidad Saybolt Universal a 100 °C y 38 °C que se representan en el ábaco ASTM como X e Y (figura 18). Entre los aceites con

índice de viscosidad 100 habrá alguno cuya viscosidad a 100 °C será X, lo mismo que para la muestra. Si H es la viscosidad Saybolt de este aceite a 38 °C tal como se ve en la figura. De tal manera, se representa por L la viscosidad a 38 °C del aceite de índice de viscosidad nulo que tiene a 100 °C la misma viscosidad que el de la muestra.

El índice de viscosidad se encuentra mediante la siguiente ecuación:

$$VI = \frac{L - Y}{L - X} * 100 \% \quad (\text{ecuación 3})$$

Por lo que, el índice de viscosidad indica la velocidad de cambio de viscosidad de un aceite en relación con aceites de susceptibilidades térmicas muy pequeñas y muy grandes. Debe observarse que el índice de viscosidad no indica nada respecto al valor de la viscosidad a una temperatura dada. Es posible encontrar valores de este índice por debajo de cero y superior a 100.

- **Punto de oscuridad:** los aceites de petróleo, cuando son enfriados se transforman en sólidos plásticos como resultado de una separación parcial de la parafina o de una congelación de los hidrocarburos que componen el aceite. Con algunos aceites, la separación de la parafina se hace visible a temperatura ligeramente superiores al punto de solidificación y cuando se alcanza dicha temperatura bajo condiciones prescritas, se le conoce como punto de oscuridad. Con aceites en los que la parafina no se separa antes de la solidificación, o en que la separación es invisible, no puede determinarse el punto de oscuridad.
- **Resistencia a la oxidación:** (deterioro químico del lubricante) esta propiedad determina la vida del inhibidor de oxidación de los aceites. Una muestra de aceite esta sujeto a una temperatura de 95°C en la presencia de agua, oxígeno y un

catalítico hierro-cobre. Los resultados son reportados como el tiempo en hora requerida para obtener un valor de neutralización de 2.0 mg KOH por gramo de muestra de aceite. Test ASTM D-943.

- **Prevención de corrosión:** para protección de las partes metálicas contra la corrosión. Es utilizado el test ASTM D-665 con el cual se determinan las características de prevención de corrosión del aceite en la presencia de agua destilada.

Otras propiedades son: protección contra el desgaste, detergencia (limpieza), dispersancia (mantiene la suciedad en suspensión), resistencia a la formación de espuma y resistencia a la emulsificación (separación de agua y aceite).

A fin de mejorar las propiedades de los lubricantes e impartirles nuevas propiedades a los aceites se les agrega otras sustancias llamadas aditivos.

Los aditivos comunes son:

- Mejoradores del índice de viscosidad (polímeros)
- Detergentes – dispersantes (magnesio y calcio)
- Anti-desgaste (zinc, fosfato de zinc o lubricación mixta)
- Extrema presión (cloro y fósforo)
- Inhibidores de la oxidación
- Inhibidores de la corrosión y herrumbre
- Agentes anti-espumantes
- Depresores del punto de fluidez
- Aditivos oleaginosos (para vapor)

### 2.3. Especificaciones de lubricantes

Las especificaciones de los lubricantes están dadas por las relaciones entre las asociaciones técnicas de la industria en el desarrollo de nuevas especificaciones de calidad para lubricantes. Éstas son:

- SAE, Asociación de ingenieros automotrices: es la que define las necesidades.
  - API, Instituto americano del petróleo: es la encargada de desarrollar el lenguaje destinado al consumidor.
  - ASTM, Sociedad americana de pruebas y materiales: define los métodos de prueba y objetivos de calidad.
- a. **Clasificación SAE de viscosidad:** designa los grados de viscosidad para aceites de motor en base a su viscosidad a 100°C y a sus propiedades en baja temperatura (W). Los aceites multigrado se han formulado para tener un alto índice de viscosidad, por lo que su viscosidad no cambia tanto con los cambios de temperatura en comparación con los aceites monogrados. Se identifican por dos designaciones SAE, por ejemplo 15W40. Esto nos indica que a bajas temperaturas (-15 °C y -20 °C) el aceite tiene una viscosidad SAE 15W y a 100 °C una viscosidad SAE 40.

Las ventajas de un aceite multigrado sobre uno monogrado son, menor consumo de aceite (hasta un 50% menos), economía de combustible (hasta un 7%), menor desgaste del motor durante el arranque en frío lo cual puede duplicar la vida útil del motor, mayor viscosidad a altas temperaturas (como las que se presentan en la zona de anillos) lo cual brinda mayor protección contra el desgaste, versatilidad puede ser usado en un amplio rango de temperaturas (un SAE 15W40 puede reemplazar a un 15W, 20W, 30 y 40).

En altas temperaturas (durante la operación) el aceite multigrado será más grueso, lo que significa: mejor lubricación, menor consumo de aceite, menor desgaste en la zona de anillos y operación más eficiente. A bajas temperaturas (durante el arranque) el aceite multigrado será más delgado, lo que significa: una pronta lubricación durante el arranque, menos desgaste en los cojinetes, menor esfuerzo para bombear el aceite y mayor economía de combustible.

- b. **Sistema de clasificación de calidades API:** el sistema de clasificación API, está diseñado para describir la habilidad de un aceite para desempeñarse satisfactoriamente en los diferentes grados de operación de un motor. Las categorías de servicio API se dividen en dos series: La letra S denota a los aceites para motores encendidos por chispa, la letra C denota a los aceites para motores encendidos por compresión.

Servicio API	Descripción del aceite	Servicio API	Descripción del aceite
SA	Aceite mineral puro (sin aditivos)	CA	Servicio liviano, cumple con MIL-L2104A.
SB	Antioxidante, antirrayaduras.	CB	Servicio moderado; cumple con MIL-L2104A Sup. I.
SC	Protección contra depósitos de alta y baja temperatura, desgaste, herrumbre y corrosión; cubre garantías de modelos 1967 y anteriores.	CC	Servicio moderado a severo; cumple con especificación obsoleta MIL-L-2104B.
SD	Protección mejorada sobre aceites SC, cubre garantías de 1971 y anteriores.	CD	Servicio severo, alta protección contra depósitos de alta y baja temperatura, desgaste, herrumbre y corrosión; cumple MIL-L-2104C y D.
SE	Protección mejorada sobre aceites SD; cubre garantías de 1980 y anteriores.	CD-II	Cumple con CD y la prueba 6V53 T para motores Detroit Diesel de 2 tiempos.
SF	Mejores propiedades antidesgaste y antioxidantes; cubre garantías de 1988 y anteriores.	CE	Servicio severo, alta protección contra depósitos de alta y baja temperatura, desgaste, herrumbre y corrosión; cumple con MIL-L2104E, Mack T-6 y T-7 (EO-K/2 y Cummins NTC-400)
SG	Mejor control de lodos; cubre garantías de 1989 y posteriores.	CF-4	Servicio más severo; diseñado para motores recientes de mayor control de emisiones, de alta velocidad y 4 tiempos; menos consumo de aceite y menos depósitos en pistón que CE.
SH	Control de calidad más riguroso y estricto que SG.		

Tabla 1. Sistema de clasificación API

## 2.4. Grasas

Se obtienen mezclando un lubricante base con un jabón químico. La grasa es un aceite mineral que ha sido espesado o engrosado componiéndolo con jabón. Se mezcla una grasa de álcali, metal, calcio ordinario, sodio, litio, bario, aluminio o plomo, con una grasa para formar la provisión de jabón. Esta última grasa puede ser de origen animal o vegetal. La grasa de calcio es resistente al agua pero no resiste temperaturas altas; la grasa de sodio resiste a la temperatura alta pero tiene poca resistencia al agua.

### 2.4.1. Propiedades

Las principales propiedades para uso industrial son las siguientes:

- **Punto de goteo:** es la temperatura a la que cambia de un estado semi-sólido al líquido, cuando se hace la determinación de acuerdo con lo prescrito en ASTM. Las grasas de jabón de calcio o de cal tienen puntos de fusión inferiores a  $93^{\circ}\text{C}$ ; para puntos de goteo de  $150^{\circ}\text{C}$  o más se usan grasas de jabón de sodio y para  $200^{\circ}\text{C}$  o más, grasas de Litio.
- **Consistencia:** es el grado de penetración que se alcanza en las pruebas. Estas son: cuando la grasa sale de la fábrica (penetración no trabajada) y cuando la grasa se somete a uso y luego se aplica el penetrómetro (penetración trabajada).

La consistencia de las grasas lubricantes sin utilizar es afectada por el contenido de jabón, la clase de grasa usada, el método de fabricación, el contenido final de

agua, la velocidad de enfriamiento y el constituyente metálico del jabón. No se puede regular la consistencia de una grasa dentro de límites estrechos. Aunque muchos ensayos están basados en la consistencia sin usar, esta propiedad no guarda ninguna relación definida con los valores es que obtendrán con las ya usadas.

Apariencia	No. NLGI	Penetración trabajada ASTM
Suave	000	445-475 nm
Más resistente	00	440-430
Semi-fluida	0	355-385
Blanda	1	310-340
Media	2	265-295
Medio dura	3	220-250
Dura	4	175-205
Muy dura	5	130-160
De tipo bloque	6	85-115

Tabla II. Grados de consistencia. Las grasas que caen dentro de ciertas lecturas de consistencia se clasifican, de acuerdo con número del National Lubricating Grease Institute, NLGI.

### **3. BASES TÉCNICAS PARA LA OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TRACTORES AGRÍCOLAS DEL INGENIO GUADALUPE, S.A.**

La correcta operación de un tractor incide directamente en la producción y vida del mismo, por lo que es necesario que el operador tenga la experiencia y los conocimientos necesarios. El personal de mantenimiento tiene que estar consciente de efectuar su labor en el periodo estipulado y reportar cualquier defecto que encuentre.

#### **3.1. ¿Cómo manejar eficientemente el tractor agrícola?**

Antes de poner en marcha un tractor se debe revisar que sus diferentes componentes estén en condiciones de ponerlo en marcha y para eso aplicar un término que se usa en aviación: 360 grados, esto significa que el piloto revisa cuidadosamente las partes más importantes dando la vuelta alrededor del avión. Usted efectuara la revisión 360 grados pero en un TRACTOR; los pilotos dicen: más vale perder cinco minutos en tierra que perder la vida en el aire; usted dirá: más vale perder cinco minutos en el taller que todo el día en el campo.

Empezar la revisión del tractor parado frente a él, iniciando por el lado izquierdo, con el siguiente orden:

- Revisar el nivel de agua del radiador: se quita el tapón y se verifica que el agua este a la altura de la placa que se encuentra dentro del cuello del deposito de agua del radiador (no se tiene que pasar del nivel).
- Combustible: quitar el tapón y verificar visualmente el nivel.
- Nivel de aceite del motor: sacar la varilla, secarla con un trapo o wipe limpio, introducirla, sacarla de nuevo y ver el nivel de aceite, este debe estar en posición FULL.
- Alternador: revisar que las conexiones no estén dañadas, verificar tensión y estado de las fajas del ventilador.
- Motor de arranque: verificar las conexiones eléctricas y su estado.
- Filtro primario de diesel: verificar su estado, visualmente, drenarlo. Si está equipado con purificador de diesel, drenarlo y revisar también conexión eléctrica.
- Frenos: verificar que los pedales no estén obstruidos y si funciona el pasador para que los dos frenos actúen al mismo tiempo.
- Rueda delantera izquierda: verificar presión y su estado, apretar pernos de la misma, verificar si tiene tapón del muñón, verificar si hay pérdida de grasa.
- Rueda trasera izquierda: verificar estado de la llanta, si no tiene cortaduras, presión de la misma, revisar los pernos que sujetan el arco, la masa y cremallera, si usa.
- Enganche de tres puntos: revisar que los brazos estén en buen estado, que las manivelas de ajuste trabajen libremente, que no exista fuga de aceite en la barra de torsión donde se sujetan los brazos laterales del enganche de tres puntos.
- Eje toma de fuerza: verificar que no tenga daño la estrilla y que gire libremente, revisar que no exista fuga de aceite y que tenga su tapón.
- Rueda trasera derecha: verificar estado de la llanta, si no tiene cortaduras, presión de la misma, revisar los pernos que sujetan el arco, la masa y cremallera, si usa.
- Nivel de la transmisión: con los brazos del enganche de tres puntos hacia abajo revisar el nivel de la varilla.
- Revisar juego libre del pedal de embrague.

- Verificar que el prelimpiador del filtro de aire este limpio.
- Revisar rejilla de ventilación lateral, que estén en buen estado y limpia.
- Revisar rueda delantera derecha, verificar presión y su estado apretar los pernos, verificar si tiene el tapón de cojinete.
- Revisar varillas de dirección.
- Revisar luces.

### **3.1.1. Operación del motor**

Las manecillas del indicador de combustible, del indicador de temperatura del agua del motor y del indicador de presión de aceite del motor, deberán estar aproximadamente en la misma posición en que estaban cuando el interruptor de llave fue girado a su posición de apagada (OFF).

- (1) Comprobar que la transmisión esté en la posición de estacionamiento (PARK), el embrague de la TDF desconectado, la palanca de control del eje oscilante en la posición descendida, y las palancas operadoras de los cilindros remotos en neutral. Oprima el pedal de embrague o el pedal de marcha lenta. Antes de que el arranque pueda operar, la palanca de cambios de la transmisión sincronizada o el selector de velocidades de la transmisión de Servo-Cambio, deberá estar en la posición de estacionamiento (PARK) o en neutral. El selector de velocidades de la transmisión de cuatro estaciones "Quad-Range" deberá estar en neutral.
- (2) Verificar que la perilla de paro del motor esté empujada completamente hacia adentro. Mueva el acelerador de mano totalmente hacia atrás a la posición de baja velocidad en vacío. (Esto coloca a la bomba inyectora para sincronización retardada

y combustible para la puesta en marcha). Luego, mueva el acelerador aproximadamente 1/3 de su recorrido hacia delante (posición de 1200 rpm).

- (3) Girar el interruptor de llave hacia la derecha (como el reloj) a la primera posición. La manecilla del voltímetro deberá subir hasta la banda verde indicando las condiciones de los acumuladores. Si no ocurre así, es señal de que el voltaje de los acumuladores es bajo y posiblemente se tengan dificultades para la puesta en marcha del motor. Si el tractor tiene un embrague PERMA, la luz indicadora del aceite de la transmisión deberá encenderse. Si no se enciende, apague el interruptor de llave y determine la causa. **PRECAUCIÓN: Antes de poner en marcha el motor del tractor, compruebe que haya suficiente ventilación. Nunca opere el tractor en un lugar cerrado.**
  
- (4) Girar el interruptor de llave completamente hacia la derecha para poner en marcha el motor. Cuando el interruptor de llave está en la posición de puesta en marcha, la luz indicadora del filtro de aire deberá estar encendida. Si el tractor tiene transmisión de Servo-Cambio, la luz indicadora del aceite de la transmisión también deberá estar encendida. Si cualquiera de las luces no enciende, girar el interruptor de llave a su posición apagada y determinar la causa. No operar el arranque por más de 30 segundos en cada vez, ya que esto podría causar el sobrecalentamiento del arranque. Si el motor no se pone en marcha en la primera vez, se debe hacer una pausa de un minuto o dos antes de intentar nuevamente. Si el interruptor de llave es soltado antes de que el motor se ponga en marcha, se debe esperar hasta que el arranque y el motor dejen de girar antes de intentar nuevamente, para evitar posibles daños. Al volver a poner en marcha el motor después de que se haya apagado, o que se haya puesto en marcha y luego se haya parado, el siguiente ciclo de arranque y paro eliminarán la bocanada de humo negro del escape: (a) mover el acelerador de mano a la posición de 1200 rpm (aproximadamente una tercera parte de su recorrido hacia

delante); (b) tirar de la perilla de paro del motor completamente hacia fuera y luego empujar la misma regresándola hacia adentro.

- (5) Una vez que el motor haya empezado a funcionar, soltar el interruptor de llave. La manecilla del indicador de presión de aceite del motor, deberá elevarse arriba de la zona de advertencia para indicar una presión satisfactoria del aceite. Las luces indicadoras deberán apagarse. La manecilla del voltímetro deberá elevarse dentro de la banda verde indicando que está cargando. Si una luz indicadora o un instrumento muestran indicaciones de alguna dificultad, parar el motor y determinar la causa.
- (6) Después de la puesta en marcha, operar el motor a 1000 rpm aproximadamente. No acelere o aplique una carga hasta que la manecilla del indicador de presión de aceite del motor esté aproximadamente en posición recta hacia arriba. En tiempo frío o después de que el motor ha estado sin funcionar durante varias semanas, mantener funcionando durante varios minutos en velocidades debajo de 1000 rpm, para asegurar la lubricación del turboalimentador antes de acelerar o aplicar una carga.

En caso de que el motor se llegue a parar estando operando bajo carga, debe ser puesto en marcha inmediatamente para evitar el sobrecalentamiento de las piezas del turboalimentador, que se origina al cesar el flujo de aceite para el enfriamiento y lubricación del motor.

Al poner en marcha el motor después de que el tractor haya estado inactivo por un extenso período de tiempo, halar hacia fuera la perilla de paro del motor y hacer girar el motor con el arranque hasta que la manecilla del indicador de presión del aceite se eleve fuera de la zona roja. Luego, empujar la perilla de paro hacia adentro, de manera que el

motor pueda ser puesto en marcha. No se opere el arranque por más de 30 segundos cada vez.

### **3.1.2. Período de calentamiento del tractor**

Tener siempre cuidado de que el motor sea calentado correctamente antes de operar el tractor bajo carga total.

Un buen procedimiento para hacer esto consiste primero en hacer funcionar el motor en vacío a 1500 rpm durante 5 minutos, y luego operarlo a 1900 rpm aproximadamente durante otros 5 minutos.

Es aconsejable operar el tractor durante los primeros 30 minutos de trabajo, usando un engranaje de velocidad más potente del que normalmente requeriría la carga. Esto da oportunidad a que el aceite circule libremente en el motor, evitando un desgaste excesivo en el motor o en las piezas de la transmisión.

### **3.1.3. Funcionamiento en vacío del motor**

Evitar el funcionamiento en vacío innecesario del motor. El funcionamiento en vacío prolongado puede hacer que el agua del motor baje de su temperatura normal de operación. Esto a su vez origina la dilución del aceite, causada por la combustión incompleta del combustible, permitiendo la formación de depósitos pegajosos en las

incompleta del combustible, permitiendo la formación de depósitos pegajosos en las válvulas, pistones y anillos de los pistones. Origina también la acumulación rápida de cieno en el motor y de combustible sin quemar en el sistema de escape. Cuando el tractor va a permanecer inactivo por un considerable período de tiempo, pare el motor.

#### **3.1.4. Velocidades del motor**

El motor del tractor está diseñado para operar a velocidades de 1500 hasta 2200 rpm. El motor puede hacerse funcionar a cualquier velocidad dentro de esta escala para mejor adaptación a las diversas condiciones de operación, Operar el motor a 2200 rpm para obtener la velocidad adecuada para la toma de fuerza. La baja velocidad en vacío normal es de aproximadamente 800 rpm.

La velocidad del motor de 2200 rpm es la velocidad para operación bajo carga total. En operación con cargas livianas o sin carga, la velocidad puede elevarse hasta 2400 rpm aproximadamente. Se usa la palanca del acelerador para seleccionar la baja velocidad en vacío o cualquiera de las velocidades variables gobernadas entre 1500 y 2200 rpm del motor: Mover el acelerador hacia atrás para obtener la baja velocidad en vacío de 800 rpm; empujar el acelerador completamente hacia adelante para obtener la posición de velocidad de carga de 2200 rpm.

### **3.1.5. Controles de paro del motor**

Colocar la palanca de cambios de velocidades o el selector de velocidades en la posición de estacionamiento (PARK) y mantener funcionando el motor en vacío de 3 a 5 minutos, para lograr el enfriamiento del motor y del turboalimentador.

La lubricación y enfriamiento del turboalimentador y de algunas otras piezas del motor, es proporcionada por el aceite lubricante del motor. Por lo tanto, parar repentinamente un motor caliente puede ser causa del sobrecalentamiento del mismo originando posibles daños.

Después de dejar funcionando el motor en vacío a 800 rpm durante varios minutos, halar totalmente hacia fuera la perilla de paro del motor (la perilla de paro está en el lado izquierdo del tablero en los tractores de modelo anterior a 1,990). Después de que el motor haya dejado de funcionar, empujar la perilla de paro hacia adentro y girar el interruptor de llave a su posición apagada (OFF). Para facilitar la puesta en marcha durante tiempo frío, mover el acelerador una tercera parte de su recorrido hacia delante después de empujar hacia adentro la perilla de paro.

Después de parar el motor, retire la llave del interruptor para así evitar el uso del tractor por personas no autorizadas. Al quitar la llave, también se evita la posibilidad de dejar el interruptor en la posición encendida (ON) o en la de los accesorios, lo que causaría la descarga de los acumuladores.

Antes de desmontar del tractor, se debe comprobar que todo el equipo esté descendido al suelo, que el interruptor de las luces y los de los accesorios estén apagados y la transmisión en la posición de estacionamiento (PARK).

### **3.1.6. Velocidades de avance**

Un tractor con transmisión sincronizada, tiene 8 velocidades hacia delante y 2 velocidades de reversa. Los tractores equipados con una transmisión Reductora de Velocidad, tienen 13 velocidades hacia adelante y 4 de reversa. Con una transmisión de cuatro estaciones Quad-Range, se dispone de 16 velocidades hacia delante y 6 de reversa. Una transmisión de Servo-Cambio, tiene 8 velocidades hacia delante y 4 de reversa. El engranaje de velocidad seleccionado y la posición del acelerador, permiten al operador balancear la velocidad y la fuerza para un máximo de economía, al mismo tiempo que le proporcionan la flexibilidad necesaria para la mejor adaptación a las diversas condiciones de operación.

### **3.1.7. Transmisión de servo-cambio**

- **Cambios de las velocidades:** los cambios en la transmisión de servo-cambio pueden ser hechos sobre la marcha o cuando el tractor está parado, moviendo el selector de velocidades a la velocidad deseada. No es necesario usar el pedal de marcha lenta en el arranque o en los cambios.

Para mover el tractor hacia delante, colocar el selector de velocidades de neutro a la velocidad deseada en el lado derecho o delantero del cuadrante. Los cambios progresivos (una velocidad a la vez) asegurarán cambios de velocidad más suaves.

Para hacer avanzar al tractor en reversa, mover el selector de velocidades progresivamente hacia atrás (una velocidad a la vez) hasta neutro. Luego, mover la

palanca a la primera velocidad en el lado izquierda o de reversa del cuadrante. Un riel para la mano detrás del selector de velocidades, facilita los cambios cuando se trabaja sobre terreno irregular.

Utilizar el pedal de marcha lenta cuando se hagan paradas de emergencia, se enganche un implemento, o se requiera un engranamiento lento del embrague. Reducir la velocidad del motor antes de hacer cambios repentinos extremos de velocidad.

- **Operación:** cuando se opere un tractor con la transmisión de Servo Cambio, revisar la luz indicadora del aceite de la transmisión. Cuando hay sobrecalentamiento del aceite de la transmisión, la luz se encenderá durante un minuto en forma continua y luego en forma intermitente.

En caso de que se encienda la luz indicadora del aceite de la transmisión, parar el tractor y limpiar toda la basura de las rejillas y del núcleo del enfriador de aceite de la transmisión y sistema hidráulico. Revisar también el nivel de aceite de la transmisión y sistema hidráulico. Si fuere necesario, llenar el sistema hasta el nivel apropiado. Un filtro obstruido puede causar también sobrecalentamiento. Si esto no corrige la dificultad, reportarlo inmediatamente al taller. No operar el tractor con la luz indicadora encendida.

**IMPORTANTE:** Nunca intentar poner en marcha un tractor de Servo-Cambio empujándolo o remolcándolo.

### 3.1.8. Transmisión sincronizada

- **Cambios entre estaciones:** el cuadrante de cambios tiene cuatro estaciones. Las estaciones No. 1 (circulo) y No.2 (diamante) tienen dos velocidades hacia delante y una velocidad de reversa. Las estaciones No.3 (cuadro) y No.4 (triángulo) tienen dos velocidades hacia delante solamente.

Con el tractor parado y el pedal del embrague oprimido, mover la palanca de cambios a una posición neutral en el lado izquierdo del cuadrante. Luego, colocar la palanca de cambios a la estación que tenga la velocidad deseada. Mover la palanca hacia la derecha y dentro de la velocidad deseada. Gradualmente, soltar el pedal del embrague para tomar la carga lentamente.

- **Cambios dentro de las estaciones:** con el pedal del embrague oprimido, la transmisión puede ser cambiada de una velocidad hacia delante a la otra velocidad hacia delante dentro de la misma estación, estando el tractor en movimiento. Por ejemplo, se pueden hacer cambios entre la 1ª Y 3ª, 2ª Y 5ª, 4ª Y 7ª, y 6ª y 8ª, sin parar el tractor.

Cuando se vaya a hacer un cambio de una velocidad hacia delante a una velocidad de reversa, parar el tractor antes de hacer el cambio para evitar posibles daños. Soltar gradualmente el pedal del embrague para que este se conecte.

- **Operación:** NOTA: Para evitar daños o desgaste innecesarios del embrague, nunca se debe mantener el pie descansando constantemente sobre el pedal. La luz indicadora del aceite de la transmisión se encenderá cuando la presión del aceite de la transmisión sea baja.

Si se enciende la luz indicadora del aceite de la transmisión, parar el tractor y revisar que este correcto el nivel del aceite de la transmisión y sistema hidráulico. Si el nivel está correcto, cambie el elemento del filtro de aceite de la transmisión y sistema hidráulico. A velocidades del motor arriba de 1500 rpm, la luz indicadora del aceite de la transmisión no deberá estar encendida. Sin embargo, debajo de 1500 rpm, la luz puede parpadear brevemente al ser soltado el pedal del embrague. El lapso de tiempo que la luz permanezca encendida, es una indicación de las condiciones del filtro o del nivel de aceite de la transmisión. Si la luz permanece encendida por más de 3 segundos, con el tractor a su temperatura de operación y la transmisión con el nivel apropiado de aceite, cambiar el filtro en la primera oportunidad que se cargue combustible.

Si el tractor está equipado con un interruptor opcional de temperatura del aceite de la transmisión, la luz indicará también temperatura alta del aceite de la transmisión por obstrucción en las rejillas laterales o en el núcleo del enfriador de aceite.

NOTA: En tiempo frío, cuando se hagan los primeros cambios de velocidades después de haber puesto en marcha un motor frío, retener el pedal del embrague oprimido de 10 a 15 segundos con una velocidad del motor de 1500 rpm o más, antes de hacer los cambios. Luego, mover la palanca selectora de estaciones a la estación deseada, después de hacer el cambio a una estación, mantener una presión firme hacia delante o hacia atrás en el selector de velocidades hasta que la palanca se mueva hacia adentro en la velocidad deseada. No aplicar demasiada fuerza sobre la palanca de cambios.

### 3.1.9. Transmisión de cuatro estaciones quad-range

- **Cambio con la palanca selectora de estaciones:** el cuadrante tiene cuatro estaciones de cambios. Las estaciones A,B y C tienen cuatro velocidades hacia delante y dos velocidades de reversa. La estación D tiene cuatro velocidades hacia delante solamente.

Usando la tabla para la palanca selectora, seleccionar una estación que tenga velocidades que permitan que la mayoría de los cambios con la palanca selectora puedan usar los cambios hidráulicos sobre la marcha disponibles entre 1 y 2 o entre 3 y 4.

- **Cambios con la palanca selectora de velocidades:** moviendo la palanca selectora de velocidades lateralmente, se efectúan los cambios de la transmisión planetaria de cambios hidráulicos de dos velocidades entre 1 y 2, 3 y 4, o 1R y 2R. La palanca selectora de velocidades puede ser movida lateralmente sin usar el pedal del embrague, para hacer cambios sobre la marcha o cuando el tractor está parado.

Moviendo la palanca hacia delante o hacia atrás de su posición neutral (N), se efectúan los cambios de la transmisión sincronizada de ocho velocidades. Moviendo la palanca hacia atrás se obtiene el engranamiento de la estación de velocidades hacia delante 1-2 o la estación de velocidades de reversa 1R-2R. Moviendo la palanca hacia delante, se obtiene la estación de velocidades hacia delante 3-4. Con el pedal del embrague oprimido, el selector de velocidades puede ser movido hacia delante o hacia atrás dentro de una estación de velocidades hacia delante, estando el tractor en movimiento.

Cuando vaya a ser movida la palanca selectora de velocidades de una velocidad hacia delante a una velocidad de reversa, parar el tractor antes de hacer el cambio a la estación 1R-2R, soltar gradualmente el pedal del embrague para conectar este último.

- **Operación:** NOTA: Para evitar daños o desgaste innecesario del embrague, nunca se debe mantener el pie descansando constantemente sobre el pedal de este.

Cuando se opere un tractor con la transmisión de cuatro estaciones Quad-Range, observar la luz indicadora del aceite de transmisión para comprobar la operación satisfactoria de la misma.

Si se enciende la luz indicadora del aceite de la transmisión y sistema hidráulico, parar el tractor y revisar que este correcto el nivel del aceite de la transmisión y sistema hidráulico. Si el nivel está correcto, cambiar el elemento del filtro de aceite de la transmisión y sistema hidráulico. A velocidades del motor arriba de 1500 rpm, la luz indicadora del aceite de la transmisión no deberá encenderse, sin embargo, a velocidades del motor abajo de 1500 rpm, la luz indicadora puede parpadear brevemente al ser soltado el pedal del embrague o cuando se haga un cambio hidráulico con el selector de velocidades. El lapso de tiempo que la luz permanezca encendida, es una indicación de las condiciones del filtro o del nivel de aceite de la transmisión. Si la luz permanece encendida por más de 3 segundos con el tractor a su temperatura de operación, a velocidades inferiores a 1500 rpm, y con el nivel de aceite apropiado en la transmisión, cambiar el filtro en la primera oportunidad que se cargue combustible. Limpiar el enfriador de aceite y las mallas de las rejillas laterales si tienen alguna obstrucción.

NOTA: En tiempo frío, cuando se hagan los primeros cambios de velocidades después de haber puesto en marcha un motor frío, retener el pedal del embrague

oprimido de 10 a 15 segundos con una velocidad del motor de 1500 rpm o más, antes de hacer los cambios, luego, mover la palanca selectora de estaciones a la estación deseada. Después de hacer el cambio a una estación, mantener una presión firme hacia delante o hacia atrás en el selector de velocidades hasta que la palanca se mueva hacia adentro en la velocidad deseada. No aplicar demasiada fuerza sobre la palanca de cambios.

### **3.1.10. Estacionamiento del tractor**

Importante: Se debe tener cuidado de que el tractor esté completamente parado antes de colocar la transmisión en la posición de estacionamiento (PARK).

- **Tractores de servo-cambio:** mover el selector de velocidades hacia atrás y hacia la izquierda, a la posición de estacionamiento (PARK). Al hacer el cambio de estacionamiento a neutro, generalmente se elimina la acción aseguradora de estacionamiento. Si el tractor está estacionado en un terreno inclinado, puede hacerse necesario mover el selector de velocidades a la primera velocidad hacia delante o de reversa para mover el tractor hacia arriba del terreno.
- **Tractores con transmisión sincronizada:** colocar la palanca de cambios a una posición neutral en el lado izquierdo del cuadrante. Luego, empujar la palanca completamente hacia delante a la posición de estacionamiento (PARK).

Para hacer el cambio fuera de la posición de estacionamiento cuando el tractor no está en un terreno inclinado, simplemente colocar la palanca de cambios hacia atrás a la estación deseada. Si el tractor está sobre un terreno inclinado, puede requerirse hacer lo siguiente para eliminar la carga sobre el seguro de estacionamiento de la

transmisión: oprimir el pedal del embrague y mover la palanca de cambios hacia atrás, contra la presión de resorte, dentro de la estación de cambios No. 1; luego, cambiar a una velocidad hacia delante o de reversa, que mueva al tractor en dirección hacia arriba de la inclinación del terreno. En forma muy lenta soltar el embrague y la transmisión saldrá de su posición de estacionamiento.

- **Tractores con transmisión reductora de velocidad:** colocar la palanca de la transmisión Reductora de Velocidad a la posición de mando directo (1:1) y mover la palanca de cambios a la posición de estacionamiento (PARK). Luego, seguir las instrucciones proporcionadas arriba para los tractores con transmisión Sincronizada.

**PRECAUCION:** Cada vez que sea parado el tractor, colocar la transmisión en la posición de estacionamiento (PARK) ANTES DE BAJAR DEL TRACTOR. Nunca se debe desmontar del tractor mientras esté en movimiento.

- **Tractores con Transmisión de Cuatro Estaciones Quad-Range:** en tractores con transmisión Quad-Range, colocar la palanca selectora de velocidades a neutro (N). Luego, mover la palanca selectora de estaciones completamente hasta atrás a la posición de estacionamiento (PARK).

Para hacer cambios desde la posición de estacionamiento, cuando el tractor no está estacionado en un terreno inclinado, primero oprimir el pedal del embrague y mover la palanca selectora de estaciones hacia delante a la estación deseada. Cuando el tractor esta sobre un terreno inclinado, puede requerir hacer lo siguiente para eliminar la carga sobre el seguro de estacionamiento de la transmisión: oprimir el pedal del embrague y empujar la palanca selectora de estaciones hacia delante o de reversa, que mueva el tractor en dirección hacia arriba de la inclinación del terreno.

En forma muy lenta soltar el embrague y la transmisión saldrá de su posición de estacionamiento.

### **3.1.11. Para remolcar el tractor**

**Precaución:** nunca se remolque el tractor en altas velocidades. De ser posible, mantener funcionando el motor del tractor que esta siendo remolcado, para que pueda operar el sistema hidráulico de la dirección de los frenos.

Cuando sea remolcado el tractor, el nivel del aceite de la transmisión y sistema hidráulico deberá estar hasta la marca FULL. Si es remolcado con el extremo delantero levantado, agregar 3.7 lt (1 gal) de aceite por cada 15 cm (6 pul) de elevación del extremo delantero. Comprobar que el cierre diferencial esté desconectado.

**Importante:** colocar siempre la palanca de remolque o la palanca de cambios en la posición de TOW. Nunca sujetar dispositivos para remolcar, a las rótulas de las ruedas delanteras o al mecanismo de la dirección.

- **Tractores de servo-cambio:** cuando vaya a ser remolcado un tractor equipado con transmisión de servo-cambio, tirar hacia fuera de la traba de la palanca de remolque y mover la palanca hacia atrás hasta que la traba la retenga asegurada en la posición de

remolque (TOW). Antes de mover el tractor, colocar el selector de velocidades en neutro.

Para operar el tractor después de haber sido remolcado, colocar el selector de velocidades en la posición de estacionamiento (PARK), tirar hacia fuera de la traba de la palanca de remolque, dejando que el resorte mueva la palanca hacia delante. Si la palanca no regresa completamente hasta quedar asegurada en su posición hacia delante, tratar de mover el tractor lentamente y el resorte moverá la palanca hacia delante. El motor no puede ser puesto en marcha remolcando el tractor.

- **Tractores con transmisión sincronizada y transmisión reductora de velocidad:** el cuadrante de cambios para las transmisiones sincronizada y reductora de velocidad, tiene una posición (TOW) de remolque. Cuando el tractor vaya a ser remolcado, colocar la palanca de cambios a esta posición. El motor no puede ser puesto en marcha remolcando el tractor.
- **Tractores con transmisión Quad-Range:** el cuadrante de cambios en estos tractores tiene una posición (TOW). Cuando el tractor vaya a ser remolcado, mover la palanca selectora de velocidades a neutro (N) y la palanca selectora de estaciones a la posición (TOW). El motor no puede ser puesto en marcha remolcando el tractor.
- **Cierre diferencial:** el tractor puede ser equipado con un cierre diferencial para hacer que las dos ruedas traseras giren a la misma velocidad. Esto evitará la pérdida de potencia cuando una rueda patine. Cuando una rueda comience a patinar o cuando se requiera, conecte el cierre diferencial oprimiendo el pedal operador situado entre los pedales del embrague y los frenos, cuando ya no se requiera el uso del cierre y antes de dar vuelta con el tractor, desconectar el cierre diferencial oprimiendo uno o ambos

pedales de los frenos. Las ruedas delanteras deberán estar en una posición recta hacia delante cuando se conecte o desconecte el cierre diferencial.

**Precaución: no se opere el tractor en altas velocidades ni se trate de hacer un viraje, con el cierre diferencial conectado.**

### **3.2. Importancia del mantenimiento preventivo en un tractor agrícola**

Un programa de mantenimiento preventivo tiene como objetivo el mantener constantemente en perfecto estado de funcionamiento la maquinaria para lograr su máximo rendimiento y con un mínimo costo. Para lograr esto, hay dos factores que juegan un papel importante en la tarea de mantenimiento: calidad y costos.

Actualmente, todas las empresas están poniendo en práctica métodos y sistemas que las lleven a obtener una máxima producción y minimizar costos. Sin embargo, muchas empresas tratan de lograr este objetivo únicamente en ciertas áreas y específicamente en los procesos de producción, descuidando el mantenimiento de equipo, originándose así, fuertes fugas de dinero por los excesivos paros forzosos del mismo. La rentabilidad de una empresa no podrá ser óptima si se descuida la función de mantenimiento; de ahí pues, su importancia.

Muchas veces se considera que el objetivo del mantenimiento es hacer que las máquinas trabajen aunque el costo para lograrlo sea elevado, en este sentido la función

del mantenimiento queda limitada únicamente a la reparación de averías; es evidente entonces que los costos de reparación serán altos y la productividad de la empresa será baja. Si se analiza el problema desde el punto de vista correcto, es decir, lograr un rendimiento alto y costos mínimos, se comprenderá que es necesario controlar aspectos tales como:

- Las reparaciones de emergencia.
- El tiempo muerto en las máquinas paradas por desperfecto, el cual es cargado como costo de mantenimiento.
- La seguridad de los trabajadores y operarios de las máquinas.
- La mano de obra en reparaciones.

Mediante un control eficiente de los factores enunciados antes y con una adecuada planeación y programación de los trabajos de mantenimiento se puede obtener una buena disminución en los costos. Hay que tener en mente que el funcionamiento de una máquina hasta su destrucción es, en la mayoría de los casos costoso.

Dado que el mantenimiento es el factor más importante para el funcionamiento de las máquinas, se debe encontrar una solución, y ella descansa en que un alto porcentaje de todas las fallas están precedidas por ciertos signos o condiciones indicadoras de que ellas se van a producir.

Si se usan estos signos para determinar cuándo tomar acción de mantenimiento a la maquinaria se podrían evitar ciertas fallas costosas que se presentan prematuramente. Además no se producirán interrupciones imprevistas en el servicio. Después de todo las máquinas y los equipos en general se fabrican para que funcionen y no para estarlos desarmando constantemente. Cuanto más tiempo se encuentre una máquina funcionando mayor será el número de horas-máquina que podremos obtener de ella.

Ahora bien, existe cierta confusión respecto al alcance del mantenimiento preventivo. Algunos creen que éste se reduce a unas inspecciones periódicas. Sin embargo, la filosofía del mantenimiento preventivo abarca no sólo las actividades de eliminación de averías o de comportamiento anormal, sino las de normalización, disminución de costos de operación e incremento de la vida útil de las máquinas.

El mantenimiento preventivo pretende actuar antes de que el problema haya surgido. Esta característica de adelanto y de previsión, permite aplicar en este tipo de mantenimiento las técnicas de planificación y organización, con lo cual se consigue que los paros de máquinas se produzcan en los momentos que menos perjuicio cause a la producción.

### **3.3. Clasificación de la maquinaria agrícola del Ingenio Guadalupe, s.a.**

Con base en la clasificación presentada en CLASIFICACIÓN DE LOS TRACTORES, se efectuó la clasificación de la maquinaria del Ingenio de la siguiente manera:

#### **a. Clasificación de acuerdo a sus características:**

**Tractores de llantas:**

**Alto despeje**

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
FA3	Tractor International 1066
FA4	Tractor International 1066
FA11	Tractor Fiat 110-90
FA12	Tractor Fiat 110-90
FA23	Tractor Fiat 110-90 DT

FA24	Tractor Fiat 110-90 DT
FA28	Tractor Fiat 110-90
FA29	Tractor Fiat 110-90

**Labores agrícolas**

Código	Descripción
FA1	Tractor John Deere 4620
FA2	Tractor John Deere 4440
FA5	Tractor Massey Ferguson 275
FA6	Tractor John Deere 2130
FA7	Tractor John Deere 2130
FA8	Tractor John Deere 3050
FA9	Tractor John Deere 3350
FA10	Tractor Fiat 160-90
FA18	Tractor John Deere 4230
FA19	Tractor John Deere 4530
FA20	Tractor Fiat 100-90DT/15
FA21	Tractor Fiat 100-90DT/15
FA22	Tractor Fiat 100-90DT/15
FC1	Alzadora Vanguard V1600
FC2	Alzadora Vanguard V1600
FC3	Alzadora Vanguard V1600
FC4	Alzadora Vanguard V1900
FC5	Alzadora Vanguard V1900

### Transporte

Código	Descripción
FA13	Tractor Vanguard 6068
FA14	Tractor Vanguard 6068
FA15	Tractor Vanguard 6068
FA16	Tractor Vanguard 6068
FA17	Tractor Vanguard 6068
FA25	Tractor John Deere 7020
FA26	Tractor Vanguard 300
FA27	Tractor Vanguard 175

### Industrial

Código	Descripción
AC1	Motoniveladora Gallion T500
AC2	Motoniveladora Gallion T500A
AD1	Cargador frontal Caterpillar 950
AD2	Cargador frontal Caterpillar 966
AE1	Grúa Grove
AE2	Grúa Forson
AE3	Grúa Forson
AF1	Retroescavadora combinada John Deere 310D

### Tractores de oruga:

#### Industrial

Código	Descripción
AA1	Tractor de oruga Caterpillar D5
AA2	Tractor de oruga Caterpillar D8K
AB1	Retroescavadora Caterpillar 225

b. Clasificación de acuerdo a sus labores:

Labores agrícolas:

Básicas

Código	Descripción
FA6	Tractor John Deere 2130
FA7	Tractor John Deere 2130
FA20	Tractor Fiat 100-90DT/15
FA21	Tractor Fiat 100-90DT/15
FA22	Tractor Fiat 100-90DT/15

Complementarias

Código	Descripción
FA1	Tractor John Deere 4620
FA2	Tractor John Deere 4440
FA10	Tractor Fiat 160-90
FA13	Tractor Vanguard 6068
FA14	Tractor Vanguard 6068
FA15	Tractor Vanguard 6068
FA16	Tractor Vanguard 6068
FA17	Tractor Vanguard 6068
FA25	Tractor John Deere 7020
FA26	Tractor Vanguard 300
FA27	Tractor Vanguard 175

Culturales

Código	Descripción
FA3	Tractor International 1066
FA4	Tractor International 1066
FA5	Tractor Massey Ferguson 275
FA8	Tractor John Deere 3050
FA9	Tractor John Deere 3350
FA11	Tractor Fiat 110-90
FA12	Tractor Fiat 110-90
FA18	Tractor John Deere 4230
FA19	Tractor John Deere 4530
FA23	Tractor Fiat 110-90 DT
FA24	Tractor Fiat 110-90 DT
FA28	Tractor Fiat 110-90
FA29	Tractor Fiat 110-90

#### Cosecha

Código	Descripción
FC1	Alzadora Vanguard V1600
FC2	Alzadora Vanguard V1600
FC3	Alzadora Vanguard V1600
FC4	Alzadora Vanguard V1900
FC5	Alzadora Vanguard V1900

#### Tractores de labores industriales:

##### Movimiento de tierras

Código	Descripción
AA1	Tractor de oruga Caterpillar D5
AA2	Tractor de oruga Caterpillar D8K

AB1	Retroescavadora Caterpillar 225
AC1	Motoniveladora Gallion T500
AC2	Motoniveladora Gallion T500A

#### Movimiento de materiales

Código	Descripción
AD1	Cargador frontal Caterpillar 950
AD2	Cargador frontal Caterpillar 966
AE1	Grúa Grove
AE2	Grúa Forson
AE3	Grúa Forson
AF1	Retroescavadora combinada John Deere 310D

#### **3.4. Antecedentes de mantenimiento preventivo para tractores agrícolas en el Ingenio Guadalupe, S.A.**

El mantenimiento preventivo en el Ingenio Guadalupe siempre ha existido, por que de no existir no tendrían ninguna sola maquina funcionando. El problema principal radica en que no se tiene en una forma ordenada y funcional para la empresa. Por lo tanto, no se le resta el crédito a las personas que han estado encargadas del mismo, si no al contrario, su labor ha sido muy grande y muy eficiente.

Al principio se contaba únicamente con una ficha general, la que contenía: datos generales de la máquina (No. de motor y de serie, modelo, trabajo para lo que estaba asignado), un supuesto control del mantenimiento general (cambios estipulados cada cierto tiempo) y un reporte de costos de reparaciones que no se llenaba.

El mantenimiento en las distintas fincas, era realizado por personal sin ninguna capacitación básica a cerca de mantenimiento y además únicamente eran contratados con el perfil de pilotos con licencia profesional. Las fincas solicitaban el mantenimiento cuando se recordaban o miraban en la maquinaria que ya era necesario. El taller no inspeccionaba la veracidad de esta información. Así que el control de servicios periódicos era inexistente.

Al realizar un mantenimiento en fincas no se revisaba lo que se tenía que revisar, debido a que no se conocía que tipo de servicio se tenía que dar. El control de consumo de lubricantes era inexistente, los vales de despacho no eran controlados por nadie, así no se sabía si existía una falla mayor en alguna maquina por un consumo anormal.

Si se encontraba falla la maquina era reportada al taller, el cual tenía que ir a inspeccionarla y determinar si merecía repararla en el lugar o movilizarla al taller, implicando así una gran cantidad de tiempo perdido.

Las partes cambiables (filtros y fajas) se sustituían, hasta que estas presentaban fallas; debido a que no se tenían en existencia o no se cambiaban en los tiempos estipulados. Esto hizo que el taller comprara una gran cantidad de filtros para poder tener en existencia, pero debido a un mal cuidado se contaminaron por el mal almacenamiento. A la fecha existen filtros todavía en bodega, que no se sabe para que

máquina fueron solicitados y también una gran cantidad de elementos que se cambian cada cierto periodo largo de tiempo, lo que implica una inversión muerta.

### **3.5. Modificaciones y reparaciones realizadas a la maquinaria agrícola previas a la implementación del programa de mantenimiento preventivo**

Previamente a la implementación del programa de mantenimiento preventivo se realizaron algunas reparaciones y los tractores que estaban más dañados y descuidados, es el caso de los tractores más pequeños (JD2130, FA6 y FA7); que a solicitud del gerente de operaciones se planifico su reparación completa.

El tractor JD7020 (FA25), tenia alrededor de 2 años de estar en reparación. Se termino de reparar, sin embargo, la bomba de inyección de Diesel continua dando problemas y va a quedar a criterio de los gerentes la continuación de esta reparación, ya que ha sido demasiada la inversión para continuarla únicamente en reparaciones.

El tractor MF275 (FA5), se reparo de partes de otros tractores que se fueron recuperando, fue totalmente asignado a la administración del ingenio para el mantenimiento de la planta (acarreo de basura, acarreo de materiales de construcción , etcétera).

Todos los tractores John Deere, van a ser pintados en el transcurso de año para mantenerlos con buena presentación y que los mismos operadores se interesen en mantenerlo limpio y en buen estado.

Los tractores Fiat, tanto los modelos 110-90 como 100-90, son en su totalidad nuevos; el mantenimiento inicial lo realizo el representante local de Fiat. Estos tractores a pesar de ser nuevos han dado muchos problemas con el sistema de embrague, se van a realizar modificaciones conjuntamente con los representantes locales.

En los tractores Vanguard, se reparo el tren delantero. Este falla ocurrió por el mal sistema de operación por parte de los tractoristas. Estos tractores también en su totalidad son nuevos. Se tiene el problema de no contar con un representante local de la marca, así que para solicitar repuestos o materiales de mantenimiento se tiene que hacer una vez al año para que los manden todos juntos, de lo contrario el costo de obtener un repuesto seria demasiado caro.

Las modificaciones realizadas en los tractores Vanguard únicamente fueron en el sistema para echar el aceite hidráulico, ya que este era demasiado estrecho y se desperdiciaba una gran cantidad. Esta modificación fue enviada al fabricante para que fuera tomada en cuenta en futuras ocasiones. Los horómetros de estos tractores no fueron modificados, ya que cuentan con uno eléctrico y otro mecánico.

Se tuvieron que instalar horómetros en la mayoría de la maquinaria y cambiar los que estaban dañados. Se encontró el problema de que si eran eléctricos, podían incrementarse las horas sin necesidad de estar arrancado por lo que se adaptaron con bulbos de presión para que caminara el reloj, únicamente cuando hubiera presión de aceite en el motor.

## **4. DISEÑO DEL PROGRAMA DE LUBRICACIÓN Y SERVICIOS PERIÓDICOS EN TRACTORES AGRÍCOLAS DEL INGENIO GUADALUPE**

El propósito básico de un programa de mantenimiento preventivo es maximizar la capacidad productiva de la maquinaria, equipo e infraestructura, y al mismo tiempo mantener al mínimo los costos generales de producción.

El mantenimiento preventivo abarca no solo las actividades de eliminación de costos e incremento de la vida real del equipo.

El mantenimiento preventivo puede definirse como la conservación planeada, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de máquinas e instalaciones para programar en los momentos más oportunos de menos impacto en la producción, las acciones que tratarán de eliminar las averías que originan las interrupciones. Su finalidad es reducir, al mínimo, las mismas y una depreciación excesiva.

### **4.1. MANTENIMIENTO**

El mantenimiento es una actividad íntimamente ligada al buen funcionamiento del cualquier tipo de máquinas y equipo. La razón de existir el mantenimiento es hacer que los equipos cumplan con las funciones para lo que fueron creados y además extenderles su vida real y colaborar con la economía de la empresa.

El mantenimiento no es un costo, es una inversión. Un concepto fundamental que se requiere para un mantenimiento apropiado en una institución, es el de la necesidad del trabajo en equipo y el de la concurrencia de una serie de factores que son vitales para el éxito de esta actividad.

El problema del mantenimiento es bastante complejo pues actualmente no todas las empresas manejan un concepto definido de este. Para poder entender el agudo problema de mantenimiento es necesario conocer una definición más general de cómo se maneja un departamento de mantenimiento.

El departamento de mantenimiento de cualquier empresa debe realizar actividades relacionadas con el funcionamiento, conservación y reparaciones de los edificios y áreas adyacentes, instalaciones, equipos diversos y maquinaria, que en conjunto constituyen dicha empresa.

Los deberes de un departamento de mantenimiento son los siguientes:

- Proveer los servicios básicos para la buena marcha de las operaciones de la empresa y velar simultáneamente por la continuidad de estos servicios.
- Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para el equipo e instalaciones a fin de combatir el deterioro y la destrucción prematura. Los aspectos que se toman para este son: acudir a los manuales, ya que allí se encuentra toda la información y reducir los gastos de reparación a un mínimo, prolongando así la vida útil de los mismos.

- Prestar servicios de mantenimiento de emergencia cuando así se requiera en interrupciones accidentales de funcionamiento.

Al departamento de mantenimiento le va a llegar información de varias áreas con respecto a solicitudes de trabajo y cada solicitante le marcará la urgencia de su trabajo. ¿Quién es el solicitante? Es la persona encargada de detectar las necesidades de mantenimiento, de modificaciones de equipo, de modificaciones en las líneas de flujo de producción, de cualquier trabajo necesario para mejorar su producción, buscando el menor coste que se pueda.

Para evitar acumulación de solicitudes se diseña una forma llamada Orden de Trabajo. En las ordenes de trabajo se manejan los siguientes conceptos:

- **Emergencia:** trabajo que de no ejecutarse de inmediato, pone en peligro la seguridad del personal y/o del equipo, afecta la calidad del producto o para la producción.
- **Urgencia:** todo aquel trabajo que por características propias debe iniciarse su ejecución al día siguiente de detectada su necesidad.
- **Trabajo Corto:** es aquel trabajo que no requiere de materiales o repuestos, y su ejecución requiere como máximo una hora de duración y que por su naturaleza no deben ser planeados o programados, pero sí controlados.
- **Trabajo Normal:** trabajos, tanto de tipo correctivo como preventivo han de ser ejecutados en una fecha y hora determinada dentro de un rango de tiempo permisible, requiriendo para ello que la línea esté preparada.

- **Mantenimiento:** es la continua, adecuada y oportuna atención que debe dársele a las máquinas y en general a cualquier elemento integrante de una planta de producción, con el fin de lograr la óptima utilización para la cual esté diseñada, atendiendo en cada caso a sus características y funciones específicas de todos y cada uno de los elementos mencionados.
- **Mantenimiento preventivo:** trabajos e inspecciones incluidos en los manuales de los equipos; trabajos resultantes de inspecciones periódicas; todo trabajo solicitado por mantenimiento considerado mantenimiento preventivo por planeación y programación.
- **Mantenimiento curativo:** todo trabajo hecho sobre algún equipo que, por no seguir las indicaciones del fabricante, hay que cambiar o reparar la pieza y muchas veces tener que parar la línea de producción.
- **Mantenimiento de avería:** se presenta cuando una falla aparase, ocasionando un paro en la producción y se hace necesario repararla. La avería se presenta y a partir de ese momento se planifican actividades: materiales, repuestos, mano de obra disponible, etcétera, para su reparación. Es conocido también como reparación de averías.

Con los conceptos anteriores, el departamento de mantenimiento y el solicitante marcarán la prioridad del trabajo; y con cada orden de trabajo planificada de acuerdo a su necesidad, se podrán programar todas las solicitudes.

INGENIO GUADALUPE, S.A.  
TALLER AGRÍCOLA  
LA GOMERA, ESCUINTLA

ÁREA No. \_\_\_\_\_  
ODT No.: \_\_\_\_\_

MECÁNICO RESPONSABLE: \_\_\_\_\_  
FIRMA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

SOLICITANTE: \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

FINCA: \_\_\_\_\_

HORÓMETRO \_\_\_\_\_ KILOMETRAJE \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

TIEMPO APROXIMADO PARA REALIZARLO: HORAS: _____	
SUPERVISOR: _____	FIRMA: _____
FECHA DE TERMINADO: _____	
MANO DE OBRA (horas de trabajo):	Q. _____
REPUESTOS Y LUBRICANTES:	Q. _____
TRABAJO POR CUENTA AJENA:	Q. _____
TOTAL.....	Q. _____

DESCRIPCIÓN DE MÁQUINA	
Marca:	
Modelo:	
Serie:	MOTOR _____
PLACAS:	
Otros:	

Figura 19. Orden de trabajo Ingenio Guadalupe, S.A.

Al desarrollar un programa de mantenimiento, uno de los objetivos más importantes, es el de llegar a establecer el historial de la maquinaria, ya que en una empresa que cuente con éste, el gerente de mantenimiento podrá tomar decisiones en función de la propia experiencia de los equipos. Por ejemplo: un equipo que ha fallado en varias oportunidades, al ver su propia historia nos daremos cuenta que hemos gastado más de lo que cuesta comprar uno nuevo; por lo tanto, tendrá herramienta suficiente, para poder convencer al gerente de operaciones de reemplazar el mismo lo más pronto que se pueda.

El historial de la maquinaria, es la Biblia del departamento de mantenimiento y no importa cuántas personas van manejando el departamento a través de los años; si se mantiene al día el historial. Como podemos ver, cualquier persona que llegue de nuevo a manejar el mantenimiento; podrá contar con la historia o experiencia de la maquinaria como que si ella hubiera estado desde que se inició la empresa.

#### **4.2. Factores del mantenimiento preventivo**

El encargado de mantenimiento que quiera hacer un programa de mantenimiento preventivo deberá tomar en consideración los siguientes factores de tipo general:

- Conocer y analizar los objetivos básicos de la empresa para poder definir y encausar el objetivo del mantenimiento.
- Conocer a fondo la maquinaria y tener conocimiento de las necesidades, planes, períodos y ritmos de producción de las mismas.
- Estudiar y tomar en cuenta la capacidad y habilidades de los operarios y personal de mantenimiento.

- Establecer programas de adiestramiento.
- Estudiar los diferentes planes de mantenimiento aplicables a cada máquina en particular.
- Establecer controles necesarios para que el plan o planes prefijados se cumplan.

Además de esto, existen algunos criterios que hay que tomar en cuenta tales como; costos, habrá que hacer estudios comparativos entre lo que tendrá que invertirse para implantar un programa de mantenimiento preventivo y los gastos de un mantenimiento correctivo. Deberá tomarse en cuenta la reducción de costos y las mejoras en los rendimientos del equipo con el programa de mantenimiento preventivo.

El porcentaje de utilización de la maquinaria a la que se le da mantenimiento: A veces es más ventajoso usar una pieza de la máquina hasta que se rompa, que hacer un paro en el equipo durante un programa de trabajo muy cargado. Esto es algo difícil de aceptar por el personal de mantenimiento pero es importante incluirlo en las consideraciones de un programa preventivo siempre y cuando no represente riesgo alguno en la seguridad del personal y de la máquina misma. Este criterio se justifica siempre y cuando la demanda de la máquina es grande y que de su funcionamiento dependa en gran parte la producción de la empresa, máxime si el factor económico se ve afectado.

#### **4.3.Procedimientos sugeridos para implementar un programa de mantenimiento preventivo**

Con el fin de que los encargados del mantenimiento puedan establecer los lineamientos generales para sus programas, se mencionan a continuación, procedimientos sugeridos de implementación de un programa de mantenimiento preventivo:

- a. Diagnóstico de la situación actual del mantenimiento de la maquinaria.
- b. Llevar a cabo una primera inspección del equipo para clasificarlo según su estado, conjuntamente con los resultados obtenidos en las pruebas de rendimiento. Esta clasificación permitirá obtener una idea inicial del estado de conservación del equipo, pudiendo diferenciarlo entre sí, como, equipo nuevo, equipo en buen estado, equipo para reparar y equipo para renovar o eliminar.
- c. Seleccionar las máquinas a introducir en el programa de mantenimiento preventivo. Esta selección se hará en función de la importancia de la máquina, según criterios de horas de funcionamiento, etcétera.
- d. Establecer la nomenclatura de las máquinas.
- e. Completar fichas de inventario del equipo con los datos necesarios para mantenimiento preventivo, según los criterios de economía.
- f. Efectuar un análisis técnico-económico de la situación del mantenimiento. Este análisis comprende: estudio de los informes de avería implantados en el programa de

reparaciones, agrupando todos los de cada máquina y determinando horas de paro, horas-hombre utilizadas en las reparaciones, materiales y repuestos empleados, componentes averiados, etcétera.

- g. Determinación de los costos de operación por máquina, esto incluye: costo de paro de la máquina, costo del personal de mantenimiento que interviene en una reparación, costos de materiales y repuestos, costo total por avería o falla.
- h. Realización de estimaciones que permitan determinar la rentabilidad global del futuro programa de mantenimiento preventivo.
- i. Estudiar las posibilidades de normalización del equipo, de los repuestos (incluyendo piezas y órganos completos de las máquinas).
- j. Estudiar las normas e instrucciones técnicas de desmontaje, montaje y reparación.

#### **4.4. Importancia de planear el mantenimiento**

Existen diversos factores que han influido para que la tendencia actual sea la de organizar el mantenimiento con el objeto de evitar interrupciones en el trabajo.

- El crecimiento de las empresas: hay empresas que en un momento dado requieren de más máquinas para cumplir con los compromisos de producción que tienen. Al aumentar la maquinaria tiene que aumentar la importancia de la organización en actividades de mantenimiento.

- Producción de las máquinas: algunas veces se contratan trabajos cuyo monto económico está relacionado con la producción de la máquina, es decir, con el número de horas trabajadas.
- La interrupciones del trabajo por paro de la máquina: normalmente se tienen fechas para entrega de los trabajos y para evitar retrasos en la entrega –debido a paros en las máquinas- se recurre al uso de máquinas arrendadas a fin de aumentar el número de unidades para reponer el tiempo perdido.

En cualquier proceso de producción se pretende que las máquinas trabajen ininterrumpidamente para producir más, y es por ello que el mantenimiento preventivo va en búsqueda de nuevas técnicas para conseguir mejores resultados y a un costo favorable.

Hay que crear realmente una consciencia en los directivos y técnicos de mantenimiento, de la importancia que tiene para la empresa un mantenimiento preventivo rigurosamente estudiado y la fuente de beneficios que se pueden derivar de su correcta aplicación, desde los puntos de vista técnico y económico.

#### **4.5. Servicios periódicos**

Estos son los servicios que se tienen que realizar cada cierto periodo de tiempo de operación, o sea que estamos hablando de horas horómetro de la máquina. El periodo de tiempo esta basado en las condiciones particulares de operación que existen en Ingenio Guadalupe; no se tomaron únicamente los tractores agrícolas, sino también se agregaron

la maquinaria industrial (motoniveladoras, tractores de banda, retroescabadoras) y maquinaria de alce de caña (alzadoras).

#### **4.5.1. Tractores de banda (D5 Y D8)**

##### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 10 horas**

1. Revisar el nivel del aceite del motor y nivelar, si es necesario
2. Revisar el nivel del refrigerante del motor y nivelar, si es necesario
3. Revisar el nivel del tanque de combustible y rellenar si es necesario
4. Drenar agua, si se puede, del filtro de combustible
5. Limpiar el filtro de aire (primario y secundario) y prefiltro sopleteando con aire a presión.
6. Limpiar el radiador sopleteando con aire a presión.
7. Revisar color y cantidad de los gases de escape.
8. Revisar el nivel del deposito de aceite hidráulico y rellenar, si es necesario.
9. Revisar alineamiento, fugas, desgaste, daños y rajaduras en los cilindros hidráulicos.
10. Revisar el nivel del aceite de la transmisión y rellenar, si es necesario.
11. Revisar el nivel del aceite del clutch o convertidor de torque y rellenar, si es necesario.
12. Revisar fugas de aceite, refrigerante y combustible alrededor de la máquina.
13. Revisar mangueras y abrazaderas rotas y/o flojas alrededor de la máquina.
14. Verificar el correcto funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero.

##### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 100 horas**

1. Revisar el nivel del aceite en los mandos finales o cavillas y rellenar, si es necesario.
2. Revisar el nivel del aceite en el diferencial o corona y rellenar, si es necesario.
3. Revisar el sistema de rodaje por tornillería desajustada o perdida.
4. Inspeccionar los eslabones completos por uniones secas, calientes, rajadas, dañadas y desgastadas.

5. Inspeccionar el embrague de la dirección y ajustar, si es necesario.
6. Revisar el nivel del electrolito de las baterías y rellenar, si es necesario.
7. Comprobar y apretar las terminales y abrazaderas de las baterías.
8. Drenar agua del depósito de combustible.
9. Engrasar el enganche de tres puntos (en tractor D5).
10. Engrasar el pasador central de la cuchilla.
11. Engrasar las cruces del eje cardan.
12. Engrasar el cojinete de la bomba de agua.
13. Engrasar graseras del soporte inferior del cilindro de la cuchilla.
14. Engrasar los cilindros de levante y soportes de cojinetes de la cuchilla.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 200 horas**

1. Tomar muestra del aceite del motor (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite y filtro del motor.
3. Cambiar el filtro secundario de combustible.
4. Cambiar el filtro de aire cuando se requiera (primario y secundario).
5. Revisar la densidad del ácido de las baterías y la carga del alternador.
6. Inspeccionar si hay desgaste o fugas en: fajas, poleas, mangueras, aspas del ventilador y núcleo del radiador y apretar todas las abrazaderas.
7. Revisar condición y ajuste de las fajas del ventilador y alternador.
8. Inspección de falta de tornillería y apriete en el sistema de admisión y escape.
9. Engrasar el ventilador y ajustar el cojinete de la polea.
10. Engrasar los cojinetes inferiores del chasis de rodaje.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas**

1. Tomar muestra del aceite de la transmisión (S.O.S.)
2. Cambiar aceite y filtro de la transmisión.
3. Cambiar aceite a los mandos finales o cavillas.

4. Cambiar aceite al diferencial o corona.
5. Cambiar el filtro primario de combustible o colador.
6. Lavar el tapón y el colador del tanque de combustible con solvente no inflamable.
7. Cambiar el filtro o filtros del sistema hidráulico.
8. Abrir cortando el filtro o los filtros del sistema hidráulico por la parte superior para inspeccionar si están sucios.
9. Inspeccionar cuchilla por rajaduras, desgaste y daños.
10. Inspeccionar los brazos de levante, soportes y cojinetes de la cuchilla por daños, rajaduras, desgaste y desajustes.
11. Inspeccionar si tiene la estructura de los implementos por daños, desgaste, rajaduras y desajustes.
12. Revisar barra estabilizadora y sus pasadores.
13. Revisar en el manómetro del tablero la presión del aceite del motor.
14. Revisar en el indicador del tablero las revoluciones del motor.
15. Lavar el respiradero del motor con un solvente no inflamable.
16. Comprobar la concentración de acondicionador del refrigerante y rellenar, si es necesario.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 1,000 horas**

1. Tomar muestra del aceite del sistema hidráulico (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite del sistema hidráulico.
3. Limpiar tapón y colador del tanque del aceite hidráulico.
4. Revisar la presión de la válvula de alivio del sistema hidráulico y ciclos de tiempo.
5. Revisar presión de la bomba de transmisión en alta y baja.
6. Calibrar juego de válvulas.
7. Revisar flujo de aire al radiador.
8. Comprobar si hay fugas en los sistemas de admisión y escape.
9. Revisar que los tornillos del soporte del motor estén ajustados.

10. Revisar el damper o amortiguador del cigüeñal del motor.
11. Chequear el sistema de arranque y carga.
12. Chequear sistemas eléctricos: luces, bornes, baterías, fusibles, cables, etc.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 2,000 horas**

1. Revisar operación y presión de la dirección y freno.
2. Revisar válvula de alivio del radiador.
3. Vaciar, enjuagar y rellenar el sistema de refrigeración.
4. Cambiar el termostato.
5. Probar y regular los inyectores.
6. Reacondicionar el alternador y el motor de arranque: carbones, escobillas, cojinetes.
7. Limpiar el enfriador del aceite del motor.
8. Drenar y lavar el tanque de combustible.
9. Drenar y lavar el tanque del aceite hidráulico.

#### **4.5.2. Retroescabadoras**

##### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 10 horas**

1. Revisar el nivel del aceite del motor y rellenar si es necesario
2. Revisar el nivel del refrigerante del motor y rellenar si es necesario
3. Revisar el nivel del tanque de combustible y rellenar si es necesario.
4. Drenar agua, si se puede, del filtro de combustible.
5. Limpiar el filtro de aire (primario y secundario) y prefiltro sopleteando con aire a presión.
6. Limpiar el radiador de agua y aceite sopleteando por fuera con aire a presión.
7. Revisar color y cantidad de los gases de escape.
8. Revisar el nivel del depósito de aceite hidráulico y rellenar, si es necesario.
9. Revisar alineamiento, fugas, desgaste, daños y rajaduras en los cilindros hidráulicos.

10. Revisar fugas de aceite, refrigerante y combustible alrededor de la máquina.
11. Revisar mangueras y abrazaderas rotas y/o flojas alrededor de la máquina.
12. Verificar el correcto funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 100 horas**

1. Revisar el nivel del aceite en los mandos finales o cavillas y rellenar, si es necesario.
2. Revisar el nivel del aceite del mando de la bomba hidráulica.
3. Revisar el nivel del aceite en la caja del swing.
4. Revisar el tren de rodaje por tornillería desajustada o perdida.
5. Inspeccionar los eslabones completos por uniones secas, calientes, rajadas, dañadas y desgastadas.
6. Revisar el nivel del electrolito de las baterías y rellenar, si es necesario.
7. Comprobar y apretar las terminales y abrazaderas de las baterías.
8. Drenar agua del depósito de combustible.
9. Engrasar el cojinete de rotación de la tornamesa.
10. Engrasar la pluma y el brazo (torre).
11. Engrasar los pasadores del cucharón.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 200 horas**

1. Tomar muestra del aceite del motor (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite y filtro del motor.
3. Cambiar el filtro secundario de combustible.
4. Cambiar el filtro de aire cuando se requiera (primario y secundario).
5. Revisar la densidad del ácido de las baterías y la carga del alternador.
6. Inspeccionar si hay desgaste o fugas en: fajas, poleas, mangueras, aspas del ventilador y núcleo del radiador y apretar todas las abrazaderas.
7. Revisar condición y ajuste de las fajas del ventilador y alternador.
8. Inspección de falta de tornillería y apriete en el sistema de admisión y escape.

### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas**

1. Cambiar aceite a los mandos finales
2. Cambiar el filtro primario de combustible o colador.
3. Lavar el tapón y el colador del tanque de combustible con solvente no inflamable
4. Cambiar el filtro del sistema hidráulico.
5. Inspeccionar bastidor de rodillos y cadena por rajaduras, desgaste, daños y desajustes.
6. Inspeccionar cilindros, brazos de levante, soportes y cojinetes por daños y rajaduras.
7. Revisar en el manómetro del tablero la presión del aceite del motor.
8. Revisar en el indicador del tablero las revoluciones del motor.
9. Lavar el respiradero del motor con un solvente no inflamable.
10. Comprobar la concentración de acondicionador del refrigerante y rellenar, si es necesario.

### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 1,000 horas**

1. Tomar muestra del aceite del sistema hidráulico (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite del sistema hidráulico.
3. Limpiar tapón y colador del tanque del aceite hidráulico.
4. Revisar la presión de la válvula de alivio del sistema hidráulico y ciclos de tiempo.
5. Cambiar aceite en la caja del swing.
6. Revisar flujo de aire al radiador.
7. Calibrar juego de válvulas.
8. Chequear sistemas eléctricos: luces, bornes, baterías, fusibles, cables, etc.
9. Chequear el sistema de arranque y carga.
10. Comprobar si hay fugas en los sistemas de admisión y escape.
11. Revisar que los tornillos del soporte del motor estén ajustados.
12. Revisar el damper o amortiguador del cigüeñal del motor.

### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 2,000 horas**

1. Cambiar aceite del mando de la bomba hidráulica.
2. Revisar operación y presión de la dirección y freno.
3. Revisar presión de la bomba hidráulica para pluma, varilla y cucharón.
4. Inspeccionar el nivel de la grasa del piñón de giro de la tornamesa
5. Vaciar, enjuagar y rellenar el sistema de refrigeración.
6. Revisar válvula de alivio del radiador.
7. Cambiar el termostato.
8. Probar y regular los inyectores.
9. Reacondicionar el alternador y el motor de arranque: carbones, escobillas, cojinetes.
10. Limpiar el enfriador del aceite del motor.
11. Drenar y lavar el depósito de combustible.
12. Drenar y lavar el depósito del aceite hidráulico.

### **4.5.3. Tractores agrícolas**

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 10 horas**

1. Revisar el nivel del aceite del motor y rellenar, si es necesario
2. Revisar el nivel del refrigerante del motor y rellenar si es necesario
3. Revisar el nivel del tanque de combustible y rellenar si es necesario.
4. Drenar agua, si se puede, del filtro de combustible.
5. Limpiar el filtro de aire (primario y secundario) y prefiltro sopleteando con aire a presión.
6. Limpiar radiadores de agua y aceite sopleteando por fuera con aire a presión.
7. Revisar color y cantidad de los gases de escape.
8. Revisar el nivel del aceite de la transmisión y sistema hidráulico y rellenar, si es necesario.
9. Revisar alineamiento, fugas, desgaste, daños y rajaduras en los cilindros hidráulicos.

- 10.Revisar fugas de aceite, refrigerante y combustible alrededor de la máquina.
- 11.Revisar mangueras y abrazaderas rotas y/o flojas alrededor de la máquina.
- 12.Verificar el correcto funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero.
- 13.Engrasar rotula de dirección del eje delantero.
- 14.Engrasar cruces del eje cardan.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 100 horas**

1. Revisar el nivel del aceite en los mandos finales o cavillas y rellenar, si es necesario.
2. Revisar nivel del aceite en el diferencial delantero, si tiene, y rellenar, si es necesario.
3. Revisar el nivel del electrolito de las baterías y rellenar, si es necesario.
4. Comprobar y apretar las terminales y abrazaderas de las baterías.
5. Revisar presión de los neumáticos
6. Drenar agua del deposito de combustible.
7. Engrasar pasador del eje delantero y balancines.
8. Engrasar puente delantero y ruedas (zancudo).
9. Engrasar los pasadores de suspensión del eje delantero.
- 10.Engrasar los cabezales de dirección del eje delantero.
- 11.Engrasar las cruces de los mandos finales.
- 12.Engrasar el collarín del embrague.
- 13.Engrasar el enganche de tres puntos.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 200 horas**

1. Tomar muestra del aceite del motor (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite y filtro del motor.
3. Cambiar el filtro secundario de combustible.
4. Cambiar el filtro de aire cuando se requiera (primario y secundario).
5. Revisar la densidad del ácido de las baterías y la carga del alternador.

6. Inspeccionar si hay desgaste o fugas en: fajas, poleas, mangueras, aspas del ventilador y núcleo del radiador y apretar todas las abrazaderas.
7. Revisar condición y ajuste de las fajas del ventilador y alternador.
8. Inspección de falta de tornillería y apriete en el sistema de admisión y escape.
9. Engrasar los rodamientos de los palieres.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas**

1. Cambiar aceite a los mandos finales
2. Cambiar el filtro de la transmisión y sistema hidráulico.
3. Cambiar el filtro primario de combustible o colador.
4. Lavar el tapón y el colador del tanque de combustible con solvente no inflamable.
5. Revisar en el manómetro del tablero la presión del aceite del motor.
6. Revisar en el indicador del tablero las revoluciones del motor.
7. Lavar el respiradero del motor con un solvente no inflamable.
8. Comprobar la concentración de acondicionador del refrigerante y rellenar, si es necesario.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 1,000 horas**

1. Tomar muestra del aceite de la transmisión y sistema hidráulico (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite de la transmisión y sistema hidráulico.
3. Limpiar tapón y colador del depósito de la transmisión y sistema hidráulico con solvente no inflamable.
4. Cambiar el filtro, de la dirección hidrostática.
5. Cambiar el filtro, del sistema de regulación de la bomba hidráulica.
6. Limpiar, ajustar y engrasar juego de bufa de los cojinetes de las ruedas delanteras (zancudo).
7. Calibrar juego de válvulas.
8. Revisar flujo de aire al radiador.

9. Comprobar si hay fugas en los sistemas de admisión y escape.
10. Chequear sistemas eléctricos: luces, bornes, baterías, fusibles, cables, etc.
11. Chequear el sistema de arranque y carga.
12. Revisar que los tornillos del soporte del motor estén ajustados.
13. Revisar el damper o amortiguador del cigüeñal del motor.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 2,000 horas**

1. Vaciar, enjuagar y rellenar el sistema de refrigeración.
2. Revisar presión del tapón del radiador
3. Cambiar el termostato.
4. Limpiar el filtro de la válvula de la bomba hidráulica (radial).
5. Probar y regular los inyectores.
6. Reacondicionar el alternador y el motor de arranque: carbones, escobillas, cojinetes.
7. Limpiar el enfriador del aceite del motor.
8. Medir presión del acumulador de cambios de la servotransmisión.
9. Drenar y lavar el depósito de combustible.

#### **4.5.4. Tractores de tiro**

##### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 10 horas**

1. Revisar el nivel del aceite del motor y rellenar, si es necesario
2. Revisar el nivel del refrigerante del motor y rellenar si es necesario
3. Revisar el nivel del tanque de combustible y rellenar si es necesario.
4. Drenar agua, si se puede, del filtro de combustible.
5. Limpiar el filtro de aire (primario y secundario) y prefiltro sopleteando con aire a presión.
6. Limpiar radiadores de agua y aceite sopleteando por fuera con aire a presión.
7. Revisar color y cantidad de los gases de escape.

8. Revisar el nivel del depósito hidráulico y rellenar, si es necesario.
9. Revisar alineamiento, fugas, desgaste, daños y rajaduras en los cilindros hidráulicos.
10. Revisar el nivel del aceite de la transmisión y rellenar, si es necesario.
11. Revisar el nivel de la caja de transferencia o transfer y rellenar, si es necesario.
12. Revisar fugas de aceite, refrigerante y combustible alrededor de la máquina.
13. Revisar mangueras y abrazaderas rotas y/o flojas alrededor de la máquina.
14. Verificar el correcto funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero.
15. Engrasar el eje de oscilación frontal.
16. Engrasar pasadores de suspensión.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 100 horas**

1. Revisar el nivel del aceite en los mandos finales o cavillas y rellenar, si es necesario.
2. Revisar nivel del aceite en los diferenciales y rellenar, si es necesario.
3. Revisar el nivel del electrolito de las baterías y rellenar, si es necesario.
4. Comprobar y apretar las terminales y abrazaderas de las baterías.
5. Revisar presión de los neumáticos
6. Drenar agua del depósito de combustible.
7. Engrasar cruces del eje cardan.
8. Engrasar cruces y charnelas de los mandos finales.
9. Engrasar cabezales de dirección.
10. Engrasar los conectores estriados del eje cardan.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 200 horas**

1. Tomar muestra del aceite del motor (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite y filtro del motor.
3. Cambiar el filtro secundario de combustible.
4. Cambiar el filtro de aire cuando se requiera (primario y secundario).
5. Revisar la densidad del ácido de las baterías y la carga del alternador.

6. Inspeccionar si hay desgaste o fugas en: fajas, polcas, mangueras, aspas del ventilador y núcleo del radiador y apretar todas las abrazaderas.
7. Revisar condición y ajuste de las fajas del ventilador y alternador.
8. Inspección de falta de tornillería y apriete en el sistema de admisión y escape.
9. Engrasar cojinete de la polea del ventilador.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas**

1. Tomar muestra del aceite de la transmisión (S.O.S.)
2. Cambiar aceite y filtro de la transmisión.
3. Tomar muestra del aceite de los diferenciales (S.O.S.).
4. Cambiar aceite a los diferenciales.
5. Cambiar aceite a los mandos finales.
6. Cambiar el aceite de la caja de transferencia o transfer.
7. Cambiar el filtro primario de combustible.
8. Lavar el tapón y el colador del tanque de combustible con solvente no inflamable.
9. Cambiar el filtro o filtros del sistema hidráulico.
10. Abrir cortando el o los filtros del sistema hidráulico por la parte superior para inspeccionar si están sucios.
11. Revisar en el manómetro del tablero la presión del aceite del motor.
12. Revisar en el indicador del tablero las revoluciones del motor.
13. Lavar el respiradero del motor con un solvente no inflamable.
14. Comprobar la concentración de acondicionador del refrigerante y rellenar, si es necesario.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 1,000 horas**

1. Tomar muestra del aceite del sistema hidráulico (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite del sistema hidráulico.
3. Limpiar tapón y colador del depósito del aceite hidráulico con solvente no inflamable.

4. Revisar la presión de la válvula de alivio del sistema hidráulico y ciclos de tiempo.
5. Calibrar juego de válvulas.
6. Revisar flujo de aire al radiador.
7. Comprobar si hay fugas en los sistemas de admisión y escape.
8. Revisar que los tornillos del soporte del motor estén ajustados.
9. Chequear sistemas eléctricos: luces, bornes, baterías, fusibles, cables, etc.
10. Chequear el sistema de arranque y carga.
11. Revisar el damper o amortiguador del cigüeñal del motor.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 2,000 horas**

1. Drenar y lavar el depósito del aceite hidráulico.
2. Vaciar, enjuagar y rellenar el sistema de refrigeración.
3. Revisar presión del tapón del radiador y cambiar si es necesario.
4. Cambiar el termostato.
5. Probar y regular los inyectores.
6. Reacondicionar el alternador y el motor de arranque: carbones, escobillas, cojinetes.
7. Limpiar el enfriador del aceite del motor.
8. Drenar y lavar el depósito de combustible.

#### **4.5.5. Alzadoras**

##### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 10 horas**

1. Revisar el nivel del aceite del motor y rellenar, si es necesario.
2. Revisar el nivel del refrigerante del motor y rellenar si es necesario.
3. Revisar el nivel del tanque de combustible y rellenar si es necesario.
4. Drenar agua, si se puede, del filtro de combustible.
5. Limpiar el filtro de aire (primario y secundario) y prefiltro sopleteando con aire a presión.

6. Limpiar radiadores de agua y aceite sopleteando por fuera con aire a presión.
7. Revisar color y cantidad de los gases de escape.
8. Revisar el nivel del depósito hidráulico e hidrostático y rellenar, si es necesario.
9. Revisar alineamiento, fugas, desgaste, daños y rajaduras en los cilindros hidráulicos.
10. Revisar el nivel del aceite de la transmisión y rellenar, si es necesario.
11. Revisar fugas de aceite, refrigerante y combustible alrededor de la máquina.
12. Revisar mangueras y abrazaderas rotas y/o flojas alrededor de la máquina.
13. Verificar el correcto funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero.
14. Engrasar uña, pluma, tornamesa y apilador.
15. Engrasar el eje de oscilación frontal.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 100 horas**

1. Revisar el nivel del aceite en los mandos finales o cavillas y rellenar, si es necesario.
2. Revisar nivel del aceite en los diferenciales y rellenar, si es necesario.
3. Revisar el nivel del electrolito de las baterías y rellenar, si es necesario.
4. Comprobar y apretar las terminales y abrazaderas de las baterías.
5. Revisar presión de los neumáticos
6. Drenar agua del depósito de combustible.
7. Engrasar los ejes cardanes.
8. Engrase general.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 200 horas**

1. Tomar muestra del aceite del motor (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite y filtro del motor.
3. Cambiar el filtro secundario de combustible.
4. Cambiar el filtro de aire cuando se requiera (primario y secundario).
5. Revisar la densidad del ácido de las baterías y la carga del alternador.

6. Inspeccionar si hay desgaste o fugas en: fajas, poleas, mangueras, aspas del ventilador y núcleo del radiador y apretar todas las abrazaderas.
7. Revisar condición y ajuste de las fajas del ventilador y alternador.
8. Inspección de falta de tornillería y apriete en el sistema de admisión y escape.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas**

1. Tomar muestra del aceite de la transmisión (S.O.S.)
2. Cambiar aceite y filtro de la transmisión.
3. Tomar muestra del aceite de los diferenciales (S.O.S.).
4. Cambiar aceite a los diferenciales.
5. Cambiar aceite a los mandos finales.
6. Cambiar el filtro primario de combustible o colador.
7. Lavar el tapón y el colador del tanque de combustible con solvente no inflamable.
8. Cambiar filtros de succión y retorno del sistema hidráulico.
9. Cambiar el filtro del sistema hidrostático.
10. Revisar en el manómetro del tablero la presión del aceite del motor.
11. Revisar en el indicador del tablero las revoluciones del motor.
12. Lavar el respiradero del motor con un solvente no inflamable.
13. Comprobar la concentración de acondicionador del refrigerante y rellenar, si es necesario.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 1,000 horas**

1. Tomar muestra del aceite del sistema hidráulico (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite del sistema hidráulico.
3. Limpiar tapón y colador del depósito del aceite hidráulico con solvente no inflamable.
4. Tomar muestra del aceite del sistema hidrostático (S.O.S.)
5. Cambiar el aceite del sistema hidrostático.
6. Revisar la presión de la válvula de alivio del sistema hidráulico y ciclos de tiempo.

7. Revisar presión de la bomba de transmisión en alta y baja.
8. Calibrar juego de válvulas.
9. Revisar flujo de aire al radiador.
10. Comprobar si hay fugas en los sistemas de admisión y escape.
11. Revisar que los tornillos del soporte del motor estén ajustados.
12. Chequear sistemas eléctricos: luces, bornes, baterías, fusibles, cables, etc.
13. Chequear el sistema de arranque y carga.
14. Revisar el damper o amortiguador del cigüeñal del motor.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 2,000 horas**

1. Drenar y lavar el depósito del aceite hidráulico.
2. Vaciar, enjuagar y rellenar el sistema de refrigeración.
3. Revisar presión del tapón del radiador y cambiar si es necesario.
4. Cambiar el termostato.
5. Probar y regular los inyectores.
6. Reacondicionar el alternador y el motor de arranque: carbones, escobillas, cojinetes.
7. Limpiar el enfriador del aceite del motor.
8. Drenar y lavar el depósito de combustible.

#### **4.5.6. Cargadores frontales**

##### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 10 horas**

1. Revisar el nivel del aceite del motor y rellenar, si es necesario
2. Revisar el nivel del refrigerante del motor y rellenar si es necesario
3. Revisar el nivel del tanque de combustible y rellenar si es necesario.
4. Drenar agua, si se puede, del filtro de combustible.
5. Limpiar el filtro de aire (primario y secundario) y prefiltro sopleteando con aire a presión.

6. Limpiar el radiador sopleteando por fuera con aire a presión.
7. Revisar color y cantidad de los gases de escape.
8. Revisar el nivel del deposito del aceite hidráulico y rellenar, si es necesario.
9. Revisar alineamiento, fugas, desgaste, daños y rajaduras en los cilindros hidráulicos.
10. Revisar el nivel del aceite de la transmisión y rellenar, si es necesario.
11. Revisar fugas de aceite, refrigerante y combustible alrededor de la máquina.
12. Revisar mangueras y abrazaderas rotas y/o flojas alrededor de la máquina.
13. Verificar el correcto funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 100 horas**

1. Revisar el nivel del electrolito de las baterías y rellenar, si es necesario.
2. Revisar el nivel del aceite en los mandos finales o cavillas y rellenar, si es necesario.
3. Revisar nivel del aceite en los diferenciales y rellenar, si es necesario.
4. Revisar presión de los neumáticos
5. Drenar agua del deposito de combustible.
6. Engrasar pasadores del cucharón y/o jaiba.
7. Engrasar cilindros y brazos de volteo del cucharón y/o jaiba.
8. Engrasar cilindros y brazos de levante del cucharón y/o jaiba.
9. Engrasar la palanca del control del cucharón y/o jaiba.
10. Engrasar 4 o 6 graseras de la jaiba.
11. Engrasar los pines centrales de la articulación.
12. Engrasar varillaje del sistema de dirección.
13. Engrasar cruces del eje cardan.
14. Engrasar cargador del eje trasero o barra estabilizadora.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 200 horas**

1. Tomar muestra del aceite del motor (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite y filtro del motor.

3. Cambiar el filtro secundario de combustible.
4. Cambiar el filtro de aire cuando se requiera (primario y secundario).
5. Revisar la densidad del ácido de las baterías y la carga del alternador.
6. Revisar el nivel del líquido de frenos y rellenar, si es necesario.
7. Inspeccionar si hay desgaste o fugas en: fajas, poleas, mangueras, aspas del ventilador y núcleo del radiador y apretar todas las abrazaderas.
8. Revisar condición y ajuste de las fajas del ventilador y alternador.
9. Inspección de falta de tornillería y apriete en el sistema de admisión y escape.
10. Engrasar los cojinetes de los cilindros de dirección.
11. Engrasar cojinetes de la polea del ventilador.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas**

1. Tomar muestra del aceite de la transmisión (S.O.S.)
2. Cambiar aceite y filtro de la transmisión.
3. Tomar muestra del aceite de los diferenciales (S.O.S.).
4. Cambiar aceite a los diferenciales.
5. Cambiar aceite a los mandos finales.
6. Cambiar el filtro primario de combustible o colador.
7. Lavar el tapón y el colador del tanque de combustible con solvente no inflamable.
8. Cambiar el filtro o filtros del sistema hidráulico.
9. Inspeccionar el cucharón por rajaduras, desgaste y daños.
10. Inspeccionar cilindros y brazos de levante, soportes y cojinetes del cucharón y/o jaiba por daños, rajaduras, desgaste y desajustes.
11. Inspeccionar cilindros y brazos de volteo, soportes y cojinetes del cucharón y/o jaiba por daños, rajaduras, desgaste y desajustes.
12. Revisar en el manómetro del tablero la presión del aceite del motor.
13. Revisar en el indicador del tablero las revoluciones del motor.
14. Lavar el respiradero del motor con un solvente no inflamable.

15. Comprobar la concentración de acondicionador del refrigerante y rellenar, si es necesario.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 1,000 horas**

1. Tomar muestra del aceite del sistema hidráulico (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite del sistema hidráulico.
3. Limpiar tapón y colador del depósito del aceite hidráulico con solvente no inflamable.
4. Revisar la presión de la válvula de alivio del sistema hidráulico y ciclos de tiempo.
5. Revisar presión de la bomba de transmisión en alta y baja.
6. Revisar flujo de aire al radiador.
7. Comprobar si hay fugas en los sistemas de admisión y escape.
8. Revisar que los tornillos del soporte del motor estén ajustados.
9. Revisar el damper o amortiguador del cigüeñal del motor.
10. Revisar el sistema de arranque y carga.
11. Chequear sistemas eléctricos: luces, bornes, baterías, fusibles, cables, etc.
12. Calibrar juego de válvulas
13. Engrasar cojinete del soporte del eje cardan.
14. Engrasar 4 graseras del eje de los frenos de las ruedas (rucht).

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 2,000 horas**

1. Revisar válvula de alivio del radiador.
2. Vaciar, enjuagar y rellenar el sistema de refrigeración.
3. Cambiar el termostato.
4. Probar y regular los inyectores.
5. Reacondicionar el alternador y el motor de arranque: carbones, escobillas, cojinetes.
6. Limpiar el enfriador del aceite del motor.
7. Drenar y lavar el depósito de combustible.
8. Drenar y lavar el depósito del aceite hidráulico.

#### **4.5.7. Motoniveladoras**

##### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 10 horas**

1. Revisar el nivel del aceite del motor y rellenar, si es necesario
2. Revisar el nivel del refrigerante del motor y rellenar si es necesario
3. Revisar el nivel del tanque de combustible y rellenar si es necesario.
4. Drenar agua, si se puede, del filtro de combustible.
5. Limpiar el filtro de aire (primario y secundario) y prefiltro sopleteando con aire a presión.
6. Limpiar el radiador sopleteando por fuera con aire a presión.
7. Revisar color y cantidad de los gases de escape.
8. Revisar el nivel del deposito del aceite hidráulico y rellenar, si es necesario.
9. Revisar alineamiento, fugas, desgaste, daños y rajaduras en los cilindros hidráulicos.
10. Revisar el nivel del aceite de la transmisión y rellenar, si es necesario.
11. Revisar fugas de aceite, refrigerante y combustible alrededor de la máquina.
12. Revisar mangueras y abrazaderas rotas y/o flojas alrededor de la máquina.
13. Verificar el correcto funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero.
14. Engrasar las guías de las zapatas del círculo de la tornamesa.

##### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 100 horas**

1. Revisar el nivel del aceite en los mandos finales o cavillas y rellenar, si es necesario.
2. Revisar el nivel del electrolito de las baterías y rellenar, si es necesario.
3. Comprobar y apretar las terminales y abrazaderas de las baterías.
4. Revisar presión de los neumáticos
5. Drenar agua del deposito de combustible.
6. Engrasar 3 graseras del cilindro del desgarrador.
7. Engrasar el soporte frontal del escarificador.

8. Engrasar el eje de oscilación frontal.
9. Engrasar 4 graseras de los cojinetes de inclinación de las ruedas.
10. Engrasar 4 graseras de la barra de soporte de las ruedas.
11. Engrasar los kin pines de las ruedas.
12. Engrasar 1 graseras del cilindro del pivote de inclinación de las ruedas.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 200 horas**

1. Tomar muestra del aceite del motor (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite y filtro del motor.
3. Cambiar el filtro secundario de combustible.
4. Cambiar el filtro de aire cuando se requiera (primario y secundario).
5. Revisar la densidad del ácido de las baterías y la carga del alternador.
6. Inspeccionar si hay desgaste o fugas en: fajas, poleas, mangueras, aspas del ventilador y núcleo del radiador y apretar todas las abrazaderas.
7. Revisar condición y ajuste de las fajas del ventilador y alternador.
8. Inspección de falta de tornillería y apriete en el sistema de admisión y escape.
9. Engrasar 3 graseras del cilindro de cambio central de la cuchilla.
10. Engrasar 2 graseras de los cilindros de levante de la cuchilla.
11. Engrasar cojinete del ventilador.

#### **Servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas**

1. Tomar muestra del aceite de la transmisión y sistema hidráulico (S.O.S.)
2. Cambiar aceite y filtro de la transmisión y diferencial.
3. Cambiar aceite a los mandos finales.
4. Cambiar el filtro primario de combustible o colador.
5. Lavar el tapón y el colador del tanque de combustible con solvente no inflamable.
6. Cambiar los filtros del sistema hidráulico.
7. Inspeccionar cuchilla por rajaduras, desgaste y daños.

8. Inspeccionar estructura del escarificador por rajaduras, desgaste y daños.
9. Inspeccionar cilindros y brazos de levante, soportes y cojinetes de la cuchilla por daños, rajaduras, desgaste y desajustes.
10. Revisar en el manómetro del tablero la presión del aceite del motor.
11. Revisar en el indicador del tablero las revoluciones del motor.
12. Lavar el respiradero del motor con un solvente no inflamable.
13. Comprobar la concentración de acondicionador del refrigerante y rellenar, si es necesario.
14. Engrasar cruces del eje cardan.
15. Engrasar 1 graseras del pivote inferior.

**Servicio de mantenimiento preventivo cada 1,000 horas**

1. Tomar muestra del aceite del sistema hidráulico (S.O.S.)
2. Cambiar el aceite del sistema hidráulico.
3. Limpiar tapón y colador del depósito del aceite hidráulico con solvente no inflamable.
4. Revisar la presión de la válvula de alivio del sistema hidráulico y ciclos de tiempo.
5. Revisar presión de la bomba de transmisión en alta y baja.
6. Revisar flujo de aire al radiador.
7. Comprobar si hay fugas en los sistemas de admisión y escape.
8. Revisar que los tornillos del soporte del motor estén ajustados.
9. Revisar el damper o amortiguador del cigüeñal del motor.
10. Revisar el sistema de arranque y carga.
11. Chequear sistemas eléctricos: luces, bornes, baterías, fusibles, cables, etc.
12. Calibrar juego de válvulas

**Servicio de mantenimiento preventivo cada 2,000 horas**

1. Cambiar aceite a la caja del mando del círculo de la tornamesa.
2. Revisar válvula de alivio del radiador.

3. Vaciar, enjuagar y rellenar el sistema de refrigeración.
4. Cambiar el termostato.
5. Probar y regular los inyectores.
6. Reacondicionar el alternador y el motor de arranque: carbones, escobillas, cojinetes.
7. Limpiar el enfriador del aceite del motor.
8. Drenar y lavar el deposito de combustible.

## **5. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TRACTORES AGRÍCOLAS DEL INGENIO GUADALUPE, S.A.**

La implementación del programa de mantenimiento se logró realizar a través de la puesta en marcha de una nueva organización lograda en el taller agrícola del Ingenio, la cual se describen ampliamente en el capítulo uno y también de una ejecución conjunta por parte de todos los departamentos que conforman la división.

### **5.1. Ejecución del programa de mantenimiento preventivo**

Al principio el taller agrícola únicamente realizaba las reparaciones necesarias para la maquinaria y se contaba con un solo camión de mantenimiento para servicio en el campo. Al lograr la nueva organización, no solo se controlaba el taller sino además el uso que se le daba a esta maquinaria.

A través de este control se determinó una deficiente práctica en el mantenimiento preventivo, también los operadores de la maquinaria no contaban con la suficiente experiencia y capacitación para realizar eficientemente su trabajo.

Las actividades del programa se iniciaron con el personal del taller agrícola para determinar las necesidades particulares que se tienen en el ingenio para un

mantenimiento preventivo eficiente; se contrato nuevo personal para mantenimiento móvil y se adquirieron otras dos unidades.

Las unidades de mantenimiento móvil se equiparon con: tanque y bomba neumática para el despacho de combustible con contador para cantidad suministrada en el momento y cantidad suministrada acumulada (capacidad de cada tanque 325 gls), cuatro tanques con bomba de despacho individual para lubricantes (aceite de motor, aceite hidráulico, aceite de caja y agua), bomba de grasa y su depósitos (capacidad de 120 lbs) y un compresor de aire, tanto para alimentar las bombas como para la calibración de neumáticos. Además se contaba con extinguidores, engrasadora manual de 5 libras, herramienta básica para reparaciones y herramienta específica para el mantenimiento de implementos.

Al personal que estaba encargado de mantenimiento se capacitó para que realizaran un trabajo con bases más técnicas, desde la operación de la maquinaria hasta cursos de lubricación; estas personas eran utilizadas luego para capacitar al personal nuevo.

Para efectuar los servicios periódicos en el campo, durante la época de reparación (mayo-octubre) no se dio ningún problema, ya que el trabajo es solo de día pero durante la época de zafra (noviembre-abril) se dio un poco de problema, por trabajar durante el día y la noche, lo que implico un mantenimiento únicamente de día.

Las unidades de servicio móvil se hacen cargo de los siguientes servicios de mantenimiento preventivo, en las distintas fincas:

- Servicio periódico de 10 horas
- Servicio periódico de 100 horas
- Servicio periódico de 200 horas

En el taller agrícola, ubicado en las instalaciones del ingenio, se estableció la realización de los siguientes mantenimientos preventivos:

- Servicio periódico de 500 horas
- Servicio periódico de 1,000 horas
- Servicio periódico de 2,000 horas

En el taller se estableció un mecánico de cada área, para que ellos realizaran el servicio periódico a la máquina que a cada quien le corresponde. Se adquirieron engrasadoras manuales de 20 libras, herramienta específica para servicios (llave para aflojar filtros, hexagonales para drenar, lámparas de tiempo y estroboscópicas para fajas) y manuales técnicos del fabricante para cada marca de máquina.

Durante la ejecución surgieron modificaciones que fueron sugeridas por el personal que lo estaba realizando y evaluadas por los jefes de los departamentos y el superintendente de área para la aceptación.

## **5.2. Administración y control del mantenimiento**

La administración del mantenimiento estará a cargo del departamento de planeación y control, quien va a ser el encargado de distribuir la documentación necesaria para el mismo, programar capacitaciones para el personal, ya sea de nuevo ingreso o refuerzo para el ya capacitado; reportar cualquier emergencia o duda que se detecte al taller de mecánica, con el fin de mantener en el mejor estado posible la maquinaria; indicar al departamento de transporte y maquinaria cualquier sugerencia

sobre operación de la maquinaria. Para lograr esto es necesaria la estrecha colaboración entre los jefes de cada departamento.

El control del mantenimiento se efectuara a través de los documentos que se describen seguidamente. Para cada documento se esta realizando el programa de computadora para llevar un mejor control e ir elaborando al mismo tiempo un récord tanto de mantenimiento como de reparaciones para cada máquina.

#### **5.2.1. Servicio de mantenimiento en campo u Orden de trabajo de campo (OTC)**

Este documento (figura 20) va a ser llenado por las unidades de servicio móvil, fue diseñado tomando en cuenta las características de los servicios periódicos, que se realizaran en el campo, para cada tipo de maquinaria. Estas están numeradas correlativamente para poder ser ingresadas en el programa de las mismas. Este documento, los revisaran los supervisores de maquinaria para que no exista ningún equipo que se quede sin mantenimiento; además los operadores y mecánicos de mantenimiento tendrán que firmarlo. La ruta a cubrir por estas unidades se les dará todos los días a primera hora antes de salir del taller, la cual será dada por el jefe de maquinaria y transporte al jefe de planeación y control para establecer el menor tiempo necesario para cubrir la misma.

INGENIO GUADALUPE  
DIVISION T.M.T.  
TALLER AGRÍCOLA

OTC No. 00001

Máquina: \_\_\_\_\_

Hora llegada: \_\_\_\_\_

Horómetro: \_\_\_\_\_

Hora salida: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Finca: \_\_\_\_\_

Camión de mantenimiento: \_\_\_\_\_

Número de vale de despacho de lubricantes: \_\_\_\_\_

Tipo de servicio:  10 horas       100 horas       200 horas

Revisar niveles y nivelar si es necesario:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Aceite de motor             | <input type="checkbox"/> Refrigerante de motor     |
| <input type="checkbox"/> Tanque de combustible       | <input type="checkbox"/> Aceite de transmisión     |
| <input type="checkbox"/> Aceite hidráulico           | <input type="checkbox"/> Aceite mandos finales     |
| <input type="checkbox"/> Aceite de los diferenciales | <input type="checkbox"/> Electrolito en acumulador |
| <input type="checkbox"/> Agua en radiador de motor   | <input type="checkbox"/> Frenos                    |
| <input type="checkbox"/> Embrague                    |  |

Drenar y/o limpiar:

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Agua del filtro de combustible | <input type="checkbox"/> Filtro de aire, primario y secundario |
| <input type="checkbox"/> Radiador de agua               | <input type="checkbox"/> Radiador de aceite                    |

Cambiar:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Filtro aceite de motor | <input type="checkbox"/> Aceite de motor                  |
| <input type="checkbox"/> Filtro de aceite       | <input type="checkbox"/> Faja de ventilador               |
| <input type="checkbox"/> Faja de alternador     | <input type="checkbox"/> Filtro secundario de combustible |

Otros:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Engrase general  | <input type="checkbox"/> Apretar tornillos    |
| <input type="checkbox"/> Densidad ácido acumulador                                | <input type="checkbox"/> Carga del alternador |
| <input type="checkbox"/> Funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero |   |

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MECÁNICO

OPERADOR

Figura 20. Servicio de mantenimiento en campo u orden de trabajo de campo OTC

### **5.2.2. Servicio de mantenimiento taller (SMT)**

Este documento (figura 21), tienen la misma finalidad que el documento anterior, únicamente que este será solicitado por el taller agrícola al departamento de maquinaria y transporte, para que planifiquen la parada de la máquina. El jefe de taller será el que supervise la labor de mantenimiento.

### **5.2.3. Ficha para control de maquinaria**

Este documento (figura 22), se utiliza como banco de datos de primera mano (como número de los filtros que utiliza, número de las fajas, etcétera), para que sea del conocimiento de todos los mecánicos. Sin embargo, la base de datos principal que se encuentra en la computadora es mas detallada que esta.

INGENIO GUADALUPE  
DIVISION T.M.T.  
TALLER AGRÍCOLA

SMT No. 001

Máquina: \_\_\_\_\_

Hora llegada: \_\_\_\_\_

Horómetro: \_\_\_\_\_

Hora salida: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Mecánico encargado: \_\_\_\_\_

Número de vale de despacho de lubricantes: \_\_\_\_\_

Tipo de servicio:  500 horas  1,000 horas  2,000 horas

Cambiar:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Aceite de transmisión       | <input type="checkbox"/> Aceite diferenciales          |
| <input type="checkbox"/> Aceite mandos finales       | <input type="checkbox"/> Aceite caja de transferencia  |
| <input type="checkbox"/> Filtro primario combustible | <input type="checkbox"/> Aceite sistema hidráulico     |
| <input type="checkbox"/> Termostato                  | <input type="checkbox"/> Filtro transmisión            |
| <input type="checkbox"/> Filtro sistema hidráulico   | <input type="checkbox"/> Filtro dirección hidrostática |
| <input type="checkbox"/> Filtro bomba hidráulica     | <input type="checkbox"/> Faja de tiempo                |

Tomar muestras:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Aceite motor              | <input type="checkbox"/> Aceite diferenciales |
| <input type="checkbox"/> Aceite sistema hidráulico | <input type="checkbox"/> Aceite transmisión   |

Lavar:

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Tapón y colador tanque combustible | <input type="checkbox"/> Respiradero del motor         |
| <input type="checkbox"/> Tapón y colador tanque hidráulico  | <input type="checkbox"/> Deposito aceite hidráulico    |
| <input type="checkbox"/> Sistema refrigeración              | <input type="checkbox"/> Enfriador de aceite del motor |
| <input type="checkbox"/> Deposito de combustible            | <input type="checkbox"/> Cojinetes ruedas delanteras   |

Otros:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Engrase general  | <input type="checkbox"/> Apretar tornillos                  |
| <input type="checkbox"/> Revisar sistema eléctrico completo                       | <input type="checkbox"/> Revisar sistema de arranque, carga |
| <input type="checkbox"/> Calibrar válvulas  | <input type="checkbox"/> Revisar soportes del motor         |
| <input type="checkbox"/> Funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero |   |

Observaciones: \_\_\_\_\_

MECÁNICO

JEFE DE TALLER

Figura 21. Servicio de mantenimiento en taller SMT

Ingenio Guadalupe, S.A.  
Taller agrícola  
Ficha de control para maquinaria

Código: \_\_\_\_\_  
Marca: \_\_\_\_\_  
Modelo: \_\_\_\_\_  
Serie: \_\_\_\_\_  
No. chasis: \_\_\_\_\_  
No. motor: \_\_\_\_\_

Tipo de transmisión

Mecánica     Automática     Semiautomática

Mando delantero

Sencillo     Mecánico

Tipo de mandos finales

Flange     Masa deslizante     Cremallera y piñón     Eje largo     Eje corto

Salidas hidráulicas

Una     Dos     Tres

Alternador

Marca: \_\_\_\_\_ Amperaje: \_\_\_\_\_

Motor de arranque

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Bomba de inyección

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Filtro de aire

Tipo:  Seco, No. Primario: \_\_\_\_\_, No. Secundario: \_\_\_\_\_  
 Húmedo, Numero: \_\_\_\_\_

Filtros de diesel

Tipo:  Cuadrado     Redondo

Numero: \_\_\_\_\_ Cantidad: \_\_\_\_\_

Filtro de motor

Numero: \_\_\_\_\_ Cantidad: \_\_\_\_\_

Filtro de transmisión

Numero: \_\_\_\_\_ Cantidad: \_\_\_\_\_

**Luces**

Delanteras:  2  4

Traseras:  2  4

Cantidad de baterías: \_\_\_\_\_ Amperaje : \_\_\_\_\_

**Llantas**

Eje trasero:  Simples  Dobles Medida: \_\_\_\_\_ Pliegos: \_\_\_\_\_

Eje delantero:  Simples  Dobles Medida: \_\_\_\_\_ Pliegos: \_\_\_\_\_

Tipo:  R1  R2  Normales  Radiales

No. serie llantas: \_\_\_\_\_

**Contrapesos**

Delanteros cantidad: \_\_\_\_\_

Peso unitario: \_\_\_\_\_

Traseros cantidad: \_\_\_\_\_

Peso unitario: \_\_\_\_\_

Figura 22. Ficha para control de la maquinaria

### 5.3. Análisis comparativo de costos antes-después del programa de mantenimiento preventivo a través del consumo de lubricantes

El consumo de lubricantes, cualquier clase incluyendo la grasa, es uno de los rubros más grandes en la división de taller, maquinaria y transporte del Ingenio Guadalupe, por lo cual se realizara una comparación del consumo antes de implementar el programa y después de la implementación del mismo. Los valores supuestos son los estimados que se tuvieron que haber gastado tomando como base el consumo anterior y el incremento de maquinaria, 15.63%.

#### CONSUMO GENERAL DE LUBRICANTES ANTES Y DESPUÉS DEL PROGRAMA

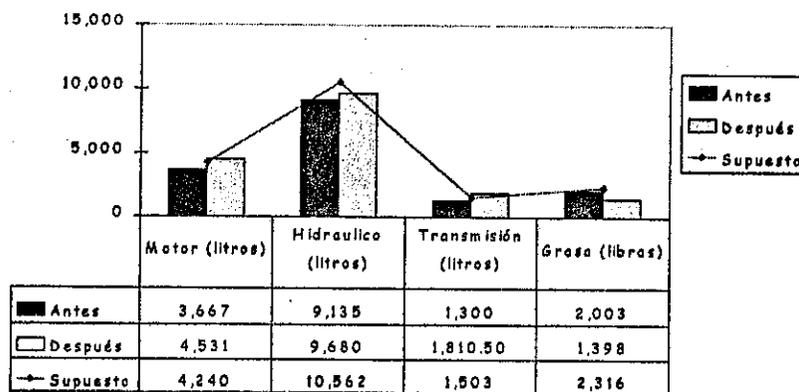


Figura 25

El consumo de lubricantes de motor fue un poco mas alto que el supuesto, esto se debe a que no se tenía un control de los servicios, afectando directamente en la vida útil del motor de la máquina. El consumo de aceite hidráulico y el de transmisión aumento pero no sobrepaso el supuesto que se tenía que consumir, aquí se puede observar ya el

control de consumos del programa. En la grasa hubo reducción considerable, esto se debe a que el personal de mantenimiento fue capacitado para engrasar y ya no se desperdiciaba las cantidades que se acostumbraban.

### EVOLUCIÓN DE CONSUMO GENERAL DE GRASA

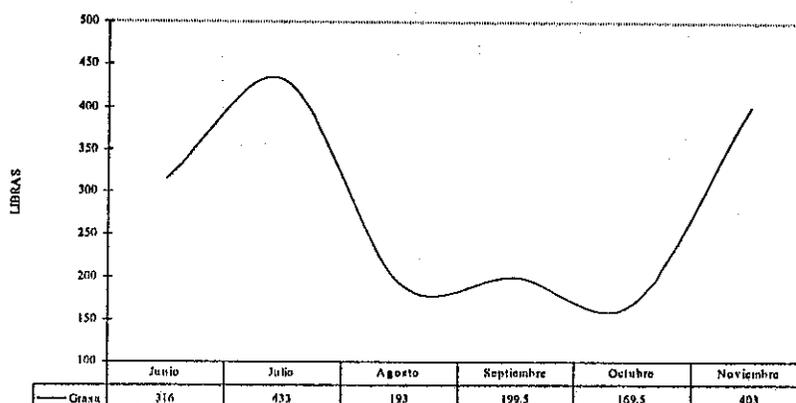


Figura 24

En esta figura se puede observar claramente lo anteriormente mencionado, el incremento para el mes de noviembre se debe al inicio de la zafra, por lo que todo el equipo empieza a trabajar el doble de tiempo.

En las figuras 24 y 25, se muestra el consumo de lubricantes de un tractor de tiro y un tractor de labores agrícolas. Para el tractor de labores agrícolas, muestra claramente los antecedentes de mantenimiento preventivo que existían antes del mantenimiento, o sea que si se estaba controlando a este tractor; el problema es que este control no existía para todos y no se tenía una base técnica para el mismo. Para el tractor de tiro se observa claramente, la inexistencia de normas para el cambio de aceite de motor, el

consumo se incremento considerablemente, incidiendo directamente en la vida útil del mismo. Para los demás lubricantes la reducción es significativa, mostrando una vez mas el control del mantenimiento.

### COMPARACIÓN DE CONSUMOS ANTES - DESPUÉS TRACTOR DE LABORES AGRÍCOLAS

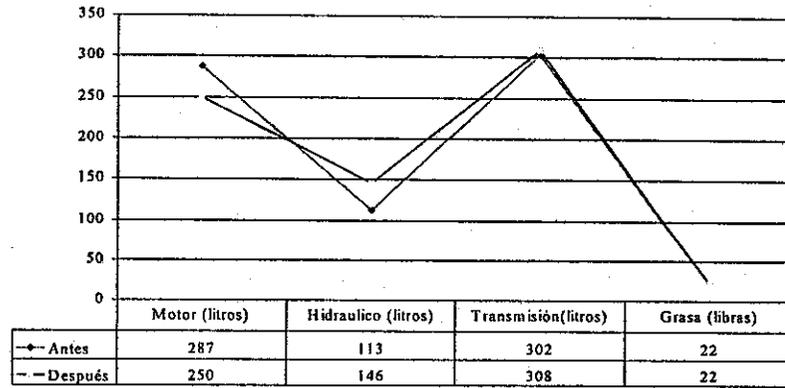


Figura 25

### COMPARACIÓN DE CONSUMOS ANTES- DESPUÉS TRACTOR DE TIRO

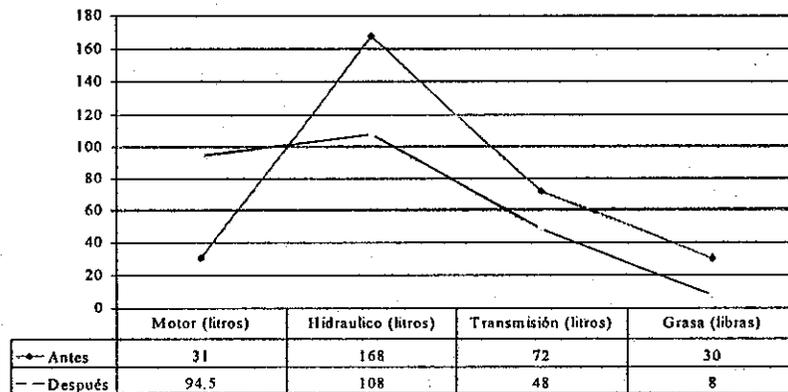


Figura 26

## CONCLUSIONES

1. Las tablas de servicios periódicos (sección 4.5, capítulo 4), adaptadas a las condiciones de trabajo y climatológicas del ingenio, servicio de mantenimiento en campo, servicio de mantenimiento en taller y fichas para el control de maquinaria (sección 2, capítulo 5) son la base para la implementación del programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola del Ingenio Guadalupe, S.A.
2. Durante la implementación del programa de mantenimiento preventivo el personal operador de maquinaria agrícola expresó la necesidad de capacitación periódica en aspectos de operación, uso y cuidado de la maquinaria.
3. El consumo general de lubricantes (figura 24), se incrementó después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo; el consumo mensual del aceite de motor antes de la implementación del programa fue de 3,667 lts (con un incremento del 24%); el consumo mensual del aceite hidráulico antes de la implementación del programa era de 9,135 lts y después de la implementación fue de 9,630 lts (el incremento fue del 5%). Esto demuestra que los servicios no se estaban realizando en una forma periódica y sistemática previamente establecida.
4. El consumo de grasa se redujo en un 30.02%, a través de la capacitación del personal de mantenimiento, en las técnicas de aplicación de ésta a la maquinaria que posee el Ingenio Guadalupe, S.A., disminuyendo el desperdicio en la aplicación.

## RECOMENDACIONES

1. Fortalecer el departamento de taller, maquinaria y transporte en los procesos de supervisión, monitoreo y evaluación para lograr el mayor rendimiento de la maquinaria y el aprovechamiento útil de los insumos. Estos resultados deben servir de base en la retroalimentación del programa de capacitación, además de temas de mejoras al desempeño laboral.
2. Capacitar al personal (técnico y administrativo) que integre la división de taller, maquinaria y transporte, en la operación y mantenimiento preventivo de la maquinaria del Ingenio Guadalupe, S.A.. Este proceso debe realizarse con mayor énfasis al personal que está iniciando relaciones laborales en esta división.
3. El personal técnico profesional de la división debe analizar y evaluar periódicamente las recomendaciones que hacen los proveedores, tanto de maquinaria como de lubricantes, con relación al uso y clase de lubricante a utilizar. Los resultados deben darse a conocer e implementar las medidas concernientes.
4. Mantener existencia en bodega de los insumos básicos (lubricantes, filtros, y demás materiales) de acuerdo a los resultados que se obtengan de la supervisión, monitoreo y evaluación del programa de mantenimiento, implementando mecanismos que logren la ágil, oportuna y constante requisición, adquisición, almacenamiento y distribución de los mismos.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **Catálogo de lubricantes.** Texaco, Inc. 1,996-1,997.
2. **CROUSE, William H., Motores de automovil.** México:  
Editorial Alfa omega, 1992.
3. **FIATAGRI, 110-90S/110-90S DT, Empleo y Cuidado.**  
Publicación 603.64.112.00R3, Italia, s. e., 1996.
4. **JOHN DEERE SERVICE,** <http://www.deere.com>
5. **Lubrication a thechnical publication devoted to the selection and use of  
lubricants.** Texaco, Inc. 1,994.
6. **MORROW, L. C., Manual de mantenimiento industrial, tomo 1.**  
México: C.A. EDITORIAL, 1990.