

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“ELABORACION DE UN PROGRAMA DE  
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA  
PESADA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**MIGUEL ANGEL VALENZUELA CRUZATTE**

**PROMOCION 1991-II**

**LIMA-PERU**

**2010**

## INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
INTRODUCCION	3
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 JUSTIFICACION	6
1.3 OBJETIVOS	6
1.4 ALCANCES	6
1.5 LIMITACIONES	6
CAPITULO II	
MARCO TEORICO	7
2.1 MOTORES DIESEL	7
2.1.1 Combustión	7
2.1.2 Factores que controlan la combustión	8
2.1.3 Cámara de combustión	8
2.1.4 Compresión	8
2.1.5 Tipo de combustible	9
2.1.6 Cantidad de combustible	9
2.1.7 Transmisión de energía térmica	10
2.1.8 Tiempo de admisión	10
2.1.9 Tiempo de compresión	10
2.1.10 Tiempo de combustión	11
2.1.11 Tiempo de escape	11
2.1.12 Ciclo de cuatro tiempos	11
2.1.13 Comparación de los motores diesel con los motores de gasolina	12
2.2 COMPONENTES DEL MOTOR DIESEL	14
2.2.1 Conjunto de bloque o monoblock	14
2.2.2 Conjunto de volante.	21
2.2.3 Conjunto culata	23
2.2.4 Conjunto de engranajes o distribución	26

2.2.5	Conjunto de polea	28
2.3	SISTEMAS DE UN MOTOR DIESEL	29
2.3.1	Sistema de admisión y escape	29
2.3.2	Sistema de lubricación	29
2.3.3	Sistema de combustible	29
2.3.4	Sistema de enfriamiento	31
2.3.5	Sistema eléctrico	32
2.4	FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE HIDRÁULICOS	33
2.4.1	Bomba hidráulica	36
2.4.2	Cilindro de presión hidráulica	38
2.4.3	Motor hidráulico	38
2.4.4	Válvulas de control de presión hidráulica	39
2.4.5	Tanque de aceite hidráulico	41
2.4.6	Aceite hidráulico	43
2.5	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISION	44
2.5.1	El Propósito del Tren de fuerza	45
2.5.2	Componentes del tren de fuerza mecánico	45
2.5.3	Mandos hidrostáticos	46
CAPITULO III		
DESCRIPCION DE LOS TIPOS DE MAQUINARIAS PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS		
		49
3.1.	DEFINICION	49
3.2.	TRACTOR TIPO BULDOZER	50
3.2.	CARGADOR FRONTAL	51
3.3.	EXCAVADORA	53
3.4.	RETROEXCAVADORA	54
3.5.	MOTONIVELADORA	54
3.6.	RODILLO VIBRATORIO	56
CAPITULO IV		
EL MANTENIMIENTO		
		57
4.1.	CONCEPTOS BASICOS	57
4.2.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	57

4.3.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	59
4.4.	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	60
4.4.1.	Análisis de aceite S.O.S	61
4.4.2.	Análisis de aceite en motores de combustión	62
4.4.3.	Análisis de aceite en los sistemas hidráulicos	63
4.4.4.	Contador de partículas	63
 CAPITULO V		
IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS DE		
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
		65
5.1.	VISION	65
5.2.	MISION	65
5.3.	POLITICAS DE MANTENIMIENTO	65
5.4.	ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	66
5.5.	FUNCIONES DEL INGENIERO DE MANTENIMIENTO.	67
5.6.	FUNCIONES DEL JEFE DE TALLER CENTRAL	68
5.7.	FUNCIONES DEL RESIDENTE O	
	JEFE DE EQUIPOS EN CAMPO	68
5.8.	FUNCIONES DEL ENCARGADO DEL PLANEAMIENTO	69
5.9.	PLAN DE RENOVACION DE EQUIPOS.	70
5.10.	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	71
5.11.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	72
5.12.	CONTROL DE DESGASTE:	82
	5.12.1. Control de Llantas:	82
	5.12.2. Control de Material Rodante (Trenes de Rodamiento)	83
	5.12.3. Control de Material de Desgaste:	84
	5.12.4. INDICADORES DE LA GESTION DEL	
	MANTENIMIENTO	84
	5.13. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	84
	5.14. MANTENIMIENTO PREDICTIVO	85
 CAPITULO VI		
ESTRUCTURA DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO		
		87
6.1.	TARIFA INTERNA	87

6.2.	COSTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	88
6.3.	OTROS COSTOS OPERATIVOS	89
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
	BIBLIOGRAFIA	92
	<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>

## **PROLOGO**

El presente informe aborda la elaboración de un programa de mantenimiento para una empresa de alquiler de maquinaria pesada.

Contiene en la primera parte la introducción, antecedentes, justificación, objetivos, alcances y limitaciones.

El marco teórico desarrolla los fundamentos de los motores diesel, sus componentes y sistemas y describe el funcionamiento básico de los sistemas hidráulicos en general para las diferentes maquinas de movimiento de tierras que se disponen y que son materia del presente informe.

En el capítulo 4, se detalla los conceptos básicos de las diferentes técnicas de mantenimiento aplicables.

El capítulo 5, describe el programa de mantenimiento preventivo de Equimaq y se detalla una lista de actividades tanto de planificación, ejecución y control. Las tareas de mantenimiento y lubricación, los controles del tren de rodamiento y material de desgaste así como el registro de la disponibilidad y mantenibilidad de los

equipos, El mantenimiento correctivo detalla los procedimientos que se llevan a cabo para la ejecución de los servicios tanto planificados como de emergencia. Por último el mantenimiento predictivo contiene los registros de los análisis de aceite de todos los sistemas o componentes críticos de los equipos así como el monitoreo de las presiones y mediciones de desgaste que se realizar para predecir la duración de los componentes sometidos a desgaste.

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCION**

En la actualidad el uso de la maquinaria pesada tanto en la industria de la construcción como en minería han ido en constante aumento con el desarrollo económico del país, las empresas buscan optimizar los costos de producción disminuyendo las pérdidas en la operación por parada de equipos aumentando el rendimiento y disponibilidad de los mismos.

Desde hace algunos años el modelo de tercerización de servicios ha generado que muchas empresas “especialistas” se desarrollen y busquen satisfacer los requerimientos del mercado brindando servicios de calidad para mantenerse competitivos en un ambiente cada vez más exigente.

En ese sentido el presente informe pretende dar los lineamientos para una mejor administración del mantenimiento de equipos destinados al movimiento de tierras en una empresa de alquiler de maquinaria pesada buscando mediante un enfoque sistémico mejorar la disponibilidad por medio de una efectiva programación del mantenimiento preventivo apoyado en las herramientas que el mantenimiento predictivo ofrece.



## **1.1 ANTECEDENTES**

La empresa a la que se refiere este informe se denomina Equimaq SAC. Sus inicios datan del año 1987. Por ese entonces la empresa tenía otra denominación y es a partir de año 2004 que pasó a constituirse como Equimaq SAC.

Se inició con una flota de equipos usados de diferentes marcas y años de operación provenientes de la recuperación de activos que una entidad financiera realizó de sus clientes morosos. Dichos equipos se encontraban en la ciudad de Cajamarca y tenían entre 6 a 12 meses sin operar y algunos estaban inoperativos.

Se hacía necesario realizar primero una primera evaluación general del estado de los equipos y elaborar un proyecto que incluía tanto la evaluación, el presupuesto de reparación y el mantenimiento dentro de un calendario de actividades para su reflotamiento. Luego se procedió a la elaboración un plan de gestión del mantenimiento que incluyó un programa de mantenimiento preventivo y la puesta en operación de los equipos.

Terminada esa fase preliminar, la gestión comercial ubicaba clientes potenciales que requieran de equipos con un alto nivel de confiabilidad en la modalidad de alquiler horario. Sus principales clientes fueron el sector de la gran minería quienes demandaron equipos para la ejecución de importantes proyectos como Minera Antaina; en la construcción del mega-proyecto minero en Ancash, Minera Yanacocha en Cajamarca, Minera Barrick Misquichilca en Huaraz, entre muchas otras.

La relación de equipos que me fue entregada inicialmente y que con el tiempo luego fue incrementándose es la siguiente:

- 17 camiones volquetes marca Volvo NL12 de 400HP 6x4
- 02 excavadoras CAT modelo 322BL de 000 HP
- 01 excavadora CAT modelo 325BL de 000 Hp
- 01 excavadora CAT modelo 330CL de 000 HP
- 01 excavadora Komatsu PC 300
- 01 excavadora Komatsu PC 200
- 03 tractores CAT modelo D6Gde 000 HP
- 01 Cargadores frontales Volvo modelo L150C
- 01 Cargador frontal Volvo modelo L120C
- 01 Cargador Frontal Komatsu WA420-3
- 01 Tractor Komatsu modelo D155AX-3 de 303 HP
- 1 Camión Tracto Volvo NL12 de 340 HP 6x4
- 01 Retroexcavadora CAT 426C de HP

Actualmente la empresa tiene dos áreas, la primera se dedica a ejecución de obras civiles principalmente carreteras, mantenimiento de vías y proyectos mineros como construcción de pads, presas de relaves, etc. y la segunda área dedicada al suministro y alquiler de maquinaria pesada como unidad de negocio independiente.

## **1.2 JUSTIFICACION**

Esta empresa requiere de un programa de mantenimiento para sus equipos como parte integrante de un Plan de Gestión del mantenimiento que le asegure continuidad y permanencia en el mercado de la construcción y minería sin el cual le sería imposible mantenerse debido a la competencia cada vez mayor y a la constante evolución de las tecnologías que mejoran los rendimientos y eficiencias de los equipos modernos.

## **1.3 OBJETIVOS**

El presente informe pretende desarrollar un programa de mantenimiento para una empresa de alquiler de maquinaria pesada con el objetivo de mejorar la disponibilidad y la mantenibilidad de los mismos.

## **1.4 ALCANCES**

Contempla la elaboración de un programa de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y operatividad de los equipos.

## **1.5 LIMITACIONES**

No contempla el plan de renovación de equipos el cual se sustenta en un análisis de costos (que incluye disponibilidad operativa, costos de mantenimiento, horas de vida del equipo, valor de rescate, etc. versus la adquisición de un equipo similar o de mayor eficiencia.

## CAPITULO 2

### MARCO TEORICO

#### 2.1 MOTORES DIESEL

En un motor diesel, todos los componentes funcionan juntos para convertir energía térmica en energía mecánica, El tipo de motor de combustión lo determina el proceso de combustión y la forma en que operan la cámara de combustión y sus componentes.

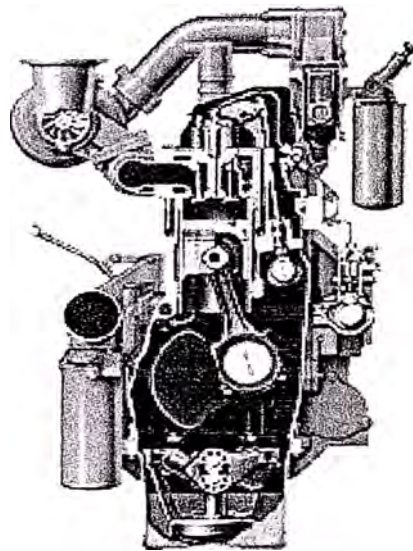


FIG No.2.1 Motor Diesel

##### 2.1.1 Combustión

En un motor Diesel, la compresión del conjunto aire y combustible produce la

combustión, lo que crea la fuerza necesaria para hacer funcionar el motor. El aire, que contiene oxígeno, es necesario para quemar el combustible. El combustible produce la energía calorífica. Cuando se atomiza, el combustible diesel se inflama fácilmente y se quema de manera eficiente. La combustión tiene lugar cuando la mezcla de aire y combustible se calienta lo suficiente como para inflamarse. Debe quemarse rápidamente de forma controlada para producir la máxima energía térmica.

### **2.1.2 Factores que controlan la combustión**

La combustión se controla por medio de tres factores:

- La cantidad de volumen de aire comprimido.
- El tipo de combustible usado.
- La cantidad de combustible mezclada con el aire.

### **2.1.3 Cámara de combustión**

La cámara de combustión está formada por:

- Camisa del cilindro.
- Pistón.
- Válvula de admisión.
- Válvula de escape.
- Cabeza del cilindro.

### **2.1.4 Compresión**

Cuando se comprime el aire, se calienta. Cuanto más se comprime el aire, más

se calienta. Si se comprime lo suficiente, se producen temperaturas superiores a la temperatura de inflamación del combustible.

### **2.1.5 Tipo de combustible**

El tipo de combustible usado en el motor afecta la combustión debido a que diferentes combustibles se consumen a diferentes temperaturas, y algunos se queman de forma más completa que otros. Al mismo tiempo al tener diferente poder de lubricante influye en la durabilidad y el mantenimiento de los sistemas de inyección.

En la actualidad se está usando un combustible llamado Biodiesel que contiene una mezcla de petróleo diesel con combustible vegetal

### **2.1.6 Cantidad de combustible**

La cantidad de combustible también es importante porque al aumentar la cantidad de combustible aumenta la fuerza producida. Cuando se inyecta en una zona cerrada que contiene una cantidad suficiente de aire, una pequeña cantidad de combustible produce grandes cantidades de calor y fuerza.

En un motor diesel, el aire se comprime dentro de la cámara de combustión hasta que esté suficientemente caliente como para inflamar el combustible. Después, el combustible se inyecta en la cámara caliente y se produce la combustión.

### **2.1.7 Transmisión de energía térmica**

En ambos motores, la combustión produce energía térmica que hace que los gases atrapados en la cámara de combustión se expandan, empujando el pistón hacia abajo. A medida que el pistón se mueve hacia abajo, mueve otros componentes mecánicos que efectúan el trabajo mecánico.

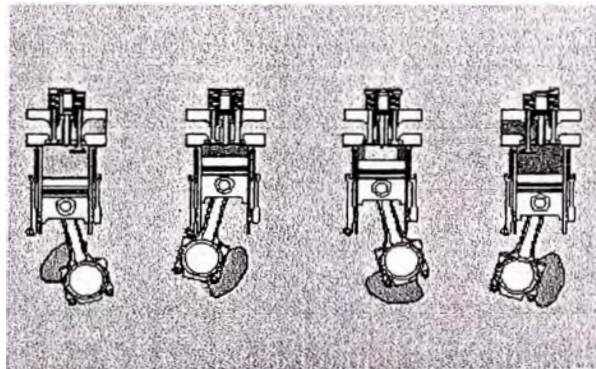


Fig. No. 2.2 Ciclos del motor de combustión.

### **2.1.8 Tiempo de admisión**

El ciclo empieza con el tiempo de admisión. Primero, se abre la válvula de admisión. Simultáneamente, el pistón pasa a la posición del punto muerto inferior o PMI, su punto más Bajo

Bajo

### **2.1.9 Tiempo de compresión**

Durante el tiempo de compresión, se cierra la válvula, sellando la cámara de combustión. El pistón se mueve hacia arriba, hasta su punto más alto en la camisa del cilindro llamado punto muerto superior o PMS. El aire atrapado está comprimido y muy caliente. La cantidad de aire comprimido se denomina

“relación de compresión”. La mayoría de los motores diesel tienen una relación de compresión comprendida entre 13 a 1 y 20 a 1. El cigüeñal ha girado 360 grados o una vuelta completa.

Relación de compresión = Volumen en PMI/Volumen en PMS

#### **2.1.10 Tiempo de combustión**

El combustible diesel se inyecta cerca del final de la carrera de compresión. Esto produce la combustión y da comienzo al tiempo de combustión. Las válvulas de admisión y escape permanecen cerradas para sellar la cámara de combustión. La fuerza de la combustión empuja el pistón hacia abajo, lo que hace que la biela haga girar el cigüeñal otros 180 grados. El cigüeñal ha girado una vuelta y media desde que empezó el ciclo.

#### **2.1.11 Tiempo de escape**

El tiempo de escape es el tiempo final de ciclo. Durante el tiempo de escape se abre la válvula de escape a medida que el pistón se mueve hacia arriba, obligando a los gases quemados a salir del cilindro. En el PMS, se cierra la válvula de escape y se abre la válvula de admisión, y el ciclo vuelve a empezar. La biela hace girar el cigüeñal otros 180 grados. El cigüeñal ha girado dos vueltas al completar el ciclo.

#### **2.1.12 Ciclo de cuatro tiempos**

Al final del tiempo de escape se completa todo el proceso. Durante este tiempo,



el cigüeñal ha completado dos giros de 360 grados. En conjunto, los tiempos de admisión, compresión, combustión y escape se denominan ciclo de ahí viene el nombre de "ciclo de cuatro tiempos".

Los motores CAT usan el ciclo de cuatro tiempos, y el ciclo se repite una y otra vez siempre que el motor esté en marcha. El orden en que cada cilindro llega al tiempo de combustión se llama orden de encendido del motor.

Cuatro tiempos del motor = Dos revoluciones del cigüeñal.

### **2.1.13 Comparación de los motores diesel con los motores de gasolina**

- **Los motores diesel no requieren chispa:** Probablemente la diferencia más evidente entre los motores diesel y los motores de gasolina es que los motores diesel no requieren chispa para el encendido. En vez de eso, el aire es comprimido a una relación tan alta que el aire de la cámara de combustión se calienta lo suficiente como para inflamar el combustible.
- **Diseño de la cámara de combustión del motor diesel:** El diseño de la cámara de combustión también varía de los motores diesel a los motores de gasolina. En los motores diesel, hay muy poco espacio entre la cabeza del cilindro y el pistón en la posición de punto muerto superior, produciendo una alta relación de compresión. Los pistones de la mayoría de los motores diesel forman la cámara de combustión justo encima del pistón.

- **Los motores diesel pueden efectuar más trabajo:** Otra diferencia importante es la cantidad de trabajo que es capaz de producir el motor a RPM inferiores. Por lo general, los motores diesel operan normalmente entre 800 y 2200 RPM y proporcionan un par motor mayor, y más potencia para efectuar el trabajo.
- **Ciclo de cuatro tiempos:** Ambos motores convierten la energía térmica en movimiento usando el ciclo de cuatro tiempos.
- **Los motores diesel consumen combustible de forma más eficiente:** Los motores, por lo general, consumen combustible de forma más eficiente para la cantidad de trabajo producida que los motores de gasolina. Se necesitan cantidades relativamente pequeñas de combustible para producir la potencia nominal de un motor diesel.
- **Los motores diesel son más pesados:** Los motores diesel son por lo general más pesados que los motores de gasolina porque el motor diesel debe resistir presiones y temperaturas de combustión mucho mayores.
- **Relaciones de compresión:** Los motores diesel, por lo general, usan mayores relaciones de compresión para calentar el aire a las temperaturas de combustión. La mayoría de los motores diesel, por lo general, tienen una relación de compresión de 13:1 a 20:1. Los motores de gasolina generalmente usan relaciones de compresión entre 8:1 y 11:1.

## 2.2 COMPONENTES DEL MOTOR DIESEL.

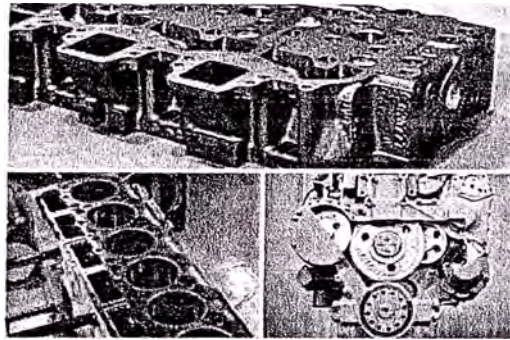


Fig. No. 2.3 Componentes del motor Diesel

### 2.2.1 Conjunto de bloque o monoblock

El conjunto de bloque también llamado monoblock es el lugar donde se produce la potencia y es la estructura que soporta todos los componentes del motor.

Los bloques de motor tienen diseños diferentes. Los motores en línea (1) tienen todos los cilindros en fila. Los motores en "V" (2) separan los cilindros en dos filas, y el bloque tiene forma de "V".

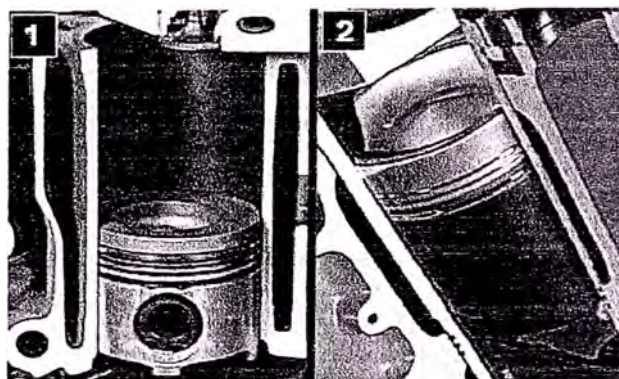


Fig. No. 2.4 Tipos de bloque de motor.

Los bloques son normalmente de hierro colado gris. Los conductos de refrigerante y lubricante forman parte integral del bloque colado.

#### 2.2.1.1 Cilindros:

Los cilindros son agujeros en el bloque del motor.

Efectúan una serie de tareas:

1. Contienen los pistones.
2. Forman las cámaras de combustión.
3. Disipan el calor de los pistones.

Los cilindros pueden formar parte integral permanentemente del bloque colado, llamado calibre matriz, o pueden contener camisas de cilindro desmontables.

Ver Fig. 2.4

#### 2.2.1.2 Camisas de cilindro

Debido a las temperaturas y a las presiones extremas generadas por la combustión, las camisas de los cilindros son desgastadas por los pistones y anillos y están diseñadas para ser reemplazadas.

Las camisas de los cilindros forman la pared de la camisa de agua entre el refrigerante y los pistones.

#### 2.2.1.3 Tipos de camisas de cilindros

Las camisas húmedas disponen de sellos anulares para sellar la camisa de agua e impedir fugas de refrigerante. Las camisas secas se usan a menudo para

reparar o "encamicetar" motores de calibre matriz en caso de que falle un cilindro. Las camisas se llaman "secas" porque se ajustan contra las paredes existentes del calibre del cilindro en el bloque.

#### 2.2.1.4 Pistones

Se ajusta un pistón dentro de cada camisa de cilindro y se mueve hacia arriba y hacia abajo durante la combustión. La parte superior del pistón forma la parte inferior de la cámara de combustión.

Los pistones realizan tres trabajos principales:

- Transmiten la fuerza de combustión a la biela y al cigüeñal.
- Sellan la cámara de combustión.
- Disipan el calor excesivo de la cámara de combustión.

#### 2.2.1.5 Anillos de los pistones

Debido a las altas temperaturas de combustión y al movimiento constante, los anillos de pistón se desgastan con el tiempo, y están diseñados para ser reemplazados según sea necesario.

Cada uno de los pistones tiene dos o más anillos que encajan en ranuras en el pistón. Tienen tres funciones principales.

- Sellan la cámara de combustión.
- Controlan la lubricación de las paredes de los cilindros.
- Enfían el pistón transfiriendo el calor generado por la combustión.

#### 2.2.1.6 Tipos de anillos de pistón

Hay dos tipos de anillos de pistón: (1) anillos de compresión y (2) de control de aceite. Los anillos de compresión sellan la parte inferior de la cámara de combustión impidiendo que los gases de combustión se fuguen por los pistones.

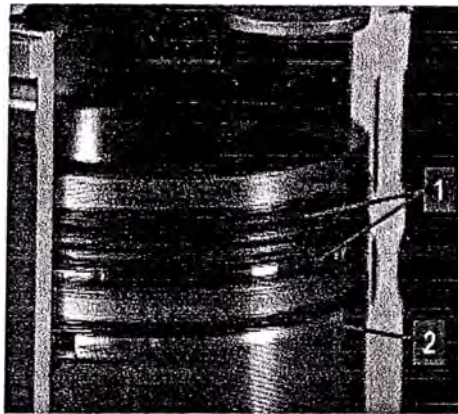


Fig. 2.5 Pistón

#### 2.2.1.7 Anillo de control de aceite

Normalmente hay un anillo de control de aceite debajo de los anillos de compresión. Los anillos de control de aceite lubrican las paredes de la camisa del cilindro al moverse el pistón hacia arriba y hacia abajo. La película de aceite reduce el desgaste en la camisa del cilindro y en el pistón.

#### 2.2.1.8 Resorte de expansión

Detrás del anillo de control de aceite hay un resorte de expansión que permite mantener una película uniforme de aceite en la pared del cilindro.

### 2.2.1.9 Bielas

Las bielas están conectadas a cada uno de los pistones por medio de un pasador de biela. La biela transmite la fuerza de combustión del pistón al cigüeñal.

Una biela consta de varias piezas:

- Buje del pasador de biela.
- Vástago.
- Tapa.
- Pernos y tuercas de biela.
- Cojinetes de biela.

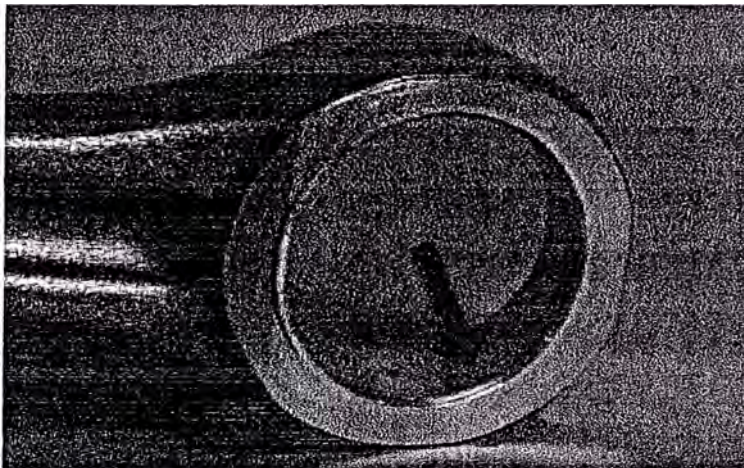


Fig. No. 2.6 Biela

### 2.2.1.10 Cojinetes de biela

Los cojinetes de biela se desgastan más rápido que el cigüeñal porque están hechos de metal más blando. Por lo tanto, los cojinetes están diseñados para ser reemplazados cuando sea necesario. Estos están en el extremo del cigüeñal de la biela. El cigüeñal gira dentro de los cojinetes de biela que soportan la carga.

### 2.2.1.11 Cigüeñal

El otro extremo de la biela hace girar el cigüeñal, que está ubicado en la parte inferior del bloque de motor. El cigüeñal transmite el movimiento giratorio al volante proporcionando energía adecuada para el trabajo.

El cigüeñal consta de muchas piezas.

- Muñones de cojinetes de biela.
- Contrapesas.
- Muñones de cojinetes de bancada.
- Nervadura.

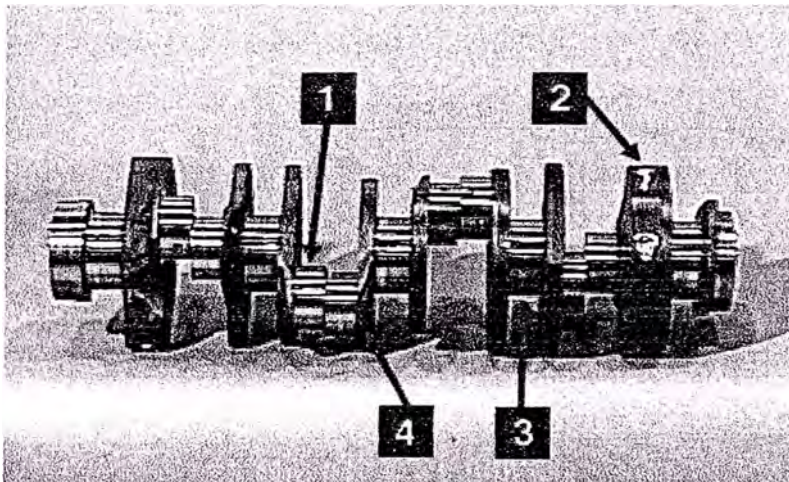


Fig. No. 2.7 Cigüeñal

### 2.2.1.12 Cojinetes de bancada

Los cojinetes de bancada se desgastan más rápido que el cigüeñal porque están hechos de metal más blando. Por lo tanto, los cojinetes están diseñados para ser reemplazados cuando sea necesario.



Cada cojinete de bancada está compuesto por dos mitades llamadas casquillos. La mitad de casquillo inferior encaja en la tapa del cojinete de bancada, y la mitad de casquillos superior encaja en el orificio del cojinete de bancada del bloque. Por lo general, la mitad de casquillo inferior soporta más carga y se desgasta más rápido.

#### 2.2.1.13 Lubricación de los cojinetes

Las mitades superiores de los cojinetes de bancada tienen un orificio de engrase y, normalmente, una ranura, de modo que el aceite lubricante se alimente continuamente por el orificio de lubricación de los muñones de los cojinetes de bancada.

#### 2.2.1.14 Árbol de levas

El árbol de levas está impulsado por un engranaje del cigüeñal. El árbol de levas controla la apertura y el cierre de las válvulas y puede controlar la inyección de combustible cuando se usan inyectores. EL árbol de levas recibe su nombre de los lóbulos ovalados o levas que tiene. A medida que gira el árbol de levas, giran los lóbulos. Los componentes del tren de válvulas unidos al árbol de levas siguen el movimiento, moviéndose hacia arriba y hacia abajo. Cuando la punta del lóbulo mira hacia arriba, la válvula está completamente abierta.

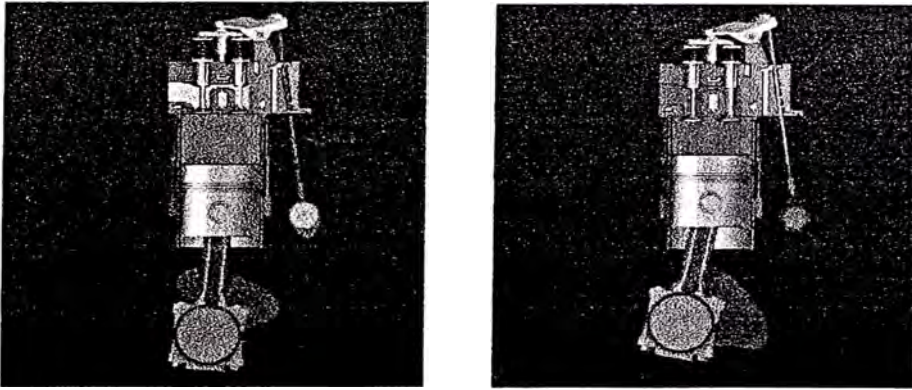


Fig. No. 2.8 Arbol de levas

El árbol de levas gira a un medio de la velocidad del cigüeñal, de modo que las válvulas se abren y se cierran en el momento correcto durante el ciclo de cuatro tiempos.

### 2.2.2 Conjunto de volante.

El conjunto de volante es la unión entre el motor y la carga. Viene alojado en un compartimiento (3) y esta empernado a la parte trasera del cigüeñal y consta de una volante (1), la corona (2) y el amortiguador de vibraciones (no mostrado).

El volante efectúa tres funciones:

- Almacena energía para ganar momento entre tiempos de combustión.
- Hace que la velocidad del cigüeñal sea uniforme.
- Transmite potencia a una máquina, al convertidor de par o a otra carga.

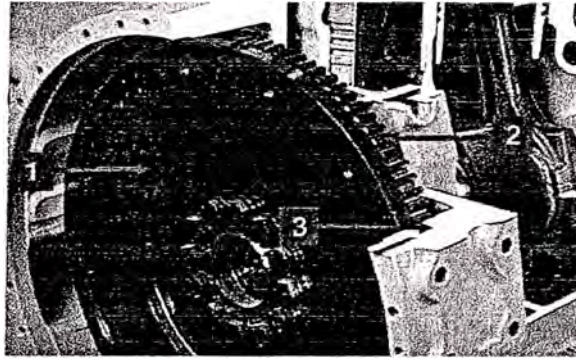


Fig. No. 2.9 Conjunto Volante

2.2.2.1 Volante (1): El volante está empernado a la parte trasera del cigüeñal en la caja del volante.

2.2.2.2 Corona (2): La corona, que está ubicada alrededor del volante, se usa para arrancar el motor

2.2.2.3 Amortiguador de vibraciones

En la parte delantera del cigüeñal puede haber un amortiguador de vibraciones. Los amortiguadores controlan las vibraciones de torsión o giro del cigüeñal. Un amortiguador se asemeja a un volante en miniatura que está encajado a presión o empernado a la parte delantera del cigüeñal.

Existen dos diseños básicos los amortiguadores de vibraciones: amortiguador de goma y el amortiguador viscoso.

- Los amortiguadores de vibraciones de goma usan goma densa para absorber las vibraciones.

- Los amortiguadores viscosos usan aceite pesado para absorber las vibraciones.

### **2.2.3 Conjunto culata**

La culata y sus componentes están diseñados para asegurarse de que se abran y se cierren las válvulas, y de que el combustible se inyecte en el momento apropiado para lograr un rendimiento máximo del motor.

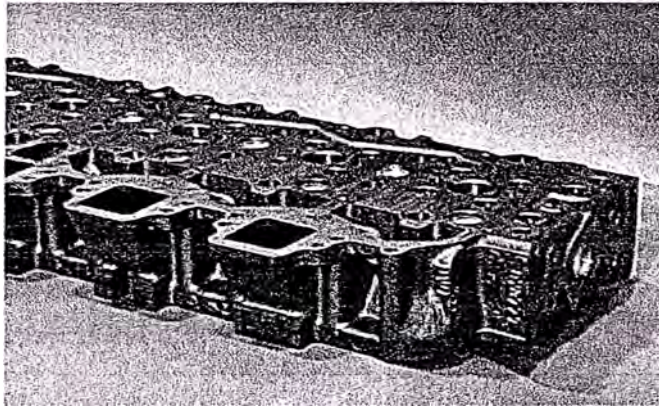


Fig. No. 2.10 Culata

Conjunto del tren de válvulas: El conjunto de tren de válvulas incluye:

- 1.- Culata.
- 2.- Tapa de las válvulas.
- 3.- Puentes.
- 4.- Conjuntos de resortes de válvula.
- 5.- Guías de válvula.
- 6.- Casquillos de válvula (asientos).
- 7.- Válvulas.
- 8.- Balancines.

### 2.2.3.1 Culata

La culata es una pieza de fundición separada que sella la parte superior del bloque del motor y sujeta las válvulas, el inyector o la cámara de pre-combustión en su lugar. También contiene el tren de válvulas, ciertos componentes del sistema de combustible y conductos de agua para enfriar las piezas.

### 2.2.3.2 Empaquetadura y placa espaciadora:

La culata (fig. 2.10) está asentada en el bloque del motor con empaquetaduras, una placa espaciadora y pernos o espárragos.

### 2.2.3.3 Tapas de las válvulas:

Las tapa de las válvulas encajan en la parte de arriba de la culata y la sellan. Muchos motores tienen más de una tapa de válvulas.

### 2.2.3.4 Balancines:

Los balancines conectan las válvulas con el árbol de levas, y convierten el movimiento giratorio del árbol de levas en un movimiento alternativo en las válvulas. A medida que la varilla de empuje del bloque empuja hacia arriba un extremo del balancín, pivota en el eje del balancín y empuja hacia abajo el mecanismo de la válvula haciendo que se abra.

A medida que gira el árbol de levas, la varilla de empuje baja, y la fuerza del resorte de la válvula cierra la misma. Hay un balancín separado para las válvulas de admisión y escape de cada cilindro.

#### 2.2.3.5 Válvulas

Las válvulas controlan el flujo de aire y de los gases de escape por la cámara de combustión. Cuando se abre la válvula de admisión, entra aire en la cámara de combustión. Cuando se abre la válvula de escape, los gases de escape salen de la cámara de combustión.

#### 2.2.3.6 Casquillos de válvula

Para sellar completamente la cámara de combustión, todas las válvulas tienen un casquillo ubicado en la cabeza del cilindro. Cuando se cierra la válvula, el asiento de la misma hace contacto con el casquillo de la válvula. En la mayoría de los motores, los casquillos de las válvulas son reemplazables.

#### 2.2.3.7 Guías de válvula

Las válvulas se mueven hacia arriba y hacia abajo dentro de guías de válvula montadas en la cabeza del cilindro. Las guías de válvula mantienen las válvulas moviéndose en línea recta. El vástago de la válvula se prolonga fuera de la guía encima de la cabeza del cilindro.

#### 2.2.3.8 Conjunto de resorte de válvula

Los resortes de las válvulas mantienen las válvulas cerradas. Los resortes de las válvulas encajan en las válvulas.

#### 2.2.3.9 Componentes de desgaste principales:

Las válvulas, los casquillos de las válvulas y las guías de las válvulas son los

que más se desgastan debido a las altas temperaturas y presiones de combustión. Todos los componentes son reemplazables.

#### 2.2.3.10 Boquillas de combustible

Las boquillas o los inyectores de combustible también están ubicados en la culata. Las boquillas encajan entre las válvulas.

### 2.2.4 Conjunto de engranajes o distribución

El conjunto de tren de engranajes es una serie de engranajes que transfieren la potencia del cigüeñal a otros componentes principales del motor. Los trenes de engranajes pueden estar ubicados en la parte delantera y trasera del motor. El tren de engranajes mostrado aquí está ubicado en la parte delantera del motor entre la placa de refuerzo y la caja de los engranajes de sincronización.

#### 2.2.4.1 Finalidad del tren de engranajes

El tren de engranajes sincroniza todos los componentes del motor, de modo que funcionen juntos durante cada tiempo del ciclo de combustión.

#### 2.2.4.2 Componentes del tren de engranajes

Los componentes de un tren de engranajes típico son:

- **Engranaje del cigüeñal:** El engranaje del cigüeñal está montado en el cigüeñal. A medida que gira el cigüeñal, también gira el engranaje. Todos los demás componentes están sincronizados y son impulsados por el cigüeñal y el engranaje del cigüeñal.

- **Engranaje loco:** El engranaje loco mantiene girando el engranaje del árbol de levas en el mismo sentido que el engranaje del cigüeñal. Las relaciones de engranajes aseguran que el árbol de levas gira a  $1/2$  de la velocidad del cigüeñal.
- **Engranaje del árbol de levas:** El engranaje del árbol de levas se engrana con el engranaje loco. Gira a un medio de la velocidad del cigüeñal para asegurar la apertura y el cierre de las válvulas de admisión y escape en el tiempo adecuado.
- **Engranaje de la bomba de combustible:** El engranaje de la bomba de combustible está impulsado por el engranaje del árbol de levas. Como ambos engranajes son del mismo tamaño, ambos giran a la misma velocidad. El engranaje de la bomba de combustible hace girar el árbol de levas de la bomba de combustible, que funciona con los componentes del sistema de combustible para suministrar combustible al motor en el momento adecuado.
- **Engranaje de equilibrio:** Ciertos modelos de motor usan ejes de equilibrio. Los ejes son impulsados por el cigüeñal. En este ejemplo, hay un eje de equilibrio a cada lado del motor. El eje de equilibrio elimina las vibraciones excesivas del cigüeñal.
- **Conjunto de eje y engranaje de equilibrio:** Éste es un ejemplo de un conjunto de eje y engranaje de equilibrio.
- **Engranaje de la bomba de aceite:** El engranaje de la bomba de aceite es impulsado por el engranaje del cigüeñal. La bomba de aceite hace circular el aceite por todo el motor.



- **Engranaje de la bomba de agua:** la bomba de agua es impulsada por el engranaje de la bomba de agua y hace circular refrigerante por todo el motor. El engranaje de la bomba de agua es impulsado normalmente a la misma velocidad que el cigüeñal.
- **Engranaie del compresor de aire:** Ciertos motores usan un compresor de aire para suministrar aire a los frenos y a otros componentes. El compresor de aire es impulsado por engranajes del tren de engranajes. El engranaje del compresor de aire se engrana con los engranajes locos y gira a la velocidad recomendada por el fabricante.

#### 2.2.4.3 Marcas de sincronización

Las marcas de sincronización se usan para alinear los engranajes y ayudar a asegurar una sincronización apropiada.

#### 2.2.4.4 Caja de los engranajes de sincronización

Todos los engranajes de sincronización están protegidos por una caja. Esta caja de los engranajes de sincronización sella la parte delantera del bloque del motor.

#### 2.2.5 Conjunto de polea

Un conjunto de polea conectado al cigüeñal impulsa otros componentes como ventiladores o alternadores.

## **2.3 SISTEMAS DE UN MOTOR DIESEL**

### **2.3.1 Sistema de admisión y escape**

El dispositivo de admisión está conformado por el tubo de admisión, filtro de aire, el turbo alimentador y otros; y el dispositivo del escape se conforma del silenciador, tubo de escape y otros.

El filtro de aire cumple la función de limpiar el aire necesario y lo envía dentro del cilindro para la combustión del motor, y previene al cilindro, pistón y otros del desgaste. “El turbo alimentador” tiene la función de elevar la salida del motor, y por el soplo comprime el aire que ingresa al cilindro mejorando la densidad del aire.

### **2.3.2 Sistema de lubricación**

El dispositivo de lubricación tiene la función de proveer de aceite (aceite del motor) a las partes de fricción del cojinete, anillo de pistón, pared de camisa y otros para evitar daños por la fricción y quemaduras.

Además, en el dispositivo de lubricación tiene entre otros el enfriador de aceite que protege del exceso y elevación de temperatura del lubricante y el filtro de aceite que quita la suciedad y cuerpos extraños contenidos en el lubricante.

### **2.3.3 Sistema de combustible**

El dispositivo de combustible está conformado de tanque de combustible, filtro de combustible, bomba de inyección de combustible (con regulador), boquilla

de inyección de combustible, porta boquilla, tubo de propulsión de combustible y otros.

- **Bomba de inyección de combustible** La bomba de inyección de combustible por medio de la función del gobernador, regula la cantidad de combustible para inyección de acuerdo a cualquier cambio de revolución de velocidad e incremento o disminución de la carga del motor en funcionamiento, y el combustible se inyecta exactamente a la cámara de combustión a través del sistema de toberas de combustible.
- **Toberas de combustible** El combustible presurizado por la bomba es convertido y rociado por las toberas al inyectarse a la cámara de combustión.
- **Filtro de combustión** El filtro de combustible elimina polvo, partículas extraños, refrigerante y otras contaminaciones posible del combustible, sino causaría deterioración prematura de dispositivos de inyección por la causa de fricción excesiva o su daño de función.
- **Gobernador** La velocidad de rotación del motor a diesel se define de acuerdo al grado de la carga del combustible, y el gobernador es el que mide la cantidad de inyección para regular la velocidad de rotación que sufre variación provocada por la carga.
- **Dispositivo de detención del motor:** Para detener el motor diesel, hay el método de detener el suministro de combustible hacia la bomba de inyección (corte de combustible) y el método de detención colocando una válvula al tubo de admisión (corte de aire) para interrumpir momentáneamente la absorción del aire. Últimamente es por el método

del corte de combustible en general.

#### **2.3.4 Sistema de enfriamiento**

Existen dos tipos de enfriamiento:

- **Motor diesel de método de enfriamiento por refrigerante.**

El refrigerante de enfriamiento enfría el cilindro del motor (camisetas) y la cabeza del cilindro (culata) que están calientes, y el refrigerante caliente se enfría por medio del radiador y ventilador, es del método por circulación. Este tipo de enfriamiento es el más preferido en la maquinaria de construcción.

- **Motor diesel de método de enfriamiento por aire:**

En el cilindro y la cabeza del cilindro, tiene incorporado el ventilador de enfriamiento, y es el método de aplicar corriente de aire de enfriamiento en forma directa a éstos.

El motor eleva la temperatura por combustión del combustible dentro del cilindro y existe el dispositivo de enfriamiento para evitar la fisura y quemadura del cabezal del cilindro, camisa del cilindro y pistón. Por medio del trabajo de la bomba de refrigerante provocada por el movimiento de la correa de la polea del cigüeñal, circula el refrigerante de enfriamiento para refrigerar las culatas del cilindro, bloque de cilindro y aceite del motor. El refrigerante que ha elevado la temperatura, al momento de pasar por el radiador se enfría por el ventilador.

El termostato debido a que se calienta rápidamente cuando la temperatura del refrigerante es baja, tiene la función de limitar la cantidad de ingreso al radiador, y suministra al radiador cuando llega a transformarse en refrigerante de temperatura alta.

### 2.3.5 Sistema eléctrico

En el dispositivo eléctrico de la maquinaria pesada existe el cargador-generador (alternador), regulador, amperímetro, batería, motor de arranque, bujía calentador, dispositivo de iluminación y otros.

- ***Cargador-generador (Alternador)*** Para el arranque y otros, la electricidad de la batería se gasta de acuerdo a la cantidad usada. El cargador-generador es el dispositivo para complementar esto y genera electricidad para cargar la batería. Generalmente se mueve por medio de la correa del ventilador. Además, en el cargador generador existe el tipo dínamo y el alternador, pero últimamente se usa más el alternador que obtiene considerable fuerza de salida al funcionar el motor en baja ralentí.
- ***Regulador:*** Al momento de cargar la batería, cumple la función de regular el amperaje y voltaje hacia la batería.
- ***Amperímetro:*** Es el que indica la carga-descarga de la batería, y cuando la aguja indica negativo (-) es el estado que la batería está descargando y cuando indica positivo (+) indica el estado de carga.

- **Batería:** Es la fuente eléctrica para acumular energía eléctrica, del motor de arranque, dispositivo de iluminación y otros. La batería coge la energía eléctrica acumulada y cuando se agota la energía eléctrica, por medio del cargador-generador nuevamente puede acumular la energía eléctrica.
- **Arrancador:** El motor de arranque se usa cuando se pone en marcha el motor, ésta rotación del arranque se transmite al volante y hace girar el eje del cigüeñal. Después el motor empieza a girar.
- **Bujía calentadora:** Antes del arranque del motor diesel, calienta la cámara de combustible y ayuda al encendido del combustible que, es lo que facilita el arranque.

#### **2.4 FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE HIDRÁULICOS**

El principio del aceite hidráulico utiliza el principio de Pascal “La presión ejercida a una parte del líquido encerrado, se transmite en energía a todas las partes del líquido”. Por ejemplo, en el caso que en el recipiente conformado por el pistón de  $10\text{cm}^2$  y el cilindro de  $1\text{cm}^2$ , al pistón más pequeño se le aplica una fuerza de 10Kg, la presión que llega a transmitirse al pistón de superficie grande es de 100Kg. Significa que la fuerza aplicada al pistón de superficie pequeña se aumenta de acuerdo a la proporción del que tiene superficie grande.

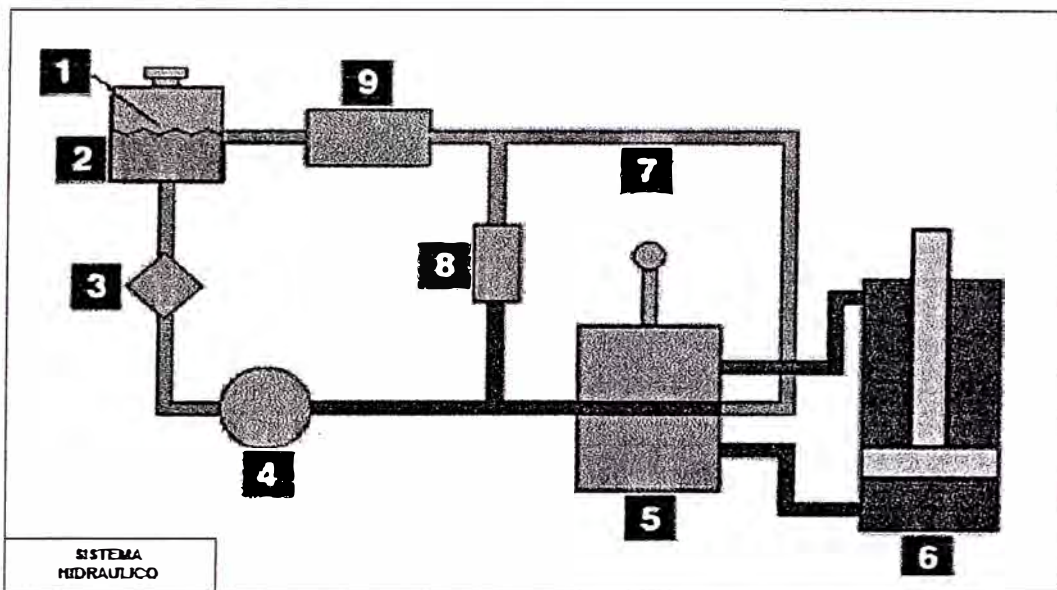


Fig. No. 2.11 SISTEMA HIDRAULICO

- **Fluido (1).** En un sistema hidráulico lo que transmite energía es el fluido. Esto es posible porque los líquidos son virtualmente incompresibles. A medida que se bombea fluido por todo el sistema se ejerce la misma fuerza en todas las superficies. Como los líquidos se adaptan a cualquier forma, el fluido hidráulico puede fluir en cualquier dirección y hacia todos los conductos abiertos. El aceite es el fluido más comúnmente utilizado en los sistemas hidráulicos de las máquinas de movimiento de tierras.
- **Tanque (2).** Las funciones principales de un tanque hidráulico son:
  - Almacena el aceite hidráulico.
  - Enfría el aceite hidráulico.
  - Permite que el aire se separe del aceite.
  - Permite que se asienten las partículas
- **Filtro (3).** Los filtros eliminan los contaminantes del fluido hidráulico. De esta forma se evita que los componentes sufran daños y se asegura el

funcionamiento correcto del sistema. La ubicación y los tipos de filtros varían por tipo de máquina.

- **Bomba (4).** La bomba convierte la energía mecánica en energía hidráulica en forma de flujo. La impulsa una fuente externa de energía
- **Válvula de Control (5).** La válvula de control direccional determina el curso que recorre el fluido por todo el sistema. Este es el medio que emplea el operador para controlar la máquina.
- **Accionador o cilindro hidráulico (6).** El accionador convierte la energía hidráulica en energía mecánica para realizar trabajo. Los cilindros producen un movimiento lineal utilizado para operar cucharones, hojas, plumas y otros implementos. Los motores hidráulicos producen un movimiento rotativo utilizado por el sistema motriz, el de dirección y otros sistemas de los vehículos
- **Tuberías (7).** Las tuberías son mangueras o tubos por los cuales se mueve el fluido. Las mangueras flexibles permiten el movimiento, absorben la vibración, reducen el ruido y son fáciles de tender y conectar. Las tuberías proporcionan conexiones más rígidas, tendido compacto y una mejor disipación del calor.
- **Válvula de Alivio (8).** La válvula de alivio (válvula de control de la presión) limita la presión del sistema. La válvula se abre si la presión supera un límite preestablecido
- **Enfriador (9).** El enfriador elimina el calor del fluido hidráulico, lo que aumenta la vida útil del componente

Por medio del motor diesel giramos la bomba hidráulica (4), el aceite a presión ingresa al motor hidráulico a través de unos conductos o mangueras hidráulicas, el accionador



(6) puede también ser un motor hidráulico. El aceite que sale del motor hidráulico se convierte en presión baja y por medio del circuito de baja presión regresa a la bomba hidráulica, que nuevamente al ser presionado el aceite hace girar al motor hidráulico y circula así en circuito cerrado. En el camino del aceite se encuentra con diversos componentes adicionales tales como: Tanque Hidráulico, Válvulas, Filtros, Acumuladores. etc.

### **2.4.1 Bomba hidráulica**

La bomba de presión hidráulica se mueve por medio del motor, absorbe el aceite desde el tanque de aceite, lo expulsa como aceite hidráulico, y cumple la función enviarlo hasta el dispositivo de propulsión de aceite hidráulico.

***Tipos:*** Si lo dividimos por su composición, las principales bombas que se usan son: la bomba de engranaje y la bomba de pistón.

#### **2.4.1.1 Bomba de engranajes**

Las bombas de engranajes se instalan comúnmente externamente, ésta consta de engranajes que giran en una carcasa los cuales crean un vacío entre la separación de los dientes de los engranajes. El cual es llenado por aceite que a su vez es expulsado.

#### **2.4.1.2 Bomba de pistón**

La bomba de pistón, al tiempo que el eje hace una rotación, cada pistón va y viene 1 vez y realiza la absorción y expulsión.

La bomba de pistón, la parte movable entre el cilindro y el pistón es largo, por este motivo es apropiado para la bomba de presión alta porque es poca la fuga de aceite. Por otra parte, si lo dividimos la bomba de pistón por sobre su composición, es como sigue:

- **Tipo radial**
- **Tipo axial.** Es el mayor uso en la maquinaria de construcción, son de dos tipos
  - Tipo de eje inclinado (Tipo varilla de conexión)

El eje impulsor y el eje de varilla de cilindro tienen el ángulo inclinado, y cuando el eje motor gira, el pistón y la varilla de cilindro giran al mismo tiempo, el pistón se mueve ida y vuelta succionando el aceite y lo expulsa.
  - Tipo de placa oscilante

El tipo de placa oscilante como, la parte de la cabeza del pistón se contacta con la placa oscilante, y el pistón se moviliza ida y vuelta succionando y expulsando el aceite, y hay del tipo con placa oscilante giratorio y del tipo fijo.

    - Tipo placa oscilante fijo
    - Tipo placa oscilante de giro

#### 2.4.1.3 Dispositivo de movimiento de la presión hidráulica

El dispositivo de movimiento de la presión hidráulica es el dispositivo que cambia el aceite hidráulico enviado desde la bomba de presión hidráulica a

movimiento mecánico. El dispositivo de movimiento de la presión hidráulica a groso modo por la forma de movimiento se puede ejemplificar al cilindro de presión hidráulica con movimiento en línea directa y el motor de presión hidráulica con movimiento giratorio.

#### **2.4.2 Cilindro de presión hidráulica**

Si dividimos el cilindro de presión hidráulica por sobre su conformación, es como sigue.

- Tipo de simple efecto                      Con una varilla
- Tipo de doble efecto                      Con doble varilla

En la maquinaria pesada generalmente se usa el cilindro de una varilla de doble efecto. Ahora, el cambio de la dirección del aceite generalmente se realiza por medio de la válvula. El cilindro tipo telescópico en la parte interior del cilindro de presión hidráulica tiene instalado otro cilindro, y al ingresar el aceite funciona el cilindro por turno y se usa cuando se requiere de gran carrera.

#### **2.4.3 Motor hidráulico**

El motor de presión hidráulica al contrario de la bomba de presión hidráulica, al entrar el aceite lubricante a presión hace girar el eje en movimiento.

El motor de presión hidráulica por sobre su conformación es:

- Motor de engranaje
- Motor de pistones
- Tipo radial

- Tipo axial|

En la maquinaria pesada se usa mucho el motor de pistón, se usa como para viraje y recorrido.

El motor de pistón tipo radial tiene el pistón colocado en dirección con ángulo directo con el eje giratorio pero el motor de pistón tipo axial tiene el pistón colocado en la misma dirección que el eje giratorio.

#### **2.4.4 Válvulas de control de presión hidráulica**

El dispositivo de control de presión hidráulica es el dispositivo que controla la dirección del curso del aceite hidráulico, presión y la cantidad de flujo. El dispositivo de control de presión hidráulica dividido por sobre su composición, hay de 3 clases: Válvula de control de presión, válvula de control de cantidad de flujo y válvula de control de dirección. De estas válvulas si indicamos las principales, es como sigue:

##### **2.4.4.1 Válvula de seguridad**

Es la válvula que evita que la presión sobrepase la presión fijada por el circuito hidráulico.

##### **2.4.4.2 Válvula reductora de presión**

Se usa en el caso requiera que una parte del circuito hidráulico tenga la presión más baja que otra.

La diferencia entre la válvula reductora de presión y la de seguridad es que esta última regula la presión del circuito principal y es una válvula de escape que vierte al tanque el aceite sobrante; la válvula reductora de presión por el contrario controla que la presión sea más baja que la presión del circuito principal (primera presión), cumple la función de no dejar pasar el aceite sobrante.

#### 2.4.4.3 Válvula de secuencia

La válvula de dos cilindros de presión hidráulica funciona separadamente, usa el control de funcionamiento por turno del circuito hidráulico de tal forma que cuando uno termina su recorrido hace que el otro cilindro de presión hidráulica inicie su trabajo.

#### 2.4.4.4 Válvula de contrapresión

La válvula de contrabalanza actúa para proveer una restricción limitando el flujo el cual ha sido pre-ajustado en una dirección y permite el libre flujo en el circuito opuesto.

Esta válvula evita el recorrido individual por carga de presión en el recorrido en bajada, y mantiene el control de velocidad del dispositivo de movimiento de presión hidráulica de acuerdo al aceite suministrado.

#### 2.4.4.5 Válvula de estrangulación

La válvula de estrangulación ajuste de la cantidad de flujo, realiza el ajuste de

la cantidad de flujo cambiando la apertura de la parte estrangulada. Cuando la presión delante o atrás de la estrangulación es grande, es difícil ajustar en pequeñas porciones la cantidad de flujo por lo que se usa con el objetivo de detener el fluido.

#### 2.4.4.6 Válvula de cambio de dirección

Es usada para el control de la dirección de movimiento como ser arranque, detención, dirección directa o invertida.

#### 2.4.5 Tanque de aceite hidráulico

Es el que almacena el aceite hidráulico, suministrando aceite limpio y enfriado, tiene los siguientes accesorios anexos.

- Respiradero de aire

Este instalado en el tanque de aceite hidráulico, filtra el aire que entra y sale debido al sube y baja de la superficie del aceite dentro del tanque, y tiene el trabajo de no dejar entrar basura y polvo al tanque de aceite hidráulico.

- Filtro

Se encuentra localizado en el circuito hidráulico y tiene el trabajo de quitar la basura. En el filtro hay 2 tipos: el filtro para absorción que se instala en la parte de absorción de la bomba y el filtro para conducto que se instala dentro del circuito hidráulico de regreso (filtro de línea). El filtro para absorción es el que quita la basura absorbida junto al aceite hidráulico al tanque.

Por otra parte, el filtro para absorción existe del tipo que contiene imán que quita y elimina las partículas metálicas dentro del aceite hidráulico.

En el filtro de línea hay 2 tipos: para el tubo de conducto de presión y para el tubo de regreso.

- Equipo de enfriamiento de aceite hidráulico (enfriador)

El dispositivo de aceite hidráulico durante la lubricación eleva la temperatura, siendo deseable el uso a la temperatura de 55 a 60 grados centígrados, cuando sobrepasa esta temperatura ocurren diversos daños por lo que es necesario bajarla. En caso que es poca la temperatura, desde la superficie del tanque de aceite o superficie del tubo emite el calor, y en caso que la temperatura es mucha, en forma forzada se quita el calor con el enfriador de aceite hidráulico.

- Medidor de aceite (Caja medidor de nivel de aceite)

Está instalado en la parte del tanque de aceite hidráulico para poder inspeccionar si está normal la ubicación de la superficie del aceite del tanque de aceite hidráulico.

- Termómetro

Está instalado para poder medir la temperatura de la parte interior del tanque del aceite hidráulico.

- Lámpara de alarma de la presión hidráulica

Al encender el interruptor de encendido en ON la luz prende roja y al arrancar el motor y elevar la velocidad se apaga. Si al elevar la velocidad no se apaga, se deberá inspeccionar la cantidad de aceite, y en caso de estar encendido cuando la velocidad es mayor se deberá inspeccionar la

obstrucción del filtro.

- **Manómetro**

En la presión del circuito hidráulico es necesario tener cuidado que siempre tenga la presión fijada. El manómetro es el que determina la presión del interior del circuito y en forma general se usa el manómetro tipo tubo de.

#### **2.4.6 Aceite hidráulico**

##### Característica necesaria del aceite hidráulico

El aceite hidráulico al mismo tiempo de trabajar como medio de transmisión de energía del dispositivo de presión hidráulica, cumple la función de lubricación de cada equipo. Como característica necesaria del aceite hidráulico tiene los siguientes puntos:

- Es de carácter no compresivo.
- El cambio de viscosidad debido al cambio de temperatura es poca.
- Es de carácter de movimiento bajo, y buen movimiento a temperatura baja.
- Material y físicamente es estable.
- Su carácter de lubricación es bueno.
- Evita la oxidación y desgaste metálico.
- Es de carácter apropiado con el material de sello.
- Separa rápidamente los insolubles contaminantes y el refrigerante.



### **Prevención de suciedad del aceite hidráulico**

- Cambio del elemento del filtro periódicamente.
- Drenaje de la caja del filtro.
- Drenaje del tanque de aceite hidráulico.
- No dejar entrar cuerpo extraño al momento de suministro de aceite hidráulico o arreglos.

## **2.5 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISION**

El tren de fuerza transfiere potencia del volante del motor a las ruedas o cadenas que impulsan la máquina. Sin embargo, el tren de fuerza no solamente transfiere potencia. Si un motor está acoplado directamente a las ruedas de impulso del vehículo, el vehículo se desplazará constantemente a la velocidad del motor. El término tren de fuerza no es nuevo y se ha usado desde hace mucho tiempo para describir los componentes que transfieren energía de un lugar a otro.

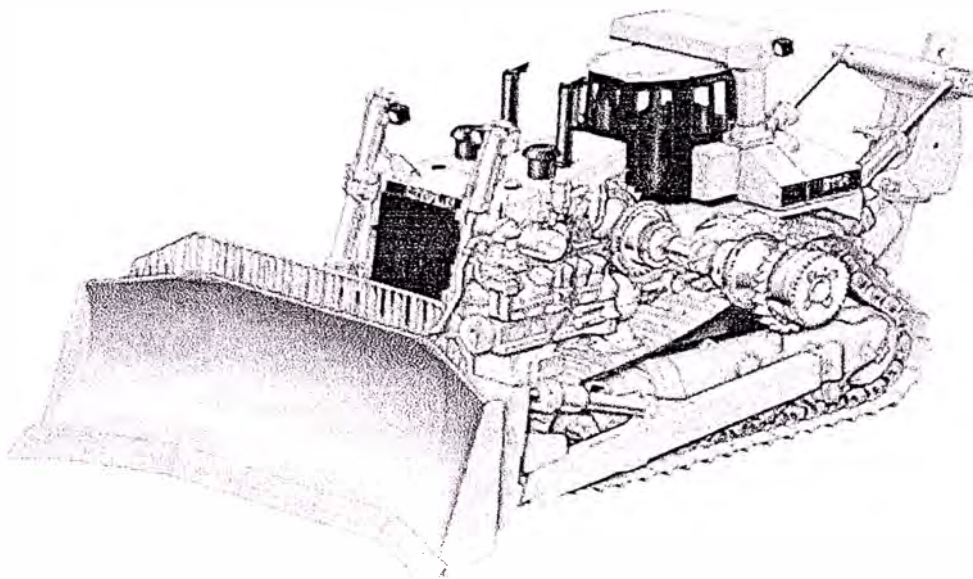


Fig No. 2.12 Transmision de Potencia en un nTractor

### 2.5.1 El Propósito del Tren de fuerza

- Conectar y desconectar la potencia del motor a la(s) rueda(s) de mando
- Modificar la velocidad y el par
- Proveer un medio para marcha en retroceso
- Regular la distribución de potencia a las ruedas de mando (para permitir que el vehículo gire)

### 2.5.2 Componentes del tren de fuerza mecánico

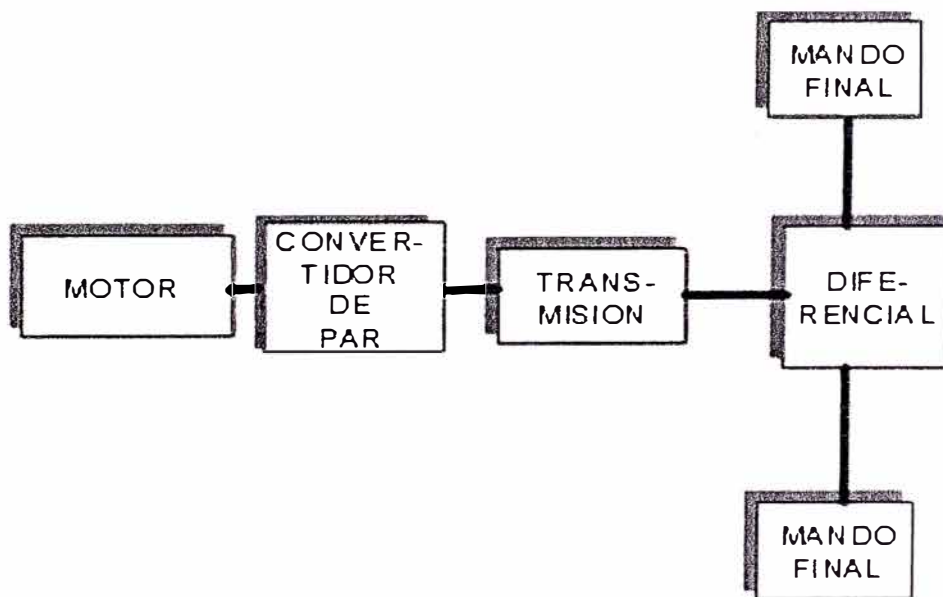


Fig. No. 2.12 Sistema de Transmision de Potencia

- Motor: Suministra la potencia para operar el vehículo y el dispositivo de acoplamiento
- Acoplamiento: Conecta la potencia del motor al tren de fuerza. Los acoplamientos del embrague del volante pueden desconectar la potencia

del motor del tren de fuerza. Esto permite que el motor funcione cuando la máquina no está en movimiento. Los convertidores de par y los divisores de par suministran siempre un acoplamiento hidráulico para conectar el motor al tren de fuerza. La conexión puede ser directa si la máquina tiene un embrague de traba.

- Transmisión: Controla la velocidad de salida, la dirección y el par de fuerza suministrado al tren de fuerza.
- Diferencial: Transmite la potencia al mando final y a las ruedas, para permitir que cada rueda gire a diferente velocidad.
- Mando final: Conecta la potencia a las ruedas o cadenas.
- Mecanismo de tracción: Impulsa la máquina a través de las ruedas o cadenas.

### **2.5.3 Mandos hidrostáticos**

Como su nombre lo indica, los mandos hidrostáticos usan fluido para transmitir la potencia del motor al mando final de la máquina. La potencia del motor se transfiere a una bomba hidráulica. La bomba hidráulica suministra el flujo de aceite a un motor de mando. El motor de mando transfiere la potencia a la transmisión o directamente al mando final.

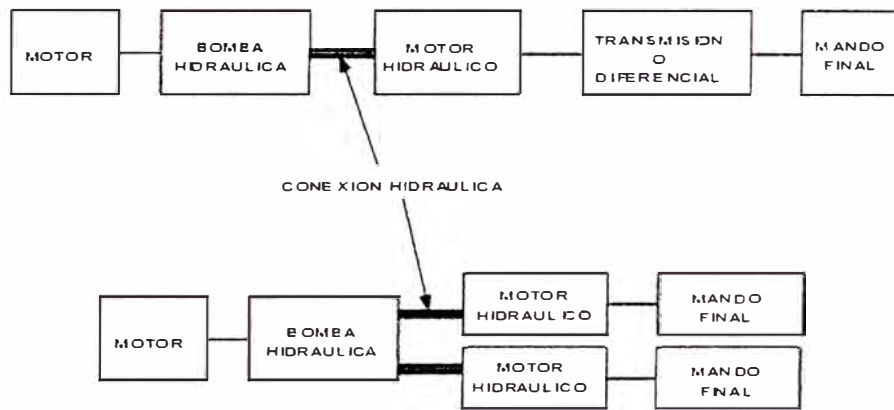


Fig. No. 2.12 Componentes del tren de fuerza hidrostático.

#### Componentes del tren de fuerza hidrostático

- Motor
- Bomba(s) hidráulica(s)
- Motor(es) hidráulico(s)
- Transmisión (si tiene)
- Diferencial (si tiene)
- Mando final
- Mecanismo de tracción

Los siguientes son los componentes principales de un tren de fuerza hidrostático típico:

- Motor: Suministra la potencia necesaria para accionar el vehículo y la(s) bomba(s) hidráulica(s).
- Bomba(s): Produce(n) el flujo de fluido para accionar el(los) motor(es) de mando.

- Motor(es): Suministra(n) la potencia a la transmisión o al mando final.
- Transmisión (si está equipado): Controla la velocidad de salida, la dirección y el par de fuerza entregados al tren de fuerza.
- Diferencial (si está equipado): Transmite la potencia al mando final y a las ruedas, para permitir que cada rueda gire a diferente velocidad.
- Mando final: Conecta la potencia a las ruedas o cadenas.
- Mecanismo de tracción: Impulsa el equipo a través de las ruedas o cadenas.

## CAPITULO 3

### DESCRIPCION DE LOS TIPOS DE MAQUINARIAS PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS



Fig. No. 3.1 Maquinaria de movimiento de tierras

#### 3.1. **DEFINICION**

Se define como maquinaria pesada para construcción aquellos equipos que operan fuera de carretera y puede movilizarse por sí misma a lugares fuera de la red vial nacional.

Se puede clasificar en 4 tipos.

- Maquinaria para carga y acarreo: Tractores de oruga y de ruedas, cargadores frontales de neumáticos y de oruga.

- Maquinaria para excavación: Excavadora y Retroexcavadora.
- Maquinaria para compactación: Rodillos lisos, rodillos con rola tipo pata de cabra, rodillos neumáticos para asfalto.
- Maquinaria para preparación de terreno: Motoniveladoras

### **3.2. TRACTOR TIPO BULDOZER**

El tractor se divide en dos clases: “tractor sobre orugas”; y “tractor sobre ruedas”. Ambas tienen como dispositivo de operación una hoja topadora o también llamado lampón. El tipo de lampón a seleccionar dependerá de la aplicación del equipo y las condiciones del terreno. El grado de penetración de la hoja depende de la relación Kw/m ó Hp/m. La capacidad de la hoja dependerá de la relación Kw/m<sup>3</sup> ó Hp/m<sup>3</sup>.

Los tractores tienen un dispositivo desgarrador llamado “ripper” cuya función se utilizará para escarificar y aflojar las tierras.



Fig. No. 3.2 Tractor oruga tipo buldózer

### Tractor tipo oruga

Este transmite el movimiento mediante los mandos finales ubicados en el lado posterior de la cadena u oruga. Una rueda dentada llamada “sprocket” va engranándose con las bocinas de la cadena realizando el movimiento del equipo. Entre el motor y la rueda dentada está instalado los reductores de velocidad llamados mandos finales, y por este mecanismo es que éstos dispositivos disminuyen la velocidad de giro del motor. Mientras esta disminución de velocidad sea más grande, más grande es la fuerza de tracción.

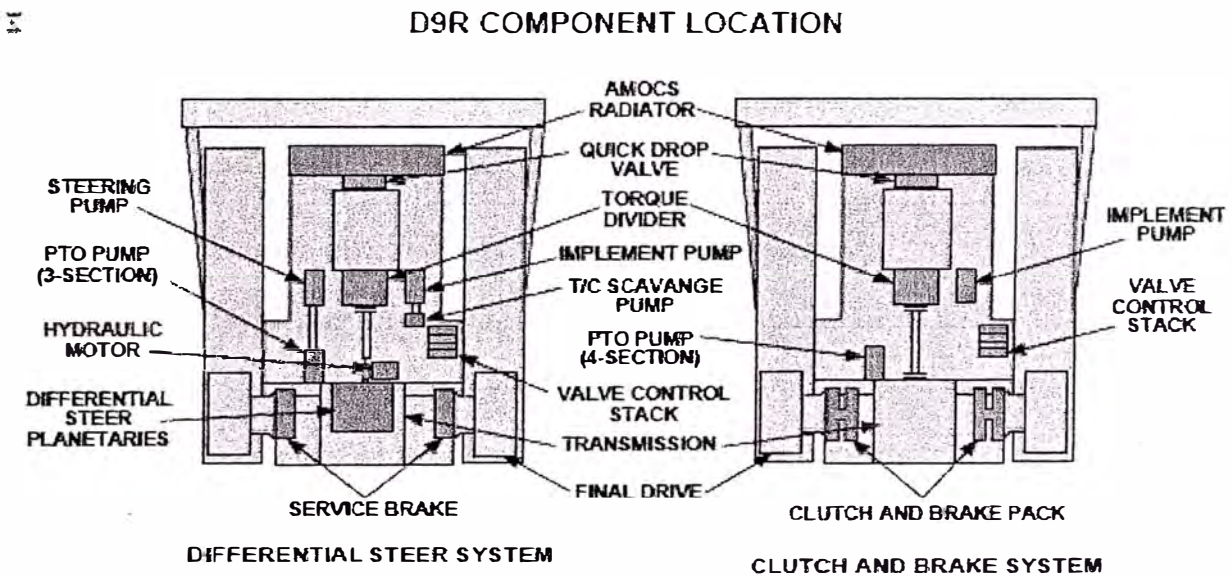


Fig. No. 3.3 Localizacion de componentes

### 3.3. CARGADOR FRONTAL

La maquinaria de construcción tipo cargador frontal, tiene dos estructuras, en la parte delantera tiene el chasis para viraje e implementos y la parte posterior el chasis de potencia. Los implementos de trabajo y giro son hidráulicos y son transmitidos del motor a la bomba hidráulica.





Fig. No. 3.4 Cargador Frontal

Las aplicaciones que se pueden realizar con este equipo son:

- Construcción de caminos y en general para obras civiles.
- Carga de mineral, relave y escombros en minería.
- Tratamiento de materiales de desecho, llámese basurales.
- Limpieza de los cauces de canales, arroyos y ríos.
- Limpieza pública de la ciudad.

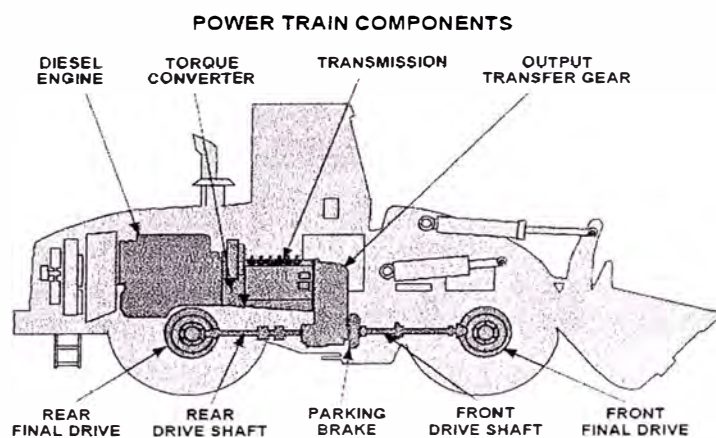


Fig. 3.5 Localización de componentes del tren de fuerza

### 3.4. EXCAVADORA

Consiste en; una estructura inferior (unidad de traslación), estructura superior (cabina, mandos hidráulicos, motor, bombas, etc.) y el equipo de trabajo (cucharón). El equipo de trabajo puede cambiarse de acuerdo con la especificación requerida y puede girar 360 grados horizontalmente sobre la estructura inferior.

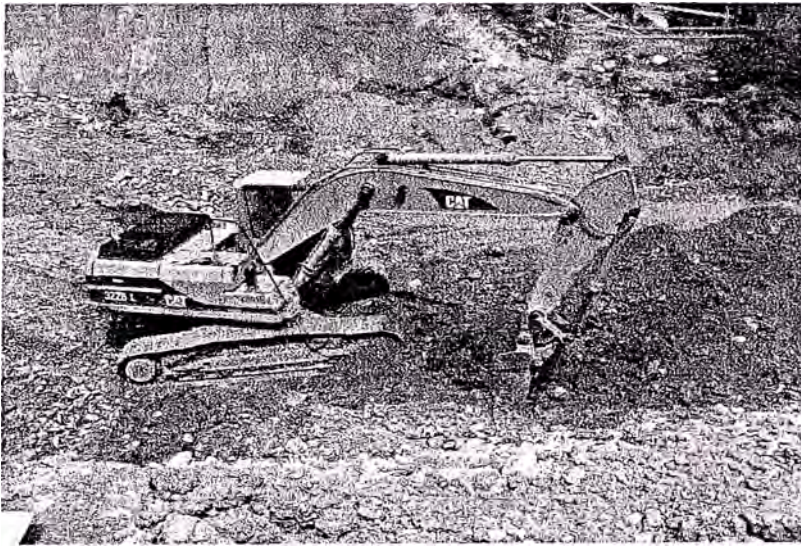


Fig. No. 3.6 Excavadora CAT 325BL

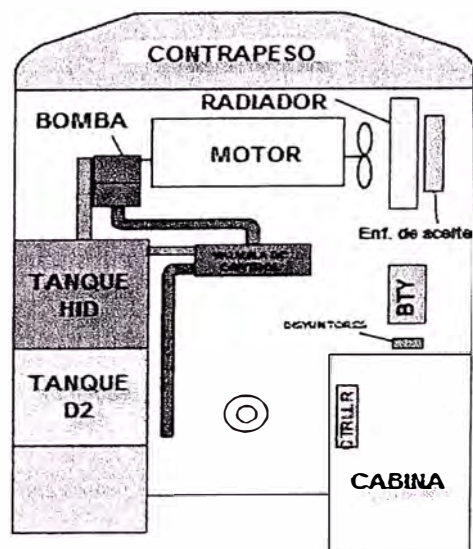


Fig. 3.7 Localización de componentes en una excavadora

### 3.5. RETROEXCAVADORA



Fig. No. 3.8 Retroexcavadora

### 3.6. MOTONIVELADORA

Se usa para operaciones diversas como formación de tierra, preparación de terreno y mantenimiento de vías. Es apta para trabajos de acabado de la superficie de caminos.

El mecanismo de marcha de motoniveladora es diferente a la del cargador de ruedas. Varios modelos no tienen dispositivos de diferencial, sino están equipados con aparatos de tracción de tándem.

La distancia entre ejes de motoniveladora es bastante larga comparando con otras maquinarias. Su rueda delantera está instalada con el dispositivo o implemento de trabajo tal como se muestra en la figura



Fig. No. 3.9 Motoniveladora

Cuatro ruedas traseras de la motoniveladora están ordenadas en tal forma en una fila de dos ruedas para cada lado (derecho e izquierdo). Esta ordenación se llama sistema de tándem y el dispositivo para transmitir fuerza mediante engranajes de la anterior a la posterior de las ruedas traseras en una fila es la tracción tándem.

El dispositivo de tracción tándem dará amortiguación a la maquinaria cuando la motoniveladora trabaja en terreno accidentado y oscila verticalmente según las cavidades del terreno. Ambas ruedas, anterior y posterior, de las traseras están impulsando y la maquinaria se oscila hacia adelante y atrás sobre las ruedas traseras. Por esta razón, aunque una de las ruedas cayera en una cavidad la caída total de las ruedas traseras será la mitad de la altura de una rueda entera, y, consecuentemente la hoja se hace mover solamente una cuarta de la altura. La transmisión de fuerza entre los ejes anterior y posterior se hará mediante engranajes o mediante cadenas.

### 3.7. RODILLO VIBRATORIO

Este equipo de movimiento de tierras tiene por finalidad compactar el suelo, para ello se vale del peso propio del equipo y la fuerza dinámica que transmite la vibración de la rola. Esta vibración es accionada por un motor hidráulico que acciona unos contrapesos en el lado de la rola. En la figura se muestra un rodillo Caterpillar CS533E de 10Tn de peso.



## **CAPITULO 4**

### **EL MANTENIMIENTO**

#### **4.1. CONCEPTOS BASICOS**

EL mantenimiento son todas aquellas acciones destinadas a mantener un equipo en condiciones de seguir operando por periodos de tiempo extensos e ininterrumpidos. El mantenimiento no es una carga indeseable que solo genera costos e inconvenientes en la empresa, es en realidad un factor que contribuye al aumento de rentabilidad, siempre que se lo administre sistemáticamente utilizando estrategias adecuadas para ello se debe tener dentro de la organización a un grupo de personas especializadas con las facilidades para hacer su trabajo: herramientas, procedimientos técnicos, comunicaciones y sistemas (software), con el objetivo de retomar rápidamente al equipo a las tareas de producción después de una paralización programada o no programada buscando minimizar la cantidad de paralizaciones y optimizar el tiempo de promedio de paradas.

Se debe buscar un equilibrio entre la confiabilidad del equipo y los costos de operación buscando el uso eficiente de recursos.

#### **4.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Es la más importante de actividades programadas y comprende la planificación.

ejecución, registro y control de las tareas a intervalos de tiempo (horas) o distancia (km) sugeridos normalmente por el fabricante del equipo.

Estas tareas generan un alto impacto en la disponibilidad del equipo siendo sus costos bajos en comparación con los costos de operación del equipo.

### **Características:**

- Disminuye la cantidad de paradas imprevistas los que son reemplazados por paradas programadas, el impacto mayor se da en la reducción de las paradas imprevistas de de producción.
- Aumenta la disponibilidad y eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
- Reduce los costos de producción por paradas imprevistas.
- Permite detectar las fallas incipientes y programar oportunamente su reparación pronosticando el tiempo de operación aceptable.
- Permite llevar un mejor control de los trabajos debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- Reduce los de accidentes por trabajos mecánicas que se generan durante la ejecución de trabajos de emergencia ya que los técnicos están sometidos a una alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible
- Optimiza el uso de recursos permitiendo reducir los costos de adquisición de repuestos debido a que se programan las compras (compras diferidas)

### **Actividades del Mantenimiento Preventivo**

- **Inspeccionar:** Son tareas programadas para buscar evidencia de falla en los equipos, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya paro intempestivo.
- **Ejecutar:** Es realizar las tareas de mantenimiento propiamente dichas: son actividades repetitivas tales como Inspección, lubricación, calibración, ajustes y limpieza.
- **Programar:** Todas las actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales que son programadas en fechas calendario definidas. Esto permite una adecuada gestión de recursos.
- **Controlar:** Es llevar un registro de todas las actividades repetitivas, para ello se deben utilizar los siguientes formatos:
  - Ficha Técnica
  - Ordenes de Trabajo
  - Hoja de Vida o Registro Histórico
  - Programa de Inspección diaria, semanal o mensual.
  - Programa de Lubricación
  - Programa de Calibraciones

### **4.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Son las tareas que se ejecutan luego de ocurrida la falla (atención por emergencia) o cuando se detecta una inminente falla y se programa la parada del equipo.

Las tareas de mantenimiento correctivo por emergencia pueden conducir a un trabajo



temporal o definitivo. El primero supondrá un arreglo temporal del problema en un tiempo mínimo hasta que se programe la reparación definitiva y la segunda será la reparación en el taller propiamente dicha cuyo plazo es mayor y los costos de mantenimiento se incrementaran debido a las horas de parada de producción.

La aparición de las “fallas imprevistas” que generan un mantenimiento correctivo son en algunos casos aleatorios, por lo que no se debe suponer que se podrán eliminar totalmente pero si pueden ser en su mayoría controlados a través de una efectiva programación del inspecciones dentro del mantenimiento preventivo y del un monitoreo constante de las condiciones del equipo basados en las herramientas del mantenimiento predictivo

### **Características**

- Genera paradas de producción.
- Aumenta el costo de mantenimiento ya que se agregan las perdidas por paradas de producción los que generalmente son mucho mayores que el costo del trabajo correctivo.
- Genera la intervención inmediata del personal de mantenimiento.

#### **4.4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Es el mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que esta suceda, para dar tiempo a corregirla sin parar la producción o el servicio. Está conformado por una serie de acciones y técnicas que se aplican con el objetivo de detectar las fallas y defectos de maquinaria en sus etapas incipientes.

Utilizan instrumentos de diagnóstico para pruebas no destructivas, como son: el análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura, análisis de vibraciones, pruebas de rayos x, etc.

- La falla se detecta en su etapa inicial. Permite hacer el planeamiento y la programación del mantenimiento correctivo optimizando las paradas programadas reduciendo los tiempos muertos y el efecto negativo sobre la producción y que garanticen una mejor calidad de reparaciones.
- Permiten realizar las inspecciones con la maquinaria en operación.
- Reduce los tiempos de parada.
- Permite monitorear la evolución o tendencia del desgaste en el tiempo.
- Permite tomar decisiones sobre la parada de un equipo en momentos críticos.
- Facilita el análisis de las averías.

#### **4.4.1. Analisis de aceite S.O.S**

El Objetivo del análisis de aceite es detectar y eliminar las causas que originan las fallas en la maquinaria, para esto se monitorea el desgaste anormal de los diversos sistemas que contienen aceite lubricante en el equipo tanto del motor, el sistema hidráulico, la transmisión así como de los mandos finales.

De este modo se logra determinar con mucha exactitud:

- Desgaste de la maquinaria.
- La salud del lubricante.
- Si los intervalos del cambio de aceite son los adecuados.

- Si existen contaminantes ambientales o de otros sistemas internos del motor u otro componente.

El análisis de aceite permite evaluar las tendencias de desgaste y monitorear las causas que provocan las fallas, para poder eliminarlas, aumentando la confiabilidad del equipo. Los aceites sufren un mecanismo de envejecimiento natural que va alterando sus propiedades físicas de densidad, la viscosidad, así como sus propiedades químicas, que disminuyen su vida útil.

#### **4.4.2. Análisis de aceite en motores de combustión**

Las pruebas comunes para aceites para motores diesel son:

- Espectroscopia de Metales: Hierro, Cobre, Plomo, Aluminio, Cromo, Estaño, y Sodio
- Espectroscopia de Silicio.
- Medida de Viscosidad cinemática.
- Contenido de Agua.
- Medición del TBN.
- Dilución por combustible.
- Dilución por Glicol.

Principales indicadores (Tendencia en todos los motores)

- Grafico de Monitoreo de Partículas
- Evolución de la concentración de Sílice y Hollín

- Evolución de la concentración de metales en igual período
- Contenido de agua presente en la muestra de aceite.

#### **4.4.3. Analisis de aceite en los sistemas hidráulicos**

Para el mantenimiento predictivo del sistema hidráulico se analizan los aceites hidráulicos:

- Espectroscopia de Metales: Hierro, Cobre, Plomo, Aluminio, Cromo, y Níquel.
- Espectroscopia de Silicio
- Medida de Viscosidad cinemática
- Contenido de Agua
- Medición del TAN
- Oxidación
- Conteo de partículas

#### **4.4.4. Contador de partículas**

Las partículas se evalúan en cinco categorías de tamaños y se reportan por 1 ml de fluido. Se cuentan todas las partículas incluyendo las de desgaste, y contaminantes de proceso y ambientales. Se ha demostrado que el 70 al 85% de los fallos de componentes hidráulicos se deben a contaminación por partículas debiéndose el 90% de ellos a desgastes abrasivos. Los contaminantes transportados en el aceite afectan a los distintos componentes del circuito como son; bombas, motores, válvulas y cilindros hidráulicos por la corrosión producida por los ácidos que se forman debido a la oxidación del aceite y la

contaminación con agua. También se pueden producir atascamientos de válvulas por presencia de partículas dentro del sistema.

### **Conteo de partículas ISO 4406**

- Número de ácido total (TAN): Monitorea el nivel de ácidos orgánicos producidos por la oxidación del aceite.
- Análisis espectro métrico: Es la tecnología más común para seguir la tendencia de concentraciones de metales (ppm).

## **CAPITULO 5**

### **IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **5.1. VISION**

Constituir una empresa líder en el mercado que brinde servicios sin riesgos para sus clientes libre de **ACCIDENTES**. Segura y saludable para sus trabajadores, con procesos que favorezcan el medio ambiente de su comunidad.

#### **5.2. MISION**

Ser una empresa de Construcción y alquiler de maquinaria basada en personas con valores y conocimientos que tiene la misión de contribuir al éxito de nuestros clientes desarrollando nuestros servicios con eficiencia y calidad promoviendo la innovación y la mejora continua dentro de un ambiente de trabajo seguro y saludable, respetando el medio ambiente.

#### **5.3. POLITICAS DE MANTENIMIENTO**

Se ha definido la política de mantenimiento de la siguiente manera:

- Todo trabajo se efectúa cumpliendo el reglamento interno de seguridad y sus procedimientos.
- Todo trabajador está comprometido con el cuidado del medio ambiente.

- Cada trabajador es responsable de su seguridad y de los que están a su cargo.
- Todo trabajo se realiza en equipo, la comunicación constante es nuestra fortaleza.
- Ningún trabajo se realizará si antes no se ha leído y entendido el o los procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS).
- La motivación al personal es fundamental para asegurar el éxito del trabajo.
- La capacitación constante en nuevas tecnologías es necesaria para mantenerse siempre actualizados y competentes.

#### 5.4. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

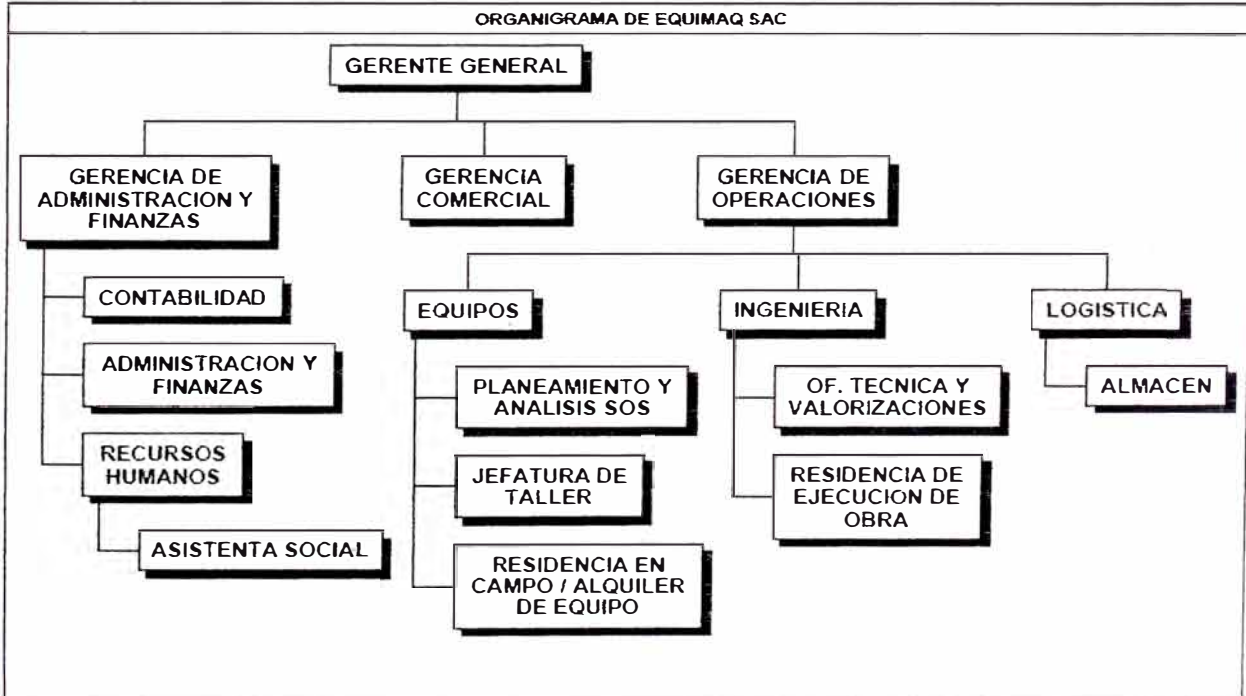


Fig. No. 5.1 Organización de la Empresa

## **5.5. FUNCIONES DEL INGENIERO DE MANTENIMIENTO.**

El Ingeniero de Mantenimiento es el responsable ante la Gerencia de Operaciones de los equipos y vehículos de la empresa y debe asegurar su disponibilidad mecánica. Así mismo debe llevar un control detallado de los costos de mantenimiento y operación de cada equipo proponiendo las medidas correctivas para que el alquiler de estos no genere pérdidas.

Debe cumplir las siguientes funciones

- Responsable de la implementación y supervisión de los programas de mantenimiento preventivo
- Responsable del programa mantenimiento predictivo.
- Responsable de la elaboración de las tarifas internas de operación y mantenimiento.
- Responsable de la evaluación permanente de personal técnico a su cargo
- Participa en la evaluación y selección de los operadores y chóferes que ingresan a la unidad operativa.
- Miembro activo del Comité de Seguridad y Medio Ambiente
- Responsable de coordinar el desarrollo de programas de capacitación para personal a su cargo.
- Responsable de la autorización de las órdenes de compra de materiales y repuestos así como de servicios que requiera la unidad operativa y el taller.
- Coordinar con el área logística para administrar un stock mínimo necesario de materiales y repuestos para la atención de los mantenimientos preventivos y de alta rotación.



- Elabora el reporte mensual de los indicadores de Operación y Mantenimiento: Disponibilidad, Mantenibilidad, confiabilidad, Horas Hombre trabajadas,
- Supervisar la adecuada aplicación y operación de todas las unidades.
- Administrar los reclamos por garantías para equipos nuevos.

Se ha considerado además, una Jefatura de Control y Planeamiento, una Jefatura de Taller Central y Residentes o Jefes de equipo en cada unidad de producción que reportan directamente al ingeniero de Mantenimiento.

#### **5.6. FUNCIONES DEL JEFE DE TALLER CENTRAL**

- Responsable de la evaluación, diagnóstico y reparaciones mayores de componentes y equipos en overhaul programados.
- Responsable del ingreso, reparaciones y salida de equipos devueltos de obra así como del componente enviados de esta.
- Administrar la reparación de componentes enviados de obra
- Encargado del soporte técnico de equipos en obras
- Encargado de coordinar los servicios de terceros
- Desarrollo de historial de cada equipo

#### **5.7. FUNCIONES DEL RESIDENTE O JEFE DE EQUIPOS EN CAMPO**

- Responsable de la valorización mensual de los equipos
- Responsable de aplicar programa de mantenimiento preventivo.
- Responsable de efectuar los mantenimientos correctivos de emergencia y

planificados.

- Ejecutar el programa de muestreo de aceite
- Responsable de mantener actualizado el historial de los equipos.
- Responsable del seguimiento de los consumos operativos de los equipos: combustible, filtros, lubricantes, herramientas de desgaste y tren de rodamiento.
- Selección y evaluación de personal técnico y de operadores en campo
- Desarrollar e implementar programa de rotación de personal
- Coordinar con el área de logística y almacén de obra los stocks mínimos de repuestos y materiales de mayor consumo en obra
- Responsable de la aplicar las normas y procedimientos de Seguridad y Medio Ambiente establecidas por la Empresa y/o el Cliente

#### **5.8. FUNCIONES DEL ENCARGADO DEL PLANEAMIENTO**

- Es el responsable del seguimiento de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.
- Administra y controla de las O/Ts generadas mensualmente.
- Llevar el control estadístico mensual de la Horas Hombres Trabajadas.
- Implementar sistema de control de costo de la hora hombre vestida por obra
- Responsable del desarrollo de biblioteca técnica
- Desarrollo de programa de evaluación y diagnóstico periódicas de los equipos en obras
- Responsable del control de las tendencias de desgaste en base a los resultados

de laboratorio de análisis de aceite.

### 5.9. PLAN DE RENOVACION DE EQUIPOS.

Como ya describió al inicio del presente informe, los equipos presentaban diversos modelos, marcas y horas de operación lo que hacia necesario reestructurar el parque de equipo buscando ser más eficientes y competitivos.

Características iniciales de la flota:

- Rango de horas trabajadas de 1,000 a 12,000 horas,
- Diversidad de marcas: CAT, Komatsu, Volvo
- Diversidad de modelos: Cargadores, Excavadoras, Tractores, Rodillos, Moto niveladoras, Retroexcavadoras.
- Necesidad de técnicos calificados en las diversas marcas y modelos.
- Necesidad de incrementar los la logística y los costos de almacén para mantener un stock mínimo de repuestos.

Como plan estratégico para efectos de los costos de posesión se determino una vida útil de los equipos no más de 15,000 horas.

- **Rango I: de 0 a 4,000 horas.** La duración estimada de los equipos sin que algún componente presenten fallas prematuras o por desgaste por envejecimiento.
- Se debe administrar correctamente las garantías del fabricante dentro de las primeras 2,000 horas.

- **Rango II: de 4000 a 12,000 horas.** La duración estimada de los equipos sin que algún sistema deba ser enviado a ovar haul.
- **Rango III: de 12,000 a 15,000.** Rango en el cual los equipos deberían ser renovados
- Los equipos deberán estar en el Rango I o II únicamente para asegurar una reserva de reparación menor que no incida en la tarifa interna del equipo.

Otro criterio de renovación de equipos deberá ser grado de obsolescencia del equipo, es decir requiere evaluar si existe en el mercado maquinas similares más eficientes y con menores costos de operación y respaldo técnico suficiente.

Actualmente la flota de equipo tiene la siguiente característica:

- Los equipos están dentro del rango I y II
- Las marcas que se disponen son exclusivamente CAT.
- Se tiene técnicos especialistas en diagnostico electrónico CAT.
- El nivel de inventario es menor por la similitud de piezas para mantenimiento.

## **5.10. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

En una empresa como la estudiada en el presente informe, dedicada al rubro de construcción y alquiler de maquinaria pesada juega un rol fundamental. De ello dependerá garantizar el éxito del negocio, por lo tanto requiere del uso de una adecuada planificación para ejecutar tanto los planes de mantenimiento recomendado por el fabricante como para prevenir fallas prematuras que puedan aparecer para

mantener los índices de mantenimiento dentro de los estándares de la empresa. La experiencia del ingeniero de mantenimiento, la capacidad de reacción adecuada ante una falla no prevista son igualmente importantes para ello debe mantener un constante control y actualización del estado de los componentes críticos basándose fundamentalmente en las herramientas del mantenimiento predictivo.

### **5.11. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Para las tareas de Planificación, ejecución, control registro se utiliza los siguientes formatos:

- Ficha Técnica
- Parte diario del operador
- Ordenes o Solicitud de Trabajo
- Registro Histórico
- Programa de Evaluación e Inspección
- Programa de Lubricación mensual
- Programa de Calibraciones
- Programa de Operación
- Programa de mantenimiento
- Horas de trabajo del equipo
- Horas de st-byHoras de reparación
- Hojas de control

### **5.11.1. Programación de los servicios de mantenimiento preventivo.**

Para la elaboración de las tareas de mantenimiento preventivo es necesario poseer todos los manuales de mantenimiento y servicio de los equipos. Estas deberán incluir las tareas de rutina, las herramientas y los repuestos a utilizar.

Se elabora de un programa mensual de ejecución de en base a las horas de trabajo indicando en tipo de mantenimiento (pm1, pm2, pm3,pm4) y las horas de parada de equipo. Este programa debe ser aprobado por el jefe o encargado de la planificación de producción y las fechas deben ser distribuidas en función a la cantidad de personal que se tenga.

La programación mensual debe ser acompañada del requerimiento mensual de repuestos para mantenimiento preventivo: filtros, aceites, refrigerantes. La elaboración del informe final del mantenimiento preventivo (pm) y la lista de comprobación y observaciones efectuadas debe ser archivado en el file de la unidad.

- Elaboración de INFORMES MENSUALES, sobre la ejecución y resultados de los servicios ejecutados durante el mes.
- OPERACIÓN DIARIA (Ingresos de consumos, y horas diarias trabajadas por equipo, proceso del cierre diario del sistema, emisión de Planos de Lubricación, emisión de listado de planos ejecutados y planos pendientes de ejecución).
- Asignación de los PLANOS DE LUBRICACION, al personal de

mantenimiento.

- Elaboración de CRONOGRAMA DE LUBRICACION en hoja de cálculo
- Elaboración y ejecución del PROGRAMA DE LAVADO Y ENGRASE.
- PROGRAMACION MENSUAL de filtros, aceites, agua destilada, artículos varios (trapo industrial, etc.) y revisión quincenal de stock
- Llevar la HISTORIA MECANICA DE LOS EQUIPOS en el CM.
- Elaboración de cierre mensual del CM.
- EMISION DE REPORTES (Consumos mensuales, planos ejecutados, planos pendientes, reporte de tareas mecánicas ejecutadas y pendientes de ejecución etc.)
- CONTROL DE LAS HORAS HOMBRE totales de mantenimiento x equipo, en hoja de cálculo.
- Archivo de los planos ejecutados en el file de cada máquina.

### **5.11.2. Lista de verificación diaria o Check List**

Estas listas de verificación del estado funcional del equipo y son obligatorias en las unidades mineras antes de operar cualquier tipo de maquinaria y esta se basa en las indicaciones del manual de mantenimiento del fabricante. Asimismo, debe llevarse pegada, donde sea fácilmente visible, las autorizaciones de operación, esta vigencia de la autorización es parte del check list. Esta va acompañada de unos Procedimientos Seguros de Operación que hemos elaborado en Equimaq SAC para los equipos de movimiento de tierras.

#### 5.11.2.1. Precauciones

En general para realizar esta lista de verificación así como para inspeccionar el equipo se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- Realizar un chequeo o mantenimiento sobre una maquinaria de construcción en un lugar plano y seguro
- Antes de apagar el motor, se debe conectar las palancas de traba de implementos así como el freno de giro y el freno de estacionamiento.
- Se debe bajar los implementos (accesorios), como cuchilla, cucharón, y etc., en el suelo. Cuando realice inevitablemente un chequeo o una reparación por debajo de una cuchilla elevada, o un cucharón elevado utilizar los soportes o bloques de seguridad para que no se caigan de repente el dicho implemento (accesorios).
- Toda reparación de la maquinaria debe estar bajo la dirección de un supervisor o mecánicos de mantenimiento.
- Referente a los chequeos y las revisiones (diarias), se debe realizarlos según las hojas del chequeo, y además es necesario conservar las constancias de los resultados para los registros en el sistema.
- Se prohíbe la entrada a toda persona ajena a los lugares donde se realizan chequeos y mantenimientos.

#### 5.11.2.2. Antes de arrancar el motor

Se chequean los siguientes puntos antes de arrancar el motor:

- Chequeo de fuga de refrigerante o aceite:



Se chequea que no haya alguna marca de fuga de refrigerante o aceite, que no haya alguna fuga de las tuberías, y se revisa alrededor de la maquinaria. Sobre todo, se debe chequear fugas en las conexiones de mangueras de alta presión, el cilindro hidráulico y el radiador y otros.

- **Chequeo y reposición de refrigerante de radiador:**

En caso el radiador no tenga depósito auxiliar, se abre la tapa del radiador (verificar que el motor no esté caliente) y se chequea si el refrigerante está en lleno hasta la boca... Se agrega refrigerante poco a poco en el radiador cuando lo necesite. Si la maquinaria tiene un tanque de reserva, se chequea si el refrigerante se mantiene entre el nivel bajo y alto. Se debe tener cuidado que no quemarse con el refrigerante caliente, porque hay posibilidades de que refrigerante se salte de repente al abrir la tapa del radiador cuando todavía esté caliente.

- **Chequeo de cantidades de aceite en cada componente y reposición:**

Referente a las cantidades de aceite en cada componente, se las miden y chequean si son adecuadas, colocando horizontalmente la maquinaria, con el indicador de nivel de aceite.

**Chequeo y reposición de cantidad de aceite en el tanque**

**hidráulico:** Cuando el aceite en el tanque hidráulico es menos que la cantidad adecuada, subirá anormalmente la temperatura de aceite, en consecuencia se destruirá con facilidad. Por otra parte, si se rellena excesivamente aceite, hay posibilidad de que el tanque se

hinche demasiado y explote debido a que durante la operación el nivel de aceite en el tanque se sube y baja constantemente. También, debe tener cuidado que no se quemé con fluido hidráulico porque hay posibilidades de que aceite salte al abrir la tapa del tanque cuando todavía el aceite esté caliente, para ello se debe despresurizar el sistema. Se debe cambiar fluido hidráulico que esté oxidado o esté mezclado con agua, aceite de diferente clase, o alguna materia extraña.

**Posición de maquinaria cuando se chequea cantidad de aceite del tanque de fluido hidráulico y se reposta el aceite:** Respecto a una retroexcavadora, al realizar chequeo y reposición del fluido hidráulico, se coloca el equipo de trabajo en una posición determinada, en los equipos Caterpillar el brazo del implemento debe estar perpendicular al terreno... Cuando este brazo no está en posición, el nivel de aceite del tanque de fluido hidráulico se variará al extender y contraer el cilindro, por lo que no es posible medir correctamente la cantidad de aceite.

Chequeo de cantidad, reposición y cambio de aceite de motor, aceite de mandos finales, aceite de transmisión y otros tipos de aceites indicados en los manuales de operación y mantenimiento Al agregar aceite, utilizar siempre el tipo de aceite indicado por el fabricante. Igual que los puntos mencionados en “1.”, se deben cambiar el aceite que esté mezclado con aceite de diferente tipo o alguna materia extraña, o que esté oxidado o falte viscosidad.

- Drenaje del tanque de combustible:  
Después de terminar la operación, se agrega el combustible, y antes de empezar a operarla, se drena el tanque de combustible. Esto se debe hacer para eliminar el agua sedimentada u otras impurezas durante la noche cuando la maquinaria está sin utilizar.
- Chequeo y ajuste de correa del ventilador (correa alternativa):  
Se chequea que el aflojamiento en el centro de la correa “V” sea aproximadamente de 10 a 15 milímetros apretando el centro de la polea de ventilador y la polea motriz con los dedos. También, se chequea que la correa en “V” no tenga ningún desgaste anormal o daño, y que las poleas no tengan ninguna rotura.
- Chequeo de presión del aire de ruedas, y etc.:  
Se chequea la presión del aire de ruedas antes de operar la maquinaria cuando las ruedas estén frías, y se ajusta la presión dependiendo del camino en donde realiza la operación (se ajusta la presión relativamente baja en tierras blandas, y se ajusta relativamente alta en tierras sólidas). Se igualan las presiones del aire de las ruedas derechas e izquierdas. Al mismo tiempo, se revisa que las ruedas no tengan ningún corte ni raya, no estén clavadas piezas de metal, no tengan ningún desgaste anormal, o etc.
- Chequeo de la tensión de cadenas en equipos tipo orugas:  
Cuando la tensión de orugas esté floja, se desgastarán con facilidad los pernos y el los ajustes, y cuando la tensión esté demasiado ajustada, la cadena se podrá estirar llegando a malograrse. La

tensión de orugas debe ser relativamente fuerte en caminos sólidos, y relativamente aflojada en caminos blandos. El método de chequear la tensión de orugas es, poniendo un palo recto sobre las orugas formando un arco y medir la distancia o flecha entre el palo y las zapatas. La distancia estándar es de 20 a 30 milímetros en el centro. En el caso de un tractor de 20 toneladas, la distancia en el centro es de 160 - 170 milímetros.

- (8) Chequeo de pernos y tuercas flojas:

Se chequea que todos los pernos y tuercas no presenten ningún desajuste, y en caso de estar aflojados, se aprieten. Se chequea con mucho cuidado especialmente el filtro de aire, el tubo de escape, la parte instalada el silenciador, y el alrededor de las ruedas.

- (9) Chequeo de rotura del cable eléctrico y cortocircuito de la instalación eléctrica, y aflojamiento de terminal:

Se chequea que no haya ninguna rotura del cable eléctrico y cortocircuito de la instalación eléctrica. Además, se chequea si el terminal de batería no esté flojo. Al mismo tiempo, se chequea el fluido de batería, y cuando haga falta, se le agrega el refrigerante destilado.

#### 5.11.2.3. Después de arrancar el motor

Después de arrancar el motor, se chequea especialmente los siguientes puntos:

- Chequeo de actuación e indicación de medidores:

Después de arrancar el motor, se lo funciona suficientemente en vacío, y se chequea actuación e indicación de cada medidor. En caso del sistema de chequeo a través del monitor, se chequea que ninguna luz esté encendida o parpadeando.

- Chequeo de fuga de refrigerante , aceite, y aire :

Aunque no haya ninguna fuga el momento en que para el motor, hay casos en que se fuga alguna parte después de arrancar el motor.

- Condición del motor:

Cambiando la velocidad de rotación del motor funcionándolo en vacío en las posiciones, baja, alta, y completa, se chequea si no hay ninguna anomalía en el color, el sonido, el olor de escape y la vibración del motor.

- Chequeo y ajuste del pedal de freno y aceleración; juego, carrera y funcionamiento:

- Chequeo y ajuste del freno de estacionamiento:

- Chequeo de actuación del equipo de trabajo:

Se chequean el cucharón, el brazo elevador, el aguilón etc., si funcionan bien. Antes de realizar este chequeo, se debe confirmar bien que no haya ninguna persona u obstáculo en el alrededor.

- Chequeo de condición de la actuación del freno de servicio:

Chequear que el juego del pedal de freno no sea muy grande, y el freno funcione bien. Cuando el forro de freno se desgaste, se aumentará el juego del pedal, en consecuencia el freno empieza a no funcionar bien sin que lo pise muy fuerte.

- Chequeo de condiciones de la actuación del embrague para cambio direcciones y el freno:  
Se chequea, marchando la maquinaria de construcción, la actuación del embrague derecha e izquierda para cambio direcciones. Cuando el freno no funcione bien, se lo ajusta lo antes posible.
- Chequeo de condición de la actuación del freno para girar:  
Se chequea el freno para girar si funciona suficientemente bien.

#### 5.11.2.4. Después de terminar la operación

Después de terminar la operación, se realiza especialmente las siguientes gestiones:

- Limpieza de la maquinaria:
- Se limpia y friega bien lodo y aceite pegadas en el suelo, los pedales, las palancas y etc., para que no estén resbaladizos. Se limpian especialmente suciedades del cuerpo de la maquinaria y la tierra pegada en las orugas. Además, al limpiar la maquinaria con refrigerante, debe tener cuidado que no se mojen los accesorios eléctricos.
- Reposición de combustible:
- Se para el motor antes de agregar combustible. Al agregarlo, debe tener cuidado que no se entre ninguna materia extraña o refrigerante.
- Estacionamiento de maquinaria:
- Se estaciona la maquinaria en un lugar autorizado donde esté plano y no haya peligro de desprendimiento, crecida de refrigerante.

derrumbamiento, etc.

- Se activa el freno de estacionamiento, después de apagar el interruptor de batería, poner la palanca de embarque principal en “activar”. Además, se dejan los implementos del equipo: cuchilla, el cucharón, lampón y etc., en el suelo. Para apagar el equipo esperar unos minutos para estabilizar el motor, especialmente la velocidad interna del turbo.

#### 5.11.2.5. Instrucciones para chequeo en el caso de que se observen anomalías durante la operación:

En cuanto se observe alguna anomalía en la maquinaria de construcción durante la operación, se debe estacionarla inmediatamente en un sitio plano, y sería necesario realizar de nuevo la operación después de haber informado al responsable sobre la parte defectuosa y haberla reparado.

### **5.12. CONTROL DE DESGASTE:**

Los controles de desgaste se refieren al registro de los componentes de mayor incidencia en el costo de operación como son los neumáticos, el tren de rodamiento y los elementos de corte.

#### **5.12.1. Control de Llantas:**

Busca administrar el costo de neumático, la duración y proyección de vida en horas y/o kilómetros recorridos. Se debe tener las plantillas de medición de cocada y presiones de trabajo, por equipo donde se incluya el tipo de

neumatico, modelo, marca, altura de la cocada y las mediciones de cocada (desgaste) en horas de operación. Se efectúa la medición quincenal de llantas para equipos de transporte efectuar la medición mensual para equipos pesados.

Una correcta programación requiere de

- Administración de los materiales para el taller de llantería (parches, pegamentos, herramientas, etc.).
- Control del stock de llantas, según las proyecciones realizadas.
- Programación de la rotación de llantas en base a la lectura de las mediciones de desgaste que permita alargar la vida de los neumáticos.
- Programación de los servicios de reencauche.
- Codificación de los neumáticos usando un marcador de calor.
- Recomendar la adquisición de llantas para los diferentes tipos de terreno.

#### **5.12.2. Control de Material Rodante (Trenes de Rodamiento)**

Del mismo modo los equipos cuyo material rodante son cadenas, caso los tractores y las excavadoras, requieren de un efectivo control que permita predecir la vida útil del tren de rodamiento el costo por hora dentro de la tarifa interna. Debe realizarse una medición mensual o cada 500 horas para ello es necesario adquirir el equipo de medición (SEC) o en caso contrario solicitar este servicio al proveedor o representante.

Estos controles permiten anticipar, de acuerdo de desgaste, las horas de operación remanente antes de su reparación o cambio.



### **5.12.3. Control de Material de Desgaste:**

El control de las herramientas de corte es parte del costo de operación y van estrechamente ligados al mantenimiento ya que su efectiva programación eliminara la aparición de desgastes en piezas que no son de alta rotación. Por ejemplo, un descuido en el cambio de puntas de ripper de un tractor D6R puede costar la paralización del equipo y la atención por mantenimiento correctivo para reparación o cambio del elemento que lo contiene (shanck) que no debió ser atendido y cuyo costo es 10 veces mayor que la punta misma. Se debe tener un registro de los elementos de desgaste que contenga equivalencias para diferentes tipos de aplicación y fabricantes.

La medición puede ser mensual o quincenal y se mide el porcentaje de material remanente por utilizar. Y se labora los reportes de duración costo horario.

### **5.13. INDICADORES DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO**

Para llegar a tener indicadores de la gestión del mantenimiento se tiene que confeccionar cuadro de control de HORAS TRABAJADAS, HORAS DE MANTENIMIENTO Y HORAS EN STAND. BY diarias. El ingreso de los datos debe estar procesado por equipo dentro de Orden de Trabajo.

- DISPONIBILIDAD MECANICA, EFICIENCIA OPERATIVA
- UTILIZACION DE EQUIPO
- MTBF: Tiempo Promedio entre Fallas

4.1. MTTR: Tiempo Promedio de Reparación.

#### 4.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

##### **Programación de los mantenimientos correctivos.**

- REGISTRAR LOS DESPERFECTOS de los equipos diariamente, valiéndose para esto, del Partes Diario de Equipos y operadores.
- COORDINAR, PROGRAMAR Y ASIGNAR las tareas correctivas a ejecutarse, al personal mecánico de la obra.
- Llevar el control de las HORAS-HOMBRE utilizadas, para la ejecución de tareas correctivas, utilizando el Parte Diario del mecánico.
- LLEVAR ESTADISTICAS de incidencia de fallas por grupo de equipos y componentes por horas de operación, que permita hacer una programación de tareas de mantenimiento preventivo, antes de que se presente nuevamente la misma falla.

#### 5.14. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

##### **5.14.1. Toma de muestras de aceite**

La toma de muestras es un procedimiento establecido por el cual se garantiza tanto la correcta manipulación del los materiales (frascos, la bomba de vacío, y las mangueras) como de la forma en que se registra una muestra para ser enviada al laboratorio.

La limpieza es muy importante en todo este procedimiento. Para llevar el correcto control de las tendencias (por sistemas o componentes), se debe tomar las muestras en un mismo punto, registrando en el frasco de muestra: el código y modelo del equipo, las horas horómetro, las horas de uso del aceite en el

componente, el tipo y marca del mismo. De ser posible también la cantidad de aceite de relleno que fue añadido luego del último mantenimiento.

#### **5.14.2. Control de las muestras de aceite**

Los pasos a seguir para el control de las muestras son:

- PROGRAMAR el abastecimiento de insumos para que el muestreo de aceites sea permanente. (bomba de succión, frascos, mangueras, etiquetas, trapo etc.).
- CREAR una base de datos para el monitoreo de aceites según el sistema o componente.
- ETIQUETAR correctamente las muestras de aceites para su envío a Lima.
- ENVIAR AL LABORATORIO las muestras de aceites. En nuestro caso se utiliza los laboratorios de Ferreyros SA.
- Emitir REPORTES a todas las áreas involucradas sobre el estado de las muestras, causas, consecuencias, tendencias y correcciones a realizarse.
- REALIZAR UN NUEVO ANALISIS de muestras en obra lo antes posible de ser necesario para confirmar la tendencia en caso el componente presente un indicador crítico o anormal.
- CREAR Y/O ACTUALIZAR el historial por equipo.

## **CAPITULO 6**

### **ESTRUCTURA DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO**

#### **6.1 TARIFA INTERNA**

Está dada por los costos de posesión, los costos operativos y los gastos generales, los primeros están referidos al costo del equipo en si como son el financiamiento, los seguros, intereses y el valor de rescate al final de una vida útil estimada en 15,000 hrs. Los costos operativos en cambio están referidos a los costos generados en hacer producir el equipo y son los referidos al costo de Mantenimiento preventivo y correctivo (reparaciones), costo del operador, combustible, elementos de desgaste y material de rodado (neumáticos o tren de rodamiento). Son dadas en US\$/HR.

- Costo de Posesión
- Costo de Operación
  - Mantenimiento preventivo
  - Mantenimiento Correctivo
  - Elementos de desgaste
  - Neumáticos o Tren de rodamiento (para equipos con orugas)
  - Mano de obra del operador de equipo.
  - Combustible.
- Gastos Generales. (oficinas, servicios, movilidad, comunicaciones, transporte de personal, etc.

## **6.2 COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO**

Los materiales usados para la lubricación en el mantenimiento preventivo (filtros, aceites y grasas) son quizás los menos significativos en la estructura de costos de operación del equipo (del 2% al 4%) pero al mismo tiempo es uno de los más importantes. De ello depende garantizar la disponibilidad y vida útil del equipo.

Los costos de mantenimiento correctivo dentro de una tarifa es más bien un valor asumido y se estima que es el 30% del costo total del equipo dentro de su vida útil. En las primeras 2,000 horas, este gasto deber ser muy bien administrado ya que el equipo se encuentra en garantía y por lo tanto el fabricante debería asumir el costo siempre y cuando la falla no sea producto de una mala operación. Este rango de horas hasta llegar a las 6,000 horas de uso del equipo es la zona más económica de la operación ya que luego de estas se empiezan a presentar fallas por mantenimiento correctivo considerables. Es por ese motivo que se debe analizar si es conveniente renovar el equipo.

La mano de obra está referida al costo fijo de los mecánicos que intervienen en la operación, esta desagregada por horas e incluyen los sueldos, beneficios sociales, seguros, compensaciones, movilidad, uniformes, herramientas, etc. Una parte clave para no incurrir en un sobre costo es la administración de los “tiempos muertos” que son referidos a las horas improductivas de este personal (esperas, tiempo de traslados).

### **6.3 OTROS COSTOS OPERATIVOS**

Otros costos operativos son variables, es decir varían con las horas de uso del equipo y son el Combustible, los elementos de desgaste y el tren de rodamiento o neumáticos.

Se debe llevar un registro preciso del consumo de combustible. Este representa el 30% de la tarifa interna del equipo por lo tanto su control e incidencia es muy importante.

Los elementos de desgaste son componente de alta rotación y se seleccionan de acuerdo al tipo de aplicación es decir al tipo de terreno, Existen muchas marcas en el mercado y se debe encontrar el de mayor rendimiento (us\$/hora) es decir que alcancen la mayor cantidad de horas de vida posible. Un soporte técnico del proveedor es importante para la correcta selección de este componente

El costo referido a los neumáticos y tren de rodamiento también se mide en us\$ por hora. A diferencia del anterior no es un componente de alta rotación y los costos de reposición son elevados por lo tanto se debe administrar correctamente llevando un mantenimiento periódico de los mismos. En el caso de los neumáticos se efectúa la rotación y control de desgaste periódicamente para volver a reutilizarlos buscando el reencauche de la banda de rodado. En el caso del tren de rodamiento utilizado en los equipos de cadenas (tractores y excavadoras) se tiene un programa de medición de desgaste por ultrasonido que nos indica la tendencia y la fecha probable de cambio.

FERREYROS S.A.A.		Servicio Especial de Cadenas						CATERPILLAR®					
Preparado para: EQUIM4Q						Preparado por: Tulo peralta grima							
						Número de Teléfono:							
Modelo:	D8T	Lectura del Horómetro:	1.394		Fecha de Inspección:	14/09/2007							
Fabricante:	Caterpillar	Horas por Semana:	70		Fecha de la Próxima Inspección:								
Número de Serie:	J8B00938	Lectura del Odómetro:			Horas de Inspección Siguientes:								
Número del Equipo:		Obra:	SAYAATOC		Última Fecha de Servicio:	13/09/2007							
Código del Tren de Rodaje:	C185				Condiciones del Terreno								
Fabricante del Eslabón:	Caterpillar	Combado de la Cadena:	Izquierda: 2,0 Derecha: Demasiado		Impacto:	Moderado							
Fabricante del Rodillo:	Caterpillar		Apretada: Apretada		Abrasión:	Moderado							
Fabricante de la Rueda Guía:	Caterpillar	Extensión del Bastidor:	Máximo: 6,00		Humedad:	Moderado							
El Horómetro Funciona:	Sí	Juntas Secas:			Compacción:	Moderado							
					Desgaste Permisible:	Menor							

Posición	Estado		Fecha de Instalación		UMS desde la Instalación		Horas en Superficie de Desgaste		Herramienta Utilizada	Medición (Pulgadas)		Porcentaje de Desgaste			
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha		
Eslabones			Secciones:				44		Grupo de Cadena:		Conjunto de Eslabón:				
	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	1,83	1,83	10 %	10 %		
BUJES			Buje - Sellado y Lubricado												
Interno	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Cinta de Medir						
Externo	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	0,55	0,55	25 %	25 %		
ZAPATAS			Zapatras Principal				Zapata - Servicio Extremado		Ancho:		2,00 (Pulgadas)				
	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	2,49	2,49	70 %	70 %		
RUEDAS GUÍA			Delantera:		Trasera:		Rueda guía - Convencional								
Delantera	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Medidor de Profundidad	0,90	0,90	24 %	24 %		
Trasera	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Medidor de Profundidad	0,90	0,90	24 %	24 %		
Rodillos Superiores			Rodillo Superiore - Convencional												
Delantera	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico						
Rodillos inferiores			Pestaña Sencilla:		Pestaña Doble:										
Delan	S	S	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	2,41	2,44	7 %	4 %
2	S	S	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	2,44	2,45	4 %	3 %
3	D	D	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	2,35	2,37	2 %	0 %
4	D	D	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	2,35	2,37	2 %	0 %
5	D	D	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	2,36	2,36	1 %	1 %
6	D	D	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	2,35	2,36	2 %	1 %
7	S	S	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	2,43	2,43	5 %	5 %
8	S	S	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Ultrasonico	2,41	2,41	7 %	7 %
Intercambiad													5 %	5 %	
Ruedas Motrices			Primera:		Segunda:										
	Nuevo	Nuevo	13/09/2007	13/09/2007			0	0	Cinta de Medir	9,20	9,20	28 %	28 %		
LINK ROLLER SYSTEM															
Worst													9 %	9 %	
Intercambiad													8 %	8 %	

NOTAS:

Fig. No. 6.1 Medición del tren de rodamiento en un Tractor de oruga CAT D8T

## **CONCLUSIONES**

El presente informe demuestra cómo, una efectiva programación del mantenimiento genera ahorros significativos ya que reduce los costos de paradas imprevistas y aumenta la disponibilidad de los equipos.

Así mismo, el análisis de aceite como parte del mantenimiento predictivo nos permite llevar un control de las tendencias de desgaste de ciertos componentes previniendo su reparación antes que se produzca la falla.

El control exhaustivo de los costos asociados al mantenimiento y operación del equipo es vital para mantener de alquiler de maquinaria como una unidad de negocio rentable dentro de la compañía.



## **BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

## **ANEXO I**

### **SELECCION, APLICACION Y MANTENIMIENTO DE NEUMATICOS**

En el caso de los cargadores frontales, los volquetes, las motoniveladoras, los rodillos y las retroexcavadoras necesariamente deben tener un estricto control sobre la utilización y reposición de los neumáticos ya que es un factor muy importante en la estructura de costos de alquiler por lo tanto se exige una adecuada selección, operación y mantenimiento para el tipo de terreno donde vaya a trabajar.

Para los equipos fuera de carretera los neumáticos pueden trabajar en suelos diversos: desde tierra seca y muy blanda donde probablemente la duración de estas se mucho mayor, hasta trabajar en terrenos rocosos, húmedos y/o de voladura donde se está expuesto a cortes y desgastes acelerados de los neumáticos.

Por otra parte la velocidad de operación afecta también, esta puede variar entre 1,6 y 72 km/h respectivamente. Las pendientes pueden variar de 75% cuesta abajo hasta 30% cuesta arriba. La habilidad del operador, la correcta presión de inflado y un adecuado mantenimiento de vías influyen en la vida útil de los neumáticos y en el costo horario de las unidades.

Aunque un tipo de neumáticos puede ser aceptable en un número de aplicaciones, no hay un neumático concreto que satisfaga todos los requisitos de una máquina determinada y, en muchos casos, ni siquiera en una misma obra. En el mercado existe una gran variedad de diseños de bandas de rodadura y armadura.

### **CARACTERISTICAS DE LOS NEUMATICOS**

El neumático es esencialmente un recipiente de presión flexible que utiliza elementos estructurales como el nilón o los cables de acero para mantener la tensión correspondiente a la presión del inflado. Sobre los elementos estructurales se utiliza caucho como una capa protectora y sellante que al mismo tiempo forma el dibujo de las bandas de rodadura, la cual es el elemento de desgaste contra el suelo.

### **FUNCIONES DE LOS NEUMATICOS**

Las funciones son:

- Retener el volumen de aire
- Soportar el peso del vehículo
- Contribuir a la suspensión o flotación del vehículo

- Proporcionar aislamiento y amortiguación contra los choques debido a las irregularidades del camino
- Ayudar a la dirección y control del vehículo facilitando su movimiento.
- Proporcionar tracción al freno

Hay dos tipos diferentes de neumáticos, los de telas SESGADAS comúnmente llamada CONVENCIONALES y las RADIALES o alambradas.

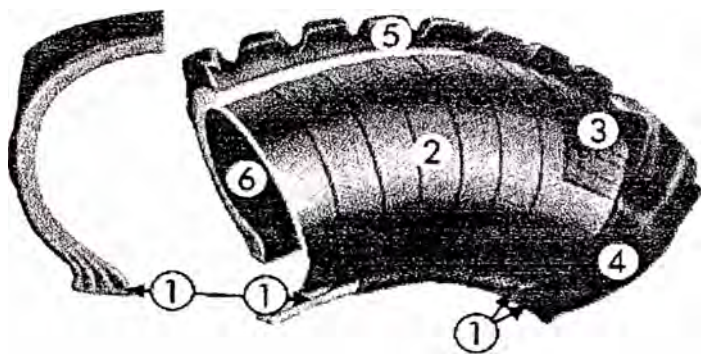


Fig. Neumáticos de lonas

1.- Talón. Es un manojito de alambres de acero (3 ó 4 en los neumáticos grandes) forzados hacia los lados por la presión de inflado para sujetar el neumático con firmeza en el aro de la llanta. Las telas de nilón (2) se unen a los manojos de alambres de los talones y las fuerzas del neumático se transmiten por los manojos de alambre desde la llanta hasta las telas de nilón.

2. Lonas. Poseen varias capas de cuerdas de nilón, revestidas de caucho, formando el cuerpo del neumático. Son telas sesgadas que cruzan alternativamente la línea de centro de la banda de rodadura. La clasificación de “lonas” es solamente un índice de la resistencia del neumático y no indica el número real de telas en el mismo.

3. Telas de la banda de rodadura. Cuando se emplean se hallan sólo en la zona de la banda y se utilizan para aumentar la resistencia de la carcasa y suministrar protección adicional a las telas. Algunos neumáticos utilizan fajas de acero como protección de la carcasa.

4. Flancos. Son las capas protectoras de caucho que cubren las telas del cuerpo del neumático en los sectores laterales.

5. Banda de rodadura. La parte del neumático en contacto con el suelo y expuesta a la acción del desgaste. Transfiere el peso de la máquina al suelo y además, proporciona tracción y flotación. Esta zona es la que se vuelve a vulcanizar para darle una vida adicional al neumático siendo su costo inferior al 50% de uno nuevo.

6. Revestimiento interior. Es el elemento de sellado necesario para evitar fugas de aire. Combinado con los sellos anulares y la base de la llanta, hace innecesarias la

cámara y la guarda cámara.

7. Cámaras y guarda cámaras. Necesarias si el neumático no es del tipo sin cámara con un recubrimiento interior o cuando el neumático tiene pequeños cortes que han atravesado el recubrimiento interior y se hace necesario hermetizar el interior del neumático. La guarda cámara actúa como un protector entre la cámara y el aro del vehículo.

8. Capa bajo la banda de rodadura. Cojín interior de caucho colocado entre la banda de rodadura y las telas del cuerpo del neumático.

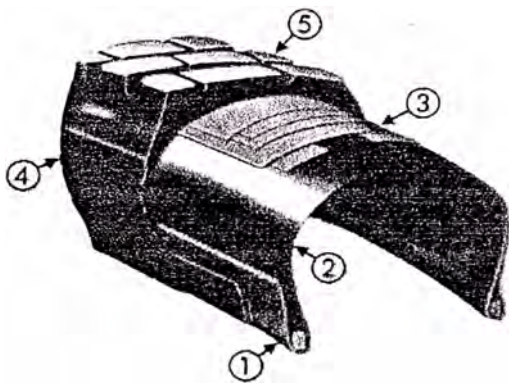


Fig. Neumáticos Radiales

1. Talón. Contiene un solo manojo de cables de acero o tiras de acero, arrollado en espiral como el resorte de un reloj, forma el talón en cada punto de contacto con la llanta.

2. Carcasa radial. Consiste en una sola capa de cables de acero dispuestos en arco, de talón a talón.

3. Fajas. Varias capas o telas de cables de acero forman las fajas, que se extienden por debajo de la banda de rodadura en torno de la circunferencia del neumático. El cable de cada faja cruza la línea de centro de la banda en un ángulo inverso al de la faja anterior.

4. Flancos. Son las capas protectoras de caucho que cubren al neumático en los sectores laterales.

5. Bandas de rodadura. Al igual que en el neumático de lonas.

6. Revestimiento interior. Capa amortiguadora de caucho instalada entre la banda y las fajas de acero.

## ROTACION DE LAS LLANTAS

La rotación de las llantas es un modo práctico de reducir los costos de operación. La rotación puede nivelar el desgaste irregular y extender la vida útil de los neumáticos.

Así por ejemplo en un cargador frontal las llantas delanteras estarán irregularmente gastadas debido a la tracción y el peso de la carga estas se cambiaran de lugar con las traseras para asegurar un desgaste uniforme de los neumáticos.

En el caso de los volquetes la rotación de las llantas deberá tener un orden como el mostrado en la figura. Si las llantas Duales se gastan más rápido que su pareja existe un problema mecánico en el equipo o es probable que la llanta o su pareja no haya sido correctamente emparejados o que la presión de inflado no se ha mantenido. Hay que determinar la causa del problema antes de proceder a rotar y a emparejar las llantas.

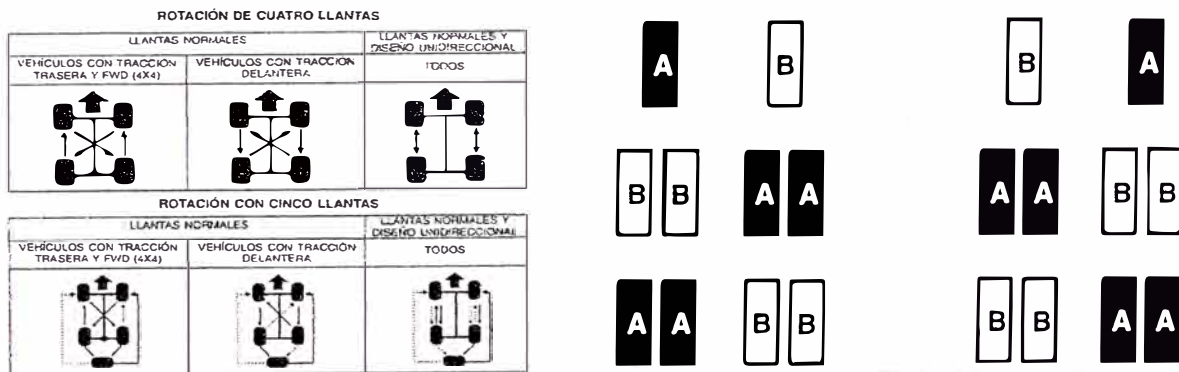


Fig.

## **CONDICIONES QUE AFECTAN LA VIDA DE LAS LLANTAS**

### **FALLAS DE OPERACIÓN:**

- Malos hábitos de manejo.
- Presiones de inflado bajo o superiores al rango de trabajo establecido.
- Cortes o penetraciones.
- Altas velocidades
- Falta de interés para inspeccionar el neumático en cada viaje.

### **FALLAS MECÁNICAS**

Estas pueden ser ocasionadas por:

- Falta de alineación y balanceo.
- Daños en la suspensión.
- Desgaste en los rodamientos de ruedas.
- Falta de paralelismo entre los ejes.

Estas se manifiestan como severos desgastes irregulares, si no son corregidas pueden llegar a dañar la llanta por completo y evitar la posibilidad del reencauche.

### **FALLAS DE MANTENIMIENTO:**

- *No desmontar las llantas para reencauche:* Se recomienda desmontar las llantas para mandarlas a renovar, cuando estas tengan un dibujo remanente de 3mm en su punto más desgastado en el caso de volquetes cuyos neumáticos transitan en la red vial y de 6 a 8 mm en el caso de neumáticos que transitan fuera de carreteras. Para el caso de las maquinarias estos valores varían de acuerdo a su tamaño y al modelo de cada llanta. No seguir esta recomendación expondrá al neumático a penetraciones y daños irreparables.

- *Reparaciones hechas en taller no autorizado:* Muchas de las reparaciones hechas por emergencia en carretera no son adecuadas, si no se revisan pueden causar la filtración de agentes contaminantes al interior de la llanta o un mal trabajo que generara nuevas paradas del equipo, provocando pérdidas en la producción del equipo.

- *Emparejamientos inadecuados:* Cuando montamos dos llantas de diferentes tipo de construcciones o medidas en un ensamble dual como en el caso de los volquetes, se pueden provocar fallas como: *fatiga prematura del casco, desgaste prematuro de la banda de rodamiento etc.,*

- *Rims dañados:* Estos pueden provocar fallas como: *desgarre de los costados y la ceja, desgastes irregulares, perdida de presión por fugas y rodadas bajas.*

- *Procedimientos de montaje incorrectos:* El montar y desmontar la llanta con procedimientos incorrectos tales como: prender fuego a las cejas, utilizar hidrocarburos (aceites o petróleo) como lubricantes, el uso de herramienta inapropiada. Estos métodos empíricos nos pueden provocar fallas como: *desgarres*

en el área de la ceja, separación interior por ataque de nitrocarburos, cristalización de la ceja, etc. Es necesario consultar al distribuidor acerca de los correctos procedimientos de montaje, así como las herramientas adecuadas para ello.



## ANEXO II TERMINOLOGIA

**Leyes mecánicas:** Los términos de las leyes mecánicas describen el movimiento de los objetos y los efectos del mismo.

**Fricción:** La fricción es la resistencia al movimiento entre dos superficies en contacto.

**Inercia:** Inercia es la tendencia de un objeto en reposo a mantenerse en reposo o de un objeto en movimiento a mantenerse en movimiento. El motor usa fuerza para superar la inercia.

**Fuerza:** La fuerza es un empuje o tracción que inicia, detiene o cambia el movimiento de un objeto. La fuerza es producida por la combustión durante el tiempo de combustión. Cuanto mayor sea la fuerza generada, mayor será la potencia producida.

**Presión:** La presión es una medida de la fuerza ejercida por unidad de área. Durante el ciclo de cuatro tiempos, se produce mucha presión en la parte superior del pistón durante los tiempos de compresión y combustión.

**Producción de Presión:** Hay tres formas de producir presión: aumentando la temperatura, disminuyendo el volumen o limitando el flujo. Muchos sistemas y componentes de los motores de combustión interna operan a presiones específicas o las generan. El conocimiento y la medición de las presiones específicas en todo el motor pueden proporcionar mucha información sobre el estado general del motor.

**Par motor:** El par motor es una fuerza de giro o torsión. El cigüeñal ejerce un par motor para hacer girar volantes, convertidores de par u otros dispositivos mecánicos.

**Par motor con capacidad de transporte de carga:** El par motor también es una medida de la capacidad de transporte de carga del motor.

La fórmula del par motor es:

Par motor (lb-pie) = (5252 x potencia en HP)/r.p.m.

**Aumento de par:** El aumento de par se produce cuando se reduce la carga de un motor desde las RPM nominales. Este aumento de par se produce hasta lograr ciertas RPM, después de las cuales el par disminuye rápidamente. El máximo nivel de par alcanzado se llama par motor máximo.

**Potencia:** La potencia es un valor nominal del motor que describe la cantidad de trabajo producido en un período o trabajo por unidad de tiempo.

La potencia al freno es la potencia útil disponible en la volante. La potencia al freno es menor que la potencia real porque se usa cierta energía para mover los componentes del motor.

La fórmula para la potencia es: Potencia en HP = RPM x par motor / 5252

El calor es una forma de energía producida por la combustión de combustible. La energía térmica se convierte en energía mecánica por medio del pistón y otros

componentes del motor afín de producir una potencia adecuada para el trabajo.

**Temperatura:** La temperatura es una medida de lo caliente o lo frío que está un objeto. Normalmente se mide con una escala Fahrenheit o Centígrada.

**Unidad térmica británica:** La unidad térmica británica, o BTU, se usa para medir el poder calorífico de una cantidad específica de combustible, o la cantidad de calor transferida de un objeto a otro. Una BTU es la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua.

**BTU en el combustible:** La BTU se usa para describir el poder calorífico de un combustible. Los combustibles con altos valores de BTU generan más calor y, por lo tanto, más potencia. En general, el combustible diesel tiene un mayor valor de BTU que la gasolina.

**BTU en el sistema de enfriamiento** La BTU también se usa para describir el funcionamiento de un sistema de enfriamiento. Cuantas más BTU elimine el refrigerante, más eficiente será el sistema de enfriamiento.

**Eficiencia del motor:** El diseño del motor afecta el rendimiento y la eficiencia del motor.

**Calibre:** El calibre es el diámetro interior del cilindro medido en pulgadas o milímetros. El calibre del cilindro determina el volumen de aire disponible para la combustión. Siendo todo lo demás igual, cuanto mayor sea el calibre mayor será la potencia del motor.

**Carrera:** La carrera es la distancia que recorre el pistón desde el punto muerto superior al punto muerto inferior. La longitud de la carrera viene determinada por el diseño del cigüeñal. Una mayor carrera permite la entrada de más aire en el cilindro, lo que a su vez permite quemar más combustible, produciendo más potencia.

**Cilindrada:** Cilindrada = Área del calibre x Carrera

**Relación de compresión:** Relación de compresión = Volumen total (PMI) / Volumen de compresión (PMS)

## **ANEXO IV**

### **FORMATOS UTILIZADOS**



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
PARA  
OPERADORES DE EQUIPOS  
DE  
MOVIMIENTO DE TIERRA**

**Rev. 01**

**Fecha : 07 / 11 /07**

**Pag. 1 de 6**

**ESTE PROCEDIMIENTO ESTABLECE LAS BASES SOBRE LAS EXIGENCIAS QUE DEBEN ACATAR TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE OPERAN EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA.**

**RESPONSABLE**

TODOS Y CADA UNA DE LOS TRABAJADORES QUE SE ENCUENTRAN CONTRATADOS POR EQUIMAQ. SAC.

**NORMAS Y OBLIGACIONES**

Las personas que operarán equipos de movimiento de tierra, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Saber leer y escribir con facilidad.
- Poseer licencia Municipal, al día.
- Poseer licencia de conducir interna en aquellos proyectos que así lo requieran.
- Acreditar haber realizado un curso de manejo a la defensiva.
- Haber aprobado un examen práctico y teórico de conducción y operación de maquinarias.
- Haber recibido su inducción de seguridad.
- Las personas asignadas a la operación de movimiento de tierra deberán cumplir con un programa de entrenamiento previo.
- El entrenamiento debe ser efectuado por la supervisión del área e informado por escrito al Departamento de Prevención de Riesgos, el que llevará un registro de estos.

Será responsabilidad de los supervisores evaluar en forma periódica los conocimientos del operador; tanto del aspecto teórico como el práctico. De esto se llevará un registro.

Los supervisores de operaciones y producción deberán velar por el fiel cumplimiento de las normas de operación y seguridad establecidas en este Reglamento. No deberá permitir la inobservancia de tales reglas o instrucciones.

- No debe recibir órdenes de ninguna persona que no sea el supervisor directo de operaciones.
- Mantener una conducta apropiada mientras labora y desplaza con la máquina por los caminos del proyecto o faena, es decir:
- Evitar desplazamiento a alta velocidad, deberá mantener una velocidad apropiada de acuerdo a las condiciones del terreno, características y condiciones del vehículo.
- Evitar riesgos innecesarios y ser precavido, sobre todo en aquellos lugares cuando se realizan trabajos en sectores en que haya máquinas funcionando y trabajadores en los alrededores.

**Ing. Residente**

**Gerente de Operaciones**

**Gerente General:**



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
PARA  
OPERADORES DE EQUIPOS  
DE  
MOVIMIENTO DE TIERRA**

**Rev. 01**

**Fecha : 07 / 11 /07**

**Pag. 2 de 6**

- Deberá dar cuenta de inmediato de cualquier accidente personal, con o sin lesión, como también de daños materiales que sufra el equipo o desperfectos que presente este último, ya sea con ocurrencia del trabajo o no.
- La escalera de acceso a los equipos de movimiento de tierra, deberán mantenerse limpias y aseadas, libre de grasa o aceite para evitar caídas.
- Los operadores de movimiento de tierra para el buen desempeño de sus funciones deberán usar los siguientes elementos de protección personal:
  - Casco de seguridad
  - Lentes de seguridad
  - Respirador contra polvo
  - Calzado de seguridad
  - Guantes de cuero
- Es obligación el uso de estos elementos, en caso de deterioro o pérdida deberá solicitarse su inmediata reposición.
- Deberá contar con un extintor de polvo químico seco. El operador velará que este elemento se encuentre en condiciones de uso en todo momento, y se llevará un registro permanente del estado de este elemento.
  - En el equipo de movimiento de tierra será obligatorio:
    - Mantener las luces exteriores en buenas condiciones.
    - Mantener los espejos en buenas condiciones.
    - Realizar una revisión periódica a los frenos y los neumáticos.
    - Mantener la cabina en buenas condiciones de aseo.
    - La alarma de retroceso deberá estar en buenas condiciones de uso.
- Al realizar limpieza y mantención de los equipos de movimiento de tierra baje los brazos de elevación y detenga el motor. Limpie los parabrisas, las luces, y los rótulos de seguridad. Asegúrese de que el área del operador, las palancas de mando, pedales, bajadas y mangos de agarre estén limpias. El aceite, la grasa, la nieve, la tierra y otros materiales podrían ocasionarle un resbalón o una caída. Límpiense el exceso de tierra de sus zapatos antes de subir al equipo.
- Sé prohíbe terminantemente llevar pasajero en la cabina, excepto cuando sea necesario por motivos de mantención mecánica o de instrucción, en este caso se deberá tomar las medidas necesarias para evitar accidentes.
- Sé prohíbe realizar actividades diferentes para las cuales fue diseñado el equipo.
- Nunca cargue el combustible con el motor del equipo encendido, mientras fuma o cuando se encuentre cerca de una llama abierta.

**Ing. Residente**

**Gerente de Operaciones**

**Gerente General:**



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
PARA  
OPERADORES DE EQUIPOS  
DE  
MOVIMIENTO DE TIERRA**

**Rev. 01**

**Fecha : 07 / 11 /07**

**Pag. 3 de 6**

- El operador evaluará el estado del equipo al final de turno, anotando en el informe de operación alguna situación anormal que él detecte.
- En los desplazamientos deberá conducir a una velocidad razonable y prudente, de acuerdo a las condiciones del terreno.
- El operador del equipo no deberá utilizar ropa suelta o accesorios tales como: puños colgantes, corbatas o pañuelos desamarrados o sueltos, o sortijas y relojes de muñeca que puedan engancharse a las piezas en movimiento.

**OPERACIÓN**

- El operador del equipo deberá cumplir estrictamente con las normas establecidas en la Ley de Tránsito, los que se considerarán parte integrante de este Reglamento.
- El operador deberá conocer la capacidad y características operacionales de esta máquina u equipo.
- Antes de comenzar con la operación, el operador del equipo deberá realizar una inspección y asegurarse de que todos los sistemas se encuentren en buenas condiciones operacionales. No se deberá operar la máquina hasta que se corrija el desperfecto. Es responsabilidad del operador verificar las condiciones en que se encuentran todos los sistemas y hacer la prueba en un área segura.
  - Verificar si existen partes rotas, perdidas o dañadas.
  - Verificar las perforaciones, protuberancias y la presión correcta en los neumáticos desgastados o dañados.
  - Verifique que el freno de estacionamiento funcione debidamente.
  - Realice todos los procedimientos de mantenimiento señalados por el fabricante de su máquina.
  - Verifique el sistema hidráulico.
  - Verifique el sistema de enfriamiento.
- El operador deberá asegurarse de conocer el lugar donde extraerá el material, levantará el cucharón y hará los virajes con el equipo. Antes de elevar el cucharón ó la pala de un equipo, conozca donde vaciarlo y siempre lleve la carga baja.
- Nunca deberá realizar trabajos cerca de líneas de alta tensión, a menos que sean tomadas todas las precauciones y medidas de seguridad establecidas para este tipo de labor.
- En los desplazamientos a grandes distancias deberá considerarse el realizar detenciones de la máquina durante su recorrido para detectar subidas de temperatura en los mandos finales.

**Ing. Residente**

**Gerente de Operaciones**

**Gerente General:**



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
PARA  
OPERADORES DE EQUIPOS  
DE  
MOVIMIENTO DE TIERRA**

**Rev. 01**

**Fecha : 07 / 11 /07**

**Pag. 4 de 6**

- Cuando se deba desplazar por carreteras o vías públicas se considerará lo siguiente:
  - Lo deberá realizar acompañado por otro vehículo como escolta, y respetar la normativa de tránsito vigente.
  - Al desplazarse coloque el cucharón en posición de transporte.
  - Aproxímese a las intersecciones con precaución y observe la señalización de tránsito y los límites de velocidad establecidos.
  - Evite accionar frenos en forma repentina y los virajes cerrados.
  - Si ocasiona una congestión de vehículos detrás de usted, arrímese a la acera y permita que pasen.
  - Deténgase ante todo cruce de ferrocarril y mire hacia ambos lados antes de continuar.
  - Nunca se estacione en áreas de tránsito. Si es necesario detenerse de noche, aléjese de la carretera y encienda las señales luminosas o los reflectores.
  - Cuando conduzca de noche utilice las luces apropiadas.
  
- Al subir o bajar del equipo se deberá tener en cuenta lo siguiente:
  - Mantenga siempre tres puntos de contacto o de apoyo con cada paso y sujétese de los agarres provistos.
  - Enfréntese al equipo.
  - Nunca salte o brinque de una máquina.
  - Nunca intente subir o bajar de una máquina en movimiento.
  - Nunca utilice las palancas de mando o de control como sostén cuando suba o baje de la máquina.
  
- Encienda el motor del equipo solamente desde el asiento del operador. No intente encender el motor desde otro lugar para acortar distancia, ya que la máquina podría moverse repentinamente u ocasionar grave daño corporal o la muerte de cualquier persona en el camino.
  
- La penetración del balde ó cuchara, en los materiales a cargar debe ser perpendicular a ellos y, en forma suave, evitando el carguío por un costado del balde.
  
- No someter el equipo a esfuerzos que sobrepasen su capacidad de trabajo.
  
- No sobrecargue el cucharón del equipo o un aditamento, ni lleve una carga que pueda salirse del cucharón o del accesorio. Distintos aditamentos pueden alterar la distribución de peso del equipo. También podrían alterar su estabilidad y rendimiento de manejo. Asegúrese de que tenga control absoluto sobre la maquinaria.
  
- Mantenga siempre su cuerpo dentro de la cabina del equipo mientras lo esté operando. *Nunca trabaje con sus brazos, pies o piernas fuera del compartimento del operador.*

**Ing. Residente**

**Gerente de Operaciones**

**Gerente General:**



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
PARA  
OPERADORES DE EQUIPOS  
DE  
MOVIMIENTO DE TIERRA**

Rev. 01

Fecha : 07 / 11 /07

Pag. 5 de 6

- Queda terminantemente prohibido lo siguiente:
  - Ausentarse de la máquina y dejar el motor funcionando.
  - Llevar personas en el balde.
  - Llevar pasajeros.
  - Dejar el balde suspendido.
  - Dejar el equipo estacionado en una pendiente, sin haber tomado todas las medidas que impidan su desplazamiento.
- Es obligación del operador antes de subirse al equipo, dar una vuelta por los alrededores de él, para realizar un chequeo visual, para verificar que no haya personas ni vehículos entorpeciendo su desplazamiento.
- No poner en funcionamiento el vehículo, si no ha sido previamente inspeccionado.
  - No poner en funcionamiento el vehículo, si en la inspección ha detectado alguna falla o defecto. Al detectar alguna falla o defecto, deberá comunicarlo inmediatamente al supervisor de operaciones o producción.
- Al iniciar la operación siga los siguientes pasos:
  - Siéntese en el asiento del operador y ajústelo para que pueda operar todos los controles correctamente.
  - Ajústese el cinturón de seguridad.
  - Familiarícese con los instrumentos, indicadores y controles de operación.
  - Utilice el freno de estacionamiento y posición todos los controles en neutro/estacionamiento.
  - Desaloje el área de las personas que estén a su alrededor.
  - Encienda el motor y siga las instrucciones detalladas del manual del fabricante.
- La siguiente deberá ser la secuencia de puesta en marcha del equipo:
  - a) Dar el contacto.
  - b) Mantener velocidad de ralenti durante 2 a 3 minutos aproximadamente.
  - c) Levantar suavemente el balde ó cuchara del piso.
  - d) Sacar el freno del estacionamiento.
  - e) Sacar en primera marcha hasta alcanzar la última marcha en el desplazamiento.
- Mientras opera el equipo no obstruya su visión, lleve el cucharón bajo, para alcanzar máxima estabilidad y visibilidad mientras viaje. Además, deberá operar el equipo a velocidades mínimas para obtener en todo momento el control total del equipo. Maneje lentamente sobre terreno desnivelado, resbaladizo o sobre terrenos con pendiente.
- Nunca empuje violentamente el cucharón del equipo sobre una pila de material ó excavación. La mayoría de los equipos poseen más fuerza cuando se manejan a velocidades reducidas.
- Cuando opere el equipo sobre superficies desniveladas, reduzca la velocidad para prevenir que pierda el control.

Ing. Residente

Gerente de Operaciones

Gerente General:





**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
PARA  
OPERADORES DE EQUIPOS  
DE  
MOVIMIENTO DE TIERRA**

**Rev. 01**

**Fecha : 07 / 11 /07**

**Pag. 6 de 6**

- Deberán evitarse los virajes cuando se opere en cuestas empinadas o por superficies inestables. Si es inevitable que conduzca sobre una cuesta, mantenga la carga a un nivel bajo y maneje con extrema precaución. No conduzca a través de una cuesta excesivamente empinada bajo ninguna circunstancia. Maneje el equipo directamente hacia arriba o hacia abajo de la cuesta.
- Cuando trabaje bajo condiciones peligrosas, utilice la ayuda de otra persona (colero) para que le haga señas en caso de surgir algún peligro. Asegúrese que el colero no se acerque demasiado a su equipo.
- En general el procedimiento detallado de apagado del equipo se encuentra en el manual del fabricante, pero este procedimiento deberá incluir las siguientes especificaciones:
  - Ubicar el equipo en posición de estacionamiento.
  - Detenga el equipo, asiente el balde o cucharón sobre el piso (horizontal).
  - Coloque los controles en neutro.
  - Utilice el freno de estacionamiento. Detenga la marcha del motor para que se enfríe.
  - Mantener el motor en velocidad de ralentí durante dos minutos aproximadamente.
  - Apague el motor. Pulse los controles hidráulicos para eliminar presión.
  - Desabroche el cinturón de seguridad.
  - Saque la llave de encendido, asegure las cubiertas y las puertas.
  - Apague el conector eléctrico principal (cortacorriente) si es que lo posee.
  - Al bajar del equipo, mantenga un contacto de tres puntos con cada paso que de y mango de agarre que utilice. *Enfréntese a la máquina mientras baja. Nunca salte de la máquina hacia el suelo.*
  - Al bajar del equipo mantenga precaución por las condiciones que puedan ocasionarle un resbalón en las áreas por donde transita y en los mangos de agarre.
  - Calce y aseguren (bloquee) las ruedas si se encuentra en un terreno con pendiente.
- El operador deberá velar por su seguridad, la del equipo que opera y la de los trabajadores que se encuentren en la zona.
- Es obligación del operador cumplir y hacer cumplir todas las reglas prescritas en este Procedimiento y en el Reglamento interno, o que se hayan impartido como instrucciones u órdenes.
- El incumplimiento de este Procedimiento será sancionado de acuerdo a lo estipulado en el **Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad de EQUIMAQ SAC**
- Se considerará una contravención grave el bajar de su equipo sin los elementos de protección personal arriba indicados.
- Los operadores deberán cumplir con las exigencias para el Proyecto en cuanto a tener un curso de *manejo a la defensiva para obtener la licencia interna*.
- Se insta a los operadores a cumplir estas indicaciones como todas aquellas relacionadas con seguridad y cumplimiento de normas, para que su trabajo sea placentero y eficiente.

**Ing. Residente**

**Gerente de Operaciones**

**Gerente General:**



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
SEGURO PARA  
OPERAR  
TRACTOR BULDOZER**

**Rev. 01**

**Fecha : 07 / 11 /07**

**Pag. 1 de 4**

**1.- INTRODUCCION**

Este procedimiento describe los estándares mínimos para la operación de Buldózer.

**2.- OBJETIVO**

Garantizar la operación correcta y segura de este equipo.

**3.- RESPONSABILIDADES**

- El Ingeniero Administrador es responsable de que este procedimiento se cumpla, delegando funciones.
- La Supervisión tiene la obligación de conocer e implementar que éste se cumpla.
- Los operadores deben conocer este procedimiento y se espera una actitud positiva al cumplimiento de este.
- El Departamento de Prevención de Riesgos, tiene la obligación de dar a conocer este procedimiento, fiscalizando su cumplimiento.

**4.- ALCANCE**

Aplicable a los trabajos de EQUIMAC S.A.C. e instalaciones anexas.

**5.- REQUISITOS GENERALES**

- Los operadores del Buldózer para el buen desempeño de sus funciones deberán usar los siguientes elementos de protección personal:
  - Casco de seguridad
  - Lentes de seguridad
  - Calzado de seguridad
  - Guantes de cuero
- Las personas que operarán el Buldózer, deberán cumplir con los siguientes requisitos:
  - Saber leer y escribir con facilidad.
  - Poseer licencia de conducir.
  - Aprobar examen práctico.
  - Haber recibido su inducción de seguridad.
- Todo el personal involucrado debe estar instruido por el supervisor a cargo sobre el trabajo a realizar y del equipo de protección personal a usar, como también de los riesgos existentes en el área y labores a ejecutar.
- Deberá contar con un extintor de polvo químico seco. El operador velará que este elemento se encuentre en condiciones de uso en todo momento, y se llevará un registro permanente del estado de este elemento en el check-list de Pre-uso.

**Ing. Residente**

**Gerente de Operaciones**

**Gerente General:**



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
SEGURO PARA  
OPERAR  
TRACTOR BULDOZER**

Rev. 01

Fecha : 07 / 11 /07

Pag. 2 de 4

**6.-SEGURIDAD.**

**Siga las instrucciones de seguridad.**

- Aprenda como operar la maquina y sus controles correctamente y seguramente.
- Permita solo personal calificado , enterado y autorizado para operar la maquina
- Mantenga la maquina en condiciones propias de trabajo.

**NO CORRA RIESGOS:**

Use todo lo que necesita para el trabajo a mano.

- Evite usar prendas sueltas de vestuario, joyas u otras especies que puedan cogerse en niveles de control u otras partes de la maquina.
- Los de Operaciones de Seguridad requieren de la completa atención del operador.
- No usar radio o audífonos musicales mientras esté operando la máquina.

**ANTES DE TRABAJAR EN LA MAQUINA**

- Estacione la maquina en una superficie plana.
- Gire la llave de contacto para apagarla.
- Haga correr el motor a baja velocidad, sin acelerar por 3 minutos.
- Gire la llave del contacto a OFF para pasar la maquina. Retire la llave de la cerradura.
- Retire el piloto de control y ponga la palanca a posición de LOCK.
- Permita que la maquina se enfríe.

**MANEJO SEGURO DE COMBUSTIBLE – EVITE INCENDIOS**

- Maneje la gasolina con cuidado, esta es altamente inflamable. No reabastezca la maquina mientras este fumando o cuando exista fuego llamas o chispas.
- Siempre detenga el motor antes de abastecer la maquina.
- *Llene el estanque de la bencina afuera de la bomba, al aire libre.*
- Todas las bencinas, más lubricantes y algunos refrigerantes son INFLAMABLES.
- Almacene los líquidos INFLAMABLES retirados del peligro del fuego.
- Asegúrese que la maquina este limpia, libre de desperdicios, basuras, grasa y despojos.
- No almacene trapos aceitados; ellos pueden causar ignición y quemar espontáneamente.

**PRACTIQUE MANTENIMIENTO SEGURO**

- Comprenda los procedimientos del servicio antes de hacer algún trabajo.
- Mantenga el área de trabajo LIMPIA Y SECA.
- Nunca lubrique o abastezca la maquina mientras este en movimiento.
- Mantenga las manos, pies y vestuario alejados del poder motriz de la maquina.

Ing. Residente

Gerente de Operaciones

Gerente General:



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
SEGURO PARA  
OPERAR  
TRACTOR BULDOZER**

Rev. 01

Fecha : 07 / 11 /07

Pag. 3 de 4

**ANTES DE PONER LA MAQUINA EN SERVICIO:**

- Estacione la maquina en una superficie plana.
- Gire la llave de contacto.
- Haga correr la maquina en bajas revoluciones sin acelerar por 3 minutos.
- Gire la llave de contacto a OFF para detener la maquina. Retire la llave del contacto.
- Enganchar de acuerdo al rotulo "NO OPERAR".
- Retire el piloto de control y cierre la palanca a la posición LOCK.
- Permita que la maquina se enfríe.
- Si el procedimiento de mantenimiento debe ser efectuado con el motor funcionando, no abandone la maquina desatendiéndola.
- Inspeccione las partes seguras periódicamente y repare cuando sea necesario.

**7. - PROCEDIMIENTO**

- ❖ Todas las inspecciones visuales que se describen en este punto, quedarán registrada en el formulario de check-list de Pre-uso, en forma diaria, es responsabilidad del supervisor de máquinas controlar que el operador cumpla con esta normativa.
- ❖ Además se inspeccionara exhaustivamente una vez al mes lo cual tendrá que quedar registrado. Aparte de cumplir con la mantención indicada por el fabricante.

**7.1. - INSPECCION VISUAL DEL EQUIPO ANTES DE INICIOS DE TURNO**

En cada inicio de turno el Operador debe asegurarse que el Equipo a Operar está en óptimas condiciones, siendo necesario revisar cadenas, eslabones, pasadores, ripper, calzas, focos, latas y pala. En caso de tener algún problema con lo antes indicado, deberá dar aviso a su supervisor directo.

**7.2. - INSPECCION A NIVELES DE ACEITES, LUBRICANTES, AGUA Y PETROLEO**

Es necesario que el operador revise los niveles de: aceite motor, aceite hidráulico, aceite de transmisión, agua y petróleo en cada inicio de turno. En caso de que faltase algún lubricante, deberá avisar para su correspondiente relleno.

**7.3. - INSPECCION SOBRE EL EQUIPO**

La inspección sobre el equipo deberá ser rigurosa, por lo que se recomienda verificar todos los manómetros, ubicación de espejos, cabina, asiento, luz interior, accesorios varios, mandos, limpieza del equipo. Si uno de éstos faltara o se encontrara en malas condiciones, se deberá dar aviso para su correspondiente reposición.

**7.4. - INSPECCION DE ENCENDIDO DEL MOTOR**

Antes de echar a correr el equipo, el operador deberá cerciorarse de que no se encuentren personas cerca del aspa del ventilador (tocar bocinazo), una vez encendido el motor el operador chequeara que los manómetros funcionen correctamente, además de revisar luces y accesorios varios. Si en ésta maniobra falla algo de lo indicado, el operador avisará a su supervisor directo para que este tome las medidas correspondientes.

Ing. Residente

Gerente de Operaciones

Gerente General:



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO  
SEGURO PARA  
OPERAR  
TRACTOR BULDOZER**

Rev. 01

Fecha : 07 / 11 /07

Pag. 4 de 4

**7.5. - INSPECCION A SISTEMA HIDRAULICO DE LEVANTE**

El operador verificará que el sistema de levante de pala y ripper se encuentre en condiciones, revisando el funcionamiento de las bombas hidráulicas, mangueras, cilindros. En caso de aparecer algún desperfecto en el sistema, avisará a su supervisor directo para su reparación.

**7.6. - INSPECCION SISTEMA DE AVANCE**

El operador deberá cerciorarse de que el equipo funcione en condiciones óptimas, verificando sistema de frenos, dirección, palancas y cambio. Si alguno de éstos sistema falla, el operador avisara a su supervisor directo para la oportuna intervención del equipo.

**7.7. - TRASLADO DE EQUIPO DESDE Y HACIA EL LUGAR DE TRABAJO**

El operador deberá trasladarse a su destino, sea de ida o regreso en forma segura, según el estado del terreno ej. Si el equipo sube en primera marcha, deberá bajar en primera marcha, luces encendidas. Si el estado del terreno a transitar se encuentra en malas condiciones o con obstáculos, detener la maquina y avisar al supervisor directo. Al subir pendientes de 25° el operador deberá llevar el ripper y la pala lo más próximo al terreno, esta operación debe ser realizada en retroceso. El estanque de combustible no debe contener menos del 25% de petróleo.

**7. - MEDIDAS DE SEGURIDAD**

- 7.1. - Mantener velocidad moderada y segura.
- 7.2. - Mantener atención sobre ubicación y movimientos de equipos cercanos. Respetar derecho de preferencia.
- 7.3. - Operar con luces encendidas.
- 7.4. - Operaciones de reversa con alarma de retroceso.
- 7.5. - En reparaciones de caminos o confección de estos, se controlará el tráfico con señaleros.
- 7.6. - En labores que ejecute en sectores con diferencia de desnivel, el operador deberá ir confeccionando un pretil de seguridad.
- 7.7. - El operador deberá operar la maquina con las puertas cerradas.
- 7.8. - La maquina no podrá operar con menos de un cuarto estanque de combustible.
- 7.9. - El operado deberá cumplir con las normas del Reglamento Interno de Orden e Higiene de Seguridad.
- 7.10. - En labores de escarpe en cerros, el Buldózer deberá subir en reversa e ir botando el material hacia el pie del cerro.
- 7.11. - En caso que el Buldózer tenga que trasladarse, por caminos troncales o de uso de vehículos menores, este deberá ser escoltada. Manteniendo la pala a 30 cm. del piso.
- 7.12. El operador evaluará el estado del equipo al final de turno, anotando en el reporte de operación alguna situación anormal que él detecte.
- 7.13. - Sé prohíbe terminantemente llevar pasajero en la cabina.

Ing. Residente

Gerente de Operaciones

Gerente General:



MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

CÓDIGO:  
01-CHK-INOUT  
REVISIÓN: 01

INGRESO Y SALIDA DE EQUIPOS

FECHA: AGO-2009  
REF.

I DATOS GENERALES		
1	Nombre del Cliente/Obra	
2	Destino	
3	Tipo de Equipo	
4	Modelo del Equipo	
5	Nº de Serie	
7	Horometro	
8	Fecha	Sabida Entrada

SIMBOLOS	
O.K.	V
DAÑO/MALO	X
FALTANTE	F
NO APLICA	N.A.
POR EVALUAR	E.V.

II REVISIONES														
CABINA	SALIDA		LLEGADA		CARRILERIA	SALIDA		LLEGADA		SISTEMA HIDRAULICO	SALIDA		LLEGADA	
	ESTADO	CANTIDAD	ESTADO	CANTIDAD		ESTADO	CANTIDAD	ESTADO	CANTIDAD		ESTADO	CANTIDAD	ESTADO	CANTIDAD
VIDRIOS					FUGAS					FUGAS				
CHAPAS					CADENAS					RUIDOS EXTERIORES				
LLAVES					RODILLO SUPER					BOMBAS				
CONSOLAS					RODILLO INFERIOR					MANGUERAS				
ASIEN TO					GDA. CARRILES					VÁLVULAS				
TAPIZ					RUEDA MOTRIZ					CILINDROS				
AIRE ACONDICIO.					RUEDA GUÍA					VÁSTAGOS				
ESPEJOS					BASTIDORES					TANQUE				
CINTURÓN SEGU										NIVEL				
LUZ DE CABINA					<b>TRANSMISIÓN</b>					FILTROS				
DISP.ALARMAS					FUGAS					CONTROLES				
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					RUI DOEXTRAÑO					MOTOR DE GIRO				
PLUMETA					CONTROLES					FUNCIONAMIENTO				
ALTERNADOR					BOMBAS					ALINEAMIENTO				
ARRANCADOR					VÁLVULAS					<b>CHASIS</b>				
LUCES					CONVERTIDOR					CANTONERAS				
CABLES Y CONEX					CAJA TRANSFER					UÑAS				
BATERÍAS/NIVEL					CARDAN/CRUCET					CUCHILLAS				
BORNES					MANDOS FINALES					HOJA NIVELAD.				
CLAXÓN					TANDEM					GRASERAS				
ALARMA RETRO.					NIVEL					PLUMA				
INSTRUMENTOS					MOTOR HIDRAUL					STICK				
CALEFACCIÓN					<b>FRENOS</b>					BULLDOZER				
FAJA DE ALTERN.					ACUMULADOR					CUCHARÓN				
<b>MOTOR</b>					FUGAS					WINCHE				
TAPA RADIADOR					RUIDO EXTRAÑO					GUARDAS INFER.				
FUGAS					CANERIAS									
RUIDOS EXTRAÑ.					VÁLVULAS									
SIST. INYECCIÓN					FUNCIONAMEN.									
NIVEL DE ACEITE					NIVEL									
COMPRESOR														
FUNC DEL MOTOR														
LIMP. EXT. RADIAD														
FAJAS VENTILAD.														
FILTROS														

NIVEL DE COMBUSTIBLE	VACIO	1/4	1/2	3/4	LLENO
SALIDA					
ENTRADA					
OBSERVACIONES					

## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMION IVECO EURO TRAKKER 380E 37H

FRECUENCIA DE SERVICIO EN HORAS	DIARIO	250	500	750	1000	OBSERVACIONES
<b>OPERACION</b>						
1 ACEITE MOTOR	N	C	C	C	C	S.M.A.
2 FILTRO DE ACEITE		C	C	C	C	CAMBIE FILTROS JUNTO CON EL ACEITE
3 FILTROS DE PETROLEO		C	C	C	C	CAMBIE FILTROS JUNTO CON EL ACEITE
4 FILTROS DE AIRE (RESTRICCION DE ELEMENTO)	V	V/C	V/C	V/C	V/C	EN CASO DE SATURACION/PERFORACION DEL ELEMENTO, CAMBIELO INMEDIATAMENTE
5 ACEITE TRANSMISION		N	N	N	C	CAMBIE ACEITE MINIMO DOS VECES AL AÑO
6 ACEITE CORONA		N	N	N	C	CAMBIE ACEITE MINIMO DOS VECES AL AÑO
7 ENGRASE GENERAL - GRASA 1		E	E	E	E	APLIQUE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS DE ENGRASE
8 ACEITE / GRASA DE RODAJES DE RUEDAS DELAN	N	N	N	N	C	CAMBIE CADA 1000 HRS. VEA ESPECIFICACIONES AL PIE DE LA CARTILLA
9 AJUSTE DE RODAMIENTOS DE LAS RUEDAS					V	VERIF. SIN DESMONTAR, DESENSAMBLE E INSPECCIONE CADA 2000 HORAS O ANUALMENTE.
10 ACEITE HIDRAULICO DE TOLVA		N	N	N	C	CAMBIO DE ACEITE DE SISTEMA HIDRAULICO DE LA TOLVA
11 ELEMENTO FILTRO ACEITE SISTEMA HIDRAULICO DE TOLVA					C	CAMBIO DE FILTRO DE SISTEMA HIDRAULICO DE LA TOLVA
12 FUGAS DE AGUA, AIRE, ACEITE, COMBUST	V	V	V	V	V	ELIMINE FUGAS
13 VARILLAJE DE LA DIRECCION		V/A	V/A	V/A	V/A	VERIFIQUE TODAS LAS CONEXIONES, BARRAS, ACOPLER, ETC.
14 ACEITE Y FILTRO DE DIRECCION HIDRAULICA	N	N	N	N	N	CAMBIE ACEITE Y FILTRO MINIMO DOS VECES AL AÑO
15 REFRIGERANTE (NIVEL)	N	N	N	N	V	VERIFIQUE Y RELLENE SEGUN TEST/ CAMBIE CADA 2.000 HRS. O ANUALMENTE
16 FILTRO SEPARADOR DE AGUA (COMBUSTIBLE)		V/D	C	V/D	C	DRENE A DIARIO. CAMBIE CADA 500 HORAS
17 RODAMIENTO DEL EMBRAGUE (Y SU EJE) - GRASA 2		E	E	E	E	Grasa de alta T° para rodamientos a bolas Chevron SRI, Mobilgrease HP o EQUIVA.
18 RODAMIENTOS CENTRAL DEL CARDAN(ES) - GRASA 2		E	E	E	E	Grasa de alta T° para rodamientos a bolas Chevron SRI, Mobilgrease HP o EQUIVA.
19 FRENSOS		V/R	V/R	V/R	V/R	REGULE CADA 250 HORAS SI REQUIERE / CAMBIE ZAPATAS SEGUN NECESIDAD
20 PRESION DE NEUMATICOS	V	V	V	V	V	OBSERVE Y REPORTE DESGASTES ANORMALES
21 BATERIAS		V	V	V	V	AGREGUE AGUA DESTILADA SEGUN NECESIDAD
22 FAJAS Y CONJUNTO DE POLVAS	V	V	V	V	V	VERIFIQUE LA TENSION DE TODAS LAS FAJAS AJUSTE SEGUN NECESIDAD
23 EMBRAGUE		V/R	V/R	V/R	V/R	JUEGO LIBRE ENTRE COLLARIN Y FRENO DE PROPULSOR
24 LIQUIDO DE EMBRAGUE					C	CAMBIO DE LIQUIDO DE SISTEMA HIDRAULICO DE EMBRAGUE
25 TANQUES DE AIRE	S	S	S	S	S	DRENE AGUA A DIARIO Y EN CADA SERVICIO ANTES DE ARRANCAR EL MOTOR
26 GOBERNADOR DE PRESION DE AIRE					L	LIMPIE CORROSION Y SEDIMENTOS
27 RETEN DE RUEDA POSTERIOR		V	V	V	V	CAMBIE INMEDIATAMENTE SI HAY FUGA DE ACEITE
28 RADIADORES		L	L	L	L	SOPLTEE CON AIRE COMPRIMIDO
29 AJUSTE DE VALVULAS					A	CONSULTE MANUAL DE MOTOR
30 SECCADOR DE AIRE						CAMBIE CARTUJO CADA 3.000 HORAS O 2 AÑOS. SI DRENALE TIENE ACEITE. REVISE COMPRESOR

### NOTAS


1. REINICIE EL SERVICIO DESPUES DE LAS 1.000 HORAS. EJEMPLO, PARA UN SERVICIO DE 1.500 HORAS REALIZE EL DE 500 HORAS. PARA UN SERVICIO DE 2.500 HORAS, REALICE EL SERVICIO DE 500 HORAS
2. LA PERIODICIDAD INDICADA EN ESTA CARTILLA PUEDE SER MODIFICADA SEGUN LAS CONDICIONES DE OPERACION
3. EL S.M.A. LE PERMITE ADECUAR EL MANTENIMIENTO A LAS CONDICIONES DE OPERACION Y REDUCIR SUS COSTOS

### LEYENDA

A	AJUSTAR
C	CAMBIAR
D	DIAGNOSTICAR
E	ENGRASAR
L	LIMPIAR
N	CONTROLAR NIVEL
R	REGULAR
S	DRENAR
V	VERIFICAR
S.M.A.	SERVICIO DE MANTENIMIENTO

### ESPECIFICACIONES DE LUBRICANTES Y REFRIGERANTE

MOTOR	ACEITE DE MOTOR SAE 15W40 API CH-4 (RECOMENDADO POR EL FABRICANTE) 6 API CH-4 (ACEPTABLE EN CASO DE NO DISPONERSE DEL ANTERIOR)
CAJA DE CAMBIOS	ACEITE PARA MOTOR SAE 40 API CF
CORONA	ACEITE MINERAL PARA ENGRANAJES SAE 90W90 API QL-5 (QUE CUMPLA CON MIL-L-2160) ACEITE SINTETICO CHEVRON SYNTHETIC GEAR LUBRICANT (SAE)
DIRECCION HIDRAULICA	ATF DEXRON III ó ATF DEXRONII
RUEDAS DELANTERAS	ACEITE PARA ENGRANAJES SAE 80W90 API GL-5 / GRASA: GRASA 1
LIQUIDO DE FRENO	DOT4 SAE J1703 ISO4925 ó DOT3 SAE J1703 ISO4925
GRASA 1	Grasa tipo EP Mobilgrease EP (Chevron), Mobil Grease Special (Mobil) ó Equiv.
GRASA 2	Grasa de alta temp. para rodamientos a bolas Chevron SRI, Mobilgrease HP, Texaco MultiGraze 2, ó Equiv.
ACEITE HIDRAULICO	ISO 46
REFRIGERANTE TIPO HD, QUE CUMPLA ESPECIFICACIONES TMC RP329 ó ASTM D6345 ó D4985 (consulte manual)	

	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	CODIGO:
		01-INF-ROD
	EVALUACION DE TREN DE RODAMIENTO	REVISIÓN: 01
		FECHA: AGO-2009 REF.

LUGAR DE LA EVALUACION		
Cliente :	_____	Fecha: _____
Dirección :	_____	Telefono: _____
Responsable :	_____	
ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINA		
Cod: _____	Modelo : _____	Ubicación : _____
Máquina: _____	Serie : _____	Horómetro : _____
MEDIDAS ACTUALES DE LOS ELEMENTOS DEL TREN DE RODAMIENTO ( mm. )		

**1.- CADENAS :**

Cant. \_\_\_\_\_ Sellada \_\_\_\_\_ Bocina volteada \_\_\_\_\_ Esl. Mast. \_\_\_\_\_  
 Lubric. \_\_\_\_\_ Secc. \_\_\_\_\_ Zapata calzada \_\_\_\_\_ Pin Mast. \_\_\_\_\_

	LH	%	RH	%
ALTURA DE ESLABON				
DESGASTE EXTERIOR DE BUJE				
ALTURA DE GARRA DE ZAPATA				
ESPESOR DE GARRA DE ZAPATA				

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 cadenas nuevas / eslabones: ..  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**2.- RODILLOS INFERIORES:**

No.	TIPO	LH	%	TIPO	RH	%
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

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

**3.- RUEDAS GUIAS :**

No.	TIPO	LH	%	TIPO	RH	%
1	front			front		
2	rear			rear		

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

**5.- RUEDA DENTADA MOTRIZ :**

Cant. \_\_\_\_\_ Segmentos : \_\_\_\_\_ Aros : \_\_\_\_\_ Desgaste: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES .- \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

RECOMENDACIONES .- \_\_\_\_\_  
 Se recomienda periodicamente evaluar el tren de rodamiento para un mejor desempeño de la maquina .  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE DEL TECNICO  
 CODIGO : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 FIRMA





## CARTILLA DE INSPECCION DIARIA DE EQUIPOS

### CARGADOR FRONTAL VOLVO

Código : .....

Operador :

Fecha :

INSPECCION		DIARIO	Estado		
Compartimento	DESCRIPCION		B	M	R
Niveles	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisar el nivel de Cártér de Motor.</li> <li>* Revisar el nivel de Refrigerante del Sistema de Enfriamiento.</li> <li>* Revisar el nivel de Reservono de Dirección Hidráulica.</li> <li>* Revisar el Nivel de Aceite de Caja de Transmisión.</li> <li>* Controlar el nivel de Aceite del Pre-filtro en Baño de Aceite.</li> <li>* Drene el Filtro Separador de Combustible. ( Sedimentos ).</li> </ul>	I I I I I D			
Revise	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisar Mangueras y abrazaderas .</li> <li>* Revisar y/o Limpiar bomes y conexión a Tierra .</li> <li>* Revisar correas de alternador , ventilador , etc.</li> <li>* Revise respiradero y colador de Tanque de Combustible y Drénelo .</li> <li>* Revise el Indicador del Filtro de Aire ( Vacuometro ) .</li> <li>* Revise Línea de Lubricación de Turbo .</li> </ul>	I I I D I I			
Transmision	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cardan , Acoplamientos y Crucetas .</li> <li>* Inspeccionar posibles Fugas .</li> </ul>	I I			
Frenos	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Controlar que no haya Agua en los Depósitos de Aire Comprimido ( Purgar ) .</li> </ul>	D			
Dirección	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisar Lineas de Direccion Hidráulicas , Fugas .</li> </ul>	I			
Sistema Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión de Luces Delanteras , Posteriores , Neblineros , etc.</li> <li>* Revisar el Nivel del Electrolito de las Baterías .</li> <li>* Comprobar el funcionamiento de las Luces de Testigo.</li> </ul>	I I I			
Neumáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión de Presión de Aire de Llantas .</li> <li>* Revisión de tapas de válvulas de Aire .</li> <li>* Revisión ; Ajuste de pernos y Tuercas de Rueda .</li> </ul>	I I I			
Implementos	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisar Estado de Pistones de Levante e Inclinación ( Ralladuras , Pandeo , etc ) .</li> <li>* Revisión de Puntas , Seguros , Cuchillas ( Presentan Desgaste , etc. ) .</li> <li>* Estado de Zonas Laterales y Base de Cucharón.</li> </ul>	I I I			

#### Códigos

D - Drene

I - Inspeccione

A - Ajuste

Observaciones

---



---



---



---



---



## CARTILLA DE INSPECCION DIARIA DE EQUIPOS CAMION VOLQUETE VOLVO

Código : .....

Placa: .....

Operador :

Turno:

Fecha :

INSPECCION		DIARIO	Estado		
Compartimento	DESCRIPCION		B	M	R
<b>Niveles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisar el nivel de Cáster de Motor.</li> <li>* Revisar el nivel de Refrigerante del Sistema de Enfriamiento.</li> <li>* Revisar el nivel de Reservorio de Dirección Hidráulica.</li> <li>* Revisar el nivel de Líquido de Embrague .</li> <li>* Revisar el nivel del Visor de Aceite de tapa Cubos de Bocamaza Delantera .</li> <li>* Drenar los tanques Acumuladores de Aire.</li> </ul>	         D			
<b>Revise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisar Mangueras y abrazaderas .</li> <li>* Revisar y/o Limpiar bornes y conexión a Tierra .</li> <li>* Revisar correas de alternador , ventilador , etc.</li> <li>* Revisar el Respiradero de Tanque de Combustible y Drénelo .</li> <li>* Revise Resorte de Pedal de Embrague y Jgo Libre del mismo .</li> <li>* Revise el Indicador del Filtro de Aire ( Vacuometro ) .</li> <li>* Revise Línea de Lubricación de Turbo .</li> </ul>	     D     			
<b>Transmisión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cardan , Acoplamientos y Crucetas .</li> <li>* Pines de Grillete de Muelles.</li> </ul>	 			
<b>Frenos y Suspensión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisar Líneas de Aire a Pulmones de Freno de Aire.</li> <li>* Controlar que no haya Agua en los Depósitos de Aire Comprimido ( Purgar ) .</li> <li>* Revisión de Amortiguadores , Golpes vencidos , etc.</li> </ul>	 D 			
<b>Dirección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisar Líneas de Dirección Hidráulicas , Fugas .</li> <li>* Revisar Barra del Timón de Dirección.</li> <li>* Terminales de Barra de Dirección.</li> </ul>	   			
<b>Sistema Eléctrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión de Luces Delanteras , Posteriores , Neblineros , etc.</li> <li>* Revisar el Nivel del Electrolito de las Baterías .</li> <li>* Revisión de Panel de Instrumentos e Indicadores .</li> </ul>	   			
<b>Neumáticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión de Presión de Aire de Llantas</li> <li>* Revisión de tapas de válvulas de Aire .</li> <li>* Revisión ; Ajuste de pernos y Tuercas de Rueda , sapitos.</li> </ul>	   			

### Códigos

D - Drene

I - Inspeccione

A - Ajuste

Observaciones

---



---



---



---



---



**ferreyros**

## REPORTE DE INSPECCIÓN PROGRAMA DE ANÁLISIS TÉCNICO P.A.T.



CLIENTE	EQUIMAQSAC		CÓDIGO DE CLIENTE	101975
FECHA DE INSPECCIÓN	01 DE NOVIEMBRE DEL 2008	INSPECTOR	TULIO PERALTA GIMA	

	MODELO	SERIE	HOROMETRO	MARCA
MAQUINA	330DL	FFK00165	3,525	CAT
MOTOR	C-9	THX03528		

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES	OBSERVACIONES
<b>MOTOR</b>	
RPM del motor en mínima.	798
RPM del motor alta en vacío.	1.978
RPM del motor calado.	1,844
Motor diesel.	Presenta consumo alto de aceite.
Turbo alimentador ( estado ).	Revisar posible desgaste de bocinas, y juego axial.
Presión de Refuerzo "Boost"	16 PSI
Sistema de refrigeración ( radiador, enfriadores ).	Realizar limpieza externa de las celdas del radiador y enfriadores.
Temperatura del refrigerante ( °C ).	95°C
Sistema de Combustible ( fugas ).	No presenta fugas.
Presión de combustible ( Psi ).	71 PSI
Inyectores - Toberas. ( estado ).	
Gases del carter "Blowby".	0,2 l N-H2O
Elemento primario/secundario del sistema de admisión.	En buen estado.
Estado del respiradero del carter.	<b>Cambiar urgente.</b>
Sistema de Lubricación ( fugas ).	No se detectan fugas.
Presión de aceite (PSI ).	39 PSI

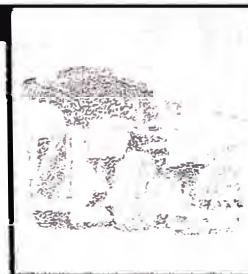
**Ferreyros**



# ANALISIS DE FLUIDOS S.O.S

Reporte de Componente & Lubricante

INFORMACION DEL EQUIPO				RESERVA DE INFORMACION			
Numero Equipo: EX-02	Marca de Motor:	Lugar Trabajo: MIN. ATACOCHA		Marca Aceite: Cat			
Marca de Equipo: Caterpillar	Modelo de Motor:	Nombre Aceite:		Visc En Etiqueta: 15W40			
Modelo de Equipo: 330D	Serie de Motor:	PM:					
Serie de Equipo: FFK00165	O/T Cliente: PAT2						
Componente: MOTOR	O/T Ferreyros:						



SOOT ESTARIA LIG. ALTO PARA LAS HORAS DE TRABAJO QUE SE INDICAN. REVISAR PRESIONES DE LUBRICACION. REVISAR PARAMETROS DE OPERACION. REVISAR RELACION AIRE/FUEL. REVISAR FILTROS DE ACEITE/AIRE. Revise Estado/Ajuste/Impulsa de Sist/Admision. SE RECOMIENDA ENVIAR SGTE. MUESTRA A LAS 150 HORAS DE OPERACION PARA VERIFICAR TENDENCIA DEL SOOT.

Informacion De La Muestra				ANALISIS DE ELEMENTOS (Partas por Millon)																	ANALISIS FT-IR								
Fecha Muestreo	Numero Laboratorio	Horas / Km	Del Aceite	Cu	Fe	Cr	Ni	Ti	V	Cd	Ag	Pb	Sn	Al	Si	Na	K	Mo	B	Ba	Ca	Mg	Mn	P	Zn	Condicion Aceite			
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Soot	Oxid	Netr	Sulf
01-11-08	8708707	3525	67	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	2439	257	0	1183	1180	81	21	24	32
01-11-08	8708707	3525	67	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	2439	257	0	1183	1180	81	21	24	32
12-10-08	8705634	3250	184	0	18	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	1	0	0	0	0	2580	292	0	1105	1178	124	33	41	60
03-10-08	8705629	3134	273	4	29	1	0	0	0	0	0	2	1	1	9	2	2	0	0	0	2717	266	0	1166	1278	136	38	49	74
25-10-07	7622424	1029		2	27	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	3	1	0	0	0	2937	279	0	1268	1259	130	27	35	61
23-09-07	7619621	839	278	4	25	1	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3	1	1	13	0	3581	115	0	1353	1176	131	34	32	61
14-09-07	7608952	783	83	3	25	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4	2	0	0	12	0	3342	130	0	1162	1211	121	14	22	40

HISTORIAL DEL ACEITE				CONTEO PARTICULAS (por 1 mL)								PQ	ISO	PVI	FISICOS						
Fecha Muestreo	Numero Laboratorio	Cambio Aceite	Tipos	Agotado	Visc En Etiqueta	Visc cSt 40°C	Visc cSt 100°C	>4µ	>6µ	>10µ	>14µ	>21µ	>26µ	>38µ	>50µ	Particulas Fibras	Codigo ISO	Volumen Particulas	Regime	Difusion Fuel	Agua
01-11-08	8708707	Unk	Unk		15W40		12.9									26			Neg	Neg	Neg
01-11-08	8708707	Unk	Unk		15W40		12.9									26			Neg	Neg	Neg
12-10-08	8705634	No	No	4	15W40		13.2									78			Neg	Neg	Neg
03-10-08	8705629	Yes	Yes		15W40		13.6									37			Neg	Neg	Neg
25-10-07	7622424	Unk	Unk	1.0	15W40		13.5									180			Neg	Neg	Neg
23-09-07	7619621	Unk	Unk		15W40		13.1									28			Neg	Neg	Neg
14-09-07	7608952	Unk	Unk		15W40		12.9									23			Neg	Neg	Neg

1. En caso de muestra a partir de 24h en lugar a S.O.S. un  
 EQUIMAQ S.A.C.  
 Cod. 0101975

## 208708707 CATERPILLAR CERTIFIED - FULL SERVICE LABORATORY

Fecha de Protocolo S.O.S. 03/11/2008

"El proposito de este analisis es unicamente para detectar desgastes mecanicos, contaminación, corrosión del aceite y detección de tendencias. NO debe entenderse como garantía expresa o implícita que no ocurrirá una falla del equipo o alguno de sus componentes."

Ferreyros SAA - Lab. Analisis Fluidos - Av. Industrial 675. Apartado 150. Lima-Perú • Telef: (511) 626-4000 • Fax: (511) 336-8844