

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Proyecto de Mantenimiento de Equipo Mecánico para Explotación de Mina Subterránea ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

HUMBERTO P. PAREDES TARAZONA

PROMOCION: 1981 - 2

LIMA • PERU • 1987

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO 1 : INTRODUCCION	5
CAPITULO 2 : EQUIPO EXISTENTE PARA LA EXPLOTACION DE MINA SUBTERRANEA	
Generalidades	8
Descripción de las unidades existentes	8
CAPITULO 3 : SISTEMA ACTUAL DE MANTENIMIENTO	
Infraestructura	20
Organización	24
Sistema de Mantenimiento	29
Mantenimiento actual	30
Costos de Mantenimiento	37
Análisis crítico del sistema actual	39
CAPITULO 4 : ORGANIZACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO PROPUESTO	
Generalidades	50
Organización propuesta	53
Taller	60
Mantenimiento a efectuarse en el equipo	67
Normas de mantenimiento	67
Sistemas de mantenimiento	86
Reparaciones	118
Prácticas de mantenimiento	121
Repuestos recomendados para stock	133
Evaluación de Costos	137

	Costos de Propiedad	137
	Costos de Operación	141
CONCLUSIONES		146
BIBLIOGRAFIA		149
ANEXO I	: EL ACEITE Y SU ANALISIS	150
ANEXO II	: INDICES DE DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DE EQUIPOS TRACKLESS	167
ANEXO III	: LISTA DE REPUESTOS STANDARD PARA STOCK	171
ANEXO IV	: EJEMPLO ILUSTRATIVO	217

PROLOGO

Desde que el sistema mecanizado (Trackless) para la explotación de minas subterráneas, tuvo su introducción en el Perú, muchos fueron los esfuerzos que se hicieron y que se siguieran haciendo, por parte del personal encargado de su mantenimiento, para elaborar programas de mantenimiento accesibles a nuestra realidad.

El presente estudio fruto de un gran esfuerzo, por la poca información bibliográfica existente en nuestro medio, parte de la necesidad de establecer nuevas formas y métodos de mantenimiento, para mejorar los existentes y se basa en la experiencia alcanzada por la Compañía Minera Alianza, pionera en el País en introducir el sistema Trackless, que de por sí es valiosa para rescatarla y ponerla al servicio del País.

Para elaborar el presente Proyecto, se ha querido dividir el estudio para su mejor comprensión, en cuatro capítulos, los cuáles son desarrollados en forma clara y ordenada, para que dicho procedimiento -

pueda servir de guía para otros trabajos de esta naturaleza, estos son:

- Capitulo I "INTRODUCCION", donde se indica el propósito, justificación y alcance del proyecto.

- Capitulo II, "EQUIPO EXISTENTE PARA LA EXPLOTACION DE MINA SUBTERRANEA; en esta parte se describe en forma clara el tipo de maquinaria empleada de acuerdo al trabajo que realiza, son: Unidades de explotación y limpieza, unidades de transporte y unidades de perforación; para luego hacer una descripción de sus principales sistemas mecánicos, que requieren mayor atención en cuanto a su mantenimiento, estos son: motor diesel, transmisión, hidráulico, eléctrico.

- Capitulo III, "SISTEMA ACTUAL DE MANTENIMIENTO", se hace con un diagnóstico de la realidad existente, en cuanto a su infraestructura, organización, sistemas de mantenimiento, luego de un análisis crítico se establecen los puntos de partida para normar las mejoras y dar las recomendaciones necesarias.

- Capitulo IV; "ORGANIZACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO PROPUESTO", es la parte principal del proyecto, donde sus alcances y recomendaciones como podrá verse, son bastantes reales y de fácil aplicación. En esta parte se tocan puntos fundamentales como normas de

mantenimiento para los sistemas mecánicos más característicos constitutivos de estas unidades donde se mencionan en forma general las acciones a tomar para conservarlos en buen estado de funcionamiento. Luego se menciona el sistema de mantenimiento a seguir, - aquí se toma a la unidad o maquinaria en su conjunto y las recomendaciones que se dan en las normas de mantenimiento, se trasladan a cartillas de servicio para su control y ejecución; servirán además para la programación del mantenimiento preventivo de: Scooptram, camiones y Jumbos. Se menciona además prácticas de mantenimiento a seguir que son herramientas muy útiles y de apoyo para la programación del mantenimiento.

Se concluye este capítulo con una evaluación de costos de operación y propiedad, dando los lineamientos generales para estimarlos, que nos refleje la eficiencia con que se aplica el programa propuesto.

-
- En los "ANEXOS", se concluyen partes importantes como son: lista de repuestos recomendados, cálculo de la disponibilidad mecánica de los equipos, el aceite y sus análisis y un ejemplo del cálculo de costos para un Scooptram ST-2D, que complementan el proyecto y que servirán de mucha utilidad en aplicaciones prácticas.

Para teminar quiero dejar constancia de mi agradecimiento a la Compañía Minera Alianza S.A., en

nombre del Ing. Enrique Choy, a M.S.A. del Perú, en nombre del Ing. Oswaldo Calle ; quienes en todo momento me brindaron su apoyo y colaboración para la elaboración del presente estudio.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

GENERALIDADES

Existe la conveniencia de establecer en todo equipo de maquinaria un programa de mantenimiento preventivo, es decir un sistema de inspecciones periódicas que reduzcan al mínimo las averías de la maquinaria, permitiéndonos reducir los gastos que ocasionan tanto las reparaciones, como el tiempo que una máquina debe permanecer inactiva, ocurriendo que muchas veces por este último motivo se produzcan mayores pérdidas económicas, frecuentemente por no llevarse a cabo, ya sea por despreocupación o por ignorancia se da lugar a progresivas fallas en la maquinaria.

JUSTIFICACION

El sistema de minería sin rieles, tuvo su introducción en el Perú por la necesidad de amortiguar el incremento constante de los costos de minado subterráneo.

En varias minas subterráneas del Perú, se está aplicando el sistema sin rieles en forma total y otras en forma parcial, habiéndose obtenido resultados favorables ya que se ha logrado incrementar el rendimiento en las labores de desarrollo y a la vez que ha permitido trabajar con leyes más bajas, las cuales son compensadas con un mayor volumen productivo.

Los precios de los metales ha jugado un papel importante en la aplicación de programas de mantenimiento para los equipos que trabajan en la minería sin rieles, cuando éstos se mantuvieron en un nivel espectralmente los programas de mantenimiento no fueron rigurosos y se basaba en el cambio de componentes, pero últimamente los precios han caído a niveles bastante críticos donde se hace necesario establecer programas de mantenimiento que reduzcan al mínimo paradas imprevistas, alto stock de repuestos y los costos de operación.

OBJETIVO

El propósito del estudio es presentar un programa de mantenimiento del equipo mecánico para la explotación de mina subterránea, dentro de la minería sin rieles, que sí responda a las expectativas trazadas en él, cual es, hacer que el proceso productivo cumpla su programa pre-establecido alcanzando así niveles óptimos de productividad.

Para esto, se presentará, primero la diversidad de unidades mecánicas empleadas, describiéndolas en sus diversos sistemas, de los cuales se toma atención primordial para su mantenimiento.

Enseguida, describir la organización - actual en sus aspectos administrativos y técnicos que controla la maquinaria.

Después hacer un análisis crítico de la mencionada organización, proponemos la nuestra en sus aspectos técnicos y administrativos, acompañando al final un estudio de costos y, por último, las conclusiones indicando las ventajas de la nueva organización.

CAPITULO 2
EQUIPO EXISTENTE PARA LA EXPLOTACION DE
MINA SUBTERRANEA

GENERALIDADES

Para el presente estudio se ha tomado como referencia a la COMPANIA MINERA ALIANZA S.A., que viene aplicando el sistema mecanizado ("Trackless") en la explotación subterránea de sus unidades de producción, desde fines de 1975.

La experiencia adquirida por esta empresa, ubicada, dentro del sector minero, como mediana minería, en el aspecto de mecanización es valiosa, por tal razón, el estudio una vez concluido podrá ser aplicable a empresas similares que vienen aplicando el sistema sin rieles, ya que las unidades empleadas en su gran mayoría son similares.

DESCRIPCION DE LAS UNIDADES MECANICAS EMPLEADAS

Para efectos del presente trabajo, sólo

se hará una descripción simple de los principales sistemas mecánicos con los cuales vienen equipadas estas unidades, teniendo en cuenta aquellos cuyo mantenimiento requiera mayor atención, tales como:

- Motor
- Transmisión
- Frenos
- Sistema hidráulico
- Sistema eléctrico

Según el trabajo que realizan estas unidades se pueden agrupar por su descripción en:

1. Unidades de explotación y limpieza
2. Unidades de extracción y transporte
3. Unidades de perforación.

1. Unidades de Explotación y Limpieza

Llamados comúnmente "SCOOPTRAM" o cargadores de bajo perfil, son aquellos que se encargan de la preparación de labores para la perforación, su función es carguío y acarreo de materiales sueltos después de un disparo.

Existen varios modelos, marcas, capacidades, las cuales damos a continuación:

a. Scooptram Modelo ST-2D

Marca : Wagner
Capacidad : 2 yd. cu

Motor

Diesel, Deutz F6L912W, refrigerado por aire.

Potencia : 81 HP & 2300 RPM

Desplazamiento : 5.6 litros

Circuito eléctrico : 12 voltios

Transmisión

Convertidor : Clark C-272, Relación: 3.1:1

Caja : Clark R-28421

4 velocidades adelante y atrás, semiautomática

Frenos

Servicio : Tipo zapata sobre las cuatro ruedas-
control aire

Emergencia : Sobre la caja

Sistema Hidráulico

Dirección con servocontrol tipo orbitrol

1 cilindro dirección : ϕ 127 mm

1 cilindro levante : ϕ 177.8 mm

1 cilindro volteo : ϕ 177.8 mm

Bombas: tipo engranaje para servicio pesado

Volteo & levante 91 + 91 L/M 2300 rpm

Dirección 91 L/M 2300 rpm

Filtros:

- Sobre la línea de succión..... 25 Micron.

Capacidad del tanque: 144 lt.

Llantas

1200 x 24 Tubeless

b. Scooptram Modelo ST-3 1/2 & JS-350

Marca : Wagner (ST 3 1/2) & Jarvis Clark

(JS-350)

Capacidad : 3.5 yd. cu

Motor

Diesel : Deutz F 8L-413FW

Potencia : 175 CV & 2300 rpm

Desplazamiento : 12.76 lt.

Sistema eléctrico : 24 voltios

Transmisión

Torque convertidor : Clark C-273, Relación: 3.095:1

Caja : Power Shift, 4 velocidades adelante-atrás; Clark R28364

Ejes : Hypoid-tipo diferencial, Full-Floating Planitary Rockwell PRC -1314

Frenos

Servicio : Hidráulico sobre las cuatro ruedas, totalmente cerrado. Disco múltiple seco

Parqueo : Totalmente cerrado, aplicado sobre la caja

Sistema hidráulico

Dirección con servo-control tipo orbitrol

2 cilindros de dirección : ϕ 89.9 mm

2 cilindros de levante : ϕ 152.4 mm

1 cilindro de volteo : ϕ 152.4 mm

Bombas : tipo engranaje para servicio pesado

Levante & volteo : 114 + 114 lt/min 2300 rpm

Dirección : 114 lt/M 2300 rpm

Filtro:

- Sobre la línea de succión..... 25 Micron.

Capacidad de tanque : 273 litros, para los servicios
de dirección, levante y volteo

Llantas

1400 x 14 (ST-3 1/2): 17.5 x 25 (JS-350), 20 pliegues

2. Unidades de Extracción y transporte

Son las que se encargan del transporte del mineral de interior mina a superficie, para su posterior tratamiento en la planta concentradora.

Dentro de estas unidades llamadas Camiones de Bajo Perfil, tenemos:

a. Camión modelo JDT-413

Marca : Jarvis Clark

Capacidad : 13 ton.

Motor

Diesel, Deutz F6L-714

Potencia : 135 HP & 2300 rpm

Aspiración : Sobrealimentado, Turbo T-04B

Sistema eléctrico : 12 voltios

Arranque : neumático

Transmisión

Torque convertidor : Clark 13.1 MHR, Relación 3.1:1

Caja: Power Shift, semiautomática 4 velocidades;

Clark R-2841-1

Ejes: Spiral bevel differential, full floating, planetary wheel and direve; reducción total : 379:1

Frenos

Servicio: accionamiento por aire-disco hidráulico sobre las cuatro ruedas; sistemas separados adelante/atrás.

Parqueo: de resorte aplicando un disco sobre la caja

Sistema hidráulico

Dirección hidráulica con válvula orbitrol para operación bi-direccional, 45º en cada dirección

1 cilindro de dirección

2 cilindros de levante de tolva telescópica

Bombas : tipo engranaje para servicio pesado

Dirección : 65 lt/Min & 2300 rpm

Volteo : 155 lt/Min & 2300 rpm

Filtro : Succión 100 mesh

retorno 25 Micron

Capacidad del tanque: 280 lt.

Llantas

1400 x 24 para servicio subterráneo, 20 ply.

b. Camión modelo JDT-426

Marca : Jarvis Clark

Capacidad : 26 Ton.

Motor

Diesel : Deutz FL12L-413F

Potencia : 270 HP & 2300 rpm

Aspiración : natural

Cilindrada : 19.0 litros

Sistema eléctrico : 12 voltios

Arranque : Neumático

Transmisión

Convertidor de torque : industrial servicio pesado,
Clark 3.1:1

Caja: semiautomática, 4 velocidades, marcha adelante/
atrás. Relaciones: 5.33:1-2.74:1 0.72:1

Ejes : delantero y posterior: Spiral Bevel
differential

Relación : Diferencial : 6.333:1

Planetario : 6.000:1

Total..... 37.998:1

Frenos

Servicio: aire sobre disco hidráulico sobre las 4
ruedas, sistemas separados adelante/atrás.

Emergencia: de disco aplicado sobre la transmisión.

Sistema hidráulico

Dirección hidráulica con válvula orbitrol para opera-
ción Bi-direccional, 45° en cada dirección.

1 cilindro de dirección ϕ 127 mm

2 cilindros de levante, 2 etapas telescópico
 ϕ 184 mm, 159 mm

Filtros

Línea de retorno 25 Micron

Línea succión 1000 Mesh

Bomba: tipo engranaje servicio pesado

Dirección 132 lt/Min & 2300 rpm

Volteo 314 lt/Min & 2300 rpm

Capacidad de tanque : 283 litros

Llantas

21:00 x 25: 28 Ply. Hard rock uso subterráneo.

3. Unidades de Perforación

La perforación es la operación más importante dentro de la explotación minera, sea cual fuera el sistema de explotación que se emplee.

Cuando el sistema de explotación es - Trackless, estas unidades cobran vital importancia - dentro de las operaciones mineras, debido a que los frentes y tajeos a perforar ganan rapidez y sus costos unitarios son más bajos.

Dentro de éstas unidades llamadas JUMBOS tenemos:

a. Jumbo Jarvis Clark

Perforación : neumática

Mandos : Hidráulico, dos brazos

Unidad de fuerza

Motor Diesel, Deutz F4L-812W

Potencia : 45 Kw (60 CV) & 2300 RPM

Filtro de aire : cartucho seco Mann Piclon

Cilindrada : 3768 cm³

Arranque : eléctrico, batería-arrancador -
12 voltios

Tren de potencia

Transmisión : transmisión hidrostática Sauer & Sohn, bomba de desplazamiento variable SPV 23, motor de desplazamiento fijo SMV 24, embrague Normet de transferencia i: 2.6

Velocidad : máxima 5 Km/h

Ejes motores : serie 1510 Hardy Spicer

Ejes : modelo D-13551 Clark. No hay uso diferencial en el frontal, ni cubos y planetarios.

Frenos : freno de seguridad. Disco de freno de doble calibre con intensificador de presión

Neumáticos : 10.00 x 20, 14 ply. ó 11.00 x 20, 16 ply

Sistema hidráulico

Bomba: Bosch 11 cn^3/r . La bomba deja salir aceite principalmente para guiar, pero se puede usar para plumas y gatas, utilizando una válvula selectora cuando el transportador no está en movimiento.

'Dirección : mando de pivote central con cilindro hidráulico. Válvula de mando Hamworthy VB 1006.

b. Jumbo Boomer H-115, Atlas Copco

Perforación : hidráulica

Mandos : hidráulico

Unidad de fuerza

Motor Diesel, Deutz F5L-912W

Potencia : 66 HP & 2300 rpm

Cilindrada : 4710 cn^3

Filtro : en baño de aceite

Arranque : eléctrico, batería-arrancador de 12
voltios

Tren de potencia

Transmisión : transmisión hidrostática Hydromatik
A 4V, Bomba desplazamiento variable 56 HWI-2, Motor
de tracción, tipo A 6V 107/31.

Presión de trabajo..... 400 bar (máx.)

Ejes, tipo, parte trasera NAF SAP 10.187, 1:39.6
parte delantera ... NAF SAP 06.130,1:37.12

Máxima pendiente 1:4 (25%)

Frenos Hidrostático (resorte
aplicado a freno de -
aire).

Estacionamiento Manual, sobre las 4 -
ruedas.

Emergencia Automático

Neumáticos 100.00 x 20, 14 ply

Presión de inflado 6.5 bar ruedas trase-
ras

..... 5.0 bar ruedas delan-
teras

Sistema hidráulico

Aceite Aceite mineral de 20-50 cst a -
Temp. trabajo

Bomba..... Bomba de pistones radiales tipo
RKP de Bosch

Capacidades Rotación 56 lt/min & 1760 rpm -
(60 Hz)

Avance 110 lt/min & 1760 rpm -
(60 Hz)

Presión Del sistema 180-240 Bar

Volumen Niveles Mín. y Máx. 170-200 li-
tros

Potencia motor. De las bombas 30 Kw.

Sistema neumático

Tipo de compresor LE 6

Potencia motor eléctrico . 2.2 Kw.

Capacidad a 6 Bar 4.8 lt/seg.

Sistema de agua

Presión de agua de barrido .. 10-12 Bar

Bomba de agua CP3-160

Potencia motor 5 Kw.

En el cuadro Nº .1 se detalla la relación de equipos trackless existentes en la compañía para la explotación de mina subterránea.

CUADRO N.º 1

RELACION EQUIPOS EXISTENTES PARA EXPLOTACION MINA ALIANZA

USO	MARCA	MODELO	CANT.	MOTOR DIESEL	TRANSMISION		ELECTRICO	LLANTAS
					CONVERT.	CAJA		
EXPLOTACION Y LIMPIEZA (SCOOPTRAMS)	WAGNER	ST-2D	3	F6L912	CLARK C-27	POWER SHIFT	12 v	1200 x 24
	WAGNER	ST-3 1/2	2	F8L413 FW	CLARK - 273	POWER SHIFT	24 v	1400 x 24
	JARVIS	JS-350	2	F8L413 FW	CLARK - 273	POWER SHIFT	12 v	17.5 x 25
TRANSPORTE (VOLTEADORES)	JARVIS	JD-413	3	F6L714	CLARK 131 MHR	POWER SHIFT	12 v	1400 x 24
	JARVIS	JD-426	4	F12L413 FW	CLARK	POWER SHIFT	12 v	21.00 x 25
PERFORACION (JUMBOS)	JARVIS	H-115	1	F4L-812 W	HIDROSTATICA		12 v	10.00 x 20
	ATLAS COPCO		1	FJL-912 W	SAUCER & JHON HIDROSTATICA HIDROMATIK		12 v	10.00 x 20

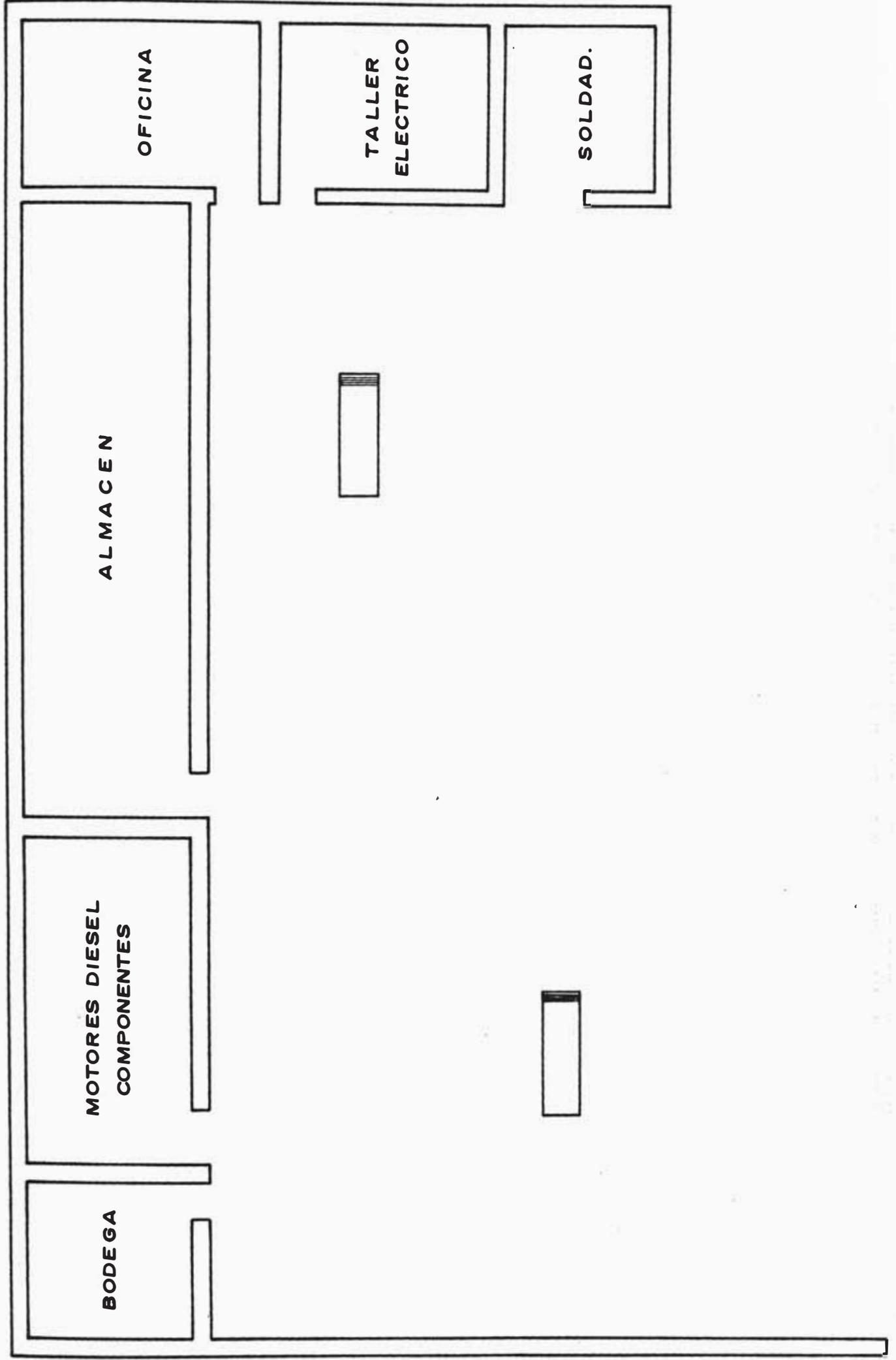
CAPITULO 3
SISTEMA ACTUAL DE MANTENIMIENTO

INFRAESTRUCTURA

La Compañía Minera ALIANZA S.A., ubicada en la Provincia de Aija, Departamento de Ancash a 4,000 m.s.n.m. cuenta con dos unidades de producción para la extracción de mineral (plata, plomo, zinc, etc.) HERCULES y COTURCAN siendo Hércules su unidad principal.

La operación de mantenimiento y reparación del equipo mecánico que trabaja subterráneamente está centralizada en la unidad Hércules, para lo cual cuenta con un taller con secciones para motores diesel, componentes hidráulicos, componentes eléctricos, bodega, almacén, soldadura, etc. distribuída como se muestra en el Plano 1.

Cada sección está implementada como sigue:



BODEGA

MOTORES DIESEL
COMPONENTES

ALMACEN

OFICINA

TALLER
ELECTRICO

SOLDAD.

Sección Motores Diesel-Componentes

En este ambiente se hacen las reparaciones de motores Diesel, componentes hidráulicos, neumáticos, etc. Las herramientas que se dan a continuación es sólo para reparación motores, ya que para los otros casos se hace uso de la bodega.

- Calibrador de inyectores
- Micrómetros interiores y exteriores
- Llaves de torsión
- Calibrador de láminas en mm.
- Juego de llaves de boca de 8 a 24 mm.
- Juego de llaves mixtas de 9 a 27 mm.
- Juego de dados de 9 a 30 mm.

Sección Eléctrica

- Cargador y probador de baterías
- Equipo de reconstrucción de baterías
- Probador de alternadores
- Multímetro
- Amperímetro, voltímetro
- Dados desde 5 mm. a 20 mm.

Sección Soldadura

- Máquina de soldar eléctrica de 400 Kw.
- Equipo de soldar oxiacetilénica

Bodega

Surtida como para atender las labores

primarias de mantenimiento y generalmente apoya las diferentes necesidades de las secciones. Su implementación es como sigue:

- Llaves mixtas de 5 mm-36 mm.
- Llaves de boca 1/2 x 7/16 - 1 1/2 x 2 5/8
- Dados 8 mm a 30 mm y 7/16 a 1 5/8
- Juego de extractores
- Llaves hexagonales 5 mm a 19 mm
- Juego de alicates
- Juego de limas
- Llaves francesas # 8, # 12, # 18
- Llaves estilson # 8, # 12, # 18, # 24
- Brocas de 1/8 a 1 1/2 pulgadas
- Combas de 8, 12, 18, 24 libras
- Juego de desarmadores, pinzas, etc.

Almacén

Es una descentralización del almacén general, presta apoyo únicamente a las labores de mantenimiento y reparación de los equipos que trabajan subterráneamente.

Cuenta con ambientes clasificados donde se puede ubicar fácilmente los repuestos, ya que éstos están distribuidos de acuerdo al sistema y modelo de máquina.

Lavado y Engrase

Cuenta con instalación de aire comprimido, el cual es suministrado desde la casa de compresoras.

ORGANIZACION

La organización general de la Compañía Minera Alianza S.A., se muestra en forma total, además de ello, se da la organización del departamento de mantenimiento. Ver Cuadros 2 y 3.

a. Funciones

Para los fines del presente trabajo sólo se hará una descripción de funciones del departamento de mantenimiento, ya que lo administrativo, si bien incide sobre el rendimiento de las labores de mantenimiento, sería largo dar sus funciones, que no está al alcance del presente trabajo.

Asesor Técnico

- Apoyo logístico al departamento de compras
- Implanta políticas de mantenimiento y reparaciones
- Promover la capacitación técnica del personal de mantenimiento, tanto a nivel de ingenieros como de técnicos.
- Suministrar catálogos, revistas técnicas, como libros especializados.
- Control efectivo de costos de mantenimiento y repa-

ración.

Jefe de Taller

- Mantener en todo momento el stock mínimo de repuestos.
- Programación del mantenimiento preventivo.
- Mantener informado a la superintendencia de las necesidades permanentes del taller.
- Controlar las salidas de repuestos y materiales.
- Mantener la disciplina de acuerdo a las normas de la compañía.
- Realizar el presupuesto anual.
- Promover la capacitación técnica del personal obrero y técnicos.

Jefe de Guardia

- Dirigir técnicamente los trabajos de mantenimiento y/o reparación.
- Poner en práctica la programación de los mantenimientos preventivos.
- Controlar la salida de repuestos y materiales.
- Controlar la disciplina del personal obrero de acuerdo a las normas establecidas.
- Reportar al jefe del taller oportunamente de las necesidades de materiales y/o repuestos para hacer cumplir los programas de mantenimiento establecidos.

Maestro Mecánico

- Chequear y/o reparar componentes que requiera experiencia, ej. motores diesel, convertidores de torque, cajas de transmisión, bombas hidráulicas, etc.
- Mantener listos componentes mecánicos, hidráulicos, neumáticos, listos en calidad de espera.

Maestro Electricista

- Chequear y/o reparar componentes eléctricos que requiera experiencia, ej. tableros de control, mandos eléctricos, arrancadores, alternadores.
- Solicitar oportunamente los requerimientos de materiales y repuestos eléctricos.
- Mantener listos en calidad de espera alternadores, baterías, arrancadores.

Mecánico de Primera

- Suplir al jefe de guardia durante su ausencia.
- Realizar trabajos de cierta experiencia, ej. regulación de válvulas de control, motores diesel, etc.
- Realizar los mantenimientos programados de los servicios menor y mayor.

Ayudante Mecánico

- Realizar los servicios de mantenimiento diarios.
- Realizar trabajos menores, como: cambio de mangu-

ras, llantas.

- Efectuar los servicios de mantenimiento menor, mayor.

Bodeguero

- Controlar el despacho de herramientas
- Informar oportunamente cualquier pérdida o deterioro para su inmediata reposición.

Llantero

- Mantener listos en calidad de espera llantas en sus diferentes medidas.
- Informar oportunamente sobre sus necesidades, ej. llantas, cámaras, parches.

SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

La diversidad de equipos que se utilizan en la explotación de una mina subterránea hace que el mantenimiento sea complicado y engorroso.

La Gerencia General por intermedio de la asesoría técnica optó por un sistema base de mantenimiento del equipo. Sin embargo, los encargados de realizar las labores de mantenimiento, seguían diferentes sistemas y modalidades de acuerdo a las condiciones de la mina, con diversidad de resultados. A medida que el número de unidades se fue incrementando se hacía necesario sobre la base existente adoptar un sistema más

racional y uniforme. Se buscó entonces nuevas formas de mantenimiento los mismos que se analizarán en:

1. Mantenimiento actual
2. Costos de mantenimiento

1. Mantenimiento Actual

La Compañía Minera Alianza S.A., a través de su taller de mantenimiento ha establecido un sistema de mantenimiento preventivo por medio de:

- Servicio "A"
- Servicio "B"
- Servicio "C" y
- Reparaciones

Servicio "A"

Está a cargo de un mecánico de guardia y comprende la ejecución y control de los servicios de lubricación diaria.

Comprende las siguientes operaciones:

- Revisar el nivel de aceite motor y rellenar a su nivel si hace falta.
- Llenar el depósito de combustible.
- Chequeo general de fugas de depósitos y sistemas.
- Ajustes de partes sueltas.
- Chequeo de luces.
- Chequeo de nivel de aceite caja-convertidor.

Servicio "B"

Trabajo que lo efectúan dos mecánicos de guardia cada 200 a 300 horas, empleando de 10 a 12 horas. Comprenden de los siguientes puntos:

- Lavado a presión con agua y petróleo.
- Cambio de filtros y aceite motor.
- Cambio de filtros de petróleo.
- Ajuste de crucetas y cardanes.
- Engrase general.
- Chequeo general fugas en depósitos y sistemas.
- Limpieza de filtro de aire comprimido.
- Purgado de los tanques de aire.
- Cambio de aceite del filtro de aire en baño de -
aceite.
- Chequeo general de frenos.

Servicio "C"

Lo realizan dos mecánicos de guardia cada 1500 a 2000 horas, empleando 10 a 12 horas y comprende las siguientes operaciones:

- Cambio de aceite motor y filtros
- Cambio de filtros de aceite hidráulico.
- Cambio de aceite de la caja-convertidor y filtro.
- Cambio de filtros de petróleo.
- Cambio de aceite de la corona y diferenciales.
- Limpieza o cambio del filtro de aire en baño de
aceite.
- Calibración de válvulas del motor diesel.

- Chequeo general de fugas de depósitos y sistemas.
- Engrase general.
- Chequeo de frenos de servicio y emergencia.

Reparaciones

Existen reparaciones que se hacen en la mina como: motores diesel, convertidores de torque, cajas de transmisión, cilindros hidráulicos, bombas hidráulicas, válvulas, etc. y está a cargo del maestro mecánico y ayudante.

Hay otro tipo de reparaciones que por su naturaleza no se pueden efectuar en la mina, caso:

bombas de inyección, turbo-compresores, rectificadores de cigüeñal, etc. ya que no existe la infraestructura adecuada para hacer este tipo de trabajos; por otro lado, su implementación no justificaría por su poca frecuencia con que se realizan; por lo general se envía a Lima.

1. Análisis funcional del mantenimiento

Se efectúan teniendo en cuenta los procedimientos que se hace en la mina, tales como:

- Información
- Programación y ejecución

Información

Se hace a través de:

- Partes diarios del operador.
- Informes verbales.

Para fines del servicio "B" y "C" interesa describir el parte diario, el mismo que proporciona gran número de datos para elaborar un programa de mantenimiento.

La información que proporciona es la siguiente:

- Tipo de unidad mecánica.
- Número de registro de la unidad, fecha.
- Horas trabajadas.
- Descripción del trabajo realizado.
- Reclamo del operador referente a fallas mecánicas de su unidad.

Estos partes son remitidos por cada operador a la oficina de mantenimiento.

Programación y ejecución

Generalmente no se toma en cuenta los partes diarios. Para la programación se ha tomado en cuenta el número de guardias/día, número de horas/guardia (8 horas), estableciéndose un número de días como período para el servicio de mantenimiento; estos períodos se - llevan a un cuadro de mantenimiento programado.

Este cuadro de programación es el formato indispensable para programar así como para controlar aquellos

ya ejecutados.

Se adjunta un esquema indicativo de su estructura interna así como los símbolos y claves utilizados para los efectos de cómputo, identificación de la unidad y tipo de servicio a ejecutarse. Ver cuadro 4.

2. Análisis funcional de las reparaciones

Toda reparación que se ejecuta supone las siguientes consideraciones:

- Detección de fallas.
- Diagnóstico de la reparación y medidas a adoptarse.
- Ejecución de las reparaciones.
- Inspección.

Pasos que analizaremos en su significado y procedimiento de orden.

Todas éstas y otras anormalidades lo informa verbalmente a los responsables del mantenimiento.

Diagnóstico de la reparación y medidas a adoptarse

Recibida la información en la oficina de mantenimiento se procede a revisar la unidad y se determina la magnitud de la reparación y se decide el tipo de reparación y el lugar donde ejecutarse, tales como:

- Reparación en el taller de la mina.
- Reparación en Lima.

Estas decisiones son responsabilidad del ingeniero jefe del taller.

Ejecución de la reparación

Si se decide efectuar la reparación en el taller de la mina se ordena al maestro mecánico para que efectúe la reparación.

El maestro mecánico luego de revisar e inspeccionar las partes a reparar de la unidad, confecciona el pedido de repuestos y materiales necesarios para efectuar la reparación, el cual, es sometido a revisión del jefe del taller y es tramitado a la sección de almacenes. Si existe el pedido en stock se procede a su entrega inmediata, luego procede a efectuar la reparación.

Si se decide hacerlo en un taller exterior al de la mina, el componente junto con una orden de trabajo se deja en almacén, quedando una copia del envío en mantenimiento para el seguimiento respectivo.

Por lo general el envío se hace a Lima, donde el departamento de compras bajo la asesoría del asesor técnico determina el lugar o taller en que se va a hacer el trabajo.

Inspección

Concluida la reparación, antes de su puesta en operación, el equipo, se somete a una inspección general para tener la seguridad que todos los sistemas trabajan adecuadamente.

La inspección está en función del componente reparado, así, un motor diesel, se deja trabajar unas horas en vacío, antes de instalarlo en el equipo donde se verifica su presión, temperatura, fugas de aceite, etc. para luego, una vez en el equipo se le somete a trabajos con carga paulatina, verificando una vez más su presión, temperatura.

Cuando se trata de un convertidor de torque, la verificación se hace instalado en el equipo y consiste básicamente en controlar su presión y temperatura y su puesta en operación es mucho más rápida que un

motor diesel.

La forma de hacer la inspección es única y no varía si el componente ha sido o no reparado en la mina.

2. Costos de Mantenimiento

Se llaman costos de mantenimiento, los gastos para que las unidades permanezcan en trabajo, operando en buenas condiciones.

Como este mantenimiento se ejecuta a través de los servicios de trabajos de taller mencionados anteriormente, el costo se evalúa a través de los costos de cada uno de estos servicios a saber:

- Servicio "A"
- Servicio "B"
- Servicio "C"
- Reparaciones

Costos del Servicio "A"

Los costos de este servicio diario están representados por los costos de: combustible, lubricantes y mano de obra.

Costos del Servicio "B"

El costo de este servicio ejecutado por dos mecánicos, está representado principalmente por los costos de: lubricantes, filtros, mano de obra, combustible, aire

comprimido, otros.

Costos de lubricantes y filtros utilizados en las diferentes unidades son registrados en las notas de salida respectivas.

El costo de mano de obra representado por los jornales que percibe el personal.

El costo de combustible, aire comprimido y otros como huaypi, detergentes, gasolina, etc. utilizado en el lavado a presión de los equipos.

Costos de Servicio "C"

Contempla los mismos costos del servicio "B", es decir: lubricantes, grasas; filtros, mano de obra, materiales (petróleo, aire, detergente, etc.).

Costo de Reparaciones

Se evalúa teniendo en cuenta los siguientes factores: repuestos y materiales, mano de obra.

Repuestos y materiales, se evalúan el costo los repuestos y materiales utilizados en cada reparación por unidad por medio de las notas de salida respectivas.

Mano de obra, representada por los jornales y haberes personales del taller de reparaciones, se distinguen

dos tipos de estos costos de mano de obra: directos e indirectos.

Costos de mano de obra directos, corresponden a los que efectúan los mecánicos, ayudantes, soldadores, etc. a quienes se les ha encargado la ejecución de una obra.

Se computa el costo horario de la mano de obra de cada mecánico.

Costo de mano de obra indirecto, representado por los jornales y haberes del personal que no interviene en la ejecución física de una reparación; pero que sí afecta al costo de las reparaciones por lo que se considera en forma global, distribuyéndose en las reparaciones por medio del factor de prorrateo.

Se consideran como costos indirectos: empleados de almacén, despachador de lubricantes y combustible, domingos y feriados, vacaciones y licencias por enfermedad.

ANALISIS CRITICO DEL SISTEMA ACTUAL

De la organización actual expuesta se va desarrollar un análisis crítico, tocando básicamente los puntos que se cree más negativos para alcanzar el grado óptimo y eficiente de las unidades mecánicas en

su utilización.

Gerencia Técnica

Dentro de sus funciones como son: el asesoramiento técnico, supervisión de la operación, control de mantenimiento y reparación del equipo, son ejecutados deficientemente, presentando los siguientes defectos:

Asesoramiento

- Existe en mínima escala la coordinación de trabajos.
- Con fines de divulgación, no promueve estudios técnicos de los diferentes sistemas mecánicos, como: motor diesel, convertidores de torque, cajas semi-automáticas, etc. de las unidades empleadas y de las que se van adquiriendo.
- No se lleva una estadística técnica de las unidades, con toda la información necesaria; tales como: características propias de la unidad, elementos y mecanismos constitutivos y otros como dimensiones, peso, potencia, etc.

Supervisión

- Carece de supervisión a todo nivel ya que sus visitas esporádicas a la mina no permite tener una idea exacta de la realidad.

Control

Este tipo de función propia que se ejerce sobre los consumos de stock de repuestos, etc. no se realizan con la precisión y eficiencia deseable, dado que es notorio:

- No se tiene estadística de consumo de combustibles, lubricantes, ni aún con fines de información técnica.
- En el rubro de repuestos es más notorio la deficiencia por las razones siguientes: no se prepara stock de repuestos, no se tiene estadística sobre la vida de los componentes, para preveer paradas imprevistas, uno y sobredimensionamiento, por otro lado.

Taller de mantenimiento

Se analizará en: local, equipo, personal y abastecimiento.

Local.- Para el número de unidades ya resulta un poco estrecho, además falta servicios elementales como: el higiénico, eléctrico, pisos de concreto, etc.

Equipo.- Las herramientas necesitan ser reemplazadas ya que la gran mayoría están desgastadas y/o deterioradas perjudicando el avance de los trabajos.

Personal.- La poca calificación del personal mecánico no está encaminada hacia un adiestramiento conveniente por la oficina de eficiencia.

La categorización del personal mecánico fue hecha sin criterio técnico; más bien obedeció a cuestiones laborales o sindicales, perjudicando las labores de mantenimiento.

Abastecimiento.- La procedencia de repuestos y materiales es una de mayor envergadura, por un lado la situación económica de la compañía hace que no sea atendidos los pedidos en su totalidad y oportunidad y cuando esto se da pasa por diversas dificultades para ser adquiridos, como: almacén central, almacén mina.

Almacén central, no cuenta con el espacio suficiente para la recepción de materiales y repuestos, creando dificultades en la recepción y almacenamiento.

Por otro lado, la unidad de traslado de materiales hacia la mina se encuentra en malas condiciones, creándose dificultades en el abastecimiento, cuando se utilizan otras unidades, ej. volvos.

Almacén mina, no cuenta con la infraestructura adecuada cuando se tiene que recepcionar materiales de gran tamaño y peso, debiéndose en estos casos, utilizar los cargadores de bajo perfil y a falta de éstos, muchas veces el desembarco es demorado.

la falta constante de repuestos para los servicios "A",

"B" y "C" hacen que éstos se postergen o se hagan a medias en ambos casos sus efectos no se dejan esperar.

Existe un sobredimensionamiento de repuestos que no tienen salida, lo que indica que la solicitud de repuestos fue hecha sin ningún estudio de períodos de cambios elevando de esta manera los costos de mantenimiento.

La falta de conocimiento y capacitación del personal que se encarga del despacho, demora las labores de mantenimiento.

Sus controles de salidas y entradas generalmente no se encuentran actualizadas, creando dificultades a las labores de mantenimiento.

Sistema actual de mantenimiento

Se analizará en: servicio "A", servicio "B", servicio "C" y reparaciones.

Servicio "A"

- La no participación del operador en este tipo de servicio trae como consecuencia que muchas veces el operador ingrese a su labor sin hacer una inspección previa, dando lugar que muchas veces la máquina vuelva a salir, demorando las labores de extracción.
- La falta de tiempo para este tipo de servicio trae como consecuencia que éste no se realice como debe ser, muchas veces se limita al llenado de petróleo y chequeo

de niveles de aceite.

- La falta de surtidores de aceite hace que el llenado del lubricante no se de en las condiciones seguras de limpieza y control.
- La distancia entre el llenado de combustible y la zanjas de inspección hace que el poco tiempo de que se dispone no se utilice como debe ser ya que se pierde en desplazamiento de la máquina.
- El personal de mantenimiento no tiene la idea de la importancia del engrase diario ya que esto lo realizan cuando se acuerdan o cuando se lo indican a pesar que esto se debe hacer diariamiente.
- El chequeo de luces y fajas no se realizan dando lugar a paradas, muchas veces cuando el equipo está ingresando a interior mina.

Servicio "B"

- Se efectúa aproximadamente cada 250 horas, período que está fuera del rango recomendado por los fabricantes y experiencia minera.
- El tiempo empleado es de 10 a 12 horas, esto no porque sea el tiempo necesario para este tipo de trabajo, esto

se debe a falta de control y a costumbres propias del personal de mantenimiento.

- A pesar del gran tiempo no se realizan todas las actividades que conlleva este tipo de servicio.

Servicio "C"

- Se efectúa cada 1500 horas, período demasiado largo para efectuar cambios de aceite como, el hidráulico, el convertidor de torque, etc.
- No se realizan las regulaciones de motor, sistemas, como estipula el manual de mantenimiento, esto se realiza cuando el jefe de turno se acuerda, es decir no está normalizado.
- En este tipo de servicio que deberían participar personal calificado, no lo hace, perdiéndose calidad y eficiencia
- No se realiza como estipula el fabricante, es decir: no se cambia el aceite hidráulico, no hay limpieza del tanque de petróleo, no hay limpieza de los tanques de aire. Es decir no se cumple con una serie de normas.

Reparaciones

- Reparaciones en la mina

No se lleva un control de costos y tiempo de las reparaciones que realizan en el taller de la mina.

Generalmente están a cargo de una o dos personas con conocimientos técnicos hasta cierto punto limitado, ya que su grado de instrucción no pasa de la secundaria y que sus conocimientos se deben básicamente a la experiencia.

La capacitación de este personal se hace esporádicamente por no decir nula.

No se sigue en muchos casos las especificaciones del fabricante, esto por falta de conocimiento, dando lugar a que los trabajos no sean del todo garantizados.

No existe una programación de las reparaciones, como, motores diesel, convertidores de torque, cajas, etc. dando lugar a paradas prolongadas por falta de repuestos.

No se tiene componentes en stand by que garantice un trabajo continuo de la máquina y esto porque no hay el personal suficiente capacitado y otro que no hay la programación respectiva.

Carece el taller de reparaciones de manuales de taller, herramientas adecuadas y en buen estado, y el ambiente adecuado.

Como consecuencia de todo lo anterior las reparaciones se hacen cuando el equipo para o cuando ya no se puede

mantenerlo en funcionamiento, produciendo en los componentes desgastes prematuros y en otros desgaste total.

- Reparaciones fuera de la mina

Generalmente no presta la garantía de un trabajo continuo porque no existe un taller serio y honrado.

En muchas ocasiones se ha tenido que volver hacer la reparación nuevamente en la mina, con todos los problemas que eso conlleva.

Generalmente se enviarán bombas de inyección, turbos, rectificaciones en general y cuando las circunstancias lo indican se envían motores diesel, convertidores de torque y se hacen a través del almacén de mina, siendo las demoras en todos los casos bastante representativas, para tener nuevamente el componente listo para su uso.

Por citar la reparación de un motor diesel fuera de la mina dura por lo menos tres meses, esto por la falta de coordinación y interés del personal administrativo tanto de la mina como de Lima,

Consecuencias

1. Falta de estudio técnico-económico para la operación, mantenimiento y reparación de las unidades, originan también paralizaciones antes de terminar el año presu-

puestal por carencia de dinero.

2. La carencia de un estudio de períodos de duración de los componentes con que viene equipado el equipo, ejemplo, bomba de inyección, turbos, bomba hidráulica, arrancadores, alternadores, etc. hace que el stock de repuestos no esté correctamente dimensionado.
3. La falta de un normal abastecimiento de repuestos trae como consecuencia que muchas veces falte repuestos imprescindibles para las labores de mantenimiento preventivo.
4. La falta de una correcta programación del mantenimiento y/o reparación trae como consecuencia que el mantenimiento sea correctivo más no preventivo como se pretende, originando en muchos casos paradas prolongadas por falta de repuestos.

Por otro lado sucede que cuando se pone en operación el equipo después de una reparación, vuelve a parar por fallas en otro.

5. La falta de capacitación, tanto a nivel de Ingenieros como del personal técnico, queda reflejado en las operaciones de mantenimiento, cuando estas labores no se realizan con la eficiencia y garantía deseada.

6. La falta de componentes (motores, convertidores, etc.) en stand-by dá lugar a que las paralizaciones por - falla de uno de ellos sean mas prolongadas, con el perjuicio a las operaciones mineras.

CAPITULO 4
ORGANIZACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO
PROPUESTO

GENERALIDADES

El presente estudio "ORGANIZACION Y - MANTENIMIENTO DEL EQUIPO MECANICO QUE TRABAJA SUBTERRANEAMENTE", ha sido elaborado en función de las necesidades específicas del equipo que labora en la mina Alianza.

Los criterios para el desarrollo de este trabajo han sido los siguientes: optimizar la operación de los equipos diesel que intervienen en la explotación minera y maximizar la vida útil de la maquinaria. Es necesario señalar que siempre se tuvo presente como metas el logro de bajos costos de mantenimiento del equipo mecánico y una alta disponibilidad de los mismos.

Este trabajo ofrece un tratamiento - global y pormenorizado de los principales aspectos de mantenimiento del equipo mecanizado que son:

- Organización y descripción de puestos
- Talleres, ubicación y equipamiento
- Mantenimiento preventivo, controles, historias, programas de mantenimiento preventivo.
- Reparaciones, programas, políticas
- Prácticas de mantenimiento.
- Repuestos recomendados para stock.
- Costos.

Se ha diseñado una organización de mante nimiento ágil y pragmática que cubra totalmente las operaciones de mantenimiento. Por esa razón, se ha tenido especial cuidado en definir exactamente las labores y posiciones que deben realizar cada individuo en la organización.

En lo que se refiere a talleres se ha recomendado centralizar todas las operaciones de - mantenimiento para evitar pérdidas de tiempo por des- plazamientos innecesarios.

En lo que concierne a solicitud de herra mientas y equipos de taller se ha elaborado teniendo en cuenta su costo y la continuidad de uso de los mismos; por esa razón, sólo se solicitan las herra-

mientas y equipos necesarios.

La delineación del mantenimiento preventivo considera su programa sencillo, con el menor número de servicios y la mínima cantidad de controles en la seguridad que éstos se efectúan y su aplicación práctica sea simple.

La ejecución del programa de mantenimiento logrará que las reparaciones de averías sean menores y de fácil solución.

Asimismo, se ha preparado un programa de reparaciones mayores de pronta ejecución y con costos moderados, que no causará "sorpresa" en la operación minera.

En lo que se refiere a repuestos se ha elaborado una lista de ellos a mantenerse en stock para un período de un año de consumo. Esta lista sólo incluye los repuestos que se pueden obtener en el mercado nacional y aquellos que se pueden reparar localmente, con el fin de evitar un exceso de stock de repuestos.

Los lineamientos de la política de mantenimiento están destinados a conservar los equipos en buen estado de funcionamiento hasta las 15,000

horas, límite en el cual se efectuará una reparación general, lo que se repetirá cada 15,000 horas de funcionamiento. Este programa de mantenimiento logrará una alta disponibilidad de equipos mecánicos con costos parejos y económicamente satisfactorios.

ORGANIZACION PROPUESTA

Se formula una organización de mantenimiento que reuna a la vez dos rasgos; simplicidad y totalidad. La primera característica se refiere a la especificidad de funciones de cada individuo en la organización de manera tal de evitar duplicidades y ámbitos en que las responsabilidades sea poca clara. La segunda se refiere al hecho de haber cubierto todas las actividades de mantenimiento.

La organización de mantenimiento está formulada en vinculación directa con su tarea técnica. La función de mantenimiento es la que vertebra el organigrama y los individuos de la organización. Tal como se desprende de una lectura del organigrama las actividades administrativas tienen un rol de apoyo al de mantenimiento.

Respecto al personal de la organización se explicita que los criterios han sido contar con un grupo pequeño y altamente eficiente. A continuación se consigna el organigrama, (ver cuadro Nº 4), personal y

funciones de la organización.

RESUMEN DEL ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO
DE MANTENIMIENTO

TITULO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD
Jefe de Mantenimiento	1	Ing. Mecánico-Electr.
Programador de Mantenimiento	1	Secretario-Oficinista
Jefe de Guardia	3	Ing. Mecánico
Mecánico de Primera	4	Mecánico diesel (8 años de experiencia)
Mecánico de Segunda	4	Mecánico diesel (4 años de experiencia)
Mecánico de Tercera	6	Mecánico diesel (2 años de experiencia)
Oficial	1	Politécnico o Equival.
Electricista	4	Electricista Automot. (4 años de experiencia)
Soldador	1	Soldador General
Bodeguero	3	Herretero
Llantero	1	Especialista

1. FUNCIONES

Jefe de Mantenimiento

- a. Dirigir la aplicación del programa de mantenimiento para el equipo mecanizado que trabaja subterráneamente en la minería sin rieles (TRACKLESS).
- b. Asesorar la formación de Stock de repuestos para los equipos existentes.
- c. Plantear las necesidades de entrenamiento del personal mecánico en compañías externas así como efectuar entrenamientos internos durante el trabajo rutinario.
- d. Optimizar las condiciones de trabajo para mantener una alta disponibilidad del equipo.
- e. Mantener en perfecto estado de funcionamiento las - herramientas, equipo y edificio del departamento de mantenimiento.
- f. Controlar y confeccionar el presupuesto anual de mantenimiento del equipo a su cargo y taller de mantenimiento.

Programador de Mantenimiento

- a. Encargado de las actividades de la oficina de mantenimiento.
- b. Mantener informado al jefe de mantenimiento de toda la comunicación oficial de la compañía.

- c. Confección de tarjetas de "datos de personal" y mantenerla actualizada.
- d. Inspeccionar visualmente las pizarras de control de mantenimiento y programar las fechas de ejecución de los servicios preventivos comunicando a los departamentos usuarios de los equipos.
- e. Controlar la existencia de manuales de los equipos y su correcta mantención de los mismos.
- f. Formación de un archivo de la "historia" de cada equipo con las características precisas de cada componente de los equipos.

Jefe de Guardia

- a. Dirigir técnicamente al personal mecánico durante la guardia en todas las actividades de mantenimiento.
- b. Controlar las regulaciones especiales según especificaciones de fábrica del motor, transmisión, sistema hidráulico, sistema eléctrico, neumático, frenos, etc.
- c. Cuidar la seguridad durante la guardia.
- d. Mantener la disciplina del personal de acuerdo a las normas de la compañía.
- e. Controlar la correcta utilización de las herramientas

descuento por pérdida o abuso de ellas, así como - también ver su reemplazo adecuado.

f. Mantener orden y limpieza del taller y áreas de trabajo.

Mecánico de Primera

- a. Efectuar los trabajos que requieren experiencia y cuidados para repararlos-regularlos en lapsos normales.
- b. Reparar los motores diesel, convertidores de torque, transmisiones, diferenciales, mandos finales, compresoras, bombas hidráulicas, cilindros hidráulicos, - válvulas, frenos, etc.
- c. Efectuar mantenimientos preventivos según el programa trazado de 125, 250 y 1000 horas.

Mecánico de Segunda

- a. Efectuar los mantenimientos preventivos, principalmente , los "diarios" y de 125 horas.
- b. Reparar averías menores que suceden durante la guardia como roturas de mangueras, cambio y reparación de - llantas y reemplazo de componentes.
- c. Conjuntamente con el mecánico de primera efectuar - cualquier reparación de los componentes.
- d. Mantener el abastecimiento de combustible al inicio de cada guardia.

Electricista

- a. Efectuar el mantenimiento preventivo y reparaciones

de los componentes eléctricos y de iluminación de los equipos.

- b. Controlar según especificaciones los arrancadores, alternadores y baterías, manteniendo en todo momento componentes listos en calidad de "espera".

Soldador

- a. Responsable de cuidar el buen estado de las palas, tolvas, soportes, tapas protectoras y exteriores del equipo.
- b. Mantener eficientemente que no falte su stock mínimo de soldadura de emergencia, así como también cuchilla y planchas para reparaciones no programadas.

Bodeguero

- a. Controlar y despachar las herramientas al personal mecánico.
- b. Mantener el stock y las herramientas en buen estado y limpieza.
- c. Cuidar de todo el material encargado dentro de la bodega.

Llantero

- a. Realizar el mantenimiento de las llantas, cuidando de verificar la exacta presión de las llantas, y efectuar reemplazos a tiempo para no destruir los cascos.
- b. Controlar la vida de la llanta en cada unidad, enumerando cada una de ellas.

TALLER

El mantenimiento de los equipos es siempre costoso y lo es más aún poseer equipos no operativos ya que una unidad paralizada no produce utilidad alguna, por lo que se debe contar con un adecuado sistema de conservación.

La eficacia de todo sistema de mantenimiento depende mucho de su punto de emplazamiento de la función que cumple, y de la eficiencia productiva del personal, equipo e instalaciones.

El taller desempeña un rol importante por lo que se debe definir áreas que por su distribución estratégica coadyugan a obtener una mayor productividad y seguridad de los equipos, y que no requieren desplazar innecesariamente la maquinaria.

Esto lleva a recomendar talleres correctamente ubicados que permitan utilizar eficientemente los recursos, aliviar la carga económica del tiempo improductivo y consecuentemente aumentar la productividad.

Se recomienda concentrar al área actual todas las labores de mantenimiento para eliminar en lo posible tiempos muertos por desplazamiento.

Es así que el nuevo taller quedaría como

lo indica el Plano Nº 2.

El equipamiento de herramientas es efectuada para cada una de las secciones en que se ha dividido el taller.

Taller de Soldadura

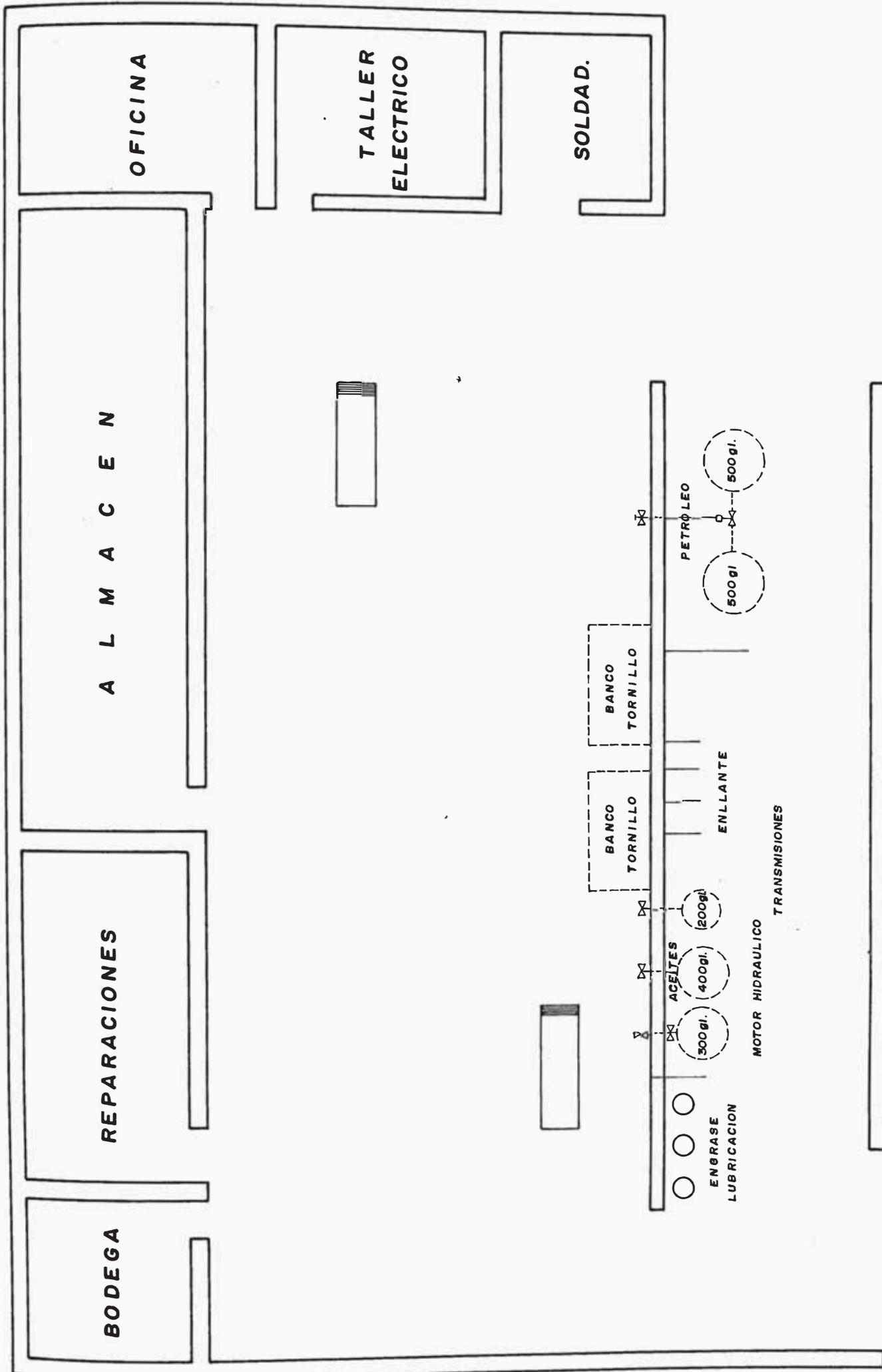
- Máquina de soldar eléctrica de 450 amp. (1)
- Equipo de soldadura y corte autógena (1)
- Equipos de soldar: máscaras, pinzas, -
anteojos, llaves (1)
- Fragua (1)
- Yunque (1)
- Martillo mecánico de 4 lb. (1)
- Combo de 8 lb. (1)

Taller Eléctrico Automotriz

- Cargador de baterías (1)
- Voltímetro hasta 32 voltios-100 amp. (1)
- Hidrómetro (1)
- Ohmímetro (1)
- Probador de baterías con carga para celda (1)
- Growler (probador de inducidos) (1)

Taller Componentes

- Probador de inyectores bosch hasta 250 Kg/cn
- Compresor de resorte de válvulas (1)
- Compresor de anillos (1)



PLANO N.º 2

- Vernier 12" (1)
- Micrómetro hasta 5" (1)
- Calibrador de láminas en SAE/DIN (1)
- Torquímetro hasta 350 lb-pie (1)
- Juego de sacabocados de 3/16" - 7/8" \emptyset (1)
- Tecle de 5 TOM. (1)
- Gata vertical de 15 Tn (1)
- Juego de hexagonales 1/16" - 5/8" (1)
- Marmol para acentar de 1" x 2" (1)
- Tijera de 8" (1)

Taller de Lubricación

- Carretes de lubricación neumática con pistola y bomba de aceite, con manguera de 10 m. (4)
- Carrete de lubricación neumática con pistola y bomba para grasa, con manguera de 10 m. (1)
- Compresor de 50 cfm. y 100 psi (1)
- Pistola para pulverizado a presión (1)

Taller de Llantas

- Tomas de aire comprimido, con manguera de 10 m. conexiones rápidas y pistones universales para inflado de llantas (2)
- Desenllantador hidráulico (1)
- Pistola neumática de impacto con

- encastre de 3/4 Ø y dados de 1/2" hasta 2" (1)
- Vulcanizador de plancha térmica - de 12" x 6" (1)
- Gata lagarto de 15 Tn. (1)
- Gata vertical de 25 Ton. (1)
- Juego de tarrajas para pistones (1)
- Juego de extractores para pistones (1)
- Juego de medidores de presión - de llantas para uso automotriz - y equipo pesado hasta 150 PSI (1)

Herramientas y Materiales Generales

Para uso general y en stock en bodega:

- Bancos mecánicos de 2.40m.x0.80m. h 0.55, espesor 1/4" (7)
- Bancos mecánicos de 1.25mx0.80m,- h 0.55 espesor 1/4" (3)
- Tornillos de banco N° 5 (10)
- Tornillos de banco N° 6 (6)
- Caja de herramientas similar a # 6100 AGSB Set Snacon (8)
- Estrobos de 1/2" Ø x 2m (5)
- Estrobos de 5/8" Ø x 3m (5)
- Soga de 1/2" Ø (20m)
- Soga de 5/8" Ø (20m)
- Extensiones de luz portátiles (10)

- Llaves francesas C/medida 10", 12"
14", 18", 24" y 36" (2)
- Llaves Stilson C/medida 12", 14", 18",
24" (2)
- Juego de pinzas expansoras y compre-
soras de seguros (2)
- Prensa Bandit para cinta y grampa de
3/4", 1/2", 5/8" (1)
- Juego de adaptadores para colocar -
mangueras aeroquip # 1597, 1598, 1599 (1)
- Cortador de tubos y perforador de asi-
entos para tubos de cobre (1)
- Taladro portátil de 1/2" H.D. (1)
- Taladro portátil de 3/4" H.D. (1)
- Juego de extractores similar a #PE-20A
Set. según catálogo "OTC" (1)

Para usos especiales:

En Cargador de Bajo Perfil

- (1) # 342727 Gauge Tool, fabricado Wagner
- (1) # 550357 Wrench lung, fabricado Wagner
- (1) # 524917 Kit air servic, fabricado Wagner
- (1) # 586310 Steering cylinder Spanner Wrench,
fabricado Wagner
- (1) # 570000 Hoist cylinder Spanner Wrench, fa-
bricado Wagner
- (1) # 570006 Wrench Hex Box, fabricado Wagner

- (1) # 570005 Wrench Hex Box, fabricado Wagner
- (1) # 570007 Wrench Hex Box, fabricado Wagner

En Boomer H 115

- (1) Plastic Hammer
- (1) Cooper Mallet
- (1) Sledge Hammer
- (1) U'ring spanner width across flats: 13 mm.
14 mm, 17 mm, 19 mm, 24 mm, 32 mm, 38 mm,
7/8", 1 1/4", 1 3/8" .
- (1) Allen Keys with across flats: 9 mm, 10 mm,
13 mm, 3/16", 1/4".
- (1) Screw drivers
- (1) Mandriles Ø1-10 mm.
- (1) Femele circlip pliers
- (1) Torque wrenches range:
0 - 200 Nm
0 - 400 Nm.
- (1) Torque wrench sleeves width across flats 13
mm, 14 mm, 17 mm, 24 mm, 32 mm, 38 mm.

- Permatex
- Grasa antiherrumbre (grasa molislip)
- Azul prusia
- Carburundun en pasta
- Líquido endurecedor (locktite)
- Waipe
- Tocuyo

MANTENIMIENTO A EFECTUARSE EN EL EQUIPO

1. Normas de Mantenimiento

_ Los sistemas mecánicos con que cuentan estas unidades tienen sus características propias de fábrica., en razón de éstas los fabricantes hacen sus recomendaciones de lubricantes o mantenimiento.

Estas recomendaciones son generalmente resumidas en cartillas de lubricación y mantenimiento.

Como estas unidades cuentan con sistemas análogos es posible, enunciar normas de mantenimiento por sistemas mecánicos, de tal modo poder comprender a todas las unidades agrupadas.

Los sistemas mecánicos más característicos constitutivos de estas unidades son:

1. Motores
2. Sistema de transmisión.

3. Sistema hidráulico
4. Sistema neumático
5. Sistema eléctrico

Se enumerará normas de mantenimiento generales para cada uno de estos sistemas, incidiendo en aquellos cuyo mantenimiento es más frecuente.

1. Motores

Los motores con que viene equipadas estas unidades son en su gran mayoría Diesel, marca Deutz y refrigerado por aire. Sus potencias varían de acuerdo al tamaño del equipo, pero generalmente se encuentran entre 60-320 HP.

El buen funcionamiento de los otros sistemas depende del estado del motor, por lo tanto, es el sistema que mayor atención debe tener.

Algunas recomendaciones básicas se pueden numerar, teniendo en cuenta los siguientes sistemas constitutivos:

- Sistema de lubricación
- Sistema de combustible
- Sistema de refrigeración
- Sistema de admisión

- Chequear en cada turno de trabajo el nivel de aceite, con motor apagado.
- Verificar que la presión de lubricación se mantenga entre 30 y 80 PSI.

Cualquier deficiencia en el circuito de lubricación aparece como una caída de presión ej. desgaste de la bomba de aceite, cojinetes del cigüeñal, árbol de levas; por ningún motivo se deberá continuar trabajando el motor cuando la presión en vacío sea 10 PSI.

- Cambiar elementos filtrantes con cada cambio de aceite, para eliminar polvo abrasivo, partículas de metal, carbón, impurezas, etc. , acumuladas en dicho elemento.
- Se recomienda C/1000 horas de operación tomar muestras de aceite para su análisis respectivo, esto nos dará indicios de posibles fallas en partes vitales del motor y se estará en condiciones de tomar las precauciones conveniente.
- Usar siempre aceite de viscosidad recomendada, es decir que cumpla con las especificaciones del fabricante, cual es:

ViscosidadSAE 30

éste tiene una pequeña tendencia a formar una mezcla explosiva con el aire a temperaturas normales. Para asegurar esta característica, se recomienda un Flash Point de 140°F o mayor. Por otro lado, el combustible debería cumplir con especificaciones de los fabricantes para viscosidad, número de centano, carbón residual y agua. El contenido de azufre no debería exceder del 0.5% peso. Por restricción del azufre en el combustible, la concentración de tóxicos como óxido de sulfuro en el gas de escape es controlado así que la concentración de estos óxidos en la atmósfera de la mina es mantenido dentro de límites seguros cuando la ventilación es segura para otros constituyentes de el escape.

Todos los fabricantes de motores diesel recomiendan que el petróleo debe estar libre de agua, sedimentos, y polvo. Petróleo limpio es necesario para reducir la posibilidad de daños y mal funcionamiento del sistema de inyección de petróleo y para evitar excesivo mantenimiento. Excesivo desgaste o mal funcionamiento de la bomba de inyección puede incrementar el peligro del objeccionable y constituyentes dañinos en el gas de escape.

Muchas precauciones se deben seguir para mantener el petróleo libre de polvo y agua; para esto

se recomienda cada 1000 horas de operación hacer una limpieza general del tanque de petróleo, el llenado diario debe hacerse con surtidores y en lugares protegidos contra la lluvia.

Sistema de Refrigeración

Los equipos diesel que trabajan subterráneamente vienen en su mayoría equipados con sistemas de refrigeración por aire.

El mantenimiento es sencillo y consiste básicamente en:

- Mantener hermético todos los circuitos de aire, evitando en todo momento fuga.
- Sopletear diariamente con aire comprimido (90 PSI) la superficie exterior del motor ej. culatas cilindros, sobre todo el último para mantenerlo libre de polvo, lodo, que impida un libre intercambio de calor con el medio ambiente.
- Verificar en todo momento el estado de las paletas del ventilador axial, cualquier daño incidirá en la eficiencia de refrigeración.
- La alta velocidad del aire de refrigeración es importante para prevenir la formación de depósitos de polvo que puedan impedir la eficiencia de refrigeración, para lo cual, es necesario controlar periódicamente la velocidad del ventilador, rodajes, paletas, etc.

Sistema de admisión

- El mantenimiento de este sistema tiene incidencia directa sobre la duración del motor, sobre todo cuando el motor trabaja subterráneamente en labores donde el polvo es permanente, tajos donde la ventilación es crítica.
- En unidades equipadas con filtros de aire en baño de aceite, debe revisarse el nivel de aceite a fin de mantenerlo en forma normal o cambiarlo cada 30 ó 60 horas de operación dependiendo de las condiciones de polvo, por aceite fresco y limpio de la misma calidad que usa el motor.
- Si la unidad viene equipada con filtro de aire tipo seco limpiarla diariamente con aire a presión no mayor de 60 PSI.
- Cambiar el elemento del filtro de aire seco cuando éste se encuentre dañado u obstruido. Cada perforación lo convierte en un elemento inútil, en ningún caso seguir usando el elemento dañado.
- Revisar ductos de entrada de aire al motor, entre filtro y el múltiple de admisión, ajustando abrazaderas, ubicando cualquier fisura que no asegure un dispositivo de admisión bien hermético. Se debe cuidar de restringir la entrada de aire al motor, humo negro, pérdida de potencia, podría indicarnos obstrucción en la admisión.
- En los motores equipos con turbocargadores, éste debe revisarse tanto la turbina como el compresor

La presencia de aceite en la turbina indica falla en los sellos y juntas del turbocargador. La turbina y el difusor deben mantenerse limpios para que el turbo funcione en las mejores condiciones posibles.

- En todos los casos enviar los turbos a talleres especializados para chequear la luz de los cojinetes, teniendo en cuenta los rangos permitidos por el fabricante, es muy importante realizar estas verificaciones a períodos no mayores de 3000 horas teniendo en cuenta que los turbos giran a velocidades del orden de los 60,000 RPM, siendo su embalaje hecho con gran precisión y por el consiguiente costo elevado.

Sistema de escape

- Los equipos que trabajan subterráneamente vienen equipados con condicionadores de gases de escape. Existen varios tipos, unos usan el principio de la saturación adiabática del gas caliente por evaporación del agua, reduciendo la temperatura del gas a 160°F. El gas de escape caliente es burbujeado a travez del agua para obtener la área de contacto necesario para una rápida evaporación y enfriamiento del escape.

El cuidado que hay que tener con este tipo de condicionadores es el nivel del agua, debe relle-

narse el recipiente cada 8 horas de trabajo. Estos condicionadores tienen una acción importante de remover aldehidas del gas de escape hasta en 50%, pero pierde eficiencia a temperaturas más altas del agua que está asociada con la operación del motor a altas cargas.

- También existen los purificadores catalíticos "PTX", que son convertidores catalíticos de platino activado por el calor de los gases de escape. Oxida el monóxido de carbón (CO), hidrocarbones y olores de escape, convirtiéndolos en constituyentes menos dañinos el dióxido de carbón, agua.

El purificador PTX empieza la purificación cuando la temperatura de los gases alcanza 390-480°F (200-250°C) y cuando el motor está bajo carga. Por otro lado donde las temperaturas son menores de 390°F (200°C), monóxido de carbón no será convertido, pero el purificador podrá continuar oxidación de otros aldehidos.

Estos no requieren un mantenimiento rutinario y el catalítico puede ser regenerado c/4000 hr. La precaución que hay que tener con un motor con anillos gastados, viejo, o con fallas en la regulación de la inyección es la presencia de carbón en el catalítico que incrementará la presión de retorno. Debe instalarse manómetros diferen-

ciales para chequear la presión que debe estar dentro de lo recomendado.

A continuación damos la máxima presión de retorno de algunos motores.

MODELO	RPM	CARGA	PRESION
GMC			
INLINE 53N	2800	Máx.	56 pug H ₂ O (4"Hg)
INLINE 71N	2100	Máx.	56 pug H ₂ O (4"Hg)
8V 71N	2100	Máx.	56 pug H ₂ O (4"Hg)
DEUTZ			
Aspir. Nat.	Máx.	Máx.	29.5 H ₂ O (2.1"Hg)
Turbocarg.	Máx.	Máx.	19.7 H ₂ O (1.4"Hg)
Compensad.	Máx.	Máx.	23.3 H ₂ O (1.7"Hg)
CAT			
Asp. Nat.	Máx.	Máx.	34" H ₂ O (2.4"Hg)
Turbocarg.	Máx.	Máx.	27" H ₂ O (1.9"Hg)

2. Sistema de Transmisión

Todas las unidades que trabajan en la explotación y extracción de minerales de la mina Alianza, están equipadas con transmisiones semiautomáticas. Las unidades

de perforación vienen equipadas con transmisión hidrostática.

La transmisión semiautomática o transmisión de convertidor de torque es un mecanismo diseñado para obtener una ventaja mecánica o relación de engrane por medios hidráulicos, de la misma manera que los engranajes lo hacen por medios mecánicos.

El convertidor de torsión como sistema de acople entre el motor y la caja de velocidades, proporciona, dentro de ciertos límites, una suave variación de la relación de entrada-salida del par motor o torque. Posee, además, la ventaja de conexión suave y automática.

El sistema completo es entonces:

Convrtidor de Torque-Caja de Velocidades-Diferencial-Ruedas

El convertidor de torque y la caja de velocidades que forman un circuito cerrado es de mayor cuidado.

El mantenimiento de este sistema deberá contemplar los siguientes puntos:

- Revisión por turno de trabajo el nivel de aceite.
- Cambio de aceite y el elemento filtante cada 500 horas.
- Controlar la temperatura del aceite, debe mantenerse dentro 180-200 F .

- Chequear la presión de convertidor-caja que esté entre 240-280 PSI, y la diferencia máxima entre las velocidades no debe exceder de 5 PSI.
- Chequear periódicamente ej. c/1000 las presiones de entrada y salida en el el enfriador de aceite una diferencia mayor de 10 PSI nos indicará una restricción que debe ser eliminada.
- Por ningún motivo reparar la bomba de carga del convertidor , de su buen funcionamiento depende la vida del sistema.
- Cuidar en todo momento que el aceite a ser empleado esté limpio y que cumpla con las especificaciones del fabricante.

Diferencial

El objeto del diferencial es tener igual potencia en ambas ruedas durante el recorrido normal y permitir que las ruedas giren a distinta velocidad cuando la máquina efectúa un giro.

El mantenimiento del diferencial debe contemplar lo siguiente:

- Utilizar aceite adecuado, es decir aquel que cumpla la especificación transmisión TM SAE 90W.
- Usar la velocidad adecuada cuando la máquina está con carga, cuando se desplaza por pendientes, evitando en todo momento hacer cambios bruscos.
- Cambiar periódicamente el aceite, ej. c/1000 horas

- Tomar muestras periódicas de aceite para sus análisis respectivos y chequear con el máximo permisible que da el fabricante, de esa manera se podrá tomar acciones más concretas, ya que sus partes no son visibles a menos que se produzca un desamblaje.

Ruedas/Llantas

Las llantas son componentes que inciden mucho sobre los costos de operación, como se verá en la última parte del estudio.

Su mantenimiento y buena conservación es sencillo y de fácil ejecución como se verá en la parte Práctica de mantenimiento.

Transmisión Hidrostática

La transmisión hidrostática como sistema de tracción comprende una poderosa bomba hidráulica accionada por motor diesel que trabaja en un sistema cerrado con un motor hidráulico en cada eje.

La bomba hidráulica para el sistema de tracción está montada en la toma de fuerza del motor diesel.

Incluye una bomba de pistón Axial Hydromatic A4V con un desplazamiento variable de $56 \text{ cm}^3/\text{rev}$.

Los motores hidráulicos incluyen un hidromatic A6V

con doble desplazamiento, es decir 80 y 23 $\text{cm}^3/\text{rev.}$ respectivamente, que impulsan el eje delantero y un hydromatic A6V con doble desplazamiento es decir 107 y 31 $\text{cm}^3/\text{rev.}$, respectivamente que impulsan el eje trasero.

La limpieza y el mantenimiento correcto son muy importantes para el funcionamiento normal del sistema.

Todos los sistemas hidráulicos son sensibles a la suciedad e impurezas. El medio ambiente en el que normalmente trabajan no es generalmente adecuado para la sustitución de componentes hidráulicos.

Las intervenciones en el sistema hidráulico efectuadas en el lugar de trabajo, deben restringirse a lo absolutamente necesario, es decir a sustitución de componentes simples.

Otros componentes más importantes deben ser reparados en zonas adecuadas y con equipos específicos para este tipo de trabajo.

gente.

- Limpiar siempre el punto de la reparación antes de desconectar ninguna conexión.
- Utilizar herramientas limpias y trabajar con las manos limpias.
- Taponear siempre las conexiones hidráulicas, inmediatamente después de desconectarla.
- Emplear tapones protectores limpios.
- Los componentes hidráulicos, tales como mangueras, válvulas, motores, etc., deben estar siempre protegidos con tapones. Las piezas de recambio de los componentes sustituidos siempre se guardaran en bolsas de plástico selladas.
- Debe realizarse un bombeo circulatorio del aceite, cuando un sistema ha sido abierto para una reparación o sustitución de un componente (motor, bomba, etc.). A través del componente en cuestión es derivado el aceite cualquier posible suciedad es eliminada por medio del filtro de retorno.

Una revisión o reparación del sistema hidrostático, solamente puede efectuarse por personal especialmente calificado.

por personal especialmente calificado, representante del fabricante.

3. Enviar los componentes averiados (bombas, motores) al representante local de los componentes hidráulicos o Atlas Copco.

Cuando se reemplace una manguera, tener presente la elevada presión del sistema de tracción, de hasta 400 bar, junto con las vibraciones y otras tensiones mecánicas, imponen condiciones muy rigurosas para las mangueras hidráulicas. Las mangueras de presión desde la bomba a los motores, están clasificadas con la norma SAE-100 R9 (con cuatro capas de acero). Estas no deben ser nunca sustituidas por mangueras con calificación de baja presión o con acoplamientos desmontables.

Cambiar los elementos filtrantes tan pronto como el indicador lo señale o cada 3 meses de trabajo.

3. Sistema Hidráulico

Los equipos para explotación de mina subterránea vienen equipados con diversos sistemas hidráulicos: dirección levante y volteo de cuchara en los cargadores, levante

o de lubricación, proveerá muchas horas de servicio confiable si tiene un mantenimiento adecuado. Existen tres causas principales por lo cual un sistema hidráulico falla. El calor, el polvo y espuma. De los tres el polvo en un sistema hidráulico tiene exactamente el mismo efecto como lo tiene en un sistema. La mayoría del polvo es abrasivo, y cuando trabaja junto con el aceite producirá un desgaste rápido de los componentes del sistema.

Por esta razón que se debe tratar en lo posible de mantener limpio el aceite. Esto no es difícil si seguimos las siguientes recomendaciones:

1. Mantener todos los recipientes totalmente cerrados para evitar el ingreso del polvo y el agua.
2. Use solamente equipo conocido para limpiar y cuando transfiera aceite desde los tanques de almacenamiento al reservorio del sistema hidráulico.
3. establecer y seguir un programa de mantenimiento de filtros y coladores.
4. Ajuste y reemplace sellos cuando sea necesario.

Siempre recordar que el aceite hidráulico provee lubricación y enfriamiento de los componentes hidráulicos cuando el polvo y el agua ingresen al sistema estas

1. Suciedad el cual ataca al aceite desde fuera éste incluye polvo, hilachas, moho, etc.
2. Productos solubles e insolubles los cuales se forman de la deteriorización de los aditivos del aceite.

El primer grupo de contaminantes puede ser controlado teniendo las precauciones mencionadas. La contaminación resultante de la deteriorización de los aditivos del aceite no pueden ser controlados a través del mantenimiento preventivo. La formación de tales contaminantes es acelerado cuando el sistema hidráulico recalienta. Cuando el recalentamiento es controlado, la formación de productos solubles e insolubles es reducido.

Sin embargo, aún bajo los mantenimientos más cuidadosos, contaminación debido a la oxidación, condensación y la formación de ácidos causa que el aceite llegue a ser dañino a los componentes del sistema hidráulico.

Por otro lado, se recomienda que el aceite hidráulico debe ser drenado del sistema a través de un programa de mantenimiento, sólo así, se eliminará la acumulación de productos deteriorantes del sistema. Cuan frecuentemente el sistema debe ser drenado, depende de muchos factores, pero aquí se sugiere establecer un programa de análisis periódicos de aceite, ya que en condiciones normales de trabajo este drenaje debe realizarse

cada 1000 horas.

El tanque o reservorio del sistema hidráulico cumple cuatro funciones importantes:

1. Almacenar el aceite necesario para el sistema.
2. Enfriar el aceite
3. Separar el aire del aceite
4. Decantar la suciedad del aceite.

El cambio de calor entre el aceite y el ambiente se realiza a través de las paredes del tanque y también a través de su superficie libre en la parte superior del tanque donde se forma una cámara de aire. La capacidad de la cámara de aire ha sido calculada para el enfriamiento necesario del aceite. Al colocar el nivel más alto que el indicado por fabricante se reduce la cámara de aire con la consecuente reducción en la capacidad de enfriamiento. En estas condiciones el aceite puede calentarse demasiado.

En el aceite hay aire mezclado que tiene tendencia a separarse al aumentar la temperatura y presión, en su retorno al tanque, el aire se separará del aceite. Dentro del tanque el aceite sufre decantación en que las partículas más pesadas se depositan en el fondo.

4. Sistema Neumático

Estos equipos vienen equipados con una compresora de aire para proveer aire a presión para los servicios de frenos, arranque, aceleración, etc.

El mantenimiento del sistema contempla lo siguiente:

1. Purgar diariamente el filtro de aire comprimido.
2. Controlar la presión del sistema 90-120 PSI
3. Descarbonizar periódicamente ej./1000 horas la culata de compresora, limpieza general de válvulas, mangueras, etc.
4. Inspección general de la compresora c/4000 horas arrancador neumático, limpieza general de los tanques.

5. Sistema Eléctrico

Los equipos como los cargadores ST-2D, JS 350, los camiones JDT-426 usan el sistema de 12 voltios, el cargador ST-3 1/2 emplea el sistema de 24 voltios. En todo caso su uso es para iluminación y en aquellos que usan arrancador eléctrico (ST-2D, ST-3 1/2) su empleo es para el arranque inclusive.

La importancia del sistema es incuestionable tanto para la seguridad del equipo y operador, debido a su trabajo subterráneo.

El mantenimiento contempla los siguientes puntos:

1. Chequear y limpiar la batería periódicamente ej. c/125 horas.
2. Mantener siempre los postes de la batería libres de suciedad y electrolito.
3. Cada 2000 horas cambiar carbones, rodajes del alternador, así como, una inspección general del arranador.

SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

Se ha establecido un sistema de mantenimiento de los equipos que trabajan subterráneamente en las unidades de producción de la CIA. Minera Alianza, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. El programa de mantenimiento original propuesto por los fabricantes adaptándola a las condiciones reales de la operación minera y, sobre todo, brindándole simplicidad y operatividad.
2. Las observaciones de operación del equipo mecanizado que labora en la mina Hércules.

Se ha desechado el programa de mantenimiento original debido a que es complejo y engorroso, lo que dificulta su puesta en práctica.

Así mismo, porque considera que el logro de una alta utilidad del equipo mecanizado se alcanza se alcanza con un plan de mantenimiento sencillo y de fácil ejecución.

Como las unidades mecánicas asignadas al trabajo subterráneo en minería sin rieles, son de la mismas características, aparte, que son de diferente marca, modelo, año, etc. se ha elaborado el siguiente sistema de mantenimiento que involucra tres servicios principales y que involucra tácitamente las normas anteriormente establecidas.

1. Servicio diario
2. Servicio menor
3. Servicio mayor

1. Servicio Diario

Se ejecuta al inicio de cada guardia y lo realiza el mecánico de segunda en colaboración con el operador del equipo. El tiempo máximo para establecer el servicio es de 20 minutos y consiste en efectuar las siguientes tareas:

- Revisión de niveles de aceite
- Lubricación General
- Revisión de instrumentos del tablero.
- Ajuste de las partes sueltas
- limpieza de los filtros de aire
- Abastecimiento de combustible
- Prueba de frenos
- Chequeo de fugas en depósitos y sistemas
- lectura y toma de horómetro.

2. Servicio Menor

Labor que realiza el mecánico de segunda bajo la supervisión del jefe de guardia. El tiempo de duración del servicio será entre 6 a 8 horas de manera que se muestran en los formatos preparados para este fin. (Ver cuadro 1).

CUADRO 1 FRECUENCIA DEL SERVICIO MENOR POR TIPO DE EQUIPO

EQUIPO	SERVICIO MENOR
Cargador ST-2D, ST-3 1/2, JS-350	c/125 horas
Camiones JDT-413, 426	c/125 horas
Jumbo J & C Atlas Copco	Semanal

En el servicio menor se ejecutan todas las tareas consiguientes en el servicio diario, además de las siguientes:

- Lavado a presión y engrase general
- Cambio de aceite motor y filtros
- Cambio de filtros de petróleo
- Chequeo de batería y carga
- Limpieza de sistemas de admisión y escape (PTX)
- Limpieza del sistema de enfriamiento
- Ajuste y reposición de partes (soldadura, pernos, crucetas, bridas, etc.).

3. Servicio Mayor

Este servicio se realiza de acuerdo a la frecuencia que se muestra en el Cuadro 2.

CUADRO 2 FRECUENCIA DEL SERVICIO MAYOR POR
TIPO DE EQUIPO

EQUIPO	SERVICIO MAYOR
Cargador ST-2D, ST-3 1/2, JS-350	c/1000 horas
Camiones JDT-413, JDT-426	c/1000 horas
Jumbos J&C, Atlas	Mensual

El trabajo lo ejecuta el mecánico de primera en el taller principal, y emplea un tiempo de 16 a 20 horas.

El objetivo de este servicio es restituir las condiciones originales de fábrica del equipo. Por esta razón el equipo no envejece abruptamente, y su vida de operación se mantiene pareja con costos de mantenimiento constante.

El servicio mayor está compuesto por las tareas del servicio diario, menor, más las siguientes:

- Cambios de aceites del sistema hidráulico, transmisión, mandos finales, diferenciales.
- Cambio de filtros del sistema hidráulico, transmisión, neumático, etc.

- Revisión del rendimiento de inyectores.
- Revisión de válvulas de admisión y escape del motor.
- Desmontaje y revisión del alternador y arrancador.
- Chequeo de baterías y cargas
- Limpieza y revisión del sistema de enfriamiento
- Limpieza del tanque hidráulico, tanque de combustible, tanque de aire.
- Chequeo e inspección general del equipo.

Controles

Para tener un control efectivo de la ejecución del mantenimiento preventivo se ha confeccionado los siguientes formatos:

- Hoja de control de servicio diario
- Hoja de control de servicio menor
- Hoja de control de servicio mayor
- Hoja de control de historia de equipo.

A continuación se detallan como hay que llevar los controles.

Hoja de Servicio diario

Esta hoja sirve para controlar el mantenimiento diario y se llena al inicio de cada guardia, en la hoja se nota el número de máquina, horómetro como dato importante y fecha en que se presenta el servicio. Para el llenado de la hoja se utilizarán las siguientes

claves: Cambiado, efectuado, O.K.

Se entiende por cambiado cuando se reemplaza algún componente; por efectuado cuando se ejecuta un punto determinado, y O.K. cuando se ejecuta notablemente el servicio.

El control se llevará fácilmente ya que la hoja cuenta con recuadros que llevarán de acuerdo a la clave. Este formato servirá para cuatro servicios, pudiendo ser reemplazado por otro término del mismo.

Al dorso de la hoja se harán las notas como observaciones y comentarios incluyendo la fecha y firma del supervisor. Al final de la hoja firmarán el mecánico ejecutor del servicio y el supervisor, de acuerdo al número de servicio efectuado. Ver formato 1-A.

Hoja de Servicio Menor

Sirve para el control del servicio que se prestará a las 125 horas, 250 horas, o semanal y se llevará conforme al control anterior, es decir anotando el número de máquina, horómetro y fecha, llenándolo con la misma clave. La hoja sirve para cuatro servicios o controles.

Hoja de Servicio Mayor

Se llevará de idéntica manera que los controles anteriores consignándose los mismos datos de encabezamiento y utilizando la clave anterior descrita.

Como se puede observar, es de por si fácil y sencillo llevar a cabo el control del programa de mantenimiento preventivo, a la vez que se consigue un alto porcentaje de efectividad en la ejecución del mismo.

Historia

Llevar a cabo la historia "clínica" de cada equipo es una práctica muy recomendable, por cuanto la información que se consigna será de mucho valor y fácil acceso para poder verificar el tipo de servicio que se presta a la unidad y ver bajo que frecuencia se están efectuando las reparaciones, con lo que se evitará la repetición de fallas que podrían elevar los costos de mantenimiento.

Hoja de Servicio Record

Se ha confeccionado el formato N 1 donde se anotarán los datos sobre los servicios y reparaciones que se prestarán a las máquinas, lo que servirá como record de mantenimiento.

Para poder llevar a cabo este control, se anotarán en la hoja la siguiente información:

- Número de equipo, marca, modelo, serial.

- Fecha, horómetro, ya sea para mantenimiento o reparación.
- En las columnas de mantenimiento preventivo se anotarán el tipo de servicio programado (125 horas, semanal, etc.) las horas de servicio (tiempo utilizado en el mantenimiento), las horas paralizadas (pueden ser por falta de repuestos), y, nombre del mecánico que prestó el servicio.
- En el recuadro de reparaciones, se pondrán los datos sobre el sistema a repararse, conforme a la clave que se lea en la parte inferior del formato. Igualmente las horas de reparación, horas de paralización (por falta de componentes), comentarios y repuestos utilizados. Al final se anotarán el nombre del mecánico que realizó la reparación.
- El supervisor pondrá su V_o B_o al final luego del servicio o reparación.
- Al final se anotarán las observaciones pertinentes.

Para evaluar la eficiencia del sistema se utilizan los Índices de Disponibilidad Mecánica detallados en el anexo II.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. Programa de Mantenimiento Preventivo de Cargadores de Bajo Perfil (Scooptram)

El cargador frontal de bajo perfil o scooptram está sometido a condiciones severas de operación, por lo que incidiremos en prestarles el mantenimiento adecuado. Se tendrá bastante cuidado en la conservación de llantas, porque el rápido desgaste de ellas significa gastos notables y provoca continuas paralizaciones que perjudican la operación. Más adelante trataremos especialmente este rubro.

En lo que respecta a palas de carguío, este componente está expuesto a grandes esfuerzos y desgastes, sobre todo en cuchilla que por su alto costo y vida útil reducida (1,500 horas aproximadamente) incrementa notablemente los costos. Una práctica que ha dado resultado en operaciones similares, es el acoplamiento de forros de molino como refuerzos.

Este mineral obsoleto es de bajo costo, similar al de la chatarra, y se encuentra como desecho en las plantas concentradoras.

De igual manera, se debe dar mucha importancia a la lubricación porque los componentes de esta máquina están en constante contacto con el agua y la tierra, y en consecuencia evitar a toda costa la acción dete-

riorante de estos elementos con una adecuada lubricación y selección de la grasa adecuada.

A continuación se presentan los formatos para el control del mantenimiento preventivo de los scooptram Wagner ST-3 1/2 , Jarvis Clark JS-350 y Wagner ST- 2D.

Para Scooptram Wagner ST-2D

- Formato I A Para el servicio diario: c/8 horas
- Formato I B Para el servicio menor: c/125 horas
- Formato I C Para el servicio mayor: c/1000 horas

Para Scooptram ST-3 1/2 - JS - 350

- Formato IIA Servicio diario: c/8 horas
- Formato IIB Servicio menor: c/125 horas
- Formato IIC Servicio mayor:, c/1000 horas

FORMATO I - A

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SCOOPTRAM
MODELO SF-2D

TIPO DE SERVICIO : Diario

Nº MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFFECTUADO:

O.K. :

ANTES DEL ARRANQUE

- 1.- Chequear nivel de aceite motor
- 2.- Chequear nivel de aceite hidráulico
- 3.- Chequear nivel de aceite del filtro de aire
- 4.- Llenar el tanque de petróleo
- 5.- Chequear fajas en "V"
- 6.- Engrase todos los puntos especialmente la articulación central, crucetas, etc.
- 7.- Chequear uniones roscadas
- 8.- Chequear estado y presión de las llantas (70 PSI)
- 9.- Chequear nivel electrolítico de la batería

LUEGO DE ARRANCAR

- 10.- Chequear presión de aceite motor: 30 a 80 PSI
- 11 - Chequear presión de aire: 90 a 120 PSI
- Chequear temperatura del motor (zona verde)
- 13.- Chequear temperatura del convertidor: 200 F
- 14.- Chequear y probar frenos de servicio/emergencia
- 15.- Chequear nivel de aceite del convertidor
- 16.- Chequear presión del convertidor: 240-280 PSI
- 17.- Chequear nivel de aceite, de los frenos
- 18.- Verificar funcionamiento de luces y bocina
- 19.- Chequeo general de fugas en depósitos y sistemas

FORMATO I-B

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SCOOPTRAM
MODELO ST-2D

TIPO DE SERVICIO : ... 125 Horas

Nº MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFFECTUADO:

O.K.:

1.- Lavar y pulverizar el equipo				
2.- Lubricar todos los puntos con grasa				
3.- Cambiar filtros y aceite motor (en caliente)				
4.- Cambiar filtros de petróleo				
5.- Lavar aletas de refrigeración del motor y enfriadores				
6.- Chequear estado y tensión de fajas en "V"				
7.- Lavar y cambiar aceite del filtro de aire humedo				
8.- Lavar bateria externamente, ajustar terminales				
9.- Medir electrolito de bateria: 1250 G.E.				
10.- Chequear nivel de aceite hidráulico				
11.- Purgar tanque de aire, lavar filtro de aire comprimido				
12.- Sopletear purificador de gases "PTX"				
13.- Verificar funcionamiento adecuado paniel instrumentos				
14.- Ajustar y completar pernos faltantes				
15.- Corregir fugas de aceite en depósitos y sistemas				
16.- Verificar estado de crucetas y cardanes				
17.- Chequear nivel de aceite de diferenciales y mandos finales, amentar si es necesario (500 horas)				
18.- Regular válvulas del motor en frio (cada 500 horas)				
admisión: 0.15 mm. , escape: 0.15 mm.				

FORMATO I-C

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SCOOPTRAM
MODELO ST-2D

TIPO DE SERVICIO : ...1000 horas.....

N° MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFFECTUADO:

O.K. :

1.- Lavado y engrase general				
2.- Cambiar aceite de transmisión y filtro				
3.- Cambiar aceite motor y filtros				
4.- Cambiar aceite hidráulico y filtros				
5.- Cambiar aceites diferenciales y mandos finales				
6.- Lavar tanque de combustible				
7.- Lavar tanque de aceite hidráulico				
8.- Cambiar filtro del sistema neumático				
9.- Desmontar inyectores y regularlos en el banco . 115 + 8 bar				
10.- Desmontar alternador y revisar estado				
11.- Desmontar arrancador y revisar estado				
12.- Poner en carga la batería				
13.- Soldar partes deterioradas, reponer faltantes				
14.- Regular válvulas de motor en frío: Admisión:0.15mm Escape:0.15 mm				
15.- Verificar estado de crucetas y cardanes				
CADA 4000 HORAS				
1.- Desmontar bomba de inyección y enviarlo al banco				
2.- Desmontar turbo compresor y enviarlo a chequeo general				
3.- Desmontar culatas del motor diesel, descarbonizar, asentar válvulas, observar desgaste de camisas				
4.- Cambiar metales de biela y bancada				
5.- Desmontar compresor y verificar estado				

FORMATO IIA

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SCOOPTRAM
 MODELO ST-3 1/2 - JS-350

TIPO DE SERVICIO : Diario

N° MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFFECTUADO:

O.K.:

PUNTOS A EJECUTAR	CONTROL	1	2	3	4
ANTES DE ARRANCAR					
1.- Chequear nivel de aceite motor					
2.- Chequear nivel de aceite hidráulico					
3.- Drenar filtro primario de petróleo					
4.- Limpiar filtro de admisión de aire (aire a presión 40 PSI)					
5.- Llenar tanque de petróleo					
6.- Chequear fajas en "V"					
7.- Engrase de todos los puntos					
8.- Chequear uniones roscadas					
9.- Chequear estado y presión de llantas (70 PSI)					
10.- Chequear nivel electrolítico de la batería					
DESPUES DE ARRANCAR					
11.- Chequear presión de aceite motor: 30 a 80 PSI					
12.- Chequear presión de aire: 90 a 120 PSI					
13.- Chequear presión del convertidor: 240 a 280 PSI					
14.- Chequear temperatura del motor: zona verde (150°F)					
15.- Chequear temperatura del convertidor: 200°F					
16.- Chequear y probar frenos de emergencia/servicio					
17.- Chequear nivel de aceite del convertidor					
18.- Chequeo general de fugas en depósitos y sistemas					
19.- Prueba de mandos y controles					
20.- Verificar funcionamiento de luces y bocina					

FORMATO IIB

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SCOOPTRAM
DE BAJO PERFIL ST- 3 1/2 - JS-350

TIPO DE SERVICIO : 125 horas

Nº MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFECTUADO:

O.K.:

PUNTOS A EJECUTAR	CONTROL				
		1	2	3	4
1.- Lavar y pulverizar el equipo (agua caliente)					
2.- Lubricar todos los puntos con grasa					
3.- Cambiar aceite de motor y filtros (en caliente)					
4.- Cambiar filtros de petróleo					
5.- Limpiar filtro centrífugo del blower					
6.- Lavar aletas de refrigeración del motor					
7.- Chequear estado y tensión de fajas en "V"					
8.- Limpiar filtro de admisión de aire y verificar hermeticidad en las juntas					
9.- Lavar batería externamente, limpiar terminales					
10.- Medir electrolito de batería: 1250 G.E.					
11.- Chequear nivel de aceite hidráulico					
12.- Purgar tanques de aire y lavar filtro de aire comprimido (si es necesario cambiarlo)					
13.- Lavar acondicionador de escape "PTX" con petróleo y detergente					
14.- Verificar funcionamiento adecuado del panel de instrumentos					
15.- Ajustar y completar pernos faltantes					
16.- Corregir fugas en depósitos y sistemas					
17.- Verificar estado y presión de llantas (70 PSI)					
18.- Chequear estado de crucetas y cardenes					
19.- Chequear nivel de aceite de diferencial (500 horas)					
20.- Chequear nivel de aceite de transmisión (cambiar 500 horas)					

FORMATO IIC

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SCOOPTRAM
 MODELO ST-31/2 - JS-350

TIPO DE SERVICIO ,1000 horas

N° MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFECTUADÓ:

O.K.:

PUNTOS A EJECUTAR	CONTROL				
		1	2	3	4
1.- Todos los puntos del servicio de 125 horas y					
2.- Cambiar aceite de transmisión y filtro					
3.- Cambiar aceite hidráulico y filtro					
4.- Cambiar aceite de diferenciales y mandos finales					
5.- Lavar tanque de aceite hidráulico y canastillas de filtrado					
6.- Lavar tanque de combustible					
7.- Sacar tanques de aire y limpiarlos completamente					
8.- Desmontar inyectores y regularlos en el banco:125 + 8 bar.					
9.- Desmontar alternador y revisar su estado					
10.- Desmontar arrancador y revisar su estado					
11.- Poner en carga la batería					
12.- Soldar partes deterioradas, reponer faltantes					
13.- Probar frenos de servicio/emergencia					
14.- Regular válvulas de motor en frio: admisión=0.20 mm escape=0.30 mm					
CADA 4000 HORAS					
1.- Desmontar bomba de inyección y enviarlo al banco					
2.- Desmontar culatas del motor, descarbonizar, asentar válvulas, observar desgaste de camisas					
3.- Cambiar de biela y bancada					
4.- Desmontar compresor y verificar estado					
5.- Desmontar convertidor y cambiar rodajes, retenes, seguros					

2. Programa de Mantenimiento preventivo de camiones de bajo perfil

Como se anotó anteriormente, los camiones de bajo perfil son los encargados de transportar el material en la mina.

Sus condiciones de trabajo son menos severos que los cargadores, pero siempre se incidirá en el cuidado de las llantas, lubricación diaria.

El personal debe tener cuidado en la conducción, sobre todo cuando transitan de retroceso ya que la visibilidad es nula a causa de la disposición del compartamiento del operador respecto a la tolva. Su mantenimiento preventivo, como en los cargadores, consta de tres servicios: diario, menor, mayor, que seguidamente se presenta:

- Formato III A para el servicio diario: c/8 horas
- Formato III B para el servicio menor: c/125 horas
- Formato III C para el servicio mayor: c/1000 horas

FORMATO IIIA

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAMION
DE BAJO PERFIL MODELO JDT-413
JDT-426

TIPO DE SERVICIO , Diario

N° MAQUINA

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFECTUADO:

O.K.:

PUNTOS A EJECUTAR	CONTROL	1	2	3	4
ANTES DEL ARRANQUE					
1.- Chequear nivel de aceite motor					
2.- Chequear nivel del tanque hidráulico					
3.- Llenar tanque de petróleo					
4.- Chequear nivel de aceite del filtro de aire					
5.- Drenar filtro primario de aceite					
6.- Chequear tensión de fajas en "V"					
7.- Lubricación general (especialmente crucetas)					
8.- Chequear nivel electrolítico de la batería					
9.- Chequear estado y presión de las llantas (65 PSI)					
10.- Chequear estado de la tolva, soportes del motor					
11.- Chequear uniones roscadas					
DESPUES DE ARRANCAR					
12.- Chequear presión de aceite motor: 30 a 80 PSI					
13.- Chequear presión de aceite transmisión: 200 a 240 PSI					
14.- Chequear presión de aire : 90 a 120 PSI					
15.- Chequear nivel de aceite de transmisión					
16.- Chequear temperatura del motor: zona verde (150 F)					
17.- Chequear temperatura del convertidor: 180 F					
18.- Chequear y probar frenos emergencia/servicio					
19.- Chequeo general de fugas en depósitos y sistemas					
20.- Chequeo y prueba de mandos y controles					
21.- Verificar estado de luces					

FORMATO III B

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAMION
DE BAJO PERFIL MODELO JDT-413
JDT 426

TIPO DE SERVICIO , 125 horas

Nº MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFECTUADO:

O.K.:

PUNTOS A EJECUTAR:	CLAVE	1	2	3	4
1.- Lavar y pulverizar el equipo (agua caliente)					
2.- Lubricar todos los puntos con grasa.					
3.- Cambiar filtros y aceite del motor (en caliente)					
4.- Cambiar filtros de petróleo					
5.- Limpieza del filtro centrífugo del Blower					
6.- Lavar aletas de refrigeración del motor-enfriadores					
7.- Cambio de aceite de los filtros de aire					
8.- Chequear estado y tensión de las fajas en "V"					
9.- Lavar batería, ajustar terminales y verificar electrolito: 125 G.E.					
10.- Sacar purificador del escape "PXT" y sopletear con aire a presión					
11.- Verificar sensibilidad del tablero de instrumentos					
12.- Ajustar y completar pernos faltantes					
13.- Corregir fugas en depósitos y sistemas					
14.- Verificar estado de presión de las llantas (65 PSI)					
15.- Chequear estado de crucetas y cardanes					
16.- Chequear nivel de aceite de diferenciales (500 hrs)					
17.- Chequear y probar frenos de servicio/emergencia					
18.- Chequear nivel de aceite de transmisión					
19.- Regular válvulas del motor en frio (500 hrs) , Admisión: 0.20 mm. escape : 0.30 mm.					
20.- Sacar y lavar filtro de aire comprimido					
21.- Purgar completamente los tanques de aire					

FORMATO IIIC

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAMION
DE BAJO PERFIL MODELO JDT-413
JDT-426

TIPO DE SERVICIO : ...1000 horas...

Nº MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFECTUADO:

O.K.:

PUNTOS A EJECUTAR

CONTROL 1 2 3 4

- 1.- Lavar y pulverizar el equipo
 - 2.- Engrasar todos los puntos
 - 3.- Cambiar aceite hidráulico y filtros
 - 4.- Cambiar aceite de diferenciales y mandos finales
 - 5.- Cambiar aceite de transmisión (convertidor) y filtro
 - 6.- Cambiar aceite motor y filtro
 - 7.- Desmontar inyectores y regularlos en el banco 125+8
bar.
 - 8.- Desmontar alternador y verificar su estado
 - 9.- Desmontar arrancador y verificar estado
 - 10.- Lavar tanque de combustible y canastilla de filtro
 - 1 - Lavar tanque de aceite hidráulico
 - 12.- Sacar tanques de aire y limpiarlos completamente
 - 13.- Poner en carga la batería
 - 14.- Soldar partes deterioradas y reponer faltantes
 - 15.- Revisar y probar freno de servicio/emergencia
 - 16.- válvulas de motor en frio: admisión=0.20 mm
escape =0.30 mm
 - 17.- Medir compresión del motor, tomar muestras de aceite
- CADA 5000 HORAS
- 1.- Desmontar bomba de inyección y probar en el banco
 - 2.- Desmontar culatas, asentar válvulas, descarbonizar
observar desaste de camisas
 - 3.- rodajes, seguros, retenes del convertidor
es de biela y bancada

3. Mantenimiento Preventivo del Equipo de Perforación Jumbo Boomer H 115

El jumbo hidráulico boomer H-115 es un equipo de vital importancia en las operaciones mineras, razón por la cual es necesario que el programa de mantenimiento preventivo propuesto sea cumplido a cabalidad, y en consecuencia, evitar paralizaciones costosas.

El programa está dividido en tres servicios: diario, semanal y mensual. A continuación damos algunas recomendaciones valiosas para el cumplimiento del programa

Lectura de Instrumentos

Es de mucha importancia verificar los instrumentos de medición, para tener la certeza que el equipo está trabajando en los rangos técnicos pre-fijados.

Dispositivos Anti-desgaste

La presión de trabajo del dispositivo antiatascamiento debe estar entre 10 a 20 bar más que la presión de rotación (40 a 50 bar). Si no fuese así, sucederá que los barrenos se irán plantando y el equipo en general sufrirá esfuerzos considerables.

Agua de Barrido

El agua que se utilice en la perforación debe ser limpio y con bajo pH, ya que de esto depende la dura-

ción de los componentes de la bomba perforadora, como sellos de agua, bomba, captador de caudal, etc. El agua con impurezas, origina paralizaciones continuas en la perforación, porque el sistema posee un filtro de entrada que una vez obstruido por la suciedad - impide el paso normal de agua y aceite de la perforadora, estos componentes se cambian cuando se presenta fugas o al efectuar reparaciones en la perforadora.

Broca Escariadora

Se sugiere el uso de una escariadora de 3" - 3 1/2" de diámetro para la perforación, lo que ha dado resultados satisfactorios en operaciones similares. El aplicar la broca en el arranque del disparo, disminuye el número de taladros y tiempo de perforación, aumentando la efectividad del disparo.

Entrenamiento de Operadores

El personal a cargo del equipo, debe ser calificado y tener constante capacitación en el manejo del mismo porque la conservación de la máquina depende mucho del buen trato que se le de.

Es recomendable contar con varios operadores, la disponibilidad de éstos se puede lograr con un plan de capacitación que nos de la seguridad de tener un personal capacitado tanto para el manejo como en stand-by.

Mantenimiento del Motor de Locomoción

El motor Deuzt, por el poco trabajo que realiza, no sufre averías. Tanto los inyectores como la bomba de inyección no deben ser tocados hasta que el humo de escape indique anomalías. El cumplimiento de los servicios nos dará un motor para largo tiempo de operación.

A continuación se presentan los formatos de control de los respectivos servicios;

- Formato IV A Servicio diario: c/8 horas
- Formato IV B Servicio Menor : Semanal
- Formato IV C Servicio Mayor : Mensual

FORMATO IV A

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BOOMER ATLAS
COPCO H-115

TIPO DE SERVICIO : Diario

N° MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFECTUADO:

O.K.:

PUNTOS A EJECUTAR	CONTROL	1	2	3	4
1.- Cargar los acumuladores de las perforadoras COP 1032 con 110 bar de nitrógeno					
2.- Lubricar la perforadora COP 1032 con grasa quitando los tapones					
3.- Chequear nivel de aceite motor					
4.- Llenar combustible					
5.- Limpiar filtro de aire del motor					
6.- llenar aceite al lubricador y dosificador a 40 gotas por minuto					
7.-Cheque y verificación de instrumentos y tablero :					
- presión de rotación : 40 a 50 bar					
- presión de percusión : 150 a 220 bar					
- presión de avance : 50 a 80 bar					
8.- Chequeo y pruebas de controles (gatas, posecciónamiento del techo)					
9.- Lubricación con grasa de deslizadoras :					
9.1 Superficies deslizantes					
9.2 Carriles de guía					
9.3 Segmentos y carretas de manguera					
10.- Probar lamparas indicadoras del tablero eléctrico					
11.- Chequear nivel y temperatura del aceite hidráulico 10 C a 50 C					
12.- Limpieza del filtro de agua cada vez que se obstruya					
13.- Drenaje de condensación en el tanque de aire					
14.- Chequeo minucioso de fugas en sistemas y depósitos					

FORMATO IV B

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BOOMER ATLAS
COPCO MODELO H-115

TIPO DE SERVICIO : Semanal

Nº MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFECTUADO:

O.K.:

PUNTOS A EJECUTAR	CONTROL	1	2	3	4
1.- Lavar y pulverizar totalmente el equipo					
2.- Chequear y llenar aceite en caja de engranajes del carrete del cable					
3.- Limpiar anillos colectores del cable					
4.- Chequear funcionamiento y presión de los filtros regulador: Filtro A de 1.5 a 2 bar. Filtro B de 5 a 7 bar					
5.- Chequear nivel de aceite del compresor eléctrico LF					
6.- Chequear válvula de seguridad del sistema de aire					
7.- Limpiar filtro de aire del compresor					
8.- Chequear nivel electrolítico de la batería: 1.25 G.E.					
9.- Limpiar y chequear válvula by-pass de refrigeración de aceite					
10.- Lubricar válvulas de agua					
11.- Chequear presión de barrido: 8 a 14 bar					
12.- Drenar condensación del tanque hidráulico					
13.- Drenar condensación del tanque de petróleo					
14.- Lubricar con grasa:					
14.1 Soporte del eje del motor					
14.2 Bulones de cilindros de dirección					
14.3 Articulación central					
14.4 Palancas de freno					
14.5 Soporte del brazo					
14.6 Articulaciones de los cilindros hidráulicos					
14.7 Eje de los cilindros hidráulicos					

FORMATO IV-C

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BOOMER ATLAS
COPCO MODELO H-115

TIPO DE SERVICIO : Mensual

N° MAQUINA :

HOROMETRO :

FECHA :

CLAVE :

CAMBIADO:

EFFECTUADO:

O.K.:

PUNTOS A EJECUTAR	CONTROL	1	2	3	4
1.- Lavar y pulverizar totalmente el equipo					
2.- Agregar aceite a la caja de engranajes del carrete del cable					
3.- Limpiar anillos colectores del carrete del cable					
4.- Chequear funcionamiento y presión de los filtros reguladores					
5.- Chequear válvula de seguridad del sistema de aire					
6.- Chequear nivel de aceite del compresor eléctrico					
7.- Chequear filtro de aire del compresor eléctrico					
8.- Chequear y limpiar válvula by-pass de refrigeración de aceite					
9.- Drenar tanque de petróleo					
10.- Drenar condensación del tanque hidráulico					
11.- Lubricar con grasa todos los puntos del servicio semanal					
12.- Cambiar filtros y aceite del motor Deutz					
13.- Cambiar filtros de petróleo					
14.- Engrasar motores eléctricos					
15.- Chequear nivel de mandos finales (engranaje, cubos ejes)					
16.- Sacar muestras de aceite hidráulico y analizarlo					
17.- Cambiar filtros de presión y de retorno por lo menos cada cuatro meses					
18.- Cambiar ánodo de zinc del refrigerador c/6 meses					
PUNTOS INDICADOS EN LOS GRAFICOS					

REPARACIONES

La posibilidad de eliminar totalmente las reparaciones constituye una alternativa imposible dentro de un programa de mantenimiento. No obstante, se está seguro de minimizar las reparaciones y evitar sus complicaciones, de manera de reducir los costos y rebajar los "Tiempos Muertos" por paralizaciones de equipo. El logro de los objetivos propuestos se alcanza a través del cumplimiento estricto del programa de mantenimiento preventivo.

1. Política para las Reparaciones

Se propone una infraestructura y un equipo técnico para el mantenimiento que se considera necesario y suficiente para preservar la operatividad del equipo y la conservación del mismo. Por esta razón se obvia la posibilidad del personal mecánico especializado, que sería de alto costo, de difícil reclutamiento y que engrosaría nuestro standar de labor. Asimismo, la propuesta respecto a talleres y herramientas sólo se considera lo estrictamente necesario o indispensable. Lo anterior supone que no realizan las reparaciones muy especializadas, las cuales pueden ser efectuadas en talleres específicos que brinden eficiencia, costos bajos y que permitan reducir nuestro stock de repuestos.

2. Programa de Reparaciones hasta las 20,000 horas en Scooptram y 30,000 horas en Camiones

PROGRAMA DE REPARACIONES DE COMPONENTES

COMPONENTES	HORAS DE REPARACION				BOOMER HH - 115
	CARGADOR DE BAJO PERFIL ST-2D	CARGADOR DE BAJO PERFIL ST-3 1/2	CAMION DE BAJO PERFIL JDT - 413 JDT - 426		
BOMBA DE INYECCION	4000	4000	4000	4000	24 MESES
TURBO - COMPRESOR	3000	—	—	—	—
INYECTORES	1500	1500	1500	1500	12 MESES
ARRANCADOR	1500	1500	1500	1500	6 MESES
ALTERNADOR	1500	1500	1500	1500	6 MESES
COMPRESOR	3000	3000	3000	3000	6 MESES
MOTOR DIESEL	5000	5000	5000	5000	FOR AVERIA
CONVERTIDOR	10000	10000	10000	15000	
CAJA DE VELOCIDAD	10000	10000	10000	15000	
BOMBA HIDRAULICA	5000	4500	5000	5000	
ORBITROL	4000	4000	4000	4000	

A continuación se especifica un programa de reparaciones de componentes de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo propuesto.. Ver cuadro 7.

3. Talleres de Terceros

Se usarán los servicios de talleres externos a la compañía para efectuar las reparaciones que requieran equipos especializados en las reconstrucciones para los siguientes componentes:

- Motores diesel, por requerirse rectificadas.
- Bomba de inyección, por requerirse banco de pruebas
- Compresoras, por requerirse rectificadas y repuestos especiales.
- Cilindros hidráulicos, cuando requieran maquinados y con cromados de vástagos.

PRACTICAS DE MANTENIMIENTO

La eficiencia de los procedimientos seguidos por el supervisor en la conducción del mantenimiento con el fin de mantener orden, control, estadísticas, y alta productividad en sus labores rutinarias, son signos de calidad profesional con que se van desarrollando las reparaciones y servicios del departamento. Por lo que creo que desde un inicio se deben implantar "prácticas de mantenimiento preventivo". Es por esta razón que a manera de resaltarlas se desarrollan a título de ejemplo las más importantes:

- Llantas
- Lubricantes
- Materiales Especiales
- Especificación de componentes
- Sugerencias sobre operación

Llantas

Está demostrado que el costo del mantenimiento de las llantas en operación de cargadores-transportes (scoop-tram) y camiones de bajo perfil en subsuelo varían normalmente entre 20 y 30% de los gastos totales de operación y mantenimiento y que descuidos en este componente serán críticos en el cumplimiento de presupuestos que se programen.

Entre las variables que se controlan consideramos:

a. Adquisición correcta de tipos de llantas

Además de las características generales de la llanta como son: ancho de banda, medida del aro y número de lonas, deben precisarse el tipo de llanta para el uso preciso (Ver cuadro 4).

CUADRO 4. TIPOS DE LLANTAS

EQUIPO	MODELO	MEDIDA	CANTIDAD*	TIPO**
	St-2D	12.00x24	4/16 ply	L-4
Scooptram	ST-3 1/2	14.00x24	4/20 ply	L-5
	JS-350	17.50x25	4/20 ply	L-5
Camión de	JDT-413	14.00x24	4/20 ply	E-5
bajo perfil	JDT-426	21.00x25	4/20 ply	E-5
Boomer H-115		10.00x20	4/14 ply	G-2

* CANTIDAD POR EQUIPO

** CODIGO DEL FABRICANTE

b. Presión de Llantas

Es un requerimiento imperativo cumplir con las presiones adecuadas de cada llanta del equipo, teniendo en cuenta la distribución de cargas en los ejes para cada equipo. Ver cuadro 5.

CUADRO 5. PRESION DE LLANTAS

EQUIPO	PRESION	
	EJE DELANTERO	EJE POSTERIOR
Cargador	70 psi	70 psi
Camión	65 psi	65 psi
Boomer	40 psi	40 psi

c. Operación del equipo

Es grande la influencia que tiene el factor operador en la vida de las llantas por lo que debemos de mantener entrenado y advertido al operador que se debe considerar:

- Evitar patinar el equipo
- Sobrecargar el equipo
- Cuidados para evitar cortes de las bandas.

d. Rendimiento de Llantas

Desprendiéndose del tiempo de vida útil, el consumo mínimo que se prevee como stock en almacen según se muestra en el cuadro siguiente (Ver cuadro 6).

CUADRO 6. CONSUMO MENSUAL DE LLANTAS

EQUIPO	RENDIMIENTO*	LLANTAS/MES
Scooptram		
- ST-2D	1,500	
- ST-3 1/2	1,200	
- JS-350	1,200	
Camión		
- JDT-413	2,000	
- JDT-426	1,500	

* LLANTA NUEVA

e. Reencauche

Se ha comprobado que un buen reencauche tipo "bandag" tiene una duración similar al de las nuevas, obteniéndose un ahorro del 50% del costo de las llantas originales, y en consecuencia una notable reducción de los costos de mantenimiento.

Estas prácticas para alargar la vida de las llantas requiere cumplir con el cuidado de no sobrepasar un desgaste del 85% de las cocadas. El tipo recomendable es del de cocada larga y alta o de cocada lisa, debiéndose observar si éstas operan en gradientes fuertes y más del 6%.

f. Control del Rendimiento de las Llantas

Para llevar un mejor control del rendimiento de las llantas, se ha confeccionado un cuadro de reporte de consumo de llantas, en el cual se anotarán los datos de las llantas que se utilizan en los equipos. Esto se llevará consiguiéndose la fecha de instalación, horómetro, estado de la llanta, si es nueva o reencauchada, número de serie de la llanta, fecha y horómetro al momento del cambio, marca, presión y observación.

El objeto de llevar minuciosamente este control es determinar el tipo de vida útil (rendimiento) de cada tipo de llanta, como dato específico para las condiciones de operación de la misma Hércules. Se podrá observar los formatos V y VI para llevar su control de consumo y rendimiento.

Lubrificantes

Para determinar el tipo adecuado de lubricante a usarse se han estudiado las recomendaciones de los fabricantes tomándose en lo posible aquellos que pueden resumir el mínimo número de lubricantes que han pasado pruebas aplicadas en otras operaciones, considerándose mínimo stock y menores costos unitarios.

Aceites

Tenemos tres alternativas para seleccionar los aceites a usarse, lo que será competencia de la compañía, para lo cual presentamos el cuadro 8 donde se disponen los

lubricantes de acuerdo a sistemas y equipos.

En consecuencia los aceites a seleccionar, por equivalencia serán:

1. Aceite de Motores Diesel, de los cargadores de bajo perfil, camiones de bajo perfil, boomer, motoniveladora :

- Mobil Delvac 1330
- Shell Rimula CT-SAE 30

2. Aceite de convertidor de torque-caja de velocidades; de los cargadores de bajo perfil, camiones de bajos perfil, motoniveladoras:

- Mobil Delvac ATF-220
- Shell Donax TM
- Petrolube Serie

3. Aceite de sistema hidráulico de dirección, levante y volteo, sistema de freno; cargo-transportadores y camiones de bajo perfil, Boomer, motoniveladora.

- Mobil DTE-25
- Shell Rimula CT-10W
- Petrolube serie 3SAE 10W

4. Aceite para diferenciales y Mandos finales: cargo-transportadores, camiones de bajo perfil - boomer, motoniveladora.

- Mobilube HD-90
- Shell Espirax HD-90

- Petrolube HD-90

Grasas

Se ha seleccionado un solo tipo de grasa para todos los usos en los equipos. Este tipo de grasa con aditivos de bisulfuro de molibdeno asegura una lubricación óptima con lo que obtenemos una mayor duración de los componentes de las unidades.

Respecto a la lubricación de crucetas y cardanes, se debe tener bastante cuidado en cumplir el servicio diario de engrase, por ser estos puntos críticos y de mayor desgaste.

Análisis

Es recomendable realizar constantes análisis de los aceites para apreciar la variación de las características y grado de contaminación, además de análisis de partículas extrañas y desgastes.

Los resultados obtenidos de los análisis se deben comparar con las especificaciones dadas por el fabricante. La variación que se encuentre será indicativo de que el aceite ha perdido sus características originales, lo que nos obligará a una variación de la frecuencia de cambio de aceite según el problema establecido

Es necesario poner énfasis en el análisis del aceite hidráulico para preservar la vida de los componentes por donde circula este lubricante, ya que el costo de los elementos es muy alto como para descuidar - partes tan vitales.

Se ha preparado un cuadro para reporte de análisis de aceites, donde se consignan datos como número de equipo, tipo de aceite a analizarse, horómetro, tiempo de utilización del aceite (en horas) y resultado de acuerdo al análisis. Para mejor entendimiento ver el formato VII.

Como recomendación importante respecto al cambio de aceite, incidimos que siempre se haga este servicio y se debe cambiar también los filtros correspondientes para evitar contaminaciones por un ahorro mal fundamentado.

Consumos

El consumo mensual de lubricantes es un dato muy importante ya que nos indica la cantidad necesaria que debe tenerse en stock.

Se ha obtenido los consumos de acuerdo a sistemas y equipos, en base a las horas mensuales de operación y frecuencia de servicios de mantenimiento preventivo (ver cuadro 8).

CUADRO 8

CONSUMO MENSUAL DE LUBRICANTES

TIPO DE LUBRICANTE (3 ALTERNATIVAS)	SISTEMA	TOTAL GALONES / MES
<p>ACEITE MOBIL DELVAC 1330 SHELL RIMULA CT/30 PETROLUBE SERIE 3 SAE 30</p>	<p>MOTORES DIESEL DE : CARGADORES - TRANSPORTADORES Y CAMIONES DE BAJO PERFIL, BOOMER, MOTONIVELADORA.</p>	<p>330</p>
<p>ACEITE MOBIL DTE - 25 SHELL RIMULA CT-10W PETROLUBE SERIE 3 SAE 30</p>	<p>SISTEMA HIDRAULICO : CARGADORES-TRANSPORTADORES Y CAMION DE BAJO PERFIL, BOOMER MOTONIVELADORA.</p>	<p>550</p>
<p>ACEITE MOBIL ATF - 220 SHELL DONAX - TM</p>	<p>CONVERTIDOR - TRANSMISOR : CARGADORES- TRANSPORTADORES Y CAMION DE BAJO PERFIL, MOTONIVELADORA.</p>	<p>220</p>
<p>ACEITE MOBIL HD - 90 SHELL SPIRAXHD - 90 PETROLUBE HD - 90</p>	<p>CORONA - DIFERENCIALES Y MANDOS FINALES : CARGADORES Y CAMIONES DE BAJO PERFIL, BOOMER. MOTONIVELADORA.</p>	<p>165</p>
<p>GRASA MOBIL GREASE SPECIAL</p>	<p>TODOS LOS EQUIPOS</p>	<p>REFERENCIA 800 Lb / MES</p>

FORMATO VII

REPORTE DE ANALISIS DE ACEITES		Nº	
DATOS		RESULTADOS ANALISIS	OBSERVACIONES
MUESTRA Nº		PUNTO INFLAMACION	
EQUIPO Nº		VISCOSIDAD A 100°C	
Nº DE SERIE			
MARCA Y MODELO MOTOR		INS. MEMBRANA A 1.2 m 0.8 m	
ACEITE MOTOR		CENIZAS	
ACEITE HIDRAULICO		TAN	
COMBUSTIBLE		TBM	
ACEITE TRANSMISION		P.P.M. SILICE	
ACEITE CORONA		P.P.M. FIERRO	
HOROMETRO		P.P.M. BABITT	
HORAS USO DE ACEITE		AZUFRE (%) PARA COMBUSTIBLE	

REPUESTOS RECOMENDADOS PARA STOCK

Para esta parte se ha elaborado una lista de repuestos teniendo en cuenta lo siguiente:

1. De uso general
2. Por tipo y marca de equipo

1. De uso general

Son aquellos en que su uso no depende mucho de la marca del equipo, sino del sistema o componentes de la máquina y su cantidad varía según las necesidades de operación. Dentro de estos tenemos:
Filtros, Fajas, Mangueras, Pernos, etc.

FILTROS	COMPONENTE/ SISTEMA	CANTIDAD/ MES
- P-1008 (116- 8398*)	Sist, combustible	60
- P-50	" "	60
- PC-42	" "	14
- P-70 p	" "	14
- PC-211 (0117- 3430*)	" Lubricación	74
- 330362 (*)	" "	14
- PT-500	" "	14
- AF-2200	" Admisión aire	14 (ST-3 1/2)
- AF-2221	" "	14 "
- Pamic	" "	2 (JS-350)
- 333324 (*)	Convertidor	

- 215502 (*)	Sist. Convertidor	2
- 105650 A (*)	Sist. Hidráulico	2
- 352716 (*)	" "	2

(*) Original

En cuanto a fajas se recomienda adquirir para accionamiento de alternador, compresor, ventilador, en los tamaños siguientes:

EQUIPO	TIPO FAJA	ACCIONAMIENTO
ST-2D	A-48	Alternador
"	C-51	Compresor
"	3V-530	Ventilador
ST- 3 1/2	A-41,A-43,8202	Alternador
"	C-40, C-46	Compresor
JS-350	A-41, 8202	Alternador
"	C-46	Compresor
JDT-413	A-45	Alternador
"	C-40	Compresor
JDT-426	# 8202	Alternador

Para mangueras se recomienda adquirir en rollos de 100 mts. para prepararse según tamaño y uso; así tenemos:

MANGUERA	SISTEMA	DENOMINACION
Hidráulica alta presión	Dirección	# 12, # 16
Hidráulica alta presión	Levantamiento	# 12
Hidráulica alta presión	Volteo	# 12
Hidráulica alta presión	Caja-convertidor	# 12, # 16
Hidráulica alta presión	Controles	# 8, # 10
Hidráulica 1/2 presión	Retorno tanque	# 20, # 24
Hidráulica 1/2 presión	Retorno caja	# 16
Aire	Controles	# 4, # 6, # 8
Aire	Compresora	" 12, # 10

En cuanto a pernos se recomienda adquirir en los siguientes tamaños: 1/2x6" R.C., 3/4x6" R.C., 5/8x6" R.C., 5/8x3", 5/8x 1 1/2"; para usar como pasador de los pines y 3/8x 1/2 R.F., 3/8x1" R.F. para crucetas de cardanes.

2. Por tipo y marca de equipo

En esta parte como se mencionó se ha elaborado una lista de ellos a mantenerse en stock para un período de un año de consumo, y se considera aquellos

que se pueden obtener en el mercado nacional.

Para su clasificación y uso, damos la lista de repuestos standard para stocks según la marca y modelo de la maquinária. (Ver Anexo III).

EVALUACION DE COSTOS

Las compañías mineras que utilizan el sistema mecanizado para la explotación de minerales están interesadas en dos cuestiones: producción y costo.

Está interesado en la productividad de sus maquinarias por el hecho de que le producen ganancias. Y le interesa el costo de sus máquinas por dos razones:

- a. Los costos de propiedad y de operación le ayuda a puntualizar que utilidad obtendrá después de concluir una obra determinada.
- b. Llevando registros exactos de los costos, tendrá una base más firme para sus proyecciones.

Para evaluar los costos de propiedad y operación del equipo mecánico, tendremos en cuenta las siguientes normas o etapas:

1. Costo de propiedad o de posesión del equipo
2. Costos de Operación.

1. Costos de Propiedad

Los costos de propiedad o de posesión son los - costos que se producen prescindiendo de las horas de trabajo de la máquina y aún si no trabaja.

Estos costos son los que no fluctúan según el grado de intensidad del trabajo de la máquina.

Por esta razón suelen denominarse costos fijos.

Los costos de propiedad constan de cuatro gastos diferentes:

- Depreciación
- Intereses
- Seguros
- Impuestos

Depreciación

La depreciación es el desembolso mayor y más importante de los costos de propiedad.

Como costos de propiedad, la depreciación consiste en el descenso constante de valor, que tiene una máquina desde el momento en que se adquiere. Los nuevos adelantos de diseño en la industria intensifican la depreciación debido a que las máquinas de modelo anterior se tornan menos productivas y, por lo tanto, son menos competitivas que las nuevas.

Puede considerarse que la amortización es el método que utiliza el dueño para recuperar el valor de la inversión original de una máquina.

Cuando se calcule la amortización como costo de propiedad, se debe tener presente los tres puntos siguientes:

1. Indique la amortización como un costo por hora,

basándose en las horas de operación.

Para esto, divida el valor neto de la amortización por el número total de horas en que se ha utilizado la máquina.

2. Incluya en el precio de la máquina los costos de todos los accesorios y los cargos de entrega o sea el precio de entrega.

3. Reste el costo de reemplazo de neumáticos. El costo en neumáticos se considera un costo de operación, puesto que los neumáticos se gastan con mayor rapidez que la máquina.

$$\text{DEPRECIACION} = \frac{\text{VALOR DE LA UNIDAD-PRECIO NEUMATICOS}}{\text{VIDA UTIL DE LA UNIDAD}}$$

La vida útil de la máquina es una apreciación que se hace de acuerdo a las experiencias en trabajos con unidades de este tipo, evaluándola en horas, y depende del mantenimiento, del trabajo que efectúa y las condiciones ambientales de la zona de trabajo.

Daremos, a continuación, un cuadro indicativo de datos obtenidos en la experiencia y, recomendaciones de fabricantes, sobre los períodos de depreciación de las unidades.

UNIDAD	HORAS/AÑOS
Scooptram ST-2D	20,000 horas
Scooptram ST-3 1/2	20,000 horas
Scooptram JS-350	20,000 horas
Camión JDT-413	30,000 horas
Camión JDT-426	30,000 horas
Jumbo Boomer	10 años

Intereses

Es el producto o precio por el empleo de un dinero en la compra de una maquinaria. Como cuesta dinero tomar dinero prestado, ese costo debe ser parte de los costos de propiedad del equipo.

Valor de las unidades (N+1)

$$\text{Interés} = I \% \times \frac{\text{Valor de las unidades (N+1)}}{2 N}$$

N = Número de horas por depreciar la Unidad

I = Tasa de interés anual

Costo en Seguros

Una maquinaria determinada debe incluir todas las primas de la póliza de protección general, y la de accidentes, lo cual incluye los gastos resultantes de lesiones y daños de propiedad.

Los Impuestos

Incluye los de propiedad, gravados a la máquina pero no los estatales ni de los gobiernos central cargados sobre la renta.

Estos se incluyen usualmente como costos anuales. Por lo tanto para obtener la tasa por hora, debe dividirse dicho costo por el número de horas en que la máquina se emplea en un año.

2. Costos de Operación

Los costos de operación son los siguientes:

- Combustible
- Lubricantes, filtros y grasas
- Reemplazo de neumáticos
- Salario del operador
- Reparaciones
- Artículos especiales

- Combustible

Los gastos por consumo de combustible varían de acuerdo a la potencia y tipo de motor, condiciones de la vía, calidad del combustible, habilidad del operador, etc.

Los consumos de combustible se dan en galones/hora, los cuales los fabricantes lo dan como valores promedio, que están de acuerdo a la potencia del motor.

El consumo aproximado de combustible de los motores Diesel, Deutz es: 165 GL/HP x Hora.

- Lubricantes, Filtros y Grasas

Estos artículos se calculan utilizando los intervalos recomendados de lubricación, así como los periodos de cambio de lubricante y filtros. Se puede determinar para el costo, considerando la expresión:

$$\text{COSTO DE LUBRICANTE} = \frac{\text{CAPACIDAD CARTER (GAL)} \times \text{PRECIO LUBRICANTE (INTIS/GAL)}}{\text{PERIODO DE CAMBIO (HORA)}}$$

Cuando el estado mecánico de la unidad no es muy satisfactorio, se considera un porcentaje por adiciones periódicas de lubricante.

El fabricante considera que el consumo de lubricante debe ser del 1% del consumo de combustible, es decir: 1.65 GL/HP x hora (como máximo).

- Filtros

Como se mencionó, los filtros de aceite motor deben cambiarse cada vez que se cambie el lubricante, igualmente los filtros del sistema hidráulico.

$$\text{COSTO FILTROS} = \frac{\text{COSTO TOTAL FILTROS}}{\text{PERIODO ENTRE CAMBIOS}}$$

- Grasa

El consumo de grasas para las máquinas depende de las condiciones de trabajo y las características de las mismas.

De la experiencia observada en diferentes operaciones mineras se han considerado los siguientes valores promedios:

Consumo de Grasas en Lbs/Hora para equipos Mineros

UNIDAD	CANTIDAD LBS/HORA
Scooptram ST-2D	0.015 - 0.025
Scooptram ST-3 1/2 & JS-350	0.020 - 0.035
Camión JDT-413	0.015 - 0.025
Camión JDT-426	0.025 - 0.038
Jumbo	5.00 - 10.00

Lbs/semana

- Costo de Reemplazo de Neumáticos

Los costos de los neumáticos varían más, en relación con las condiciones de trabajo, que cualquier otro gasto de operación. Por eso, son uno de los artículos más difíciles de contabilizar. La estimación más exacta de los costos se obtendrá utilizando cifras sobre la duración de neumáticos en la experiencia, así como el precio que se paga por los neumáticos de reemplazo.

Los principales factores que influyen en la duración de los neumáticos son: la carga, condiciones de la vía, presión, pericia del operador.

Después de haber calculado satisfactoriamente la duración de los neumáticos, se obtiene el costo por hora, dividiendo la cantidad que se paga por reemplazar los neumáticos por la duración total de horas (Ver cuadro 6)

COSTO POR LLANTAS = COSTO DE REEMPLAZO DE LLANTAS
Y CAMARAS / DURACION ESTIMADAS
EN HORAS.

- Costo de Reparación

Por lo general, las reparaciones constituyen el mayor costo de operación.

Los costos de reparación incluye el costo de los repuestos y de la mano de obra directa (excepto salarios del operador) que deben cargarse a la maqui
na.

Usualmente los costos de reparación son bajos cuando la máquina es nueva, pero aumentan con la edad y horas de uso del equipo.

Donde los costos de reparación no son conocidos,

éstos pueden ser estimados usando la fórmula siguiente:

$$\text{COSTO DE REPARACION} = \frac{75\% \text{ PRECIO EQUIPO}}{\text{VIDA UTIL (HORAS)}}$$

Un equipo generará un costo de reparación igual al 75% de su precio en lista de fábrica sobre su vida útil. El 75% es aplicado prescindiendo de las condiciones de trabajo, porque simplemente es gastado más rápido sobre una vida útil más corta, y más lenta sobre una vida útil más larga.

Este porcentaje del 75% se puede ajustar más alto o más bajo si la experiencia así lo indica.

Ver ejemplo ilustrativo en el anexo IV.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto en el presente estudio el Proyecto de Mantenimiento del Equipo Mecánico que trabaja subterráneamente, se basa en:

1. El ordenamiento, desde el punto de vista técnico y administrativo del departamento de mantenimiento, base para lograr un control de las operaciones de mantenimiento.
2. Implementación del taller.
3. Política y aplicación del Mantenimiento Preventivo.
4. Estudio de costos.

Ampliando los puntos mencionados diremos:

1. La organización del departamento de mantenimiento se basa en su vinculación directa con su tarea técnica, en donde la función del mantenimiento es la vértebra,

el organigrama y las funciones de cada una de las posiciones de los individuos de la organización.

2. Se considera que para lograr una alta disponibilidad del equipo mecanizado, el taller encargado de efectuar las labores del mantenimiento, en sus diferentes secciones debe estar debidamente implementada y además con la centralización de las operaciones de mantenimiento en el taller, se logra evitar pérdidas de tiempo por desplazamiento innecesario.
3. Se plantea una política de mantenimiento real destinado a conservar el equipo en buen estado de funcionamiento hasta las 15,000 horas, límite en el cuál se efectuará una reparación general (Over - Hauld), con lo que se logrará una alta disponibilidad con costos parejos y económicamente satisfactorios.

La aplicación misma del programa es sencilla ya que contiene el menor número de servicios y la misma cantidad de controles y con su ejecución las reparaciones de averías serán menores y de fácil solución ya que el programa de reparaciones mayores de pronta ejecución y costos moderados, nos proporcionará los componentes en Stand-by requeridos.

4. Con el estudio de costos reales de operación y pro-

piedad analizado en el Anexo IV para un scooptram Modelo ST-2D, con el sistema de mantenimiento propuesto se obtiene un ahorro de un 30% con respecto al sistema actual.

Con costos reales de operación, la gerencia técnica tendrá las herramientas necesarias para confeccionar tablas de alquiler, adquisición de nuevas unidades, etc.

En líneas generales, lo propuesto es un mejoramiento del sistema actual en el aspecto funcional y que económicamente no representa mayores desembolsos en infraestructuras y contratación de personal, ya que los desembolsos que se hagan, estarían ampliamente compensados con las pérdidas que se originan anualmente por reparaciones costosas, unidades paradas, envejecimiento prematuro de unidades, etc.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- PERFORMANCE OF A DIESEL MINE LOCOMOTIVE, Berger, L. B., And Artz R.T., Bureau of Mines Dept. of Investigations 3541, 18 pp. 1940.
- 2.- SAFETY WITH MOBILE DIESEL - POWERED EQUIPMENT UNDERGROUND, John C. Holtz, Bureau Of Mines Of Investigations, U.S.A. 1940.
- 3.- MANUAL DE TALLER PARA MOTORES DIESEL DEUTZ REFRIGERADOS POR AIRE, KLOCKNER - HUMBOLDT - DEUTZ Ag, Utomobil, Alemania, 1976.
- 4.- CONVERSATORIO INTERNACIONAL SOBRE MINERIA SIN RIELES, Unidad de Investigaciones Mineras, Lima, 1977.
- 5.- MANUALES DE OPERACION Y PARTES, Jarvis Clark Equipment, Jarvis Clark del Perú, Lima 1980.
- 6.- BOLETIN DE INFORMACION TECNICA, ISUZU DIESEL ENGENES. CERTIFIED FOR UNDERGROUND MINES, Michigan U.S.A., Abril 1983.
- 7.- CURSO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS TRACKLESS, EIMCO MINING MACHINERY INTERNATIONAL, Wiese Representaciones S.A., Lima Octubre 1984.

8.- MANUALES DE OPERACION Y PARTES, Wager Equipment
M.S.A. del Perú, Lima - Perú 1984