



TRABAJO de DIPLOMA

Título: “Proceso de mantenimiento de los camiones mineros y su influencia en la producción en la Empresa Comandante Ernesto “CHE” Guevara”.

AUTOR : José Sebastián Quiroga Mendiola

TUTORES : Dr C Orlando Belete Fuentes

Ing. Yoalvis Mato Matos

MSc. María Isabel García De La Cruz

Ing. Alexis Monte de Oca Risco

Pensamiento



"Todo se reduce a un denominador común en cualquiera de las formas en que se analice: al aumento de la productividad en el trabajo, base fundamental de la construcción del socialismo y premisa indispensable para el comunismo"

Ernesto "Che" Guevara

"El hombre no se mide por las veces que se cae, sino por las veces que se levanta"

Ernesto "Che" Guevara

Dedicatoria



Dedico este trabajo final de diploma en principio a todo el pueblo cubano y en especial a Fidel Castro Ruz, por la oportunidad que me dio este hermoso país de superarme no solo como un Ingeniero en Minas sino también como persona.

Dedico todo este esfuerzo a la mujer que reina en mi alma María del Carmen mi adorada madre que no titubeó ni por un segundo en ayudarme y que confió en mi para lograr este propósito en tierra cubana tan lejos de mi Argentina pero a la vez naciones hermanas. A mi padre Eduardo que estará orgulloso de mí en este momento.

A mi amada esposa Susana y a mi hijo Tiago, mis razones de ser, ambos fueron una inspiración y ayuda constante, apoyo incondicional tanto en los buenos y malos momentos brindándome contención y amor día a día...

Esto también es para toda mi numerosa familia que los amo y que me estarán esperando ansiosos en mi país...

No puedo olvidarme de mi queridísima suegra Mayda que siempre estuvo presente, me ayudó muchísimo incondicionalmente y me dio tantos consejos buenos, a toda esa familia cubana que me contuvieron y apoyaron tanto...

Al Dr C Orlando Belete profesor y amigo quien me ayudó inmensamente en la realización del trabajo.

La colaboración del equipo de profesores de excelente nivel profesional y debo destacar que gracias a su atención, paciencia, afecto, comprensión y disciplina, hicieron posible este sueño tan anhelado por mi y toda mi familia. Les estaré eternamente agradecido por toda su ayuda durante los 5 años lectivos.

Agradecimiento

- Primero de todo quiero agradecer a un sin número de personas que me han ayudado a realizar y terminar mi Trabajo de Diploma,
- A mis tutores Dr. C Orlando Belete Fuentes, al Ing. Yoalvis Matos Matos y al Ing. Alexis Montes de Oca, gracias por lo mucho que me han ayudado, por las ideas que aportaron en este trabajo y por el tiempo dedicado, en mi mente siempre estarán presente.
- A mi Madre María Del Carmen Mendiola Goitia... ÚNICA !!!
- A mi amada esposa Susana Coutín Utria quien me ha acompañado y apoyado incondicionalmente dándome cariño, amor y sobre todo me dio a mi adorado hijo Tiago Sebastián Quiroga Coutín, hoy la razón de mi existir.
- A toda mi familia que tanto amo y que me han apoyado siempre en todo.
- A toda la familia de mi esposa ...Benita, Marjoris, Maribel, Mary, Rey, Jorge Luis ...y en especial a mi suegra Mayda Utria Jiménez
- A todos los profesores que me prepararon muy bien para este momento desde mi primer año ...Mirelis, Julieta, Alayo, Aguirre, Belete, Julio Montero, Alexis Cabrales, Mayda Ulloa, Yoandro, Watson, Diosdani, Beiri, Mayeya, Blanco, Alexis Monte de Oca, Otaño, Naisma, Leila, Maday, Rojas, Idania, etc.
- A todos mis amigos, los cuales han sido muy buenos compañeros.
- A todos mis compañeros de aula especialmente a Raúl Machaca y Mélser Delgado Gómez
- "HAY TANTA GENTE QUE SE MERECE TODA MI GRATITUD Y QUE SERÍA INJUSTO DEJAR DE NOMBRARLOS... ¡NO LOS OLVIDARÉ!

¡GRACIAS A TODOS!!!

RESUMEN

El presente trabajo de diploma tiene como título “Proceso de mantenimiento de los camiones mineros y su influencia en la producción de la Empresa Comandante Ernesto CHE Guevara”, consta de cuatro capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

Tiene como objetivo establecer un método más efectivo en el proceso de mantenimiento de los camiones mineros para maximizar la producción de la mina.

Se realizó un análisis de la situación actual del equipamiento de transporte en la unidad básica minera de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. Se estudió el rendimiento del transporte automotor en los últimos años. Se exponen además, los tipos de mantenimiento, de inspecciones, el organigrama idóneo de mantenimiento, la estructuración de un plan de mantenimiento.

Se confeccionó una guía de mantenimiento de los equipos Volvo articulados, que permitirá mejorar el proceso de mantenimiento de los camiones mineros para maximizar la producción de la mina.

Finalmente se realizó una valoración ambiental, donde se determinaron las afectaciones al medioambiente por el transporte de mineral y se denotaron las principales medidas de seguridad.

ABSTRACT

The present investigation titled “maintenance process of trucks and its influence on production” contains four chapters, conclusions, recommendations, bibliography and annexes.

Its objective is to establish a more effective method in the maintenance of pathways so as to maximize production.

An analysis of the actual situation of the transport machinery was done at the Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. Also a study of the efficiency of automotive transport was done. Presented also are types of maintenance and inspections, organization charts for maintenance and structure of the maintenance plan.

A maintenance guide was designed for Volvo equipment that allows for a better maintenance of mining trucks so as to be able to maximize production.

Finally, an analysis was done on the effects that will be caused to the environment by these machinery and preventative measures were proposed.

ÍNDICE

Pág.

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE

- 1.1 Análisis bibliográfico
- 1.2 Estado actual de la minería del níquel
- 1.3 Valoración del rendimiento del transporte automotor
- 1.4 Influencia del rendimiento en la vida útil del transporte automotor

CAPÍTULO II: COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR EN LA MINA

- 2.1 Generalidades del equipamiento de transporte en la unidad básica minera de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara
- 2.2 Estudio del rendimiento del transporte automotor período 2003-2010
- 2.3 Equipos adquiridos mediante arrendamiento sin opción de compras período 2001-2003
- 2.4 Estudio del rendimiento del transporte automotor período 2003-2009
- 2.5 Gráfico de la situación de la disponibilidad técnica de la empresa

CAPÍTULO III: MANTENIMIENTO DE LOS CAMIONES MINEROS

- 3.1 Introducción
- 3.2 Definición de mantenimiento
- 3.3 Objetivos del mantenimiento
- 3.4 Tipos de mantenimiento
- 3.5 Clasificación de fallas
- 3.6 Tipos de inspecciones
- 3.7 Organigrama de mantenimiento
- 3.8 Propuesta de nueva guía de mantenimiento
- 3.9 Estructuración de un plan de mantenimiento
- 3.10 Proponer un plan de mantenimiento
- 3.11 Implementación del plan de mantenimiento

CAPÍTULO IV : VALORACION AMBIENTAL

- 4.1 Introducción
- 4.2 Leyes involucradas al medio ambiente
- 4.3 Afectaciones al medioambiente por el transporte de mineral
- 4.4 Seguridad industrial
- 4.5 Principales medidas de seguridad

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

INTRODUCCIÓN

Con el transcurso de los años Cuba se ha visto en la necesidad de modernizar todas las industrias con el objetivo de ahorrar energía eléctrica, por esta razón se ha venido trabajando en la introducción de nuevas técnicas y nuevos equipos en la rama del transporte minero para así tener un ahorro de combustible considerable, es decir, disminuir importaciones e introducir mejoras en la calidad de las instalaciones y el mantenimiento. La explotación de los equipos de transporte minero es un factor de gran importancia para la producción de este país. Esta se logra teniendo los equipos diseñados según los parámetros técnicos correctos y que estén funcionando en condiciones de trabajo óptimas.

Especial importancia tiene el transporte del mineral laterítico por medio de los camiones en la Empresa Ernesto Che Guevara.

La empresa “Comandante Ernesto Che Guevara” presenta una serie de puntos analizados

- Insuficiente garantía de piezas de repuesto e insumos mínimos para mantener un buen nivel de fiabilidad de las partes y piezas que componen estos equipos.
- Desgaste y gran consumo de energía, principalmente con el consumo de combustible.
- Pérdidas de energía por la no correcta selección del tipo de mantenimiento.

Por tales razones se pretende realizar una detallada revisión bibliográfica que contribuya a enriquecer los conocimientos existentes en esta rama del saber con el objetivo de incorporar nuevos argumentos que permitan conocer con mayor profundidad la temática tratada.

Situación Problemática:

En la industria minera cubana los equipos de transporte constituyen un eslabón fundamental del proceso tecnológico. Existen irregularidades con el mantenimiento de estos equipos.

Según varias investigaciones realizadas, muchos equipos están subutilizados, tienen pérdidas de energía y frecuentes averías. Así tenemos en la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara (ECECG), los camiones VOLVO tienen potencia instalada por encima de la real necesaria.

La no correcta planificación de los mantenimientos de los camiones mineros en la mina trae consigo gastos superiores a lo necesario, pérdidas de energía, potencia, de materiales, insumos, y en el peor de los casos graves averías y fallos.

Problema Científico:

Necesidad de perfeccionar la metodología existente en el cumplimiento del plan de los procesos de mantenimiento de los equipos mineros, para incrementar la producción de la mina de la Empresa Comandante Che Guevara.

Objeto de la Investigación:

Equipos mineros (camiones).

Campo de Acción:

Proceso de mantenimiento de los camiones mineros.

Objetivo:

Establecer un método más efectivo en el proceso de mantenimiento de los camiones mineros para maximizar la producción de la mina.

Hipótesis:

Si se realiza un análisis del proceso de mantenimiento actual en la mina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara, podemos perfeccionarlo, mejorando el rendimiento de los equipos y aumentando así la producción de la mina.

Objetivos específicos:

1. Analizar los principales resultados científicos relacionados con el transporte minero.
2. Determinar los parámetros tecnológicos de los camiones mineros en condiciones reales de explotación utilizando la metodología establecida.
3. Proponer una nueva guía de mantenimiento para los camiones mineros.

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE

1.1 Análisis bibliográfico

Durante el desarrollo de la investigación se consultaron un total de 90 materiales bibliográficos, de los cuales, en el estudio sólo se refieren los que en mayor medida contribuyeron a la realización de la misma. La revisión bibliográfica se orientó en dos direcciones fundamentales, la información relacionada con el enfoque teórico y metodológico del estudio a realizar y los trabajos que sobre el tema desde el punto de vista técnico y práctico se han llevado a cabo, constituyendo todos, una valiosa información.

Cuba es un país socialista, subdesarrollado que tiene sus pilares de sustentabilidad y desarrollo en la industria minera, que al igual que en otras ramas de la economía, es de vital importancia conocer la vida útil de los equipos, maquinarias, camiones etc. así como la forma de incrementar la misma a estos sin aumentar los costos económicos, ya que el país así lo necesita. El desarrollo de esta industria ha tenido diferentes etapas, caracterizadas por las necesidades de nuevas tecnologías más eficientes para lograr mayores tonelajes de extracción con menor costo. En esto juega un papel fundamental la vida útil y el rendimiento de los equipos que también se han ido incorporando al proceso productivo.

Teniendo en cuenta la experiencia acumulada en más de 20 de años de explotación en la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, de las empresas Comandante Pedro Soto Alba y Comandante René Ramos Latour, se proyectó este trabajo que tiene su fundamento en la bibliografía estudiada y que se propone realizar un análisis del mantenimiento de los camiones mineros y la influencia que tiene sobre la producción de la mina. A continuación se expone el análisis de los aspectos relacionados con la tarea que se aborda en la bibliografía.

1.2 Estado actual de la minería del Níquel

Las condiciones ambientales de las áreas en que existen recursos mineros dependen de la geología de los yacimientos, de los procesos geoquímicos y biogeoquímicos que hayan tenido lugar y de posibles acciones humanas. El estudio en el campo y en el laboratorio de depósitos minerales de similar origen y características, ubicados en ambientes con condiciones geológicas comparables, permite definir modelos geoambientales para cada tipo de depósito mineral.

Tales modelos proveen información útil para entender, anticipar y remediar los eventuales efectos ambientales derivados de la explotación de los yacimientos. La tecnología minera, es decir el conjunto de conocimientos sobre el que se apoyan las técnicas de explotación de los yacimientos minerales, busca sobre todo dotar de racionalidad a la industria extractiva, tanto económica como ambiental, la tecnología procura, entre otras cosas:

- Incrementar la **eficiencia** de la extracción de los componentes útiles presentes en la MENA (conjunto de minerales de interés económico que forman el yacimiento).
- Lograr el **máximo aprovechamiento** de los componentes secundarios de la MENA.
- **Reducir** la cantidad de colas y desechos del procesamiento minero y metalúrgico.
- Evitar los **efectos ambientales** negativos de colas y desechos, incluyendo extraerles minerales contaminantes (como el sulfuro de hierro o pirita, que en contacto con agua genera ácido sulfúrico).

En el pasado, el objetivo económico del sector minero era, sencillamente, obtener la máxima rentabilidad de sus operaciones. Hoy mantiene ese objetivo, pero debe lograrlo en un contexto en el que la sociedad le exige especial atención a la conservación ambiental, y en el que se suelen alzar insistentes voces de alarma por las repercusiones negativas de la actividad minera sobre el medio natural. Pero, simultáneamente, esa misma sociedad advierte la capacidad de la minería de generar beneficios económicos y sociales, directos para quienes trabajan en ella e indirectos para una vasta red de proveedores y clientes.

Es común, sin embargo, que quienes declaman los males de la industria extractiva no sean los mismos que advierten o reciben sus beneficios. El futuro de la minería, en consecuencia, deberá vivir en tal contexto bifronte, lo que le impondrá cambiar muchas de sus prácticas tradicionales. Debemos actuar de modo más coordinado con los sectores estatal y académico, mantener una activa y franca comunicación con el público y los medios de difusión, y dar a conocer detalles técnicos y económicos de las operaciones que normalmente son considerados reservados.

De esta manera podrá mejorar su imagen en la sociedad, ganar en credibilidad (un activo del que hoy escasamente disponemos) y recibir la aprobación social que cada día le resulta más necesario al sector minero.

En este marco, la ciencia y la tecnología también deben cumplir con su propia función social, que es ayudar a construir una minería sostenible, que genere beneficios económicos sin descuidar su responsabilidad ambiental.

Las condiciones actuales de extracción de minerales útiles para el suministro de los procesos metalúrgicos que tienen planificada una ley de cabeza o entrada, así como los minerales que se extraen y constituyen materias primas para cualquier proceso necesitan la aplicación de las técnicas de homogeneización que se corresponda con cada tipo de yacimiento mineral en específico para de esta forma lograr una explotación racional de los recursos minerales y garantizar una minería sostenible.

Actualmente la ley de corte o cut off en los yacimientos lateríticos depende del contenido fijándose en 1.00 % de Níquel, no se tiene en cuenta la ley de corte económicamente factible para diferentes períodos de tiempo, o sea tener en cuenta la variabilidad de los precios de las materias primas en el mercado mundial y flexibilizar sobre la base económica este indicador.

Minería del Níquel en Cuba

Con un ambicioso programa de inversiones extranjeras previsto en la industria del Níquel, metal no ferroso que junto con el Cobalto es considerado indispensable para el desarrollo en el mundo moderno, comenzará a rendir sus primeros frutos en un plazo no lejano, de acuerdo con estimados oficiales.

A fines de diciembre de 2004, el gobierno cubano anunció conversaciones con la Sheritt para elevar en unos 53.000 dólares la producción de la Pedro Soto Alba, mediante una inversión aproximada de 1.000 millones de dólares.

Según datos de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), a su asociación con la Sheritt, Cuba aportó concesiones mineras por 60 millones de toneladas de material de limonita niquelífera, con 80 por ciento de reservas probadas, lo que asegura materia prima para el funcionamiento de la planta de Moa por 25 años.

Las Che Guevara y René Ramos Latour, también en Moa, son las otras dos fábricas operadas por la Unión del Níquel, ente estatal a cargo de la explotación y procesamiento del Níquel y el Cobalto a partir de minerales lateríticos.

Según especialistas, la Unión del Níquel usa dos tecnologías en la obtención del mineral. Un proceso ácido de alta precisión, instalado en la Pedro Soto Alba Moa Nickel S.A, ofrece una eficiencia metalúrgica del 91 por ciento y entrega como producto final el sulfuro de Níquel y Cobalto.

Las Che Guevara y Ramos Latour operan bajo el sistema de lixiviación de carbonato amoniacal. Este se hace a presión atmosférica, aporta una eficiencia del 75 por ciento y devuelve sínter de Níquel con altísima pureza; además, permite separar el Cobalto (elemento mucho más caro en el mercado) y convertirlo en un producto independiente.

Empresa Comandante René Ramos Latour

La Empresa René Ramos Latour la situación es crítica debido a que tiene menor disponibilidad económica respecto a las demás empresas del Níquel.

Actualmente se trabaja en la búsqueda de soluciones para lograr estabilidad en la producción e incremento en la eficiencia de las labores mineras con la:

1. Adquisición y renovación de contratos de equipamientos mineros.
2. Estabilidad y fortalecimiento del transporte por banda.
3. Se trabaja por la disminución de los impactos ambientales causados por la minería y el proceso que evite las emisiones por encima de las normas establecidas.

Empresa Comandante Pedro Soto Alba

Esta empresa en una nueva reestructuración a partir del 2003 hasta el 2008, a concentrado la extracción minera en los yacimientos de Zona A y Moa Oriental. Este último contribuirá en más de un 50% del total del mineral minado, y como principales características de la explotación de dicho yacimiento se encuentran, que la misma contará con más de dos frentes abiertos, la distancia de transportación minera se mantendrá por encima de los 9.6Km. entre el yacimiento de Moa Oriental y la planta de preparación de pulpa y será mayor la relación escombro mineral, con ello se hacen más improductivas las operaciones de carga y acarreo minero.

Durante el segundo semestre del año 2007 y el 2008 se estudió y analizó el sistema operacional de la mina obteniendo resultados negativos, disponiéndose de condiciones y vías de solución para elevar la eficiencia con la introducción de un cambio operacional que permite la aplicación de técnicas de organización del trabajo que garanticen el aumento en la productividad.

Las operaciones mineras llevadas a cabo por la mina de la Empresa Pedro Soto Alba se organizan en función de la calidad de la MENA que planifican a corto, mediano y largo plazo, para ello se elaboran los planes de minería anuales, trimestrales y diarios.

Partiendo de lo anteriormente expuesto se consideran las tendencias actuales dirigidas a la explotación de yacimientos cada vez más grandes, pero con un mineral más pobre, las condiciones minero - técnicas, minero - geológicas e hidrogeológicas de explotación de los yacimientos se hacen más complejas y en zonas más alejadas exige tomar acciones encaminadas a lograr elevar la eficiencia operacional en la actividad minera.

Valorando las condiciones actuales de los yacimientos de la empresa Pedro Soto Alba Moa Níquel S.A, con el sistema operacional de la mina no se garantiza la estabilidad de la calidad de la MENA alimentada al proceso metalúrgico.

Empresa Comandante Ernesto Che Guevara

La minería se está desarrollando en dos yacimientos, Yagrumaje Norte y Yagrumaje Sur ocasionado por la falta de reserva destapada que garantice la materia prima al proceso, debido al déficit de equipamiento que permitan operar en varios yacimientos.

Durante toda la etapa de explotación, se han desarrollaron una serie de trabajos que han contribuido al mejor desempeño de la minería. Entre los más significativos citan los siguientes:

- Ejecución de dos canales para acelerar el drenaje de la zona del yacimiento y de los otros yacimientos.
- La construcción de escombreras planas y la conformación de las mismas por capas de abajo hacia arriba.
- La construcción de un canal de 300 m de Norte a Sur con la propia extracción, con la finalidad de cortar el agua freática, que alimentaba la zona pantanosa y acelerar el drenaje de las zonas más elevadas. El agua se envía a los embalses creados en la parte baja del yacimiento.
- La construcción de tres canales con la minería; en la parte central del yacimiento, con la finalidad de comunicar las zonas de alta transmisibilidad hidráulica y provocar el drenaje masivo, además de cortar la afluencia hacia las zonas de trabajo.
- Extracción del escombro remanente simultáneo con la extracción de mineral, lo cual ha permitido mantener la alimentación del mineral a la fábrica entre 3.0 a 3.2 millones de toneladas al año.
- La aplicación del saneamiento del mineral en los frentes en explotación, ha permitido disminuir los períodos de crisis en la variabilidad de la calidad del mineral hasta en un 5 %.
- La aplicación de diferentes métodos de extracción de mineral ha permitido un aumento en la utilización de los equipos hasta un 20 %.
- Con la introducción de la nueva técnica minera el costo del mineral extraído y transportado disminuyó en 0.12 \$/t.

Para lograr estabilidad en la materia prima en el proceso y disminuir la variabilidad se trabaja:

1. Disponer de un almacén de mineral en las cercanías de la fábrica que garantice el abastecimiento de la misma por 30 días con la mina paralizada por cualquier motivo así como alimentar solo del almacén.
2. Lograr hasta un 70 grado de homogeneización en los almacenes de mineral procedente de los frentes mineros.
3. Implementar en cierto grado el secado en los almacenes de prehomogeneización de la Mina.
4. Garantizar la preparación de las reservas para la minería, con no menos de seis meses de adelanto, para lograr una planificación más eficiente.
5. Desarrollar el proyecto de beneficio, homogenización y secado del mineral a alimentar al proceso a partir del año 2010 en su primera etapa.

Actualmente el yacimiento Punta Gorda ha sido sobreexplotado sus recursos actualmente tienen gran complejidad minera y tecnológica es decir alto escombros y mineralogía compleja, con un beneficio previo.

El yacimiento Yagrumaje Norte se encuentra paralizado debido a que el mismo se encuentra atravesado por la línea eléctrica, quedando del lado este de la misma inmovilizadas alrededor de 4 millones de toneladas de minerales.

Yagrumaje Oeste es un yacimiento noble tecnológicamente, de bajo Níquel, alto Hierro y bajos nocivos. Este fue sobre agotado durante el 2008, lo que ha conducido a que su ley sea de 1,007 % y no resulta suficiente a los intereses actuales de la empresa. El escombros prácticamente desde de los inicios de la empresa se ha comportado por debajo de lo planificado por no contar con el equipamiento necesario, para contrarrestar esta situación se trabaja sobre las áreas de menor potencia de escombros ante la ausencia o escaso volumen de reservas preparadas. Es por ello la alta relación escombros – mineral de los remanentes actuales de los yacimientos explotados.

Por otra parte no se ha logrado mantener la creación de los depósitos con el mineral suficiente que garantice un mínimo conveniente de cobertura y posibilite mejorar en algo la ausencia de homogenización. El porcentaje de mineral alimentado desde el depósito no ha sido mayor a un 20 % desde el 2005 y al cierre de febrero del 2009 se encontraba al 0.24 %. Prácticamente

con tiro directo a la planta por lo que la inestabilidad de esta entre otros factores, mucho tiene que ver con el mineral alimentado.

Se apertura el Yacimiento Yagrumaje Sur desde abril del 2009 no se prevé dosificación con otros frentes, no lo tienen disponible por la situación descrita anteriormente para cada yacimiento, opera prácticamente con tiro directo a la planta. La sobre explotación actual desbalanceará el yacimiento o lo que es lo mismo, su contenido promedio estará por debajo de 1.25 % y podría ponerse en planta hasta 1.15 % luego de terminada la explotación de los bloques más ricos.

1.3 Valoración del rendimiento del transporte automotor

Boríssov, Klovov y Gornovoi, en la edición del libro *Labores Mineras* (1976), detallan los procesos tecnológicos de arranque, carga, transporte del mineral y el escombreo, por ejemplo, definen que “después de haberse explorado un yacimiento detalladamente, se procede a su explotación como ya se ha hecho mención anteriormente. Si el yacimiento se halla a poca profundidad, se le explota a cielo abierto, y si se encuentra a gran profundidad, se practica la explotación subterránea. El conjunto de excavaciones a cielo abierto para explotar un yacimiento, se denomina tajo abierto. En una mina a cielo abierto, a la par con el mineral, se extrae necesariamente gran cantidad de rocas no aprovechables o material estéril que encierran el cuerpo mineralizado. El proceso de obtención del mineral recibe el nombre de trabajos de extracción, llamándose descapote o desmonte la eliminación de material estéril”. Los autores en la descripción y definición de los procesos mineros, no hacen referencia al rendimiento de los camiones en el desarrollo de estas labores.

Scott, (2005), cita que existen empresas que a través de arrendamiento (Leasing), ofrecen apoyo financiero y otras soluciones a los clientes. Además de equipos, repuestos o servicios de mantenimiento, preparan soluciones para que el cliente logre el menor costo por tonelada. Señala además que no se trata sólo de tener el menor precio, la mayor productividad, o el menor costo de mantenimiento, sino de ofrecer la solución que en conjunto den las mejores condiciones al cliente para explotar la técnica adquirida. Por ello las empresas de servicios, no sólo proveen financiar equipos, sino también diseñar, construir y financiar instalaciones de mantenimiento. El autor en el incremento de

productividad de los equipos sólo relaciona el servicio de mantenimiento, no tiene en cuenta otros aspectos que influyen en el rendimiento de los mismos como son el índice de averías.

Bravo (2006), en el artículo “la vida útil de activo y la política de reemplazo de activos”, resume que en la evaluación de proyectos de inversión un aspecto importante es la determinación de la vida útil de activos para su utilización de temas como el reemplazo de activos a la perpetuidad de las inversiones, además desarrollar el concepto de vida útil económica de un activo a través de definiciones y ejemplos ilustrativos. Se establece el cálculo detallado de costo anual equivalente para determinar la vida útil económica de un activo, en este artículo el autor sólo se limita a las plantaciones agrícolas mediante ejemplos, por lo que no se refiere a la influencia de las averías en el rendimiento y la disponibilidad del transporte automotor utilizado en la agricultura ni en la minería. En publicación en la revista viewponit (Cooke, 2008) hace referencia a una flota de camiones en la mina de Copper y Oro, La Sierrita en Arizona, Estados Unidos, donde se han tomado algunas medidas para aumentar la vida útil de estos y mantener la disponibilidad por encima del 90 %, estas medidas principalmente consisten en un programa de mantenimiento preventivo, el personal de mantenimiento debe de tener un alto grado de conocimiento técnico, como parte del mantenimiento preventivo cambiar las piezas cuando estas se encuentran viejas o desgastadas por otras que estén reacondicionadas, controlar la contaminación, es decir, evitar el derramen de partículas en los aceites, la suciedad en los metales, las salpicaduras de las soldaduras entre otras. Los operarios deben estar capacitados en el manejo de los camiones tanto en las diferentes vías como climas, aprovechar las mejoras de las firmas, mantener los caminos mineros en buen estado. En esta publicación no se refieren a los índices de averías, ni a los accidentes ocurridos en esta mina.

En edición de la revista “Inteligencia y Tecnología en Minería” el Analista de Noticias – InfoMine, 2010, informa que en Perú se acaba de realizar el primer programa LEAP (Programa de Análisis de Expectativa de Vida) dirigido a las empresas del sector minero, con el cuál se podrá extender la vida útil de sus máquinas eléctricas alcanzando la rentabilidad de la inversión esperada. Con este programa se permitirá una gestión efectiva del mantenimiento preventivo

de maquinarias, ya sean motores o generadores, permitirá reducir al mínimo los tiempos inoperativos, como bajos niveles de riesgo; un ahorro en el costo de mantenimiento de las máquinas eléctricas rotativos, extiende la vida útil de las maquinarias y permite, finalmente, una mayor productividad y eficiencia en sus operaciones. En esta edición no se refiere al transporte automotor en estas minas peruanas, no se delimita la vida útil de estas máquinas eléctricas, ni cuales son las principales averías y como influyen en la disponibilidad de estas máquinas.

1.4 Influencia del rendimiento en la vida útil del transporte automotor

(Macias, 2002) se refiere a los aspectos teóricos fundamentales que intervienen en el desgaste abrasivo de los elementos de trabajo de las máquinas agrícolas en Cuba, fundamentalmente en máquinas de labranza y cosecha, teniendo en cuenta el estado actual y nuevas concepciones del desgaste, sus especificidades y métodos de protección. En este artículo se refiere a la vida útil de estas máquinas desde el punto de vista de la composición químicas y de los factores que influyen sobre esta, aunque en las máquinas mineras estos factores no influyen en la vida útil ya que son máquinas diseñadas para trabajar en condiciones adversas, en este trabajo no se determina el índice de averías, ni cómo influyen estas en el rendimiento de estas máquinas.

(Bañados, 2010) en un artículo de la revista Ediciones Especiales –EL mercurio, se refiere a la tendencia actual del proveedor de camiones Komatsu de ir fabricando desde camiones para transporte de poco tonelaje hasta los camiones actuales que alcanzan en su conjunto (peso del equipo más la carga), 600 toneladas y miden 4 metros de altura, también en esta publicación se hace referencia a que estos equipos tienen una vida útil de 10 años, pero hoy la experiencia es que duran 15 años, además necesitan del orden de 4 a 5 operadores por camión, debido a la naturaleza del trabajo de las minas, y también hay que hacerles mantenimiento cada 250 horas de operación, aproximadamente cada 15 días. Aquí se refiere a las nuevas tendencias de los equipos mineros se desarrollan en dos líneas, una es hacer unidades cada vez más grandes y otra cada vez más potentes. En ese artículo la autora no se

refiere al índice de avería de estos equipos ni como influyen estas en su disponibilidad.

Gilberth Bolaños (2009), define que la vida útil es la duración estimada que un componente puede llegar a tener, cumpliendo correctamente con la función, para la cual ha sido diseñado, normalmente se puede expresar en días, años u horas de operación”. Plantea además que en la realidad empresarial la vida útil de un componente ó equipo, está directamente asociada a las condiciones de operación, a la capacidad del personal de mantenimiento de comprender como funciona el equipo, a las tareas de mantenimiento que le brinden al equipo y al ambiente en que ese equipo opera. También aborda sobre la Curva de la Bañera, que es una típica gráfica que representa los fallos durante el período de vida útil de un sistema o máquina ó pieza. Hace énfasis en que sólo se refiere a temas técnicos sobre vida útil y no se refiere a la determinación de un índice de averías y a la influencia de estas en la disponibilidad de los equipos.

(Murakami, 2009), plantea en publicación en el Potal Minero, que Komatsu Limited (Japón) ha desarrollado un software en las herramientas de gestión basándose en el modelo chileno Repair & Maintenance Management Program (RMMP). Este software permite:

La administración de la vida útil del equipo y sus componentes.

Permite el monitoreo de los equipos desde que salen de fábrica hasta la puesta en servicio del equipo en faena.

- Es un gran apoyo para mejorar los tiempos de reparaciones mayores.
- Esta herramienta evita tener sobre-stock.
- Posibilita una reparación ordenada, según control de los procesos de la vida del equipo.
- Como resultados propone: más vida útil para los equipos, menos costo operacional.

A pesar de las ventajas de esta herramienta, con la misma no se refiere al transporte automotor, no determina cuales son las principales averías ni cada que tiempo ocurren estas, las cuales influyen en la disponibilidad de los equipos de transporte ni a la vida útil de estos.

CAPÍTULO II: COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR EN LA MINA

2.1 Análisis del equipamiento del transporte minero en la UBM de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara

Como se ha planteado desde el año 1997 la fábrica Comandante Ernesto Che Guevara, ha ido incrementando los niveles de producción y por tanto los de extracción y transporte de mineral, sin embargo no se han garantizado los niveles necesarios de escombros, ocasionándose un desbalance crítico en los inventarios de reservas listas. Los equipos adquiridos mediante los arrendamientos sin opción de compras, después de iniciado el proceso de modernización, han sido principalmente para la extracción y transportación del mineral, aunque con el crecimiento de la relación escombros mineral (es decir, que por cada tonelada de mineral a procesar hay que remover 0.55 - 0.65 m³ de escombros), la mina se ha visto en la necesidad de utilizar parte de este equipamiento para el escombros y teniendo en cuenta que en el año 2003 la fábrica tenía proyectado producir 31 500 toneladas de Ni + Co, siendo necesario suministrar 3,7 millones de toneladas de mineral base seca, equivalente a remover 2,0 – 2,2 millones de m³ de escombros, que garantizarían la producción y el adelanto de 6 meses para el plan del año 2004, se valoró que la compra de equipos no era la solución por el mecanismo actual para la ejecución de las mismas. Se consideró el arrendamiento (Leasing), como nueva alternativa, pues es un instrumento financiero que permite mediante una serie de pagos mensuales la utilización de un activo determinado y esto no implica la propiedad del mismo, por lo que estará inscrito a nombre del arrendador durante el plazo del contrato, al terminar el plazo del contrato los bienes se entregan o no al arrendador, siempre sobre la base de un valor residual que se fija un porcentaje para cada una de las partes, (Trilles, 2000 y Sanin, 2006).

Actualmente del parque total de camiones de la Unidad Básica Minera el 92.59% son adquiridos mediante contratos de arrendamiento (leasing) sin opción de compra aunque la mina cuenta con 2 camiones articulados marca Komatsu, adquiridos mediante compra a modo de prueba en la construcción de caminos mineros, un camión articulado Dossan también a modo de prueba. De este total de equipos se encuentra repartido en un 85% de camiones articulados, el 15% son camiones rígidos, las especificaciones técnicas de dichos camiones se pueden observar en el anexo número 1.

TABLA # 1. Relación de los equipos de transporte existentes en la mina.

MODELO	EQUIPOS EN LEASING	MEDIOS PROPIOS	DONACIÓN A PRUEBA
VOLVO Articulado A40D	20		
TEREX rigido TR60	5		
KOMATSU Articulado HM 400-2		2	
DOSSAN Articulado MT31			1

Los camiones en leasing son los que son adquiridos en los arrendamientos sin opción de compra, los camiones medios propios son los que fueron comprados por la empresa y el que se encuentran en donación a modo de prueba es un camión donado por un proveedor a la Unidad Básica Minera

Especificaciones técnica del camión articulado VOLVO Modelo A40D

Camión articulado VOLVO A40D utilizado en la minería actual. Este modelo de camión presenta buena visibilidad y bajos nivel de ruidos en la cabina, suspensión libre de mantenimiento, montaje del boggie que proporciona amplio movimiento de las ruedas y baja tensión en el bastidor, eje delantero con suspensión en 3 puntos de gran duración, largos intervalos de servicios, control

de niveles en el panel de instrumento de Contronic, sin necesidad de mantenimiento diario o semanal.

Los camiones adquiridos a partir del 2003 se les introdujeron las siguientes mejoras en su diseño:

- Mayor capacidad de carga en toneladas. De 35 t a 40 t.
- Mayor confort para el operador. Además de la climatización de la cabina y la radio casetera, la comodidad está basada en la suspensión y un concepto de diseño de la cabina de probada calidad. Esto en combinación con el uso de motores y cajas de cambios nuevas, le permite conducir a velocidades medias más elevadas, potente dirección y frenos seguros, ofrece mayor visibilidad alrededor de la máquina, excelente maniobrabilidad.
- Garantizan la reducción de los tiempos de inmovilización o paralización en taller por razones de servicios diarios. Por la utilización de controles supervisados de nivel de aceites, líquidos y nuevos tipos de cojinetes. Estos equipos no tienen puntos de engrase diarios o semanales, los cojinetes de articulación de dirección y el cilindro de dirección y los cojinetes de la articulación del bastidor están engrasados de por vida. La existencia de pocos puntos de engrase de fácil acceso y la apertura del 90 % del capó, la rejilla delantera abatible y la prolongación de los intervalos de servicios contribuyen a simplificar el mantenimiento.
- Alto nivel de automatización. Facilita mayor información al operador y al personal de mantenimiento. Están dotados de un sistema de comunicación inteligente (avisa si está levantando el volteo, si el cinturón de seguridad está sin abrochar o si la puerta está abierta).
- Mayor facilidad para el mantenimiento y los servicios técnicos. Reducción de los trabajos de mantenimientos, los controles de nivel corren a cargo del sistema de información. Las superficies antideslizantes y los barandillas facilitan y hacen más seguros el acceso para desplazarse por diferentes partes de la máquina. Mayor cumplimiento de las normas medioambientales: los controles

electrónicos contribuyen a reducir las emisiones al medio, los motores cumplen con las normativas de emisiones EU Step 2.

- Menor costo de operación por la reducción del número de cambio de aceite, reducción del consumo de combustible por sistema hidráulico sensible a la carga. En el sistema hidráulico puede utilizarse aceite biodegradable, menos derrame y menos material de mantenimiento aceite, filtros.

Camión rígido Terex TR60 utilizado en la minería actual. Este camión consta de una transmisión automática, presenta un control electrónico automático con cambio suave; cierre automático en todas las velocidades. Su eje de tracción es de gran dureza con diferencial de reducción simple por engranajes cónico - helicoidal y reducción final planetaria en cada rueda. La suspensión en las ruedas delanteras es independiente de tipo King Pin (pivote de acoplamiento); la suspensión trasera cuenta con barras estabilizadoras laterales acopladas al bastidor. Tiene control de todo el sistema hidráulico de frenos, bomba de pistones instalada en la transmisión para compensar la presión que proporciona la presión hidráulica a los frenos y la dirección. Los frenos delanteros disponen de discos secos con un diámetro 710mm, los traseros son enfriados por aceite, de disco múltiple y completamente sellados contra la suciedad y el agua, su sistema de freno secundario se activa automáticamente cuando el motor se apaga aplicando los frenos de servicio y de estacionamiento.

2.2 Estudio de rendimiento del transporte automotor período 2003-2010

Los camiones rígidos marca Belaz de procedencia rusa adquiridos por contratos de convenio comercial en su primer quinquenio no presentaron dificultades en la operación minera porque se cumplimentaron todos los términos de la negociación relacionados con el servicio de postventa. Se comenzó su sustitución a partir del año 1997 por el mal estado técnico y la falta de soporte técnico para mantenerlos en operación. A partir del año 1989, no existían los convenios comerciales para el suministro de equipos mineros y era necesario cumplir con los planes de producción, por lo que se realizó un

estudio de factibilidad en el año 1996, que fundamentaba la compra de equipos mineros y la necesidad de créditos financieros para ejecutar los mismos, iniciándose el proceso de modernización y reposición de los equipos soviéticos en el año 1997 por contratos de compra con los servicios técnicos por un año, la atención de averías y mantenimiento por la fuerza de trabajo propia y la reparaciones de averías del tren de fuerza por empresas de reparaciones de equipos. La evaluación de los equipos adquiridos en este período se toma de la evaluación integral realizada desde la puesta en marcha de los mismos y forman parte de la información de archivo de la Unidad Básica Minera (García 2008).

Relación de equipos adquiridos:

- Siete (7) Camiones articulados marca VOLVO, modelo A35C.
- Camión Rígido Marca EUCLID, modelo R60
- Camión Rígido Marca KOMATSU

El análisis de este período comprende desde el año 2003 hasta el año 2010. Las condiciones de explotación para todas las líneas de equipos fueron las mismas, pues como se plantea, sólo se explotaba el yacimiento Punta Gorda.

TABLA # 2. Condiciones de explotación para todas las líneas de equipos

EQUIPOS	U/M	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PRODUCTIVIDAD HORARIA	m ³ /h	68,00	68,5	53,8	63,8	72,7	61,3	43,2	51,4
DISPONIBILIDAD TÉCNICA	%	85,4	85,1	84,0	72	65	43	48,3	45,7

Como se muestra en la tabla No.2 el comportamiento de los principales indicadores de rendimiento, La disponibilidad técnica pactada que fue de un

85%, la cual comenzó a declinar, la causa de este declinamiento del rendimiento de los equipos es consecuencia del envejecimiento de los mismos. También influye cuando los equipos son nuevos no precisan tanto mantenimiento pero al ir envejeciendo requieren mayor atención. Si no se cumplen los parámetros de mantenimiento establecidos ocurren desgastes de piezas y averías indeseadas e imprevistas.

2.3 Equipos adquiridos mediante arrendamiento sin opción de compras período 2001-2003

Como parte del proceso inversionista, en el año 2001 se adquirieron los siguientes equipos de transporte, introduciéndose la serie “D” en los equipos marca VOLVO, los cuales se diseñaron sobre las deficiencias y logros de la serie “C”:

- Ocho camiones articulados marca VOLVO, modelo A40D.

TABLA # 3. Comportamiento de los camiones articulados VOLVO modelo A40D período 2001-2003

EQUIPOS	U/M	2001	2002	2003
PRODUCTIVIDAD HORARIA	m ³ /h	68,88	58,02	57,38
DISPONIBILIDAD TÉCNICA	%	90,00	89,00	85,4

La tabla No.3, refleja una disminución de la productividad horaria proyectada debido al incremento de la distancia de transportación desde los frentes mineros hasta los puntos de descarga en 1 a 1.5 km. La disponibilidad técnica de los camiones debió mantenerse entre 90 al 92%, pero en la práctica los camiones articulados después de su primer año de trabajo se redujo hasta un 5% en el 2003 debido a que no se ejecutó el entrenamiento técnico al personal de servicios de la mina antes de la entrada de los mismos en operaciones, y a que después del primer año de operación no se contaba con la asistencia técnica del personal directo de VOLVO, pues solo se pactó por un año.

2.4 Estudio del rendimiento del transporte automotor período 2003-2009

Como parte del proceso de modernización del equipamiento de transporte se continuó con la adquisición de equipos mediante arrendamientos en el período del 2003 hasta el 2006 y luego desde el 2004 hasta el 2007 de camiones articulados con la firma Volvo se pactaron las siguientes condiciones de contratación:

- Garantizar, la disponibilidad técnica de la flota de 90 % por el período de arriendo con descuentos mensuales por incumplimiento de las mismas en las diferentes líneas de equipos.
- Garantía de los equipos por 6 000 horas de trabajo o un año lo que ocurriera primero.
- Mantenimiento por el personal del Taller Automotor de la Mina, reparaciones del tren de fuerza en el taller de la empresa abastecedora de piezas Volvo (UNEVOL).
- Asistencia técnica de un especialista de Volvo por el período de arriendo.
- Entrenamiento de un técnico de control de mantenimiento, cinco mecánicos, tres eléctricos, un técnico de producción, en las instalaciones de fábrica en Suecia, para el control, atención a los equipos y capacitación del personal de operaciones.
- El arrendatario (Empresa), es responsable de suministrar el combustible y la fuerza de trabajo.
- Las reparaciones, mantenimiento y solución de averías después de terminado el período de garantía son asimiladas por el personal de la empresa con la supervisión del arrendador.

Por la facilidad de garantizar equipos para la producción minera y la experiencia de casi dos años de explotación de estos arrendamientos, se ejecutaron los contratos precedentes bajo las siguientes condiciones:

- Arrendamiento sin opción de compras por tres años.
- Introducción de mejoras señaladas por la actividad al diseño de los camiones en el chucho de arranque_ polea tensora de correa, sensor

de alta de la caja de reenvío, acondicionador de aire, conmutador, modificación del termostato, sustitución del teclado central, sustitución de la manguera de retorno del acondicionador, cambio en el diseño del rodamiento de la articulación, en diseño de la cubierta del motor y ventilador del radiador.

- La disponibilidad técnica de la flota se pactó para el primer año de 95 %, segundo año de 92 % y tercer año de 90 %, manteniendo los descuentos mensuales por incumplimiento de la misma.
- Las demás condiciones de atención a la técnica se mantienen como en el primer arrendamiento.
- Como en el primer contrato la fuerza de trabajo incrementó el gasto por concepto de salario por operador aproximadamente en 5.83 \$/h hasta que en IV trimestre formó parte de la plantilla de la Mina, esta experiencia se tomó para los demás contratos que se han realizado.

Durante el período de explotación del 2003 hasta el 2009 la productividad horaria de los camiones articulados un primer año de operación oscila entre 29.25 a 54.72 m³/h por debajo de lo planificado en 14.20 m³/h. En el segundo año se comporta entre los rangos 28.22 a 51.36 m³/h por debajo de lo proyectado en 17.56 m³/h y para el tercer año varía entre 27.54 a 39.31 m³/h por debajo de planificado en 29.61 m³/h. Como promedio en el período de arriendo de tres años varía entre 27.96 a 41.04 m³/h por debajo 12.90 m³/h. Este indicador se incumplió principalmente por:

- 1. Por incremento de las horas trabajadas en un 20% con relación a la producción realizada por espera de carga se incumple en 18.83 m³/h a 64.41 m³/h.**
- 2. Por incumplimiento del tiempo de entrega de los equipos al mantenimiento planificado.**

La utilización del parque en el primer año de operación se comporta entre 90 y 58.45 % por encima de lo planificado hasta un 7.27 %, para el segundo año este indicador varía entre 96.25 y 50.13 % por debajo de lo proyectado en 6.75

%, para el tercer año oscila entre 79.84 y 54.52 % por debajo de lo planificado hasta un 18 %. Como promedio a los tres años de explotación se comporta entre 45.47 a 86.64% por debajo de lo proyectado para este período de explotación en 6.96%. El incumplimiento de la utilización se debe principalmente a:

1. Al incumplimiento de las horas trabajadas debido a la paralización de los equipos.

La disponibilidad de los camiones articulados en un primer año oscila entre 97.72 y 93.89 % por debajo de lo proyectado en 3.89 %, en un segundo año entre 97 y 79.30 % por debajo de lo planificado en 10.7 % y para un tercer año varía entre 93.96 y 63.53 % por debajo de lo planificado hasta un 26.47 %. A los tres años de explotación la disponibilidad oscila entre 93.57 y 80.03 % por debajo de lo planificado en un 9.97%. Esta disponibilidad se afecta principalmente en:

- A las horas de averías, estas son las relacionadas con problemas de la caja de velocidad, caja de reenvío, problemas de climatización, averías en el motor y frenos.
- La disponibilidad de los camiones se afecta producto a las horas que se encuentran paralizados por accidentes.

En estos contratos la disponibilidad técnica solo se logró alcanzar los valores proyectado en el primer arriendo el 30021 y la productividad horario se cumplió en el contrato 70188.

Al primer, segundo y tercer paquete de equipos al concluir su período de arriendo se le realizó una extensión del contrato por un año más donde los principales indicadores se comportaron por debajo de lo planificado para este año extendido.

En cuanto a los costos de producción:

Para el año 2011 el costo de producción es de \$5.30 por tonelada de mineral, según los datos calculados por el Grupo Económico de la UB Minera. Con los datos, (capacidad de carga del camión, el ciclo de horas de trabajo (viajes realizados por hora) y la distancia desde el frente de extracción hasta el punto

de descarga), podemos calcular las pérdidas ocasionadas por paradas de los equipos, ya sea por averías indeseadas, por lluvias o accidentes.

Para concluir este capítulo, le brindamos un panorama de la situación actual de la mina de la Empresa Comandante Ernesto "Che" Guevara: el resultado no es el mejor; se detectaron algunas deficiencias que influyen directamente a la producción de la mina, en cuanto a la productividad horaria con el transcurso de los años ha ido desarrollando en forma decreciente y la disponibilidad técnica se ha comportado también de forma decreciente. Las causas de este comportamiento han sido identificadas y son las siguientes:

Disponibilidad

- El no disponer de un mantenimiento de excelencia.
- También influyó que cuando los equipos son nuevos precisan mantenimiento pero al ir envejeciendo requieren mayor atención. Si no se cumplen los parámetros de mantenimiento establecidos ocurren desgastes de piezas y averías indeseadas e imprevistas.

Productividad horaria

- La disminución de la productividad horaria proyectada se vio afectada debido al incremento de la distancia de transportación desde los frentes mineros hasta los puntos de descarga.
- Durante el período de explotación del 2003 hasta el 2009 la productividad horaria de los camiones articulados como promedio en el período de arriendo de tres años varía entre 41.04 m³/h a 27.96 m³/h por debajo 12.90 m³/h.

Este indicador se incumplió principalmente por:

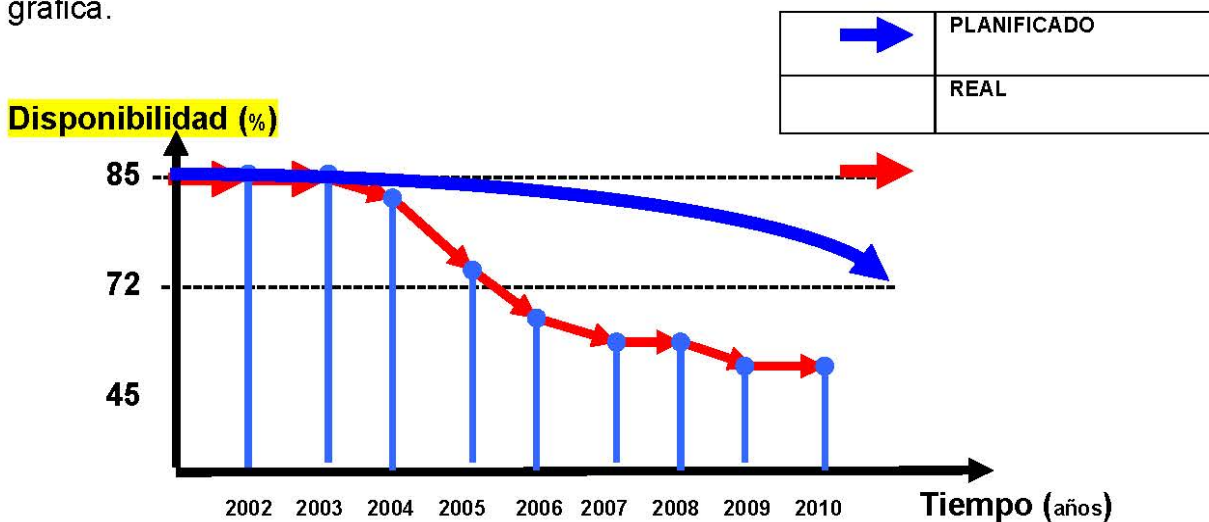
1. Por incremento de las horas trabajadas en un 20% con relación a la producción realizada por espera de carga.
2. Por incumplimiento del tiempo de entrega de los equipos al mantenimiento planificado.

El incumplimiento de la utilización del Parqué se debe principalmente a:

Incumplimiento de las horas trabajadas debido a la paralización de los equipos.

2.5 Situación de la disponibilidad técnica de la Empresa

Para poder apreciar mejor la situación de la Empresa en disponibilidad técnica y producción todos estos indicadores se pueden apreciar en la siguiente gráfica.



Gráfica número 1. Disponibilidad técnica en los últimos años en la empresa.

La disponibilidad técnica de una empresa generalmente se planifica entre el 85 % y el 70 % , la misma a medida que pasa el tiempo, por el envejecimiento de los equipos, es normal que se comporte en forma decreciente. En este caso de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara lo real muestra un descenso considerable al paso de los años, cuando la curva pasa a menos de 70 % esto es un índice negativo y que influye directamente con la producción programada. La disponibilidad técnica es un índice fundamental para conocer el estado de la producción de una Empresa.

CAPÍTULO III: MANTENIMIENTO DE LOS CAMIONES MINEROS

3.1. Introducción

En la actualidad, la minería cubana está sufriendo una expansión sin precedentes en los anales de la actividad minera. Pero ese avance al ser tan abrupto y repentino, muchas veces no es acompañado por el de las actividades de apoyo como las constituyen mantenimiento, y sus ligadas, logística y abastecimiento. Es acá donde debe ponerse la mayor atención, pues el mantenimiento en minería (en especial la minería en los yacimientos lateríticos) es en muchos casos el primer presupuesto de la empresa y por lo tanto debe ser manejado de manera muy cuidadosa con una estrategia clara a través de un plan altamente estructurado que evite paradas, accidentes, problemas ecológicos, desviaciones en el presupuesto.

Se va a analizar el mantenimiento como una contribución importante para mejorar la rentabilidad de una empresa. Una productora de bienes, como una compañía minera, etc. podrá cumplir con sus compromisos de entrega, siempre que su producción no se vea interrumpida; para ello es importante que sus activos posean un desempeño confiable y disminuir las horas de averías durante el proceso. La seguridad del personal involucrado en el proceso podrá verse afectada por averías inesperadas que no puedan controlarse con un mantenimiento deficiente. El medio ambiente no se encuentra ajeno a estas consideraciones: derrames, incendios, emisiones gaseosas, etc. muchas veces son generados por prácticas de mantenimiento inadecuado.

Se analizó el Capítulo II y los resultados obtenidos nos muestran un claro ejemplo de la situación actual de la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, dónde la producción se ve afectada directamente por los contratiempos que se van sucediendo con los equipos en el transcurso de los trabajos de explotación, es una necesidad ineludible y prioritaria darle solución a esta situación de los camiones para obtener un óptimo nivel de explotación, con ello proporcionar el ahorro tanto en piezas como garantizar el cumplimiento

de los planes de explotación de la empresa. Del análisis del rendimiento actual de los camiones se encontraron las siguientes anomalías:

- La disponibilidad técnica de los equipos, año por año ha ido decreciendo significativamente.
- Al envejecer un equipo se le debe dar una mayor atención de mantenimiento y no se realizó. Esto trae como consecuencia el desgaste de piezas, averías indeseadas e imprevistas.
- Debido al aumento de la distancia de transportación de mineral desde los frentes de extracción hasta los puntos de descargas disminuyó la productividad horaria.
- En consecuencia de esta situación la empresa incorporó ocho camiones Volvo A40D como parte del proceso inversionista, la disponibilidad técnica debió mantenerse de 90 a 92 % pero se redujo en un 5 % debido a que no se realizó el entrenamiento técnico al personal de servicio de la mina para los nuevos equipos.
- Durante el período del año 2003 al año 2009 la productividad horaria de los camiones articulados se redujo significativamente, debido al incremento de las horas trabajadas en un 20 % por la espera de carga. También este indicador se incumplió por incumplimiento del tiempo de entrega de los equipos al mantenimiento planificado.
- En cuanto al Parqué, el incumplimiento de utilización a las horas trabajadas fue debido a la paralización de los equipos.
- La disponibilidad de los equipos se ve afectada en este período producto a las horas que se encuentran paralizadas por accidentes.

La solución para lograr un rendimiento sobresaliente en la producción, es la de proyectar una nueva guía de mantenimiento con los parámetros necesarios estudiando cuidadosamente cada detalle. Para que un plan de mantenimiento de equipos mineros tenga **éxito**, se deben tomar en cuenta dos importantes aspectos:

- **Programa general de producción.**

- **Programa de cobros y ventas para que pueda conocerse el “cash flow “y la situación real de la empresa.**

Los camiones que presenta el parque de la mina tanto TEREX como VOLVO, poseen características y recomendaciones de los fabricantes, cada unidad trae consigo un” libro de instrucciones”, el cual tiene como contenido las características del camión, también posee detalladamente todos los cuidados que debemos tener y las revisiones que se deben realizar, recomienda en horas trabajadas cada que tiempo se pueden dar estas revisiones, para así obtener el máximo rendimiento en la producción.

Para poder proyectar esta nueva guía de mantenimiento debemos conocer bien algunos aspectos importantes para enriquecernos en el tema de estudio y así no equivocarnos a la hora de seleccionar el tipo de mantenimiento que nos brinde una solución o mejora a nuestro problema en la empresa.

- **Mantenimiento (definición).**
- **Objetivos del mantenimiento.**
- **Tipos de mantenimientos.**
- **Clasificación de fallas.**
- **Tipos de inspecciones.**
- **Organigrama de mantenimiento al entrar un camión al taller.**
- **Propuesta de nueva guía de mantenimiento.**

Mantenimiento

El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

El mantenimiento se puede definir como una función que produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos.

La labor del equipo de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Objetivos del Mantenimiento

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos.

En el mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos.

- Optimizar la disponibilidad del equipo productivo y los recursos humanos.
- Disminuir los costos de mantenimiento y la gravedad de las fallas.
- Maximizar la vida útil de la máquina conservándolas en condiciones seguras.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones indeseables de los equipos.
- Evitar accidentes e incidentes contribuyendo a una mayor seguridad de los recursos humanos.

Comentario:

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los equipos, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen averías indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido.

Tipos de Mantenimiento

Si mediante técnicas de mantenimiento puede evitarse la falla de un equipo, ésta está previniéndose o prediciéndose, según las actividades desarrolladas para evitar las consecuencias de una falla más que la falla misma. Claro está que esta forma de trabajo, está muy ligada a la programación de actividades y a una alta estructuración de las mismas materializadas en un programa. Si en cambio se toman medidas luego que la rotura tuvo lugar, se está corrigiendo la anomalía. Estas observaciones dan lugar a cuatro conceptos de mantenimiento:

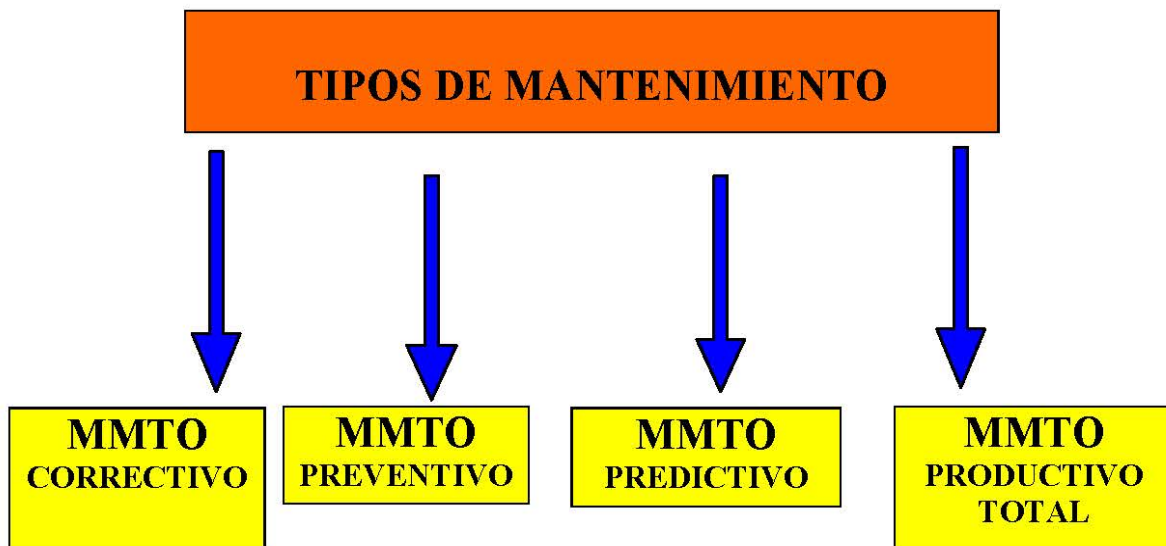


Fig. # 1 Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito del equipo.

Desventajas

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.

- Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la segunda y tercera no se realizan, la tercera es inevitable.

Características:

Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada equipo, donde se realizarán las acciones necesarias, engrasan, cambian correas, desmontaje, limpieza, etc.

Ventajas:

- Se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar los equipos.
- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora continua.
- Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del equipo de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

- **Disminución de paradas no programadas:** Debido a la programación, las tareas de mantenimiento pueden programarse sin mayores problemas, evitando de esta manera sorpresas desagradables para el sector de producción
- **Mejor conservación de los equipos:** Un equipo sometido a estas prácticas en forma habitual poseerá un estado de conservación mejor que aquel sobre el que no se hayan ejecutado tareas de mantenimiento, excepto las derivadas de las prácticas de mantenimiento correctivo.
- **Costos de mantenimiento menores que el correctivo:** La programación permite conocer el estado de partes visibles y no visibles de un equipo con una cierta exactitud, por lo se pueden planificar reparaciones mayores y medias con anticipación que permiten prever los costos directos e indirectos asociados a éstas.
- **Estudio económico de reparaciones:** Continuando con lo expuesto en el punto anterior, cada tarea de mantenimiento, trae aparejados requisitos que deben cumplirse para poder llevar a cabo en forma exitosa, tales como mano de obra adecuada, herramental, lo que con bastante aproximación, puede conocerse el costo general de una determinada intervención, de manera que pueda decidirse su ejecución o, por el contrario, desafectar el equipo de la operación.
- **Se reducen las horas extras:** Al permitir programar los trabajos, la mano de obra asociada también es previsible, por lo que antes de efectuar una determinada labor se pueden conocer los tiempos involucrados en su concreción.
- **Generación de información de programación y control:** permite conocer los estados de las máquinas, las intervenciones a las que fueron sometidas, las tendencias que evidencian de acuerdo con sus estados, etc.
- **Formación de especialistas de mantenimiento:** La mano de obra para cada tarea puede programarse, sea ésta propia o de un tercero, por lo que puede contratarse personal especializado, o bien capacitar los que trabajan en el taller. Esto permite disponer de talleres altamente especializados.

- **Reducción en el tiempo de reparaciones y stock de repuestos:** Si la programación de las tareas de mantenimiento fue hecha adecuadamente, las reparaciones no deberían tardar más tiempo que el que necesitas en para ejecutar la tarea y obviar el tiempo de parada por haber dispuesto de repuestos e insumos, pues los mismos debieron ser solicitados con la debida anticipación y los trabajos de mantenimiento no deberían comenzar sin haber comprobado que los mismos estuviesen en el almacén.
- **Buena relación entre producción y mantenimiento:** Este es un punto clave, las secciones de mantenimiento y producción (operación) suelen tener desavenencias cuando un equipo de producción debe ser sacado de servicio por mantenimiento. Si los trabajos se programan adecuadamente, el plan de mantenimiento debe adecuarse al de producción y viceversa, que por otra parte siempre ocurre, pues si una máquina no se encuentra en condiciones de trabar adecuadamente, se romperá y producción no podrá disponer de ella hasta que hayan terminado las tareas de restauración. Pero programando las tareas, se puede llegar a ejecutarlas en forma escalonada, cuando exista época de baja producción etc.
- Con la programación se elimina la improvisación que siempre resulta costosa por:
 - Falta de materiales.
 - Falta de personal adecuado.
 - Falta de conocimiento de la avería y sus causas.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

Desventajas:

- Los ciclos de mantenimiento que se fijan en muchas ocasiones no son los más adecuados.
- Existe un consumo elevado de piezas de repuestos, utilizado en recambio de ellas.
- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.

Mantenimiento Predictivo:

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

Ventajas

- La intervención en el equipo o cambio de un elemento.
- Nos obliga a dominar el proceso y a tener datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.
- **Mayor disponibilidad de los equipos:** Esta ventaja es por partida doble: En primer lugar, sorteas las correcciones (mantenimiento correctivo) pues analiza el comportamiento de un componente a lo largo del tiempo sin dejar que colapse. Por otra parte este mismo monitoreo evita que se desarme un componente para ver su estado, sino que éste ya se conoce sin desmontajes previos. Cuando se desarma el mecanismo, se conoce cuáles son las piezas susceptibles de cambio.
- **Menores costos de mano de obra y materiales:** la mano de obra extensiva es mucho menor. Véase el punto anterior. Además evita disponer de inventarios “por las dudas” haya un colapso.
- **Elimina el establecimiento de estándares para el reemplazo de componentes:**

- Esta es una verdad a medias, pues si bien un componente no se desecha porque haya cumplido su ciclo de vida, sino porque sus condiciones operativas lo dicen a través de los análisis predictivos, puede ocurrir que en activos que se encuentran trabajando en las mismas condiciones y con las mismas funciones, las edades de fallas de algunos componentes pueden tender a un valor constante con una dispersión aceptable. Pero debe tenerse en cuenta que no deben hacerse políticas genéricas de mantenimiento, sino particulares para cada activo, pues como se verá luego, la mayoría de las políticas generales de mantenimiento no dan resultado, aunque los activos sean idénticos, sus funciones generalmente no lo son.
- **Reduce horas extras, paradas imprevistas y tiempos de mantenimiento.**
- **Elimina las inspecciones periódicas programadas que incluyen desmontajes o** desarmados de activos o partes de ellos.
- Mejoras en la seguridad industrial: Al eliminar trabajos de desarmado y desmontajes para inspeccionar el estado de un componente, se reduce en forma importante la exposición de operarios y supervisores a riesgos inherentes a estas tareas.
- **Elimina pérdidas de producción:** Si un activo disminuye sus paradas por mantenimiento, estará disponible para su uso. Por lo que si es operado adecuadamente, la producción y la calidad deseada, se alcanzarán sin problemas.

Desventajas

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.
- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.
- **Altos costos de implementación:** Las herramientas que se usan para mantenimiento predictivo poseen un elevado costo. Aunque en muchos

casos se contratan servicios de o predicción, tales como análisis de lubricantes, el precio de estos es elevado.

- **Altos niveles de capacitación y entrenamiento:** No cualquier operario está capacitado para ejecutar y / o implementar trabajos predictivos. Por lo que debe invertirse en capacitar y entrenar al personal que estará involucrado.
- **No es aplicable a todos los componentes ni a todos los equipos:** No todos los activos ni todos sus componentes son plausibles de mantenimiento predictivo: por ejemplo, una caja de engranajes de una cargadora, debido a su complejidad debería tener un sistema de monitoreo continuo de vibraciones, pero debido a que el activo está constantemente en movimiento, las perturbaciones que el traslado le imprime, hará que el lector de vibraciones podrá leerlas.
- **Largos períodos de implementación y puesta a punto:** Tanto la adquisición de las herramientas como la capacitación del personal lleva su tiempo. A éste último debe sumársele lo necesario para que el nuevo sistema de mantenimiento se afiance como práctica corriente. Generalmente los frutos se ven en el mediano y largo plazo.

Según condición

Consiste en el conjunto de tareas destinadas a determinar la condición operativa de los equipos o máquinas, midiendo las variables físicas y químicas más importantes con el objeto de predecir anomalías y corregirlas usando para tal fin instrumentos y sistemas de diagnóstico.

Constituye la aplicación de la tecnología en el proceso de detección temprana para verificar y detectar cambios de condiciones lo que permite intervenciones más oportunas y precisas. A diferencia de las prácticas de mantenimiento preventivo, el estado de un activo puede conocerse sin necesidad de desmontajes y sin desarmar. Además permite monitorear y analizar la tendencia del equipo analizado, sin sacarlo de producción. Por ejemplo, mediante el análisis de aceite, puede determinarse con bastante exactitud el estado del motor, transmisión o sistema hidráulico analizado, extrapolar los datos y programar la remoción o reparación de manera que no interfiera en el proceso productivo.

Mantenimiento Productivo Total (T.P.M)

Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "Productivo" o "Productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "Perfeccionamiento" la letra T de la palabra "Total" se interpreta como "Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa"

Definición

Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa "El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos".

Objetivo

El sistema esta orientado a lograr:

- Cero accidentes.
- Cero defectos.
- Cero fallas.

Ventajas

- Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.
- El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

Desventajas

- Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.

- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

Clasificación de las Fallas

Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos del equipo, etc.).

Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida útil del equipo.

Tipos de inspecciones:

Para su estudio, se clasificarán en Inspecciones diarias o de rutina, Inspecciones periódicas menores, Inspecciones periódicas medias e inspecciones mayores o de complejidad.

Inspecciones diarias o de rutina: Son esencialmente servicios de alta frecuencia y poca duración, se basan en la percepción de los sentidos humanos. No requieren la detención de la máquina. Se reducen a verificaciones de niveles, presiones de neumáticos, engrases, lectura de relojes indicadores, funcionamiento de los distintos sistemas que forman una máquina o equipo de producción, etc. No requieren la detención del equipo, sino que deben llevarse a cabo durante los cambios de turnos o al principio y final, según correspondan, debe hacerlos el operador de la máquina.

A pesar de ser simples de corta duración, el seguimiento de las novedades es muy importante pues son herramientas que ofrecen una contribución importante en el diagnóstico de equipos, por ejemplo el consumo de aceite en un motor, permite estimar su estado con bastante precisión.

- **Inspecciones periódicas menores:** Las mismas son relativas a cambio de lubricantes, otros fluidos, engrases y, en general, cambio de consumibles. Requieren de la detención de la máquina por cortos períodos de tiempo. Se llevan a cabo según un programa establecido a partir de la experiencia, recomendaciones del fabricante o referencias externas. Un buen control de mantenimiento preventivo requiere del historial del equipo, el que se consigue luego de un tiempo de funcionamiento, contado a partir de su adquisición y puesta en marcha.
- **Inspecciones periódicas mayores:** Estas inspecciones son llamadas inspecciones generales, o recorridas internas a partes no visibles del equipo por sistemas de medición indirectos o bien aplicando el concepto del Límite de vida útil (LVU).

Este tipo de inspecciones requiere la detención y / o salida de servicio del activo por plazos de tiempo más o menos extensos. En ellas interviene personal especializado.

Método Implementación de Mantenimiento

- Análisis situación actual
- Definir el tipo de mantenimiento
- Recopilar y ordenar datos
- Procesar información
- Analizar resultados
- Mejora continua
- Ampliar el mantenimiento

Organigrama ideal para un equipo de Mantenimiento.
Al entrar un equipo al taller (camión)

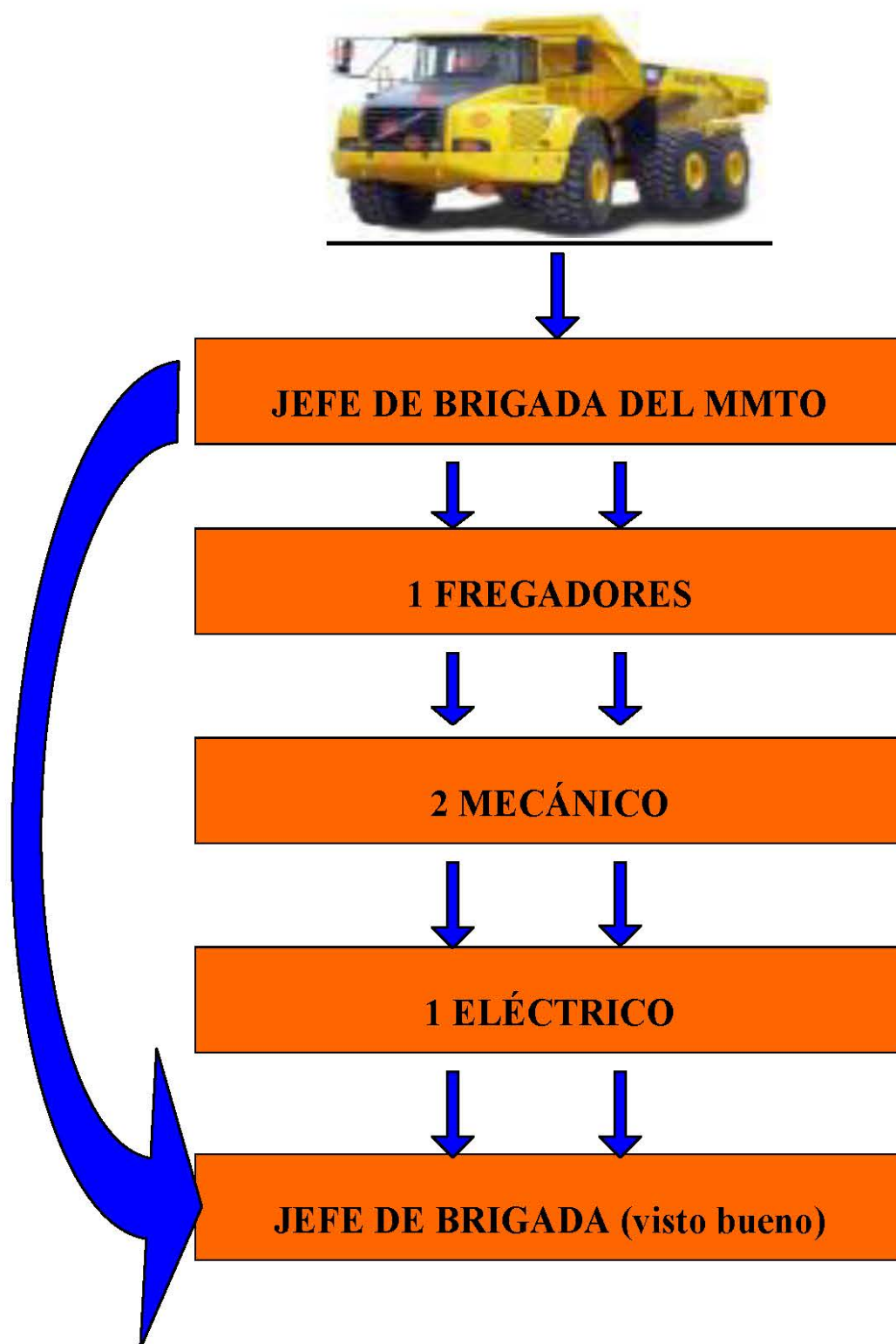


Fig. # 2. Organigrama de mantenimiento

Al entrar un equipo al taller para Mantenimiento, lo recibe el jefe de brigada del mantenimiento, para supervisar el estado del camión, luego de tomar los datos necesarios el fregador debe realizar el trabajo de limpieza para facilitar la inspección visual del mecánico y así poder detectar las posibles averías, cambios de lubricantes, cambios de repuestos y realizar el engrase de todas las uniones y elementos móviles de una forma eficaz a la unidad y de igual manera lo hace el eléctrico, luego de revisado el equipo y garantizando su regreso a la producción en optimas condiciones, este es revisado por última vez por el jefe de brigada nuevamente para darle la aprobación de las operaciones realizadas.

Es así como se logra un mantenimiento de excelencia que nos garantice que cada unidad cumpla con los planes de exploración propuestas.

Estructuración de un plan de mantenimiento

Existe un principio de tomar el mantenimiento como una función estratégica de la empresa. Dicho principio es aumentar la rentabilidad de la organización. En la doctrina tradicional, el objetivo del mantenimiento era reducir sus costos. **Con la nueva concepción, la reducción de costos es un medio y no un fin.**

Las funciones existentes en la organización tienen su sentido y un objetivo que es aumentar la rentabilidad de la empresa. En este contexto, el mantenimiento debe integrarse, es decir ser orientado a los negocios. De esta manera, el objetivo a cumplir es mantener la competitividad. Para lo cual debe tenerse en mente el objetivo a cumplir, que es la **competitividad**. La calidad es un componente o factor clave para mantener la competitividad. Claro está que la calidad debe ser obtenida a un costo que justifique un precio de mercado competitivo, es decir el que los clientes están dispuestos a pagar por el producto o servicio. De esta manera, definimos el factor **productividad**, dicha productividad no puede hacerse sin tener en cuenta aspectos tales como la seguridad y cuidado del medio ambiente y sin aprovechamiento eficiente de la energía. Esta integración de tareas debe ser observada como una característica inherente al trabajo o forma de hacer las cosas y debe

constituirse como parte del producto o servicio ofrecido. Si se desea que un grupo de equipos provea una alta calidad al producto o servicio, de acuerdo con los niveles de producción deseados usando racionalmente la energía sin descuidar la seguridad y cuidado del medio ambiente, el activo debe funcionar adecuadamente, es decir, debe ser confiable.

Esto significa añadir otro factor que concentra todos los anteriores, **la confiabilidad, la cual se logra con un adecuado mantenimiento.**

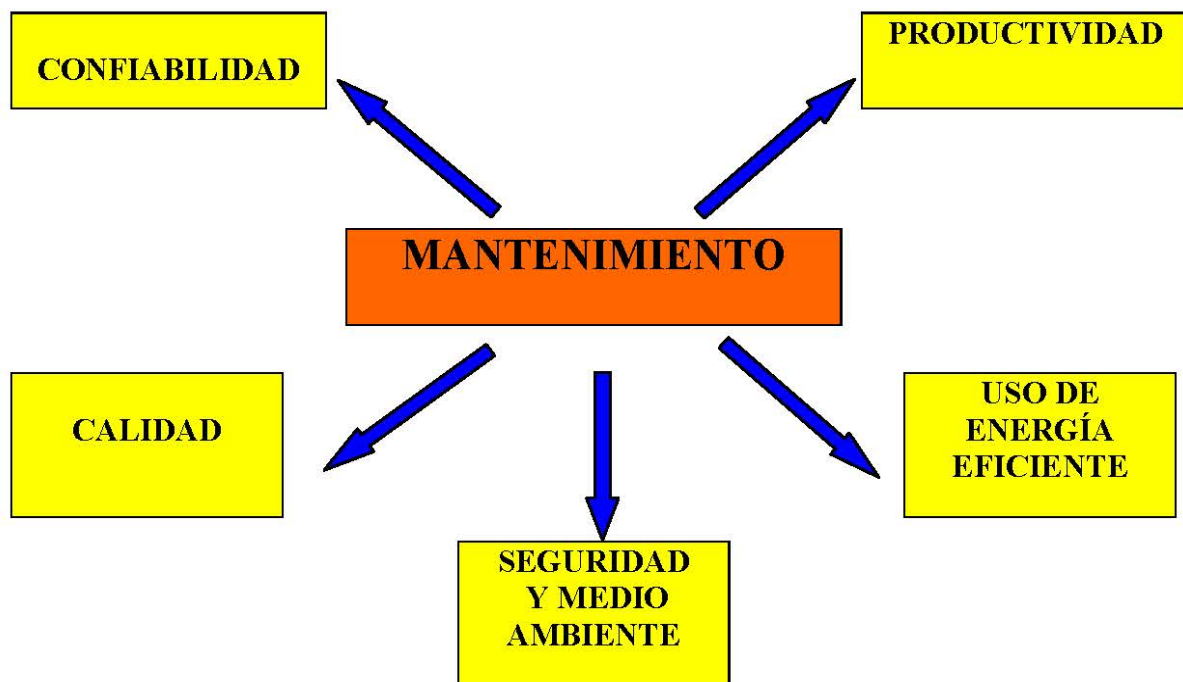


Fig. # 3. Logro de la confiabilidad con un adecuado mantenimiento

En las empresas mineras, suelen darse dos tipos de estructuras, independientes del tipo de organización, piramidal o matricial:

Mantenimiento y producción (planta concentradora o de proceso y mina propiamente dicha) dependen en forma directa de la dirección general.

Costo del mantenimiento

La teoría tradicional, consideraba al mantenimiento como un mal necesario, la principal preocupación de las direcciones industriales radicaba en disminuir los costos de mantenimiento, contribuyendo de esta manera a la deducción de

costos general de la empresa. Pero puede verse que un mantenimiento inadecuado afecta a la totalidad del funcionamiento de la industria pues:

- Limita los volúmenes de producción.
- Afecta la calidad.
- Puede ocasionar accidentes.
- El medio ambiente, a su vez, puede resultar dañado.
- Genera costos no planificados que superan largamente el costo tradicional de mantenimiento, tales como alquileres de equipos, contratación de servicios de reparaciones, compra de agregados mayores que no estaban presupuestados, etc.

Cuando se registran los **“Costos de Mantenimiento”**, los mismos incluyen:

- Costos de mano de obra.
- Materiales.
- Servicios de terceros.

Pero no tienen en cuenta:

- Pérdidas de producción.
- Pérdidas debidas a calidad deficiente, tales como descartes, reprocesos, pérdidas de calidad, etc.
- Pérdidas por no cumplimiento de plazos de entrega.
- Costos de accidentes.
- Costo de mano de obra ociosa ante paradas imprevistas.
- Costos de materiales por emergencia.

Los costos indirectos en mantenimiento son varias veces superiores a los directos

Gráficamente, se los representa en el llamado **Iceberg de mantenimiento**.

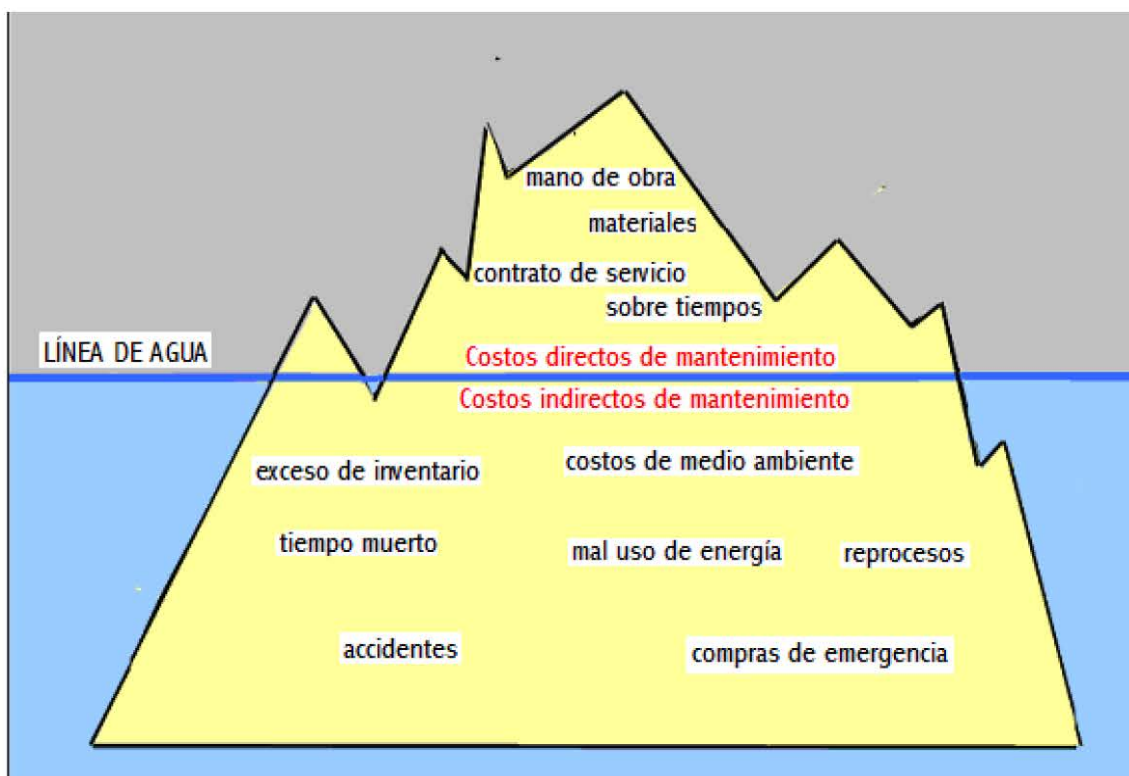


Fig. # 4. Representación del Iceberg de mantenimiento

De acuerdo con lo expuesto, puede decirse que el mantenimiento afecta los resultados de una empresa.

No basta con hacer las tareas de mantenimiento correctamente, sino que esas tareas de mantenimiento deben ser las correctas.

Cualquier tipo de trabajo destinado a que un equipo de producción se mantenga **disponible**, es una acción de mantenimiento y por lo tanto representa este concepto.

Además, los trabajos pueden ser programados o bien ejecutados luego de la rotura. Esto último relaciona las tareas con un plan o una programación, la que a su vez puede tener diferentes matices. En la figura 5 puede verse de manera clara como se relacionan las tareas de mantenimiento y restauración en función de la rotura o falla.

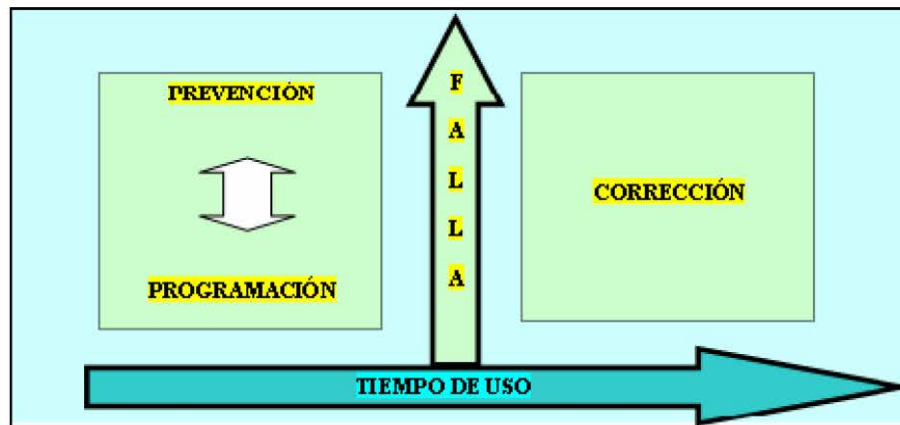


Fig. # 5. Relación de las tareas de mantenimiento y restauración en función de la rotura o falla.

Caminos de mina:

El motor trabaja a alto número de revoluciones a baja velocidad del vehículo, dando una temperatura de trabajo mayor que en el caso de camiones de carretera que trabajan a alto régimen de vueltas del motor y alta velocidad del rodado. El desgaste de los componentes será mayor. Constantemente debe usarse el freno motor para frenar la marcha del camión cargado.

- La transmisión tiene un papel importante en el control de la velocidad del rodado, pues debe usarse para frenar la velocidad del camión. Además los cambios de marchas durante la trayectoria son constantes. El funcionamiento de la transmisión no alcanza un régimen estable de trabajo, sino que está sometido a cambios continuos.
- Los componentes del sistema de eje no motriz tales como pernos de punta de eje, rótulas y bujes sufrirán un importante desgaste, deben inspeccionarse con alta frecuencia.
- Los esfuerzos a los que será sometido el sistema de suspensión al trabajar en caminos no regulares, dará como resultado un deterioro precoz de sus componentes.
- El chasis del camión soportará grandes esfuerzos de torsión, por lo que debe inspeccionarse por rajaduras, uniones desoldadas, etc.

Todas las inspecciones deberán basarse en la hora de trabajo de los equipos, tomando como base 250 horas de explotación del equipo.

Frecuencia de inspección

Si un camión trabaja 250 horas, significa que las inspecciones pueden planificarse siguiendo cualquiera de las dos variables citadas siempre que exista una equivalencia entre ellas. Así por ejemplo, pueden definirse inspecciones tales como:

1. **SERVICIO: DIARIAMENTE:** Cada 10 horas
2. **SERVICIO “A”** .después del servicio diario: Cada 50 horas
3. **SERVICIO “B”** .Después de realizar el diario y el servicio A: cada 250 horas
4. **SERVICIO “C”** .Después de realizar el diario, A y B: cada 500 horas
5. **SERVICIO “D”**. Después de los servicios, diario, A, B, C: cada 1000 horas
6. **SERVICIO “E”** .Después de los servicios diario, A, B, C, D: cada 2000 horas

De lo analizado hasta ahora, surge que un plan de mantenimiento efectivo es aquel que logra adelantarse a las fallas, es decir prevenirlas. Este razonamiento es sencillo, pero sin embargo, no lo es su resolución, pues el objetivo lleva un intrincado sistema de revisiones, inspecciones y metodologías que justifican un análisis más detallado, como se dijo, el mantenimiento preventivo se apoya en dos actividades básicas:

Inspecciones periódicas y restauraciones planeadas basadas en los resultados de inspecciones y en las asignaciones de vida útil asignada a cada componente del equipo sometido a mantenimiento preventivo.

Las inspecciones de mantenimiento preventivo van desde mediciones de niveles y controles diarios a reparaciones de gran complejidad, siempre que estas hayan sido enunciadas en el plan correspondiente, caso contrario, se tratará de mantenimiento correctivo.

Sistema de inspecciones

Para llevar a cabo un plan de MP es necesario ejecutar correctamente un sistema de inspecciones programadas, periódicas, progresivas y cíclicas (PPPC)

- **Programadas:** Las inspecciones no deben obedecer a un orden aleatorio o fortuito, sino a un programa previamente acordado.
- **Periódicas:** Las inspecciones deben llevarse a cabo a determinadas UMS, alcanzas las cuales, el equipo debe ser inspeccionado según el detalle de inspecciones.
- **Progresivas:** Las inspecciones deberán tener un orden de complejidad que irá creciendo a medida que avance la edad en servicio del equipo. Además una inspección deberá incluir la o las anteriores.
- **Cíclicas:** Un plan de MP debe ejecutarse mediante inspecciones que deben ser cumplir con las otras condiciones, pero ¿cuándo termina? La respuesta debe ser cuando el estado del equipo sea tal que tenga las mismas características que cuando fue puesto en servicio. Es decir, con la concreción de la inspección “cero UMS”.

Lo cual no significa que esta inspección sea ejecutada, pues puede surgir de análisis financieros u operacionales que esa ejecución no sea viable.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo tiene su origen en la elección de la UMS, luego debe establecerse un sistema de inspecciones, con sus correspondientes tareas. La concreción de cada inspección posee una misión importante:

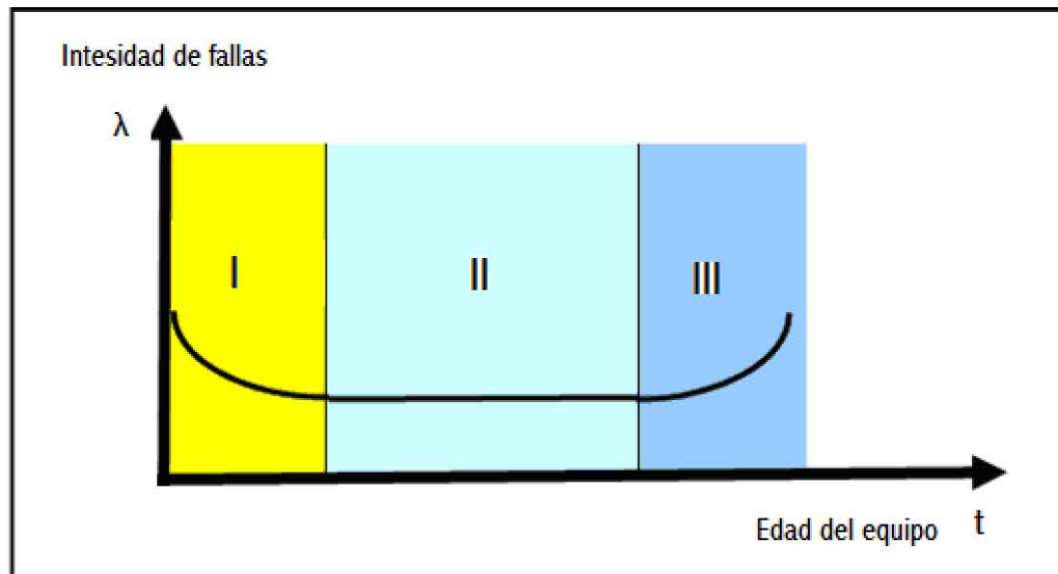
Detectar estados y condiciones no adecuados, sean estos relativos a las inspecciones o bien descubiertos por éstas, que generan servicios de mantenimiento previstos por el sistema de inspecciones y nuevos o detectados por las inspecciones, que detectan y corrigen, según corresponda, estados y condiciones inadecuados.

Hasta ahora parecería que el MP fuese un sistema de trabajo que vino a satisfacer las demandas insatisfechas de las industrias y empresas de servicios. No obstante, posee importantes **desventajas:**

- **Inspecciones basadas en UMS y no en condiciones de operación:** Este es un punto muy importante, pues puede significar el fracaso de la implementación de un sistema de MP, pues al no disponer de mayores datos o parámetros, tiende a estandarizar procedimientos y sus períodos de inspecciones, lo que para un determinado equipo puede resultar adecuado, para otro idéntico pero que trabaja bajo otro régimen puede no resultar adecuado. Como ejemplo puede citarse.
- **Genera gran cantidad de información:** Un sistema de MP comienza a arrojar datos de estados y condiciones que deben ser correctamente procesados, pues caso contrario, la falla podría ocurrir y tomar desprevenido al personal de mantenimiento y operación. Con lo que queda claro que la información no procesada no posee utilidad. Es decir debe tenerse la capacidad de procesar adecuadamente la información obtenida.
- **No es aplicable en forma rápida:** Todo sistema de mantenimiento que trata de adelantarse a las fallas, debe ser implementado como una filosofía empresarial, es decir desde la dirección. Por lo que se deduce que además de los costos de implementación, la misma no puede ejecutarse en el corto plazo, sino en mediano y largo plazos.

No obstante las desventajas detalladas, puede deducirse, en reglas generales, que un sistema de MP es más conveniente que uno basado en la rotura.

Debe tenerse en cuenta que la mayoría de los componentes no sigue la ley de falla clásica (curva de la bañera), Esto significa que la probabilidad de falla aumenta con la edad del equipo. Véase la figura 6



- I - Zona de acentamiento
- II - Zona de explotación normal
- III - Zona de desgaste CATASTRÓFICO

Fig. # 6. Probabilidad e intensidad de falla que aumenta con la edad del equipo.

Este tipo de fallas se da en muy contados casos no más del 10% de los componentes de los activos y tienen lugar, generadamente en aquellos que están en contacto con el producto, tales como palas de hélices, rotores de bombas, cintas transportadoras, etc. Esto quiere decir que si se conoce la vida útil (LVU), existe la probabilidad de evitar que éste se cumpla mediante un reemplazo. Si esta operación puede llevarse desde el punto de vista técnico y, además, merece la pena ser ejecutada, representa un caso típico de mantenimiento preventivo ya que el reemplazo se hará sin conocer exactamente el estado del activo o su componente.

En cambio en mantenimiento predictivo o a condición, se verifica mediante mediciones el estado en que se encuentra el componente y éste será reemplazado si y solo si la condición del componente así lo establece, es decir si **es necesaria**. Al igual que en caso de preventivo, el predictivo debe ser técnicamente viable y debe valer la pena llevarlo a cabo.

En ambos casos se estará evitando la ocurrencia de la falla y con ella sus consecuencias, razón primordial del mantenimiento.

Si ambos (mantenimiento preventivo y correctivo) son técnicamente factibles valen la pena de aplicarse, siempre será más conveniente aplicar el predictivo. Por los siguientes motivos:

- En mantenimiento preventivo, debe conocerse la vida útil, lo que no siempre es fácil, pues a medida que más severas sean las fallas, menos podrá disponerse de datos sobre la vida útil.
- El reemplazo a intervalos constantes, independientes del estado, puede provocar el derroche de la vida útil del componente, ya que puede ser removido antes que haya alcanzado su LVU.
- En el caso de acciones predictivas, el componente será removido solo si su condición así lo establece. Además puede detectarse la anomalía antes que haya ocurrido la falla Véase la figura 4

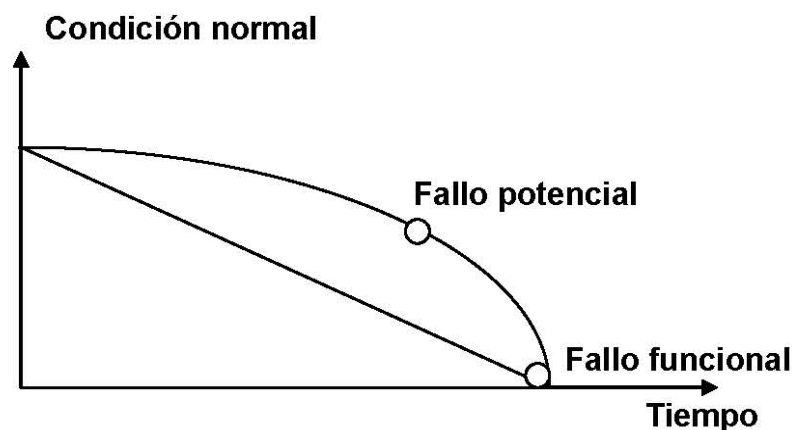


Fig. # 7. Anomalía antes que haya ocurrido la falla

En minería, el manejo del mantenimiento tiene varias complicaciones, ya que existen factores que complican la no fácil ejecución de un plan de mantenimiento.

Implementación del plan de mantenimiento.

Para desarrollar la implementación de un programa de mantenimiento, pueden usarse técnicas de administración por proyectos, para lo que deben hacerse supuestos en los cuales se basarán las premisas sobre las que se edificará un

plan de mantenimiento adecuadamente sólido y confiable. No obstante para que un programa posea éxito, es necesario que tenga en cuenta los siguientes factores que hacen al funcionamiento general de la empresa:

- Programa general de producción.
- Programa de ventas y cobros para que pueda conocerse el cash flow y la situación real de la compañía.

Un plan de mantenimiento que no posea conocimiento cabal de la forma de producción y los recursos materiales de la empresa tendrá pocas posibilidades de éxito.

Nueva guía de mantenimiento propuesta:

Para el desarrollo del proyecto propuesta en el cambio de metodología en el proceso de mantenimiento de la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara se realizó, como se comentó anteriormente, la nueva guía de mantenimiento de los equipos. Esta guía posee todos los parámetros que se deben realizar, describe cada uno de los puntos de control y cambio de repuestos respectivamente, se confeccionó cuidando cada detalle técnico que presentan estos equipos, presenta las revisiones que a cada uno de los equipo le corresponde y cada qué tiempo se deben hacer. Otra gran ventaja de la guía es que fue confeccionada para los camiones Volvo articulados A40D, pero la misma puede ser utilizada para cualquier equipo minero, motoniveladoras, retroexcavadoras, cargadores, buldózer. **Ver anexo número 2** (nueva guía propuesta para el mantenimiento de los camiones que explotan la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara.)

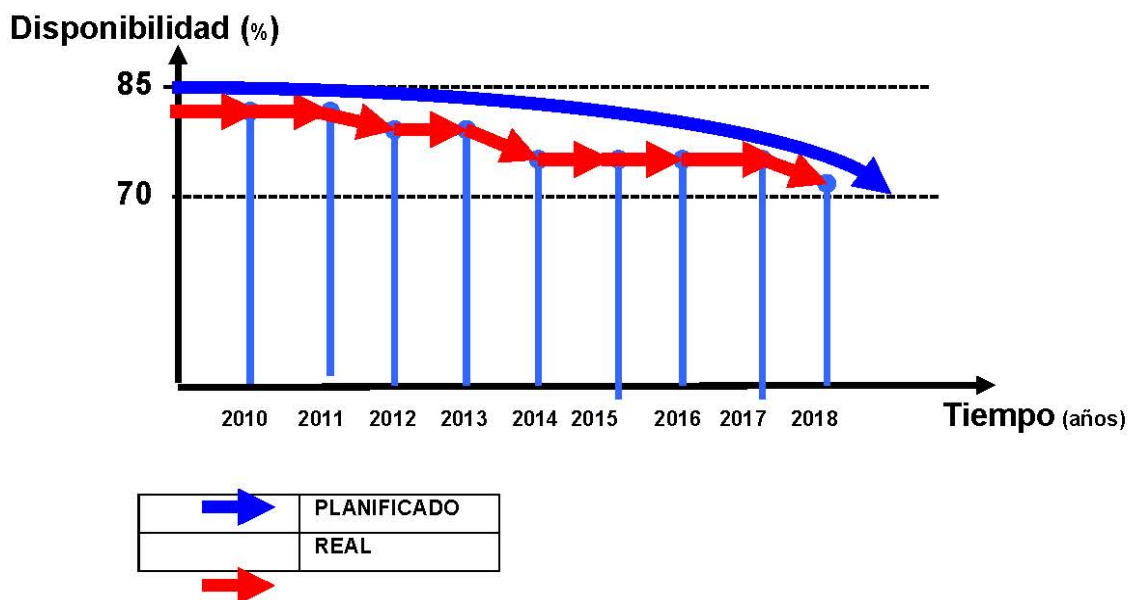
Descripción de la guía:

- Equipo, horómetro, fecha.
- Tipos de lubricantes a utilizar.
- Objeto de la inspección. (Enumeradas)
- Intervalos de mantenimiento.
- Nombre de operador que ejecuta control.
- Cantidad.
- Supervisores.

➤ Observaciones.

Para finalizar se expone la situación eventual si se aplicara correctamente la nueva guía de mantenimiento propuesta para que los planes de producción se cumplan y para que los equipos de la empresa rindan en óptimas condiciones en la explotación de la mina, incluso poder alargar su vida útil.

La grafica nos muestra que el comportamiento de la curva real que va en forma decreciente, pero dentro de los parámetros de la planificación de la disponibilidad entre 70 % y el 85 %.



Gráfica número 2. Estado ideal de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara

CAPÍTULO IV: VALORACIÓN AMBIENTAL

4.1 Introducción

El objetivo que tiene la valoración ambiental es realizar una evaluación de las condiciones dadas en la mina, tratando de combatir o mitigar las afectaciones medioambientales creadas por la explotación.

La minería es la actividad industrial básica dedicada a la obtención de georecursos para satisfacer así la creciente demanda humana de materia prima. La conciencia que se tiene hoy de la limitación de los recursos naturales, así como los diversos elementos que constituyen los ecosistemas que nos rodean, obliga a ejercitar las capacidades inventivas y creativas para solucionar los problemas de los pedidos de materias primas minerales, en claro equilibrio con la conservación de la naturaleza, permitiendo así salvaguardar el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales para poder legarlo a generaciones venideras.

4.2 Leyes involucradas al medio ambiente

En la explotación del mineral en la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, se trabaja respetando las leyes del medio ambiente:

- Montañas : Ley No. 81 Ley del medio ambiente (Ley No. 85 Ley forestal)
- Recursos minerales : Ley No. 76 Ley de Minas (Decreto 222 reglamento de la ley de Minas)
- Evaluación del impacto ambiental: Resolución 77 / 99 del CITMA. Reglamento del proceso de evaluación de impacto ambiental.

Particularmente en el marco de trabajos en la instalación de los talleres de la mina, reparación y mantenimiento, hay sustancias que constituyen un peligro para el medio, éstas son:

- Líquidos hidráulicos.
- Grasas y aceites de lubricación.
- Refrigerantes.
- Líquidos detergentes que contienen solventes, no deben contaminar el suelo.

4.3 Afectaciones al medio ambiente por el transporte de mineral de los camiones.

Podemos citar:

- No derramar residuos tóxicos en el frente de trabajo, porque esto provocará la contaminación de las aguas superficiales.
- Los camiones emiten una serie de contaminantes gaseosos que afectan de forma adversa a la salud de los animales y las plantas y a la composición química de la atmósfera.
- Estos medios de transporte emiten un ruido considerable el cual puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para las personas, llegando también a afectar a poblaciones de animales (especialmente de aves), puede ocasionar la pérdida de audición o el insomnio, irritabilidad exagerada.

Medidas para moderar la contaminación de la naturaleza por las causas mencionadas

- No derramar residuos tóxicos en el suelo que provoquen la contaminación de las aguas.
- Mantener el riego de agua con carros cisternas a lo largo de las vías, área de plataforma, áreas de taller en períodos de larga sequía.
- Colocar los guarda polvo a los equipos de transporte.

4.4 Seguridad industrial

La UB Minera tiene como objetivo garantizar la salud y seguridad a todos sus trabajadores implementando medidas que conlleven a la protección de su capital humano. Por tal motivo cada trabajador al comenzar su vida laboral, debe ser instruido para cada puesto de trabajo, recibiendo una instrucción general de la empresa, las instrucciones para el área de trabajo, y la instrucción específica para el puesto en particular.

A medida que se van realizando los trabajos de transportación del mineral se debe de tener en cuenta la seguridad e higiene del trabajo.

Cuando se transporta el mineral desde los frentes de extracción hasta la planta de recepción y hasta las escombreras o depósitos.

4.5 Principales medidas de seguridad

Medidas de seguridad para el personal

- Se prohíbe en las áreas mineras la circulación de personal ajeno a la actividad sin un acompañante instruido.
- Se prohíbe la circulación de personal en la actividad bajo los efectos del alcohol, alucinógenos o sedantes.
- Se prohíbe la circulación de personal sin los medios de protección adecuados.

Medidas generales de seguridad para el trabajo en los equipos mineros

- Se prohíbe operar equipos a personas que no tengan la calificación y los permisos requeridos.
- Se prohíbe operar equipos con defectos técnicos o con la ausencia de algunas de sus partes.
- Todos los equipos deben de poseer sus correspondientes medios de extinción de incendio.
- Se prohíbe a los equipos pasar sobre los cables de alimentación de las dragalina.
- Asegurarse firmemente al subir o bajar de cualquier equipo.

- Se prohíbe trabajar en los bordes de los taludes que sean inestables o con altura mayor de 10m.

Medidas de seguridad para el trabajo con los equipos de carga

- Se prohíbe operar los equipos en el radio de trabajo de las dragalinas y retroexcavadoras en operación.
- Los equipos de carga deben tener su sistema de señalización sonora para indicar el inicio y fin de la operación.
- Cuando estos equipos estén en operaciones se prohíbe la presencia de personas en el radio de acción de los mismos.

Medidas de seguridad para el transporte automotor

- No se desplazará el equipo con el volteo levantado.
- No se permite llevar personas fuera de la cabina, ni adelantar a otro vehículo de transporte en movimiento.
- En tiempos lluviosos o de mucho polvo, se reducirá la velocidad al mínimo, al cruzarse con otro equipo.

CONCLUSIONES

- I. Se garantizará con este trabajo un buen desarrollo y ejecución del mantenimiento de los camiones de transporte de mineral, logrando un aumento en el plan de producción y disponibilidad a partir del 2012, teniendo en cuenta el tonelaje de mineral transportado.
- II. La guía de mantenimiento de los equipos Volvo Articulados confeccionada, permitirá mejorar el proceso de mantenimiento de los camiones mineros para maximizar la producción de la mina.
- III. Se logró un análisis técnico de la situación actual de los camiones en el taller de la mina Comandante Ernesto Che Guevara.

RECOMENDACIONES

- I. Se recomienda que se aplique la guía de mantenimiento propuesta a los demás equipos mineros.
- II. Utilizar este trabajo como una referencia en la proyección de nuevos proyectos tanto en mantenimiento como en los planes de producción.
- III. Los planes de explotación en la producción de la mina y los planes de mantenimiento deben trabajar en armonía y conjuntamente para lograr mejores resultados.
- IV. El equipo de mantenimiento debe tener una buena organización y capacitación. También es importante disponer de toda la información y material idóneo para un buen trabajo en busca de la excelencia.
- V. Se recomienda la adquisición de una máquina de reciclaje que realice la compactación de los filtros, donde se podrá aprovechar también el aceite residual.

BIBLIOGRAFÍA

1. Angélica, Bañados; (2007). “Gigantes de la Minería”, [en línea], revisada el 13/02/2010, disponible en:
www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=0130052007021X0060023
2. Analistas de Noticias, (2010). “ABB Perú inicia programa preventivo de mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas”, [en línea], revisada el 14/02/2010, disponible en:
<http://noticiasmineras.mining.com/2010/01/07/abb-peruinicia-programa-preventivo-de-mantenimiento-de-maquinas-electricas-rotativas/>
3. Ángel MENA , Andrés Guilarte, Carlos Paumier. Informe de la disponibilidad técnica de los equipos adquiridos en el contrato 30021. 2003-2005.
4. Borísov, Klovov y Gornovoi. Labores Mineras 1976. (pp.17-29)
5. Cooke, (2008). “Flota minera alcanza las 100000 horas de funcionamiento y va por más”, [en línea], revisada el 14/02/2010, disponible en: www.cat.com/viewpoint
6. Colectivo de autores. Informes geológicos. Sub - Dirección Mina “Comandante Ernesto Che Guevara” 2005.
7. García De La Cruz, M. “Perfeccionamiento del procedimiento de adquisición y explotación de los equipos mineros en la Empresa niquelífera Comandante Ernesto Che Guevara”. Mayda Ulloa (tutor). Tesis de Maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2008. 113 h.
8. Hernández, P. et. All, Transporte minero. Ciudad de la Habana: 1999.
9. John Moubay: “Reliability Centered Maintenance”, Butterworth Heinemann Ltd. Oxford, England, 1991.
10. Ken Blanchard & Sheldon Bowles, “Raving fans. A Revolutionary Approach to Customer Service”. William Morrow and Company, New York, USA. 1993.

11. Lourival Augusto Tavares, "Administración moderna del mantenimiento", Novo Polo Publicacoes, 1999, Río de Janeiro, Brasil.
12. Murakami, Taku; (2009). "Sistema de supervisión Komatsu analizan en detalle los datos de funcionamiento de equipos mineros", [en línea], revisada el 13/02/2010, disponible en:
http://www.portalminero.com/editor_prensa/notas/1235656946.htm
13. Manual del Terex. Traducción al español. Departamento Técnico de la mina Empresa Comandante Che Guevara.
14. Manual del VOLVO A40. Traducción al español. Departamento Técnico de la mina de la Empresa Comandante Che Guevara.
15. Terex Construction Equipment Online. Disponible en:
<http://www.terex.com>
16. Tizio Raúl: "Filosofía del Mantenimiento Preventivo". Sociedad Argentina de Organización Industrial; Buenos Aires 1970.
17. Urgellés D. Evaluación de la Eficiencia Económica de las tecnologías aplicadas en el yacimiento "Punta Gorda". Trabajo de diploma. Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, 2004. 67 páginas.
18. VOLVO Construction Equipment Online. Disponible en:
<http://www.voloce.com>
19. Universidad Austral: Apuntes del módulo 6 clase 4 Programa de ingeniería y gestión de mantenimiento. Buenos aires junio de 2004.
20. Mohamed Zairi: "Administración de la calidad total para ingenieros" Primera edición en español, Editorial Panorama, México.
21. Manual de Volvo A40D.

Anexo número 1:

PARÁMETROS	VOLVO	TEREX	KOMATSU	DOSSAN
POTENCIA máxima	1800 r/m	1800 r/m	327 kw	2200 r/m
CAPACIDAD DE CARGA	37 t.	55 t.	40 t.	30 t.
PESO CAMIÓN RAZO	16.9 m3	26 m3	16.5 m3	14.2 m3
PESO CAMIÓN LLENO	22.5 m3	35 m3	22.3 m3	17.8 m3

Anexo número 2: Nueva guía propuesta para el mantenimiento de los camiones que explotan la mina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara.

Guía para el Mantenimiento de los Equipos Volvos Articulados

Tipo de lubricante a utilizar
 Aceite Castro Tecton Global
 Aceite Castrol EPX85W140
 Aceite Castrol Agri Power Trans
 Aceite Castrol Ultramax 25W50
 Aceite Castrol Dexrom III
 Aceite Castrol Hyspin AWH100
 Líquido anticongelante Mezclado
 Grasa Castrol Spheerol EPL2

Clasificación
 A
 B
 C
 D
 E
 F
 G
 H

Equipo
 Horómetro
 Fecha

Leyenda
 Realizado (x)
 No procede (-)
 No ejecutado NE

Nº	Objeto de inspección.	Intervalos de Mantenimiento					Ejecuta	Cantidad
		250	500	1000	2000	4000		
1	Lavar el Equipo y lavar el radiador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	Comprobar el funcionamiento de las lámparas testigos, los órganos de mando, el alumbrado de circulación y de trabajo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	Comprobar que no hayan fugas en los sistemas. Realizar inspección visual a los tubos y mangueras de los diferentes sistemas, en caso de detectar alguna avería proceder al cambio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	Cambiar el aceite del motor y los filtros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="text"/>
5	Cambiar el aceite del filtro de aire en baño de aceite y limpiar el sistema. Solplar filtros, si es necesario cambiarlos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="text"/>
6	Revisar el filtro separador de agua del sistema de combustible; si es necesario drenarlo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	Comprobar el nivel de aceite del cojinete de articulación del bastidor, añadir aceite si es necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="text"/>
8	Comprobar nivel de aceite en la caja de reenvío, añadir aceite si es necesario. Controlar posible fugas de aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="text"/>
9	Comprobar nivel de aceite en los ejes motrices, añadir si es necesario. Controlar posibles fugas de aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="text"/>
10	Comprobar nivel de aceite en la caja de transmisión, añadir si es necesario. Controlar posibles fugas de aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="text"/>
11	Comprobar nivel de aceite en el depósito de aceite hidráulico, añadir si es necesario. Controlar posibles fugas de aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="text"/>
12	Comprobar nivel de aceite en el depósito de aceite de refrigeración de los frenos, añadir si es necesario. Controlar posibles fugas de aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="text"/>
13	Comprobar nivel de líquido refrigerante, añadir si es necesario. Controlar posibles fugas de líquido.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="text"/>

14	Limpiar el prefiltro de ventilación de la cabina del sistema de aire acondicionado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Lubricar el equipo según esquema de lubricación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Comprobar el funcionamiento de: sistema de frenos, freno de servicio y freno de estacionamiento, sistema de dirección, sistema de basculamiento, sistema de bloqueo de los diferenciales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Controlar el tensado de las correas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Desconectar la corriente de las baterías y comprobar que el nivel de electrolitos este unos 10 mm por encima de las placas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Comprobar la presión de inflado de los neumáticos y el desgaste. Comprobar el apriete de las tuercas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Cambiar los filtros del sistema de combustible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	Limpiar el condensador del A/C. Limpiar el radiador del sistema de refrigeración con aire comprimido.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Controlar desgaste de las pastilla de freno del freno de estacionamiento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Cambiar filtro de ventilación del deposito de combustible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Cambiar filtro de ventilación del deposito de aceite hidráulico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Cambiar filtro del refrigerante.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	Cambiar aceite y filtros de la caja de cambio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Cambiar el aceite del deposito de refrigeración de los frenos y el filtro. Cambiar el filtro de ventilación, limpiar los anillos magnéticos y cambiar el filtro de retomo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Cambiar el filtro principal de aire del motor y limpiar la tapa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Controlar el juego entre la caja de carga y el bastidor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Comprobar el juego de los cojinetes y los ejes de articulación ubicados en las fijaciones de los cilindros de dirección.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	Cambiar el prefiltro de ventilación de la cabina del sistema de aire acondicionado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Cambiar filtro principal de la cabina del sistema de aire acondicionado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	Cambiar el filtro de seguridad de aire del motor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	Limpiar el colador de aspiración de la toma de fuerza ubicado en el borde delantero de la toma de fuerza de la coraza del volante.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	Cambiar el aceite de la caja de reenvío y el filtro de ventilación, limpiar el colador. Comprobar si hay fugas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	Cambiar filtro de ventilación de la caja de cambio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	Cambiar el aceite de los ejes motrices y los cubos de ruedas. Cambiar filtro de ventilación. Comprobar si hay fugas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	Cambiar el aceite del cojinete de articulación del bastidor. Comprobar y ajustar el juego.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	Cambiar el filtro de aceite a presión del sistema de frenos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	Cambiar el filtro de aceite de retorno del ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	Cambiar el cartucho desecante del sistema de aire comprimido.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

42	Cambiar el líquido refrigerante.				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="text"/>
43	Cambiar todos los filtros de ventilación.				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
44	Cambio del aceite del depósito de aceite hidráulico.					<input type="checkbox"/>		<input type="text"/>
45	Ajustar el reglaje de las válvulas del motor.					<input type="checkbox"/>		
46	Ajustar el juego de la articulación del bastidor					<input type="checkbox"/>		
47	Realizar inspección visual al bastidor delantero, al trasero, al acoplamiento, a los tirantes delanteros y traseros, a los travesaños del bogie, a las cubiertas de eje; en caso de detectar grietas o roturas proceder a solucionarlo si es posible.					<input type="checkbox"/>		
48	Comprobar el funcionamiento de la bomba de agua.					<input type="checkbox"/>		
49	Comprobar la sujeción de las abrazaderas de presión y el endurecimiento de la goma.					<input type="checkbox"/>		

Nota: Para la ejecución de cada uno de los pasos a seguir en esta guía de Mantenimiento es necesario auxiliarse del Manual de Mantenimiento según el equipo al cual se le efectúa el Mantenimiento.

Supervisores	Firma

Observaciones: