



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO

*“Dr. Antonio Núñez Jiménez”*

FACULTAD GEOLOGÍA MINERÍA  
DEPARTAMENTO DE MINERÍA.

# **TRABAJO DE DIPLOMA**

*En opción al título de*

# **INGENIERO EN MINAS**

**TÍTULO:** “Estudio del rendimiento del transporte automotor en la mina de la Empresa Comandante Che Guevara”.

**AUTOR:** Ariolvis Toirac Cobas

**TUTORES:** Ing. Yoandro Díeguez García  
Msc. María Isabel García De la Cruz.

**“Año 52 de la Revolución”**

**Moa, 2010**



## DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

---

Yo: **Ariolvis Toirac Cobas** autor de este trabajo de Diploma y los tutores Msc. María Isabel García De la Cruz e Ing. Yoandro Díeguez García declaramos la propiedad intelectual de este servicio del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa para que disponga de su uso cuando se estime conveniente.

---

Diplomante: Ariolvis Toirac Cobas

---

Tutor: Msc. María Isabel García De la Cruz  
García

---

Tutor: Ing. Yoandro Dieguez



## AGRADECIMIENTOS

---

*Para la realización de este trabajo hemos contado con el valioso apoyo de un colectivo de personas que colaboraron con tenacidad y ahínco en aras de que la investigación tuviera la mejor calidad posible, por lo que dejamos constancia de nuestro especial agradecimiento:*

*A mis tutores: Maria Isabel García de la Cruz y Yoandro Díquez García por la confianza y ayuda depositada durante la realización de la tesis.*

*A mis padres: Iris Cobas Rodríguez y Aristides Toirac Durán por haberme guiado en la vida y darme una educación basada en valores y principios.*

*A mis hermanas: Ariannis, Yanuris, por su ayuda incondicional.*

*A mis amigos: Alfonso, Martial, Chenchó, Yancel, Antonio, Packy, Leodis, Welmis, Jose Antonio, Akira que a la vez han sido como mis hermanos por su ayuda brindada en todos los momentos.*

*A mis vecinos: Blanquita, Aidita, Rubén Leandro, Fife, por su ayuda prestada en cada momento que los necesité.*

*Quiero dar un agradecimiento especial a mis amigos que no se encuentran cerca de mí pero siempre han estado pendientes a este momento: Kirenia, Helem, Maida, Geovannis.*

*A todos los profesores de la facultad de Ingeniería en Minas, y mis compañeros de estudio que de una forma u otra nos ayudaron para alcanzar este éxito.*

*A los nombrados hoy y a quienes imperdonablemente no hemos recordado...*

*Muchas Gracias*



## DEDICATORIA

---

*A mis padres y familiares: Ya que siempre confiaron en mi y se que se sienten orgullosos ya que nunca los e defraudado.*

*A mis queridos hermanas: Ariannis y Yanuris quienes siempre me alentaron a seguir adelante.*

*A mis amigos: Quienes siempre demostraron preocupación por este momento aun estando muy lejos.*

*A mi tía: A mi tía Marilín Toirac por su apoyo y dedicación para yo poder llegar hasta aquí.*

*A mis Tutores: Maria Isabel García de la Cruz y Yoandro Díquez por colaborar para la realización de este trabajo, por que en el momento preciso dieron lo mejor de si para que este día fuera posible.*

*A los profesores del centro: Que colaboraron con mi formación profesional.*

*A todos con el amor del mundo “les dedico este éxito”*

*Ariolvis Toirac Coba*



## ÍNDICE

|                                                                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                                                                                                | <b>1</b>  |
| <b>CAPÍTULO I ESTADO DEL ARTE. ....</b>                                                                                                                  | <b>4</b>  |
| 1.1. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO. ....                                                                                                                        | 4         |
| 1.2. ESTADO ACTUAL DE LA MINERÍA DEL NÍQUEL .....                                                                                                        | 4         |
| 1.3. VALORACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR .....                                                                                           | 11        |
| 1.4. INFLUENCIA DEL RENDIMIENTO EN LA VIDA ÚTIL DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR. ....                                                                           | 13        |
| <b>CAPÍTULO II CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.....</b>                                                                                    | <b>16</b> |
| 2.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO.....                                                                                                     | 16        |
| 2.2. BREVES CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LOS YACIMIENTOS .....                                                                                          | 17        |
| 2.3. BREVES CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO .....                                                                                  | 25        |
| 2.4. FLUJO TECNOLÓGICO DE LA UNIDAD BÁSICA MINERA. ....                                                                                                  | 28        |
| 2.5. CARACTERIZACIÓN DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR EXISTENTE EN LA UNIDAD BÁSICA MINERA.....                                                                  | 34        |
| <b>CAPITULO III ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR EN LA MINA DE LA “EMPRESA COMANDANTE CHE GUEVARA” .....</b>                             | <b>37</b> |
| 3.1. GENERALIDADES DEL EQUIPAMIENTO DE TRANSPORTE EN LA EN LA UNIDAD BÁSICA MINERA DE LA EMPRESA COMANDANTE ERNESTO CHE GUEVARA.....                     | 37        |
| 3.2. ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR PERIODO 1997-2003.....                                                                             | 43        |
| 3.3 EQUIPOS ADQUIRIDOS MEDIANTE ARRENDAMIENTO SIN OPCIÓN DE COMPRAS PERIODO 2001-2003.....                                                               | 45        |
| 3.4. ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR PERIODO 2003 - 2009.....                                                                           | 47        |
| 3.5. RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO REALIZADO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE .....                                    | 50        |
| 3.6. RENDIMIENTO DE LOS CAMIONES ARTICULADOS VENCIDO EL PERIODO DE VIGENCIA BAJO LAS MISMAS CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN. ....                             | 52        |
| 3.7. COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE LOS CAMIONES ARTICULADOS DESPUÉS DE CULMINADO EL PERIODO DE EXTENSIÓN BAJO OTRAS CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN. .... | 54        |
| 3.8 INCIDENCIA DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS EN LA VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE. ....                                                              | 56        |
| 3.9 ESTABLECIMIENTO DE LA VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE. ....                                                                                   | 58        |
| <b>CAPÍTULO IV. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO. ....</b>                                                                | <b>62</b> |
| 4.1 IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA ACTIVIDAD MINERA AL PAISAJE. ....                                                                                 | 62        |
| 4.2 PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS TERRENOS DURANTE LA ACTIVIDAD MINERA. ....                                                                          | 64        |
| 4.3. AFECTACIONES DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR EN LA MINA AL MEDIO AMBIENTE.....                                                                             | 66        |
| 4.4. SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO. ....                                                                                                               | 67        |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>                                                                                                                                | <b>68</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                                                                                                                              | <b>69</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>                                                                                                                                | <b>70</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                                                                                                       | <b>72</b> |



## **RESUMEN**

La mina de la Empresa Niquelífera Comandante Ernesto Che Guevara, inició la alimentación a la fábrica a partir del año 1985. Los equipos mineros utilizados han sido adquiridos en diferentes negociaciones relacionadas con las fases del flujo tecnológico de la minería. Valorando la incidencia que tiene el buen funcionamiento de estos equipos en la estabilidad del cumplimiento del objeto social de la actividad minera, se realiza el presente trabajo cuyo título es “Estudio del rendimiento del transporte automotor en la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara” el mismo tiene como objetivo general determinar la vida útil del transporte automotor existente en esta empresa.

Para el cumplimiento del objetivo se realizaron las búsquedas y análisis bibliográfico, observaciones visuales, cálculos e interpretaciones de los indicadores técnicos que caracterizan al transporte automotor de la masa minera, además se recopilaron datos sobre las características geológicas del yacimiento, como resultado del mismo se obtiene el rendimiento del transporte automotor a partir del año 1997 y se expone la vida útil de los equipos de transporte automotor para las actuales condiciones de explotación.



## **ABSTRACT**

The company mines Commander Ernesto Che Guevara, the nutrition initiated to factory as from the year 1985. Mining utilized teams have been acquired in different related negotiations with the phases of the technological flow of mining. Appraising the incidence that has the good functioning of these teams in the stability of the fulfillment of the corporate purpose of mining activity, whose title accomplishes the present work itself study of the performance is automotive transportation in the company mine Commander Ernest Che Guevara the same the general aims at determining the service life of automotive existent transportation at this company.

The quests and bibliographic analyses, visual observations, calculations and interpretations of the technical indicators that characterize the automotive transportation of the mining mass, besides data on geological characteristics of the deposit compiled themselves, came true for the fulfillment of the objective like result of the same the performance gets from automotive transportation as from the year itself 1997 and the service life of the Automotive transportation for the present-day conditions of exploitation is exposed.



## INTRODUCCIÓN

La industria minera está relacionada con las ramas más importantes de la industria pesada, de ahí el papel que juega en el desarrollo económico de nuestro país.

La actual Unidad Básica Minera de la Empresa Comandante Che Guevara cuenta con equipos de transporte de alta tecnología, pero aún en la actualidad no se ha logrado alcanzar el máximo de los indicadores técnicos productivos proyectados, aspecto éste poco estudiado y en el que se debe profundizar más para lograr mayor eficiencia y calidad posible en el transporte de la masa minera.

Teniendo en cuenta que el objeto social de la actividad minera es el suministro de la materia prima al proceso metalúrgico para la obtención de las producciones con la calidad requerida, desde el año 1997 se ha venido trabajando, en la reposición de los equipos de tecnología obsoleta (rusos), para lograr el aprovechamiento óptimo y racional de los yacimientos, la extracción de las reservas de mineral alojadas en los fondos de los frentes mineros, recuperar el atraso existente en el escombreo, aumentar la eficiencia operativa del equipamiento y mejorar el desarrollo tecnológico en la minería.

Es por ello que el **problema**, que fundamenta este trabajo es la necesidad de realizar un estudio del rendimiento del transporte en la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara para definir las causas que influyen en la deficiencia de los mismos y poder determinar la vida útil del equipamiento durante la operación de transporte de la masa minera. El **objetivo general de este trabajo** consiste en realizar el estudio del rendimiento del transporte automotor en la mina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara para determinar la vida útil de estos equipos durante la operación de transporte de la masa minera. El **objeto de estudio** de esta investigación es el transporte automotor en la mina de la Empresa Comandante Che Guevara. El **campo de acción** es el rendimiento del transporte automotor en la mina de la Empresa Comandante Che Guevara.



En la formulación de la **hipótesis** se parte del hecho de que si se realiza una caracterización minero-técnica del equipamiento y se conoce el comportamiento del mismo durante el transporte de la masa minera es posible realizar el estudio del rendimiento del equipamiento con lo cual se podrá determinar la vida útil del mismo durante la operación de transporte de la masa minera.

Para cumplir el objetivo general se desarrollaron los siguientes **objetivos específicos**:

- 1- Realizar una caracterización ingeniero – geológica de la zona de estudio.
- 2- Realizar una caracterización del transporte automotor existente en la mina de la Empresa Comandante Che Guevara.
- 3- Realizar el estudio del comportamiento del rendimiento del transporte automotor en la mina de la Empresa Comandante Che Guevara a partir del año 1997.

El desarrollo del estudio se realiza en cuatro capítulos fundamentales:

**Capítulo I:** “Estado del arte”. En el mismo se realiza un análisis bibliográfico para la determinación del estado actual de la problemática, además se efectúa una recopilación y revisión de las estadísticas de producción, así como del mantenimiento y economía durante la explotación de los equipos mineros en la Unidad Básica Minera de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara.

**Capítulo II:** “Caracterización ingeniero geológica de la zona de estudio”. En este capítulo se aborda la situación geográfica de la zona de estudio, la geología, hidrogeología, los procesos tecnológicos empleados en la mina.

**Capítulo III:** “Estudio del rendimiento del transporte automotor para la determinación de su vida útil”. En este capítulo se realiza el estudio del comportamiento de los equipos desde el año 1997, a partir de los indicadores técnicos-económicos siguientes: disponibilidad técnica, utilización, productividad horaria, costo unitario, costo horario.



**Capítulo IV:** “Protección medio ambiente y seguridad e higiene del trabajo”. En este capítulo se valora la influencia de las actividades mineras sobre el medio, además se proponen posibles soluciones para minimizar los accidentes.

El resultado esperado del estudio es determinar la vida útil del transporte automotor en la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara.



## **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 estudio del rendimiento del transporte automotor. 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:

1. Incrementar la eficiencia de la extracción de los componentes útiles presentes en la mena (conjunto de minerales de interés económico que forman el yacimiento).
2. Lograr el máximo aprovechamiento de los componentes secundarios de la mena.
3. Reducir la cantidad de colas y desechos del procesamiento minero y metalúrgico.
4. 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 Sherrit para elevar en unos 53.000 dólares la producción de la Sotro 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 Sherrit, Cuba aportó concesiones mineras por 60 millones de toneladas de material de limonita níquelífera, 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 Sotro Alba Moa Nickel SA., 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 9.6 km entre el yacimiento de Moa Oriental y la planta de preparación de pulpa y será mayor la relación escombros 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 Sotillo Alba Moa Nickel SA, con el sistema operacional de la mina no se garantiza la estabilidad de la calidad de la mena alimentada al proceso metalúrgico.

### **Empresa Comandante 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 incremento 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 \$/ton.

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 pre-homogeneización 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, homogeneización 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 escombro 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 escombro 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 sobreexplotación 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**

Borísov, Klovov y Gornovoi, en la edición del libro *Labores Mineras* (1976), detallan los procesos tecnológicos de arranque, carga, transporte del mineral y el escombros, por ejemplo (pp.17-29), 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 prevén financiar equipos, sino también diseñar, construir y financiar instalaciones de mantenimiento. El autor en el incremento de productividad de los equipos solo 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 solo 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. En esta publicación se refiere a unas series de medidas que se han tomado 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 maquinas mineras estos factores no influyen en la vida útil ya que son maquinas 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 maquinas.

(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 Portal 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 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

### 2.1. Situación Geográfica de la zona de estudio.

El área de ubicación de la fábrica Comandante Ernesto Che Guevara se encuentra al norte del yacimiento de Punta Gorda, ubicado en la provincia Holguín, en la costa norte, entre los ríos Moa y Yagrumaje, a 4 Km de la Ciudad de Moa y a 2 Km del pueblo de Punta Gorda y forma parte del macizo montañoso de Sagua – Moa - Baracoa. (Figura 1).

**Figura 1. Plano de ubicación de la zona de la Concesión Minera**



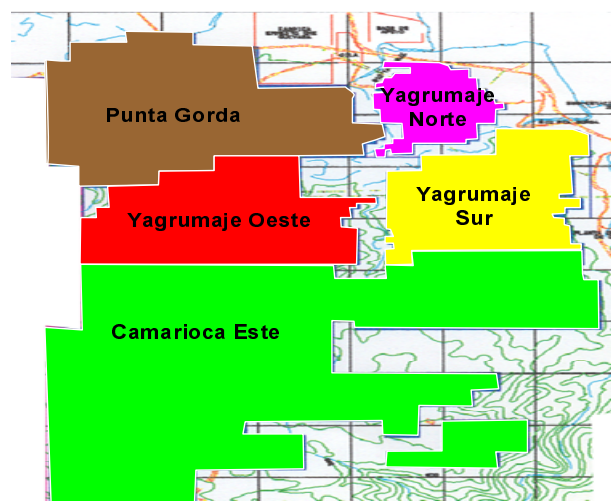
**Relieve:** la zona se caracteriza por su inclinación hacia el Norte con rangos de pendientes variables y desmembrado en tres sectores por valles muy profundos, correspondientes a las áreas ínter fluviales Moa – Lirios - Yagrumaje, que se caracterizan por las formas aplanadas con cañadas y valles formados en el período de peniplanización con los desniveles relativos del relieve que oscilan entre 70 y 110 m, siendo las cotas absolutas de 0 - 185 m.

**Clima:** es tropical, la temperatura media anual es aproximadamente 27 °C, en el verano de 30 °C a 32 °C y en el invierno de 22 °C a 26 °C. En el año hay dos períodos de lluvia, correspondientes a los meses Mayo - Junio y Octubre - Diciembre; y dos períodos de seca, Febrero - Abril y Julio - Septiembre. La cantidad de precipitaciones oscilan en amplios límites y el promedio es de 1700 - 1800 mm al año. Durante el verano las lluvias se presentan en forma de chaparrones y en el invierno son prolongadas. La red fluvial, está representada por los ríos Moa al Norte, Yagrumaje al Sur y Este, Los Lirios al Oeste y está atravesado por el arroyo La Vaca.

## **2.2. Breves características geológicas de los yacimientos**

La concepción minera de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara está constituida por los siguientes yacimientos, Punta Gorda, Yagrumaje Norte, Yagrumaje Oeste, Yagrumaje Sur, Camarioca Este. (Figura 2)

### **CONCESIÓN MINERA**



**Figura 2. Composición de la concepción minera Empresa Comandante Ernesto Che Guevara.**

### **Yacimiento Punta Gorda**

El área está limitada por las coordenadas del Sistema Lambert  $X = 699\ 800 - 704\ 100$ ,  $Y = 218\ 600 - 221\ 900$ . Las coordenadas geográficas  $Y = 20^{\circ} 38' 2''$ ,  $X = 74^{\circ} 52' 8''$ , con los siguientes límites naturales: al Norte por las aguas del Océano Atlántico, al Sur la línea convencional que lo separa del yacimiento Yagrumaje Oeste, al Oeste el yacimiento Moa Oriental, al Este las elevaciones que constituyen la línea divisoria de las aguas del Río Yagrumaje. Las rocas que componen este depósito mineral están representadas por el complejo del corte ofiolítico, el complejo ultramáfico metamorizado compuesto por las peridotitas y las serpentinas, y el complejo cumulativo formado por gabros olivínicos y plagiogranitos.

Como representante del complejo ofiolítico en el contacto del yacimiento Punta Gorda y por su abundancia, tiene los siguientes tipos de rocas: serpentinitas apoharzburgíticas y harzburgitas serpentinizadas. Las mismas se desarrollan en todo el yacimiento y a ellas se asocian la masa fundamental de la mineralización. En su mayoría estas constituyen rocas estériles de colores gris verdoso a verde con tonalidades amarillas caracterizadas por un alto contenido de sílice y magnesio y bajos contenidos de níquel y hierro. Desde el punto de vista mineralógico las fases predominantes para estas rocas la constituyen los minerales de serpentina (78 %) y los minerales arcillosos (10 %). Estos tipos rocosos originan la mayor parte de la corteza friable productiva del Yacimiento Punta Gorda.

El complejo cumulativo aparece en la parte más oriental del yacimiento, en las proximidades del Río Yagrumaje, y se encuentra representado por plagioclasitas, anfibolitas y gabros olivínicos. Las dos primeras son las menos abundantes y se encuentran ubicadas en el este del yacimiento y la última es más abundante y se encuentra muy diseminada por toda el área del sector oriental en forma de pequeños cuerpos aislados. Estos tipos de rocas determinan áreas no

mineralizadas con hierro, níquel y cobalto, y caracterizadas por una potente capa de escombros con relación a la capa mineralizada.

Las harzburgitas serpentinizadas se desarrollan a lo largo y ancho del Yacimiento y a ellas se asocia la masa fundamental de la mineralización, mientras que las rocas del complejo cumulativo se desarrollan sólo en el sector Oriental determinando áreas no mineralizadas por Fe, Ni, Co, que son zona de alto escombros o alta relación escombros mineral.

Las rocas encajantes dan origen a este tipo de yacimiento friable. En su mayoría éstas constituyen rocas estériles de color gris verdoso a verde con tonalidades amarillas, caracterizadas por un elevado contenido de sílice y magnesio, 39,68 % y 34,95 % respectivamente y bajos contenidos de óxidos de níquel y hierro 0.89 % y 10.34 % respectivamente. La masa mineralizada la constituyen los horizontes friables de la corteza de intemperismo, formado producto de la desintegración y lixiviación de las rocas madres, harzburgita serpentinizada y esta mineralización puede estar presente desde los primeros horizontes de ocre inestructurales con concreciones ferruginosas.

La mineralización se pone de manifiesto desde el mismo horizonte o subzona de los ocre inestructurales con concreciones ferruginosas. Desde el punto de vista químico son menas con altos contenidos de hierro, bajos contenidos de níquel pero mucho más bajo contenido de  $\text{SiO}_2$  y  $\text{MgO}$  con respecto a la roca madre. En la parte mineralógica predominan las fases de goethita-hematita y gibbsita, granulométricamente la fase predominante es la aleurolítica. Además éstas se encuentran en la subzona de los ocre inestructurales sin concreciones ferruginosas, caracterizadas por un aumento del contenido de hierro y níquel. El  $\text{SiO}_2$  mantiene más o menos el mismo valor al igual que el  $\text{MgO}$ .

Desde el punto de vista mineralógico la fase predominante es la de los minerales de serpentina seguido por los minerales arcillosos. Aquí la fase de la goethita-hematita desciende bruscamente. Químicamente el  $\text{SiO}_2$  y el  $\text{MgO}$  alcanzan grandes valores decreciendo el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y el  $\text{NiO}$  alcanza su valor máximo.

Desde el punto de vista morfológico el yacimiento constituye un solo cuerpo mineral únicamente interrumpido por la red de ríos y arroyos que surcan el mismo, observándose los fundamentales acuñamientos de la potencia mineral, en la medida en que se aproximan a los arroyos y afloramientos de la roca madre. El límite de este cuerpo mineral lo constituye el área cercana al río Yagrumaje. Presenta un relieve moderado, con inclinación hacia el norte, con rangos de pendientes variables, con poca complejidad para su explotación. La potencia promedio de la mena, actualmente es de 10.30 m, siendo la zona Sur la de mayor potencia, el espesor de la capa de estéril es de 6.10 m, con la relación de escombro mineral aproximadamente de 0.45 m<sup>3</sup>/tn. El mismo se encuentra afectado por las aguas subterráneas, presentando un sistema de drenaje que es deficiente. El acceso a él no presenta problemas pues existen caminos principales y secundarios que garantizan las labores mineras. La exploración geológica se realizó de manera completa con una red de 33.33 m x 33.33 m.

#### **Yacimiento Yagrumaje Norte.**

Tiene un área general de 2 km<sup>2</sup> con forma bastante regular de dimensiones de 1.8 Km de largo y 1.4 km de ancho, ubicándose en una meseta aplanada al norte del Río Yagrumaje. Este, tiene una inclinación de sur a norte desde las cotas 100 -110 m hasta 20 – 40 m, la diferencia de las cotas absolutas dentro de los límites del yacimiento explorados es de 88 m variando de 108 - 200 m.

Las menas se relacionan principalmente con las formaciones friables de la corteza de intemperismo in situ y sus productos, excepto en las partes del yacimiento con pendientes abruptas; las intercalaciones de estériles son muy raras en todo el depósito mineral, alcanzando un área de 0.01 km<sup>2</sup>.

La potencia promedio de las menas LB + SB es de 9.0 m, variando desde 2.6 m en el bloque 1058 hasta 17.4 m en el bloque 557. En general, la potencia va aumentando desde las partes periféricas hacia las partes centrales del yacimiento. La profundidad de yacencia de las aguas es de 2.67 m, la potencia del horizonte acuífero varía desde 1.0 - 20.50 m, las corrientes de las aguas subterráneas tienen tres direcciones principales: hacia el río Yagrumaje, hacia la costa y hacia el

arroyo Punta Gorda, aprovechando las depresiones del relieve, debido a que el nivel de las mismas queda por encima del nivel de base de erosión de las aguas superficiales. Se encuentra desarrollado totalmente en una red de exploración de 33.33 x 33.33 m, y parcialmente en una red de 23.5 x 23.5 m.

### **Yacimiento Yagrumaje Sur.**

Éste, ocupa un área de 3.65 km<sup>2</sup>. Las rocas que componen el sustrato principalmente son, ultramáficos de harzburgitas con un desarrollo fuerte de la serpentinización.

La corteza de intemperismo es mayormente del tipo residual, in situ, formada por la acción de los agentes de intemperismo en el sustrato rocoso formado por las rocas descritas anteriormente. La potencia de la corteza en el yacimiento Yagrumaje Sur oscila entre 1 – 40 m, siendo la media de 8 m. Los elementos valiosos fundamentales: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO y CO, que acompañan a la masa mineral durante el proceso industrial, presentan contenidos promedios para el yacimiento que están dentro de las especificaciones de la industria. Generalmente en el yacimiento hay predominio de las menas limoníticas y férricas sobre las serpentínicas.

Las aguas superficiales y subterráneas según se aprecian corren de las zonas más elevadas topográficamente ubicadas en la parte Sur y central del yacimiento, dando origen a pequeños arroyos. Los niveles de agua oscilan entre las zonas de ocre estructurales y las serpentinitas.

Las mayores potencias se observan en la parte central y oriental, ambas siguiendo la dirección norte - sur. A partir del cálculo de reservas para el cut off de 0.9 % de níquel las potencias de escombros y mineral son 4.4 m y 7.3 m respectivamente en las zonas desarrolladas en categoría probadas y 6.72 m y 11.37 m respectivamente en los recursos indicados. La relación escombros mineral es de 0.32 y 0.26 para ambas zonas respectivamente. Este yacimiento se encuentra explorado casi en su totalidad en una red de 33.33 x 33.33 m, y en una red de 100 x 100 m un área pequeña ocupada por una subestación eléctrica y sus tendidos correspondientes. Estas líneas energéticas pueden afectar algunas zonas

determinadas del yacimiento. Se encuentra aproximadamente a 8.0 km de la mina a partir de la carretera Moa - Baracoa. Esta distancia puede acortarse mediante la construcción de un camino a través del yacimiento Yagrumaje Norte, debiendo atravesar los ríos Yagrumaje y Punta Gorda.

A este se accede por un terraplén que parte del puente sobre el río Punta Gorda construido como acceso a la subestación eléctrica. Este camino está prolongado hasta algunas partes del yacimiento y puede servir inicialmente para la preparación minera, además existe algunos caminos vecinales que comunican el yacimiento con poblados relativamente cercanos. Las aguas superficiales y subterráneas corren de las zonas más elevadas, topográficamente ubicadas en la parte sur y central del yacimiento hacia los ríos que la limitan, dando origen a pequeños arroyos; estos no crean grandes problemas hidrogeológicos.

### **Yacimiento Yagrumaje Oeste**

Ocupa un área de 4.36 km<sup>2</sup>. Las rocas que componen el sustrato son representativas del corte ofiolítico, destacándose las que se exponen a continuación:

**Harzburgitas:** son rocas del complejo cumulativo, con colores gris oscuro verdoso, gris y gris oscuro negruzco. Los minerales de serpentina fundamentales son antigoritas que varían entre el 25 - 70 %. La talquitización 25 % y la argilitización son las alteraciones más frecuentes.

**Serpentinita por harzburgitas:** sus características son: color pardo, gris, gris oscuro verdoso, gris verdoso y pardo verdoso. Minerales serpentiniticos son el crisotilo y la antigorita.

La corteza de intemperismo presente en esta área es del tipo residual in situ, es más madura que la del yacimiento Yagrumaje Sur, que posee un menor desarrollo en los ocreos estructurales. Es un yacimiento típicamente limonítico, con predominio en su litología de los Ocreos inestructurales, a los que se asocian las menas limoníticas balanceadas que son las más representativas.

Este yacimiento aun no está en explotación y por tanto no posee obras de infraestructura para el desarrollo de la minería. Se encuentra explorado en dos redes, la red de 100 x 100 m y 33.33 x 33.33 m, 41 y 7 bloques respectivamente, representando solo un 17 % en categoría de recursos medidos. El río Yagrumaje atraviesa este yacimiento, provocando zonas abruptas en sus riveras; en las demás zonas existen pendientes más suaves de orden del 8 -12 % promedio. Es un yacimiento típicamente limonítico con predominio litológico de los Ogres Inestructurales a los que se asocian las menas limoníticas de balance, que son las más representativas del yacimiento.

La potencia mineral y de escombros promedio para los bloques desarrollados en la red de 33.33 x 33.33 m es de 6.4 m y 1.9 m respectivamente; con una relación escombros mineral de 0.25 m<sup>3</sup>/t. Para la zona desarrollada en la red de 100 x 100 m. No posee acceso para la minería, solo tiene caminos en mal estado usados para el acceso a los trabajos de desarrollo geológico.

### **Yacimiento Camarioca Este**

Presenta un área total de 19 km<sup>2</sup> y una potencia media de 4.90 m. Por su yacencia, es una corteza de tipo superficial desarrollada en forma de manto, en ocasiones interrumpida por afloramientos de la roca madre. El yacimiento aparece como una gran superficie de nivelación de relieve erosivo - denudativo con pendientes suaves que se hacen bruscas en los límites del desarrollo de la corteza.

Su basamento pertenece a la asociación ofiolítica de la región nororiental de Cuba, representado en este depósito mineral principalmente por el cúmulo ultramáfico y en menor medida por el cúmulo máfico. En los cúmulos ultramáficos se destacan por su representatividad las serpentinitas harzburgitas, las harzburgitas serpentinizadas y dunitas serpentinizadas, y de forma aislada aparecen también peridotitas anfibolitizadas y talquitizadas y serpentinitas antigoritas.

La corteza de intemperismo se caracteriza por estar compuesta por rocas deleznales, de granulometría variable de color pardo rojizo en los horizontes superiores, los cuales van aclarando su tonalidad con la profundidad hasta parda amarillenta y parda verdosa. Por la madurez de la corteza de intemperismo, el yacimiento Camarioca Este ocupa una posición intermedia entre Yagrumaje Sur y Yagrumaje Oeste, con predominio del mineral limonítico sobre el serpentínico, independientemente de que existe en toda el área desarrollo de horizontes serpentínicos meteorizados.

Las aguas superficiales son bicarbonatadas magnesianas, su mineralización varía entre 0.1234 y 0.98 g/l y dureza total entre 0.35 meq y 1.0 meq. Por lo que son blandas y el PH determinado oscila entre 6.0 y 6.8 por lo que se clasifican como ligeramente ácidas. La afluencia de agua en el sector es de 642 600 m<sup>3</sup>/día.

Las menas LB + SB se encuentran distribuidas en diferentes cuerpos minerales que se caracterizan por su diversidad de tamaños, formas, potencia de las menas y de las cubiertas de estéril, reservas y contenidos de los elementos útiles. Por la madurez de la corteza de intemperismo, el yacimiento Camarioca Este ocupa una posición intermedia entre Yagrumaje Sur y Yagrumaje Oeste, con predominio del mineral limonítico sobre el serpentínico, independientemente de que existe en toda el área desarrollo de horizontes serpentínicos meteorizados.

Este yacimiento se encuentra desarrollado en dos categorías: medidos e indicados. En categoría medidos se desarrollaron 30 bloques y en indicados 167 bloques. Las potencias de escombro y mineral para ambas categorías de desarrollo para el cut off de 0.9 % Ni son 2.18 m y 6.65 m y 3.2 m y 6.6 m respectivamente. La relación escombro mineral es de 0.22 y 0.3 m<sup>3</sup>/t respectivamente. El acceso es a través de caminos construidos para las actividades de desarrollo geológico en el mismo, pero estos no poseen condiciones para la actividad minera. Este se encuentra bastante distante de la mina y requerirá de prolongación de los caminos existentes.

En el sector Camarioca Este, el nivel de las aguas subterráneas se presenta irregular debido a la presencia de gran cantidad de pozos secos. Durante la perforación se observó gran cantidad de pozos secos principalmente durante la perforación con espiral y muy poca agua durante la perforación rotatoria, la potencia de agua en los pozos se estableció entre 0.1 m y 10.0 m, esta última cifra muy raramente, las potencias más frecuentes no alcanzan un metro.

### **2.3. Breves características hidrogeológicas de la zona de estudio Yacimiento Punta Gorda**

En la zona del yacimiento están ampliamente distribuidas las aguas subterráneas, las que se encuentran relacionadas en la parte superficial agrietada del macizo ultrabásico serpentizado.

Por los trabajos realizados anteriormente se conoce que el agrietamiento intenso y la acuosidad relacionada con estos se presentan a una profundidad de 20 – 30 m y que la zona más agrietada e inundada por lo general tiene una potencia de 2 – 5 m. A grandes profundidades las rocas tienen un comportamiento acuífugo, o sea, no contienen agua. En la región existen manantiales de aguas subterráneas ligados a la zona de agrietamiento. El gasto de estos varía desde fracciones de litros hasta varios litros por segundo y se encuentra en dependencia directa con cantidad de precipitaciones atmosféricas. Las aguas son dulces, con una mineralización de 0.1 – 0.5 g/l y presentan una composición microcarbonatada magnesiana e hidrocarbonatada cálcica.

La región presenta una estructura tectónica compleja y se caracteriza por la presencia de alargadas zonas de fallas, se puede suponer que estas zonas pueden estar inundadas y contener grandes reservas de aguas subterráneas. Las divisorias de las aguas superficiales se encuentran al sur del yacimiento con cotas absolutas superiores a los 170 m. La dirección principal del agua subterránea es hacia el norte, donde se encuentra la zona mas baja y hacia sur– sureste, constituyendo en esta dirección el río Yagrumaje la zona de descarga.

### **Yacimiento Yagrumaje Norte**

Las condiciones hidrogeológicas de este yacimiento están condicionadas a los períodos de lluvia y seca, presentando complejidades mayores en época de lluvia y en período de sequía moderada, mientras que en época de intensa sequía las condiciones hidrogeológicas son simples, independientemente que el estudio hidrogeológico no fue homogéneo en todo el yacimiento.

En época de lluvia las cotas del nivel del agua subterránea oscilan entre 15 y 90 m y la descarga de éstas se realiza hacia el Norte, el Oeste, el Sureste y Suroeste. Los gastos específicos para época de lluvia oscilan desde 5 hasta 1000 m<sup>3</sup>/día/m, sin embargo en época de intensa sequía éstos son inferiores a 45 m<sup>3</sup>/día/m. Esto está dado a que la mayor productividad acuífera está asociada a los ocre inestructurales. En el ocre estructural solo se presentan valores elevados en zonas de falla.

Si se realiza un buen trabajo de canalización previo a la explotación del mineral, la complejidad se verá reducida significativamente. El sistema de canalización debe realizarse en época de seca, permitiendo de esta forma que cuando lleguen las lluvias se acumulen pequeños volúmenes de ésta en la roca acuífera. El sistema de control de erosión, consiste básicamente en la construcción de pequeñas obras hidráulicas que drenan desde los bordes de las áreas a minar, dando de este modo, algunas soluciones para el drenaje.

### **Yacimiento Yagrumaje Sur.**

La red hidrográfica está bien desarrollada, representada por los ríos Cayo Güam y Punta Gorda y los distintos arroyos de carácter permanente que cursan por dentro del yacimiento.

Las mayores capacidades para almacenar agua vienen determinada por las serpentinitas y peridotitas serpentinizadas por presentar un alto grado de agrietamiento originado por el intemperismo. Se destaca en este yacimiento un complejo acuífero, donde hay un rápido incremento del derrame subterráneo en

sentido vertical, originado este por la alta porosidad de las lateritas y agrietamiento de las serpentinitas ya señaladas. Se debe aclarar que la infiltración vertical se limita localmente donde los ocres se presentan con propiedades arcillosas.

Las aguas superficiales y subterráneas corren de las zonas más elevadas topográficamente ubicadas en la parte Sur y central del yacimiento con dirección Sur a Norte y hacia el Este, dando origen a pequeños arroyos. Los niveles de agua oscilan entre las zonas de ocres estructurales y las serpentinitas.

Las aguas subterráneas están distribuidas tanto en la parte ocosa como en la zona de agrietamiento del macizo ultrabásico, principalmente en las serpentinitas, el agrietamiento intenso y la alta acuosidad relacionada con este, se presenta a una profundidad de 10 – 20 m.

### **Yacimiento Yagrumaje Oeste**

Las condiciones hidrogeológicas de este yacimiento están condicionadas a los períodos de seca y lluvia, presentando complejidades mayores en época de lluvia y en período de sequía moderada, mientras que en época de intensa sequía las condiciones hidrogeológicas son simples.

Con el estudio del comportamiento de los niveles del agua en el tiempo, se pudo apreciar que los niveles del agua en época de seca descienden rápidamente y luego se mantienen estables, hasta tanto comienza la lluvia, donde ascienden rápidamente y al terminar estas, en pocos días retornan al comportamiento de periodo de seca prolongado.

Con los resultados de las mediciones periódicamente del nivel, se definió que la dirección del agua es NW y NE, las zonas de fallas contenedoras de aguas subterráneas, está dado por la alineación de puntos de cotas de nivel del agua coincidentes con las cotas del techo de la roca del basamento.

### **Yacimiento Camarioca Este**

Las aguas superficiales son bicarbonatadas magnesianas, su mineralización varía entre 0.1234 y 0.98 g/l y dureza total entre 0.35 meq y 1.0 meq por lo que son blandas y el PH determinado oscila entre 6.0 y 6.8 por lo que se clasifican como ligeramente ácidas. La afluencia de agua en el sector es de 642 600 m<sup>3</sup>/día.

El nivel de las aguas subterráneas se presenta irregular debido a la presencia de gran cantidad de pozos secos. Durante la perforación se observó gran cantidad de pozos secos principalmente durante la perforación con espiral y muy poca agua durante la perforación rotatoria, la potencia de agua en los pozos se estableció entre 0.1 m y 10.0 m, esta última cifra muy raramente, las potencias más frecuentes no alcanzan un metro.

#### **2.4. Flujo tecnológico de la Unidad Básica Minera.**

La Unidad Básica Minera esta destinada fundamentalmente a suministrar la materia prima a la fábrica Comandante Ernesto Che Guevara que cuenta con un esquema tecnológico basado en la lixiviación carbonato amoniacal del mineral reducido o proceso Carón. Inició sus operaciones mineras en 1985, con la explotación de los minerales del Yacimiento Punta Gorda, con producciones anuales hasta el año 1996 entre 1.5 a 2.3 millones de toneladas de mineral minado y a partir del año 1997 hasta 2005 se incrementó a 3.0 a 3.8 millones de toneladas. Actualmente las labores mineras se desarrollan en los yacimientos Punta Gorda y Yagrumaje Norte. La superficie de la zona minada es de aproximadamente 2 854 400 m<sup>2</sup>. Para dar cumplimiento a su objeto social desarrolla las actividades que aparecen a continuación:

##### **a) Desarrollo geológico**

Tiene como objetivo fundamental, la evaluación de los recursos minerales, con la finalidad de utilizarlos como materia prima ya sea a corto, medio o largo plazo. En la etapa de desarrollo se determinan los parámetros fundamentales del mineral y del yacimiento, que servirán de base para la planificación de la extracción y su

procesamiento industrial. El desarrollo geológico con la perforación y muestreo se desarrolla en:

- Red de 400 x 400 m ó de 300 x 300 m en las áreas con perspectiva de la corteza de intemperismo. Con esta exploración preliminar se determinan las zonas que tienen posibilidades de continuarse.
- Red 100 x 100 m, que da un contorno más preciso al cuerpo mineral, así como una evaluación más exacta del volumen y las características del mineral.
- Red de 33,33 x 33,33 m, (red de explotación): permite hacer la planificación y la extracción a corto plazo, ya que aporta los datos necesarios de volumen y contenido, así como los contactos por el techo y el fondo del cuerpo mineral, el nivel del manto freático, la presencia de intercalaciones y otros datos.
- Red complementaria de 16 x 16 m, se realiza para determinar el contacto por el techo del mineral y en determinados casos para el fondo, actualmente esta red se está sustituyendo por una de 23.5 x 23.5 con la que definen ambos contactos.
- Estos trabajos se realizan contratados a las empresas de la Unión Geólogo Minera que están categorizadas para los servicios geológicos.

#### **b) Preparación minera**

Es el conjunto de trabajos mineros a realizar para que la extracción y el transporte se ejecuten con la mejor calidad y eficiencia. A continuación se describen las actividades que se realizan según su orden de ejecución:

**El Desbroce:** consiste en la eliminación de la capa de suelo y la vegetación y la modelación del terreno para que puedan entrar al área los equipos para el destape, se ejecuta con bulldozer KOMATSU D85E. Esta fase es de gran importancia tanto para los trabajos de destape, como para la preservación del medio ambiente. En su ejecución y planificación hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El material desbrozado, tiene que conservarse para cubrir la última capa de las escombreras, debido a su contenido de materia orgánica que servirá como sustento a la vegetación en la rehabilitación minera.

- El terreno debe quedar en las mejores condiciones para el movimiento de los equipos que realizarán el destape.
- Solamente se desbrozará el área que se va a destapar de inmediato.

**El Destape:** es la labor de la Preparación Minera, que requiere de un mayor volumen de trabajo, y consiste en el corte y traslado del horizonte superior (escombro) del cuerpo mineral que por su bajo contenido de níquel y cobalto, no resulta económico enviarlo al proceso. Para realizar el mismo pueden ser utilizados una serie de equipos, que su elección está determinada por las exigencias de calidad del trabajo, potencia de la capa de escombro, relieve, distancia de transportación, etc. Actualmente los equipos más usados en estos yacimientos son las retroexcavadoras hidráulicas R974, R984, 800-H5, EC-460, excavadoras de arrastre ESH5/45 (dragalinas), camiones articulados A40D. En algunas zonas de los yacimientos se utilizan mototraíllas de brigadas contratadas a empresas de la construcción. A continuación aspectos que determinan calidad en su ejecución:

- Las escombreras deben ubicarse fundamentalmente en los espacios minados o donde no hay mineral y conformarse por tipo de mena y lo más plana posible. Los puntos de unión con el mineral deben ser fáciles de limpiar al extraer el mismo.
- Seguir la línea de contacto entre el escombro y el mineral, para reducir las pérdidas y el empobrecimiento,
- El personal de operación y control debe tener la calificación requerida y que la planificación sea correcta.
- Lograr mantener un adelanto no menor de seis meses, con respecto al los trabajos de la minería.

**La construcción de los caminos mineros:** garantiza el transporte del mineral hasta la planta o el punto de recepción de mineral. Los caminos se clasifican en principales o secundarios de acuerdo para el uso a que estén destinados. Los caminos principales tienen una vida relativamente larga, transportan la masa

minera desde los frentes mineros a los puntos de recepción, sirven a varios frentes de minería y deben cumplir con los requisitos siguientes:

- Construirlos fundamentalmente sobre las escombreras inactivas o zonas no mineralizadas.
- Tener pocas curvas y lo más amplias posibles en concordancia con el relieve (alineación horizontal).
- Soportar el peso de los equipos, sin sufrir deformaciones tanto en tiempo seco como húmedo, con pendientes inferiores a las que puedan sortear estos cargados.
- Tener adherencia y poca resistencia a la rodadura, buena compactación, drenaje y terminación de la rasante.
- Ancho en función del tamaño, velocidad y densidad de flujo de los equipos.
- El costo de ejecución y mantenimiento debe ser mínimo.

Los caminos secundarios sólo sirven a uno o dos frentes mineros y tienen que cumplir con los requisitos siguientes

- Seguir el flujo o planificación de la extracción del mineral.
- Ser lo más planos y estables posible, no deben de contaminar el mineral.
- Permitir el paso de las excavadoras y el giro de los camiones.

**Los montajes de líneas eléctricas:** para el abastecimiento de energía a los frentes de minería e infraestructuras mineras tienen que ser diseñadas de acuerdo a la estrategia de minería a mediano y largo plazo. Requisitos que deben tener las líneas eléctricas:

- Su trazado se hará preferentemente por zonas no mineralizadas o de poco interés económico para la etapa con vida útil relativamente larga.
- Ser accesibles sin interferir los caminos de las excavadoras.
- La distancia entre dos líneas paralelas, exteriores al área planificada no debe de exceder 1,5 Km.

**Drenaje:** por las condiciones hidrogeológicas difíciles de estos yacimientos, es muy necesario reducir la humedad del mineral y evitar las pérdidas del mismo alojado en los fondos de los frentes mineros. La efectividad del drenaje depende de factores naturales tales como la transmisibilidad del cuerpo mineral, el relieve, las características de la zona de alimentación y régimen de lluvia, así como la configuración del fondo del mineral. En los yacimientos en explotación han sido muy efectivos los trabajos de drenaje que relacionamos a continuación:

- Canales por la parte baja de los yacimientos para coleccionar el agua. Son efectivos, cuando se construyen con antelación a la minería y la zona tiene alto coeficiente de transmisibilidad.
- Canal colector por la parte superior del área, cortando el manto freático. Es más efectivo que el anterior, depende de las condiciones mineras del área.
- Combinación de ambos canales.
- Realización de la minería en forma de anillos inicialmente y luego realizarla por franjas transversales de arriba hacia abajo. Es efectivo, pero requiere que toda el área esté destapada con antelación.

En la elaboración de los planeamientos se prevé un esquema de distribución de las zonas de minería, que facilitan un descenso en el manto freático, aplicando cada tipo de drenaje acorde con las condiciones minero – geológicas.

### **c) Extracción y Transporte del mineral**

Es la actividad fundamental de la mina, por lo cual todos los trabajos mineros están encaminados a que esta se realice exitosamente, pero a la vez la extracción y el transporte de los minerales están subordinados a las exigencias del proceso industrial y a las condiciones naturales del yacimiento, por lo que se precisa de un punto de recepción, beneficio y homogeneización que equilibre las fluctuaciones en los volúmenes y la calidad del mineral procedente de los frentes de minería, el cual en la práctica no existe como tal, pues el existente no cumple con los requisitos necesarios.

Actualmente estas operaciones se hacen con dragalinas modelo ESH 5/45, retroexcavadoras marca VOLVO y LIEBHERR, modelos EC 650 y R 974 y R 984 y camiones articulados VOLVO A - 40D. El mineral se transporta hasta depósitos intermedios, clasificados por los diferentes tipos de minerales y con un proceso tecnológico, a prueba en su implementación, para secarlo antes de alimentarlo a los puntos de recepción y trituración de mineral y al proceso metalúrgico.

La extracción se realiza con dragalinas ESH - 5/45 con un alcance de 36,7 m y una profundidad de corte máxima de 22 m, lo que se adapta bastante a las condiciones de potencia de los yacimientos en explotación, no así a la complejidad del cuerpo mineral lo que conduce a pérdidas y empobrecimiento. La introducción de retroexcavadoras hidráulicas modelos R974, R984, 800 - H5, 460, ha permitido la extracción en zonas donde existen intercalaciones de gabros o bloques flotantes y en áreas con condiciones hidrogeológicas difíciles. Esta actividad debe de cumplir con los requisitos siguientes:

- Conocimiento previo de las características geológicas y mineralógicas del área de extracción.
- Buena calificación del personal de operación y control de la extracción y transporte mineral.
- Cumplir la planificación provocando el mínimo de pérdidas, el empobrecimiento y que la calidad del mineral oscile en los valores promedio planificados por etapas.
- Evitar que queden reservas aisladas y produzca el drenaje natural del área.
- Condiciones de trabajo seguras para los equipos y lograr adecuada proporción entre las de arranque y carga y transporte.

#### **d) Punto de Recepción y Trituración de mineral**

El mineral procedente de la mina se deposita en dos tolvas, las cuales están provistas de una criba fija en la parte superior y de un alimentador de placas en la parte inferior. De las tolvas pasa a la criba vibratoria donde es separado en dos fracciones más de 100 y menos 100 mm. Las fracciones más 100 pasan a una



trituradora de martillo donde son reducidas a menos 40 mm que se unen nuevamente con las fracciones menos 100 mm. A través de los transportadores de bandas No.1 - A y B, el mineral pasa al transportador No.2, el cual mediante el transportador reversible No.3, pasa a los transportadores No.4-A ó B, los que depositan el mineral en las galerías, desde donde mediante el uso de grúas de puentes es almacenado o enviado directamente a secaderos. También puede realizarse el enlace de los transportadores 4-A y 4-B con los 14 y 15, los que trasladan el mineral directo a la fábrica sin pasar por el depósito.

## **2.5. Caracterización del transporte automotor existente en la Unidad Básica Minera.**

En la actualidad todos los equipos de transporte de masa minera desde los frentes de arranque y carga hasta las tolvas de recepción de mineral, escombros y de depósitos en La Unidad Básica Minera son equipos adquiridos en la modalidad de contrato sin opción de compra (Leasing).

### **Ventajas que proporcionan los arrendamientos de equipos**

1. Garantía de Inventario de piezas de rápido desgaste para el período de arriendo.
2. Supervisión técnica por el período de arriendo del fabricante de equipos.
3. Los riesgos por futuras reparaciones del equipamiento, que pudieran ser costosas son asumidos por el arrendador, las cuales al realizarse tendría que pagarla la empresa y ahora este gasto se aplanan entre los 36 meses del arrendamiento, además de ser responsabilidad del arrendador el cambio de los equipos que no alcancen la disponibilidad pactada.
4. En caso de roturas del equipo se dificulta la obtención de una nueva garantía para solicitar y recibir un crédito para sustituir el equipo roto.
5. En la opción de arrendar la cuota a pagar se mantiene invariable, aún cuando el arrendador incurra en sobre gastos por algún concepto.



6. No se posee la necesaria infraestructura comercial y de mantenimiento para garantizar los niveles de disponibilidad exigidos.
7. Asistencia técnica del proveedor sesiones por el período de arriendo.

### **Exigencias del Transporte Automotor en las minas a Cielo Abierto**

1. Carga y descarga completa para acortar el tiempo de estas operaciones.
2. Alta maniobrabilidad para hacer un trabajo efectivo en las condiciones estrechas de las excavaciones minerales.
3. Gran estabilidad y buen rodaje de paso en condiciones de relieve difíciles y movimientos por caminos malos.
4. En los ascensos y los descensos prolongados, característicos para las condiciones de las minas a Cielo Abierto, tener la capacidad para desarrollar suficiente velocidad en relación con la necesidad de acortar el círculo de trabajo de la máquina.

### **Ventajas del Transporte Automotor con relación a otros transportes mineros.**

1. Gran maniobrabilidad por el poco radio de giro (15 – 50 m).
2. Posibilidad de vencer grandes pendientes (34.9 - 38.6°).
3. Posibilidad de trabajar en pequeñas plazoletas.
4. Posibilidad de la extracción del mineral seleccionado de diferentes pendientes y lograr una homogenización, esto es muy importante y se tiene en cuenta cuando se va a seleccionar un tipo de transporte.
5. Garantizar una gran intensidad de los trabajos mineros, debido a que se utilizan mejor los equipos de carga.
6. El transporte automotor cuando se utiliza frente a excavadoras tienen una mayor productividad, que el transporte ferroviario.
7. Menor inversión de capital, con respecto al transporte ferroviario.



### **Desventajas del Transporte Automotor con relación a otros transportes mineros.**

1. Menos productividad del trabajo comparado con el transporte ferroviario.
2. La utilización de los motores de combustión interna (Diesel) contaminan la atmósfera, particularmente cuando va de retroceso.
3. Gran gasto de gomas los cuales son muy costosas.
4. Mayor influencia de las condiciones climatológicas.
5. Complejidad del mantenimiento y reparaciones.
6. Consumo de combustible.

Esta unidad cuenta con 4 modelos de camiones, los cuales están destinados para el movimiento de tierra en la construcción de caminos, transporte de escombros hasta las escombreras, para el transporte de mineral hasta las tolvas y hasta los frentes donde se encuentran los depósitos. Para la caracterización de los equipos de transporte de masa minera recurrimos a los catálogos y revistas de los diferentes camiones existentes en la mina y búsqueda en Internet.



## **CAPITULO III ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE AUTOMOTOR EN LA MINA DE LA “EMPRESA COMANDANTE CHE GUEVARA”.**

### **3.1. Generalidades del equipamiento de transporte en la en la Unidad Básica Minera 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 escombreo, 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 m<sup>3</sup> de escombros), la mina se ha visto en la necesidad de utilizar parte de este equipamiento para el escombreo 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 m<sup>3</sup> 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 Doosan también a modo de prueba. De este total de equipos se encuentra repartido en un 85% de camiones articulados, el 15% son camiones rígidos

**Tabla No.1. Relación del equipamiento de transporte existente en la mina.**

| <b>MODELO</b>                      | <b>EQUIPOS EN LEASING</b> | <b>MEDIOS PROPIOS</b> | <b>DONACION A PRUEBA</b> |
|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|
| <b>VOLVO Articulado A40D</b>       | <b>20</b>                 |                       |                          |
| <b>TEREX Rígido TR60</b>           | <b>5</b>                  |                       |                          |
| <b>KOMATSU Articulado HM 400-2</b> |                           | <b>2</b>              |                          |
| <b>DOSSAN Articulado MT 31</b>     |                           |                       | <b>1</b>                 |

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 técnicas del camión articulado marca 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.

**Tabla No.2. Especificaciones técnicas del Volvo A40D.**

| PARAMETROS         | U/M            | VALOR    |
|--------------------|----------------|----------|
| MOTOR              | -              | D12DABE2 |
| Potencia Máxima    | r/s(r/min)     | 30(1800) |
| Velocidad Máxima   | Km/h           | 55       |
| Capacidad de carga | Ton            | 37       |
| SAE raso           | m <sup>3</sup> | 16.9     |
| SAE2:1 Colmado     | m <sup>3</sup> | 22.5     |
| Peso Neto          | Ton            | 31.3     |

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

- Mayor capacidad de carga en toneladas. De 35 tn a 40 tn.
- 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.

### Especificaciones técnicas del camión rígido Terex modelo TR60.

Tabla No.3. Especificaciones técnicas del camión rígido Terex modelo TR60.

| PARAMETROS         | U/M            | VALOR               |
|--------------------|----------------|---------------------|
| MOTOR              | -              | CUMMINS QSK 19-C650 |
| Potencia Máxima    | r/s(r/min)     | 30(1800)            |
| Velocidad Máxima   | Km/h           |                     |
| Capacidad de carga | Ton            | 55                  |
| SAE raso           | m <sup>3</sup> | 26                  |
| SAE2:1 Colmado     | m <sup>3</sup> | 35                  |
| Peso Neto          | Ton            | 43.8                |

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 710 mm, 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.



**Tabla No.4. Especificaciones técnicas del camión articulado KOMATSU Modelo HM 400-2**

| PARAMETROS         | U/M            | VALOR       |
|--------------------|----------------|-------------|
| MOTOR              |                | SAA6D140E-5 |
| Potencia Máxima    | kw             | 327(438 HP) |
| Velocidad Máxima   | Km/h           | 58.5        |
| Capacidad de carga | Ton            | 40          |
| SAE raso           | m <sup>3</sup> | 16.5        |
| SAE2:1 Colmado     | m <sup>3</sup> | 22.3        |
| Peso Neto          | Ton            | 32.5        |

**Tabla No.5. Especificaciones técnicas del Camión Articulado DOSSAN modelo MT 31**

| PARAMETROS         | U/M            | VALOR                |
|--------------------|----------------|----------------------|
| Motor              |                |                      |
| Potencia Máxima    | rpm            | 230 l/min @ 2200 rpm |
| Velocidad Máxima   | Km/h           | 60                   |
| Capacidad de carga | Ton            | 30                   |
| SAE raso           | m <sup>3</sup> | 14.2                 |
| SAE2:1 Colmado     | m <sup>3</sup> | 17.8                 |
| Peso Neto          | Ton            | 28                   |



### **3.2. Estudio del rendimiento del transporte automotor periodo 1997-2003.**

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 periodo 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 1997 hasta el año 2003. 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 No.6. Comportamiento de los principales indicadores (1997-2003) de los camiones articulados.**

| LINEAS DE EQUIPOS      | U/M               | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  |
|------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Productividad horaria  | m <sup>3</sup> /h | 68.00 | 68.5  | 53.8  | 63.8  | 72.7  | 61.3  | 43.2  |
| Disponibilidad técnica | %                 | 85.4  | 85.1  | 84.0  | 72.0  | 65.0  | 43.0  | 48.3  |
| Costo unitario         | \$/m <sup>3</sup> | 0.111 | 0.117 | 0.119 | 0.121 | 0.205 | 0.322 | 0.459 |
| Costo horario          | \$/h              | 17.05 | 19.15 | 20.43 | 22.89 | 22.9  | 23.1  | 23.5  |

Como se muestra en la tabla No.6 el comportamiento de los principales indicadores de rendimiento, la productividad horaria estuvo en los rangos proyectados (52 a 72 m<sup>3</sup>/h). La disponibilidad técnica pactada que fue de un 85%, la cual comenzó a declinar a finales del segundo año de explotación porque el taller de servicios técnicos de la empresa UNEVOL, no tenía todas las condiciones creadas para asimilar las demandas de las empresas productoras del Grupo Empresarial Cubaníquel que habían adquirido estas tecnologías. El costo unitario estuvo dentro de los rangos proyectados 0,121 a 0,352 \$/m<sup>3</sup>

**Tabla No.7. Comportamiento de los principales indicadores (1997-2003) de los camiones rígidos.**

| <b>LINEAS DE EQUIPOS</b> | <b>U/M</b>        | <b>1997</b> | <b>1998</b> | <b>1999</b> | <b>2000</b> | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Productividad horaria    | m <sup>3</sup> /h | 79.7        | 73.56       | 92.55       | 73.64       | 68.25       | 0.00        | 0.00        |
| Disponibilidad técnica   | %                 | 90.28       | 72.3        | 73.0        | 65.0        | 62.3        | 0.0         | 0.0         |
| Costo unitario           | \$/m <sup>3</sup> | 0.2337      | 0.2145      | 0.2208      | 0.3051      | 0.3515      | 0.4214      | 0.5591      |
| Costo horario            | \$/h              | 40.74       | 42.90       | 44.17       | 45.02       | 46.74       | 50.4        | 55.68       |

La tabla No.7 muestra los resultados de los camiones rígidos, los cuales a partir del segundo año comienza a declinar los indicadores de disponibilidad con respecto a lo planificado de 85%. El costo unitario se incrementó en lo proyectado de 0,235 a 0,301 \$/m<sup>3</sup>. El costo horario se incrementó respecto a lo planificado (40,5 a 45.3 \$/h), esto se debió a que no se le garantizaron los servicios técnicos y estos fueron asumidos por el personal del taller de mantenimiento automotriz de la mina sin estar capacitados para los mismos. Para la solución de algunas averías se utilizó el taller de UNEVOL, el cual no garantizó la estabilidad de los mismos.

### **3.3 Equipos adquiridos mediante arrendamiento sin opción de compras periodo 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 No.8. Comportamiento de los camiones articulados volvo modelo A40D periodo 2001 – 2003**

| <b>LINEAS DE EQUIPOS</b> | <b>U/M</b>        | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| Productividad horaria    | m <sup>3</sup> /h | 68.88       | 58.02       | 57.38       |
| Disponibilidad técnica   | %                 | 90.00       | 89.00       | 85.00       |
| Costo horario            | \$/m <sup>3</sup> | 12.17       | 14.59       | 13.02       |
| Costo unitario           | \$/h              | 0.176       | 0.251       | 0.227       |

La tabla No.8, refleja una disminución de la productividad horaria proyectada (68,9 a 65,4 m<sup>3</sup>/h) 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.

El comportamiento del costo horario proyectado (12,15 a 14,80 \$/h) y el costo unitario planificado (0,174 a 0,251 \$/m<sup>3</sup>) se mantuvo dentro de los parámetros proyectados porque disminuyeron los gastos por consumos de combustible y lubricantes.

### **3.4. Estudio del rendimiento del transporte automotor periodo 2003 - 2009.**

Como parte del proceso de modernización del equipamiento de transporte se continuó con la adquisición de equipos mediante arrendamientos en el periodo 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 periodo 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 m<sup>3</sup>/h por debajo de lo planificado en 14.20 m<sup>3</sup>/h. En el segundo año se comporta entre los rangos 28.22 a 51.36 m<sup>3</sup>/h por debajo de lo proyectado en 17.56 m<sup>3</sup>/h y para el tercer año varía entre 27.54 a 39.31 m<sup>3</sup>/h por debajo de planificado en 29.61 m<sup>3</sup>/h. Como promedio en el periodo de arriendo de tres años varía entre 27.96 a 41.04 m<sup>3</sup>/h por debajo 12.90 m<sup>3</sup>/h. **(Ver Anexo No.1)**. Este indicador se incumplió principalmente por:

1. EL incumplimiento de la capacidad de carga en 1.32 - 2.07 m<sup>3</sup>/viajes transportado y por el incremento de 0.03 Km de la distancia de transportación

2. Por incremento de las horas trabajadas en un 20% con relación a la producción realizada por espera de carga se incumple en 18.83 m<sup>3</sup>/h a 64.41m<sup>3</sup>/h.
3. Por incumplimiento de los cronogramas de entrada de los equipos de arranque y carga en los paquetes de equipos planificados esto afectó entre 48 a 55 m<sup>3</sup>/h.

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 periodo de explotación en 6.96 % **(Ver Anexo No.1)**. 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 % **(Ver Anexo No.1)**. Esta disponibilidad se afecta principalmente en:

- 1- 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.
- 2- 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 periodo 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.

### **3.5. Resumen general del estudio realizado sobre el comportamiento del rendimiento de los equipos de transporte**

#### **Camiones Articulado Volvo modelo A35 y A40D.**

Los camiones mineros articulados alcanzan entre las 6,500 y 7,000 horas promedio de trabajo en el año es decir que alcanzan las 18,000 horas antes de tres años, los cuales han dado muestras de su potencia, flexibilidad y seguridad de funcionamiento bajo diferentes condiciones de trabajo. Los A35 hasta las 6,000 horas y los A40D arrendamientos sin opción de compras 7,000 horas, estos últimos alcanzan un alto número de horas de trabajo sin reparaciones del tren de fuerza.

Los camiones articulados de la serie "D" son más eficientes, debido al menor consumo de lubricantes, aceites, combustibles, además de que la productividad promedio por camión es mayor en 1.5 a 1.8 m<sup>3</sup>/h a pesar de que las distancias de transportación aumentaron desde el año 1997 hasta el año 2003 de 1 a 1.5 km.

Las afectaciones fundamentales presentadas en el desarrollo de las labores mineras en operaciones de arrendamiento sin opción de compras, la disponibilidad se ha incumplido en 9.97 % por las violaciones de las normas de la explotación de los equipos mineros es decir por accidentes de los camiones articulados (CV - 1073, 1075, 1077, 1084, 1085, 1087). La falta de suministros para la ejecución de los servicios técnicos producto al bloqueo económico contra Cuba y la crisis



económica mundial. Además del no funcionamiento del contrato de servicios de UNEVOL por deudas e impago, esto se agudizó a partir julio del 2008.

Las deficientes condiciones de explotación, producto a la no existencia de la brigada para la construcción y mantenimientos de caminos mineros, lo que implica pérdidas de eficiencia y en consecuencia de producción, la pérdida de tiempo en la alimentación de combustible a los equipos, por problemas organizacionales y de carencia de equipamientos auxiliares como pipas, surtidores y otros. También influye el déficit de equipos de arranque y carga (medios propios), por falta de suministro de piezas de repuesto, han ocasionado incumpliendo de la eficiencia de los camiones articulados en periodo 2003-2009 incrementándose el costo entre en  $0.96\$/m^3$ -  $1.14\$/m^3$

### **Camiones rígidos**

Los camiones rígidos marca EUCLID y KOMATSU, no alcanzaron su potencialidad en la explotación de estos yacimientos, por deficientes condiciones técnico mineras así como insuficientes servicios técnicos relacionados con las piezas de repuesto y la asistencia técnica.

También afectó el incumplimiento del entrenamiento y capacitación al personal de mantenimiento y reparaciones. El costo unitario se incrementó por este concepto

Los camiones rígidos marca TEREX modelo TR60 aunque han sobrecumplido la disponibilidad técnica en 12.2%, no han logrado alcanzar el nivel de producción en  $15.82 m^3/h$  del proyectado por las deficientes condiciones de explotación. Se han garantizados todos los servicios técnicos para su explotación.



### **3.6. Rendimiento de los camiones articulados vencido el periodo de vigencia bajo las mismas condiciones de explotación.**

Los camiones articulados adquiridos en la modalidad de contratos de arrendamientos sin opción de compras tiene una vigencia de 3 años, es decir la vida útil recomendada por el proveedor bajo las condiciones reales de explotación en la Mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, tales como:

1. Condiciones geólogo- mineras catalogadas como difíciles.
2. Condiciones de operación
  - 2 turnos de trabajo de 12 horas
  - 4 operadores para cada camión
  - Cambio en caliente

Teniendo en cuenta la afectación en el sincronismo de los esquemas proyectados para cada negociación realizada, es decir el equipamiento no ha llegado completo por paquete proyectado, por ejemplo se dispone de camiones adquiridos por leasing y no se dispone de los equipos de carga generalmente adquiridos por compras así como los equipos auxiliares para garantizar explotación aunque la entrada de los mismos se planifican en el mismo tiempo, se ha tenido que extender la vida útil de estos camiones hasta un año más en la explotación de estos yacimientos, generalmente sin ejecutar la reparación capital.



**Tabla No.9. Comportamiento de los indicadores durante el año extendido del primer contrato 30221.**

| INDICADORES            | U/M               | PLAN  | REAL  |
|------------------------|-------------------|-------|-------|
| Cantidad de equipos    | U                 | 8     | 7     |
| Productividad horaria  | m <sup>3</sup> /h | 69.60 | 21.04 |
| Utilización del parque | %                 | 83    | 12.31 |
| Disponibilidad Técnica | %                 | 80    | 72.65 |
| Costo Unitario         | \$/m <sup>3</sup> | 0.78  | 2.04  |
| Costo Horario          | \$/h              | 54.46 | 43    |

**Tabla No.10. Comportamiento de los indicadores durante el año extendido contrato 40114.**

| INDICADORES            | U/M               | PLAN  | REAL  |
|------------------------|-------------------|-------|-------|
| Cantidad de equipos    | U                 | 7     | 7     |
| Productividad horaria  | m <sup>3</sup> /h | 39.3  | 24.33 |
| Utilización del parque | %                 | 75    | 51.8  |
| Disponibilidad Técnica | %                 | 85    | 71.47 |
| Costo Unitario         | \$/m <sup>3</sup> | 2.56  | 1.28  |
| Costo Horario          | \$/h              | 93.78 | 62.96 |

**Tabla No.11. Comportamiento de los indicadores durante el año extendido del tercer contrato 50221.**

| INDICADORES            | U/M               | PLAN  | REAL  |
|------------------------|-------------------|-------|-------|
| Cantidad de equipos    | U                 | 6     | 6     |
| Productividad horaria  | M <sup>3</sup> /h | 36.68 | 49.19 |
| Utilización del parque | %                 | 79    | 75.17 |
| Disponibilidad Técnica | %                 | 75.75 | 37.95 |
| Costo Unitario         | \$/m <sup>3</sup> | 54.46 | 43    |
| Costo Horario          | \$/h              | 0.78  | 2.04  |

### **3.7. Comportamiento del rendimiento de los camiones articulados después de culminado el periodo de extensión bajo otras condiciones de explotación.**

Como se ha referido anteriormente la eficiencia en las labores mineras se ha visto afectada por el sincronismo de entrada de los equipos para cada etapa del flujo tecnológico, lo que ha ocasionado que se ejecuten contratos con empresas cubanas para disminuir el efecto en el resultado de operación. Como es el caso de los equipos contratados a Caribbean Comercial Níquel (CCN). Esta entidad pertenece al grupo empresarial Cubaníquel, para cumplir con el servicio contratado, la empresa adquirió 6 camiones articulados marca Volvo modelo A40D de los contratos vencidos de Empresa Comandante Ernesto Che Guevara y la Empresa Comandante René Ramos Latour. Aunque estos equipos están ya en su 5 año de operación la planificación es bastante alta porque van a trabajar bajo otras condiciones acordadas con el proveedor de servicios (CCN).



**Tabla No.12. Comportamiento de los camiones articulados de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara (perteneciente al arrendamiento 50221 el cual trabajó un promedio de 19,500 horas/motor).**

| Indicadores            | U/M               | Periodo de arriendo<br>(4 años de explotación) | Después del periodo de arriendo |
|------------------------|-------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|
| Cantidad de equipos    | U                 | 2                                              | 2                               |
| Volumen                | m <sup>3</sup>    | 1,461,714                                      | 156,488                         |
| Horas Trabajadas       | h                 | 46,905                                         | 1,922                           |
| Productividad horaria  | m <sup>3</sup> /h | 31,16                                          | 81.42                           |
| Utilización del parque | %                 | 66,30                                          | 64.07                           |
| Disponibilidad         | %                 | 84.94                                          | 74                              |
| Costo Unitario         | \$/m <sup>3</sup> | 2.02                                           | 1.60                            |
| Costo Horario          | \$/h              | 62.96                                          | 62.96                           |

La productividad durante este periodo con respecto al periodo de arriendo aumento en 50.26 m<sup>3</sup>/h, la disponibilidad disminuyó en 10.94%, el costo unitario en este periodo se logró disminuir en 0,42 \$/h. Estos resultados a pesar de que estos camiones ya pasan de la 24 000 horas motor han sido buenos con relación al resultado de la operación completa en 4 años, esto se debe a que el mismo trabaja bajo las condiciones siguientes:

- Condiciones geólogo mineras difíciles.
- Distancia de transportación no mayor de 600 metros.



### Condiciones de operación

- 2 turnos diários.
- 10 horas turno
- 2 operadores por camión.
- 1 hora de Supervisión diaria por el personal de servicios.

En el caso de los camiones de los contratos 30221 y 40114 se les fueron asignados a otras empresas cubanas como la Salina de Guantánamo y para la minería en Pinar del Río, donde han alcanzado hasta un 85 % de disponibilidad además de cumplir con el plan de producción.

### **3.8 Incidencia de los servicios técnicos en la vida útil de los equipos de transporte.**

El éxito de los equipos mineros depende fundamentalmente de las condiciones que se garanticen en las negociaciones relacionadas con los servicios técnicos, que permita lograr mayores niveles de eficiencia, destacando que en estas condiciones, las relacionadas con la manutención son básicas. (Alfaro, 2003). El comportamiento de las diferentes líneas de equipos en la efectividad de los procesos mineros en sentido general depende del cumplimiento de los servicios técnicos pactados en la negociación (García 2008).

El concepto de servicios técnicos hasta la fecha esta estrechamente relacionado con la reparación y el mantenimiento. Teniendo en cuenta la recientemente exigencia a que las industrias están sometidas para optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, calidad, producción con la vinculación estrecha del mantenimiento y las operaciones mineras y la experiencia de más de 20 años de explotación se consideran otros parámetros que directa indirectamente han influido en el resultado de los indicadores técnico, productivo y económico de los equipos mineros.



García y et al (2009), evalúa los servicios técnicos de la contratación definidos por la misma en el año 2008, en dos variantes. La primera a través de una matriz basada en el método de Kerner - Tregoe, consistente este, en darle valores numéricos a los diferentes factores utilizados. Cada factor, parámetro o indicador se le da un valor del 1 al 3 en dependencia de su importancia. El valor 3 significa alta importancia, el valor 2 significa media importancia y el valor 1 significa baja importancia. Posteriormente se le da un valor a ese factor del 1 al 5 en dependencia del nivel de alcance que tenga por la información estadística acerca del cumplimiento de la solicitud de adquisición de los equipos que dieron lugar a la contratación. La puntuación para cada indicador se determina multiplicando el nivel de importancia dada a cada factor por la puntuación dada en el cumplimiento de lo contratado. La segunda variante se basa en la data estadística de mantenimiento y operaciones por línea de equipos donde se establecen los porcentajes de puntos a otorgar de acuerdo al cumplimiento de los parámetros para el parque total y por proveedor. Esta relaciona desde el año 1985 hasta el año 2007 los porcentajes de afectación por cada indicador relacionado en los servicios técnicos de la contratación y sugiere la aplicación de estos métodos en el proceso de selección del proveedor en el proceso de licitación con los que se incrementara la eficiencia de los equipos en la explotación minera, concluyendo que el porcentaje de afectación a la eficiencia de los equipos mineros en las labores de transportación de masa minera por incumplimiento de los Servicios Técnicos de la Contratación es de un 16%.

### **3.9 Establecimiento de la vida útil de los equipos de transporte.**

La vida útil de un equipo minero depende de factores múltiples y complejos tales como: fallas de fabricación, condiciones minero - técnicas, régimen de explotación, pericia y cuidado de los operadores, capacitación del personal de servicios, mantenimientos. Esta se define como el período de tiempo durante el cual el equipo presta el servicio para el cual fue diseñado, manteniendo su integridad estructural; en el curso del tiempo de servicio envejece y va paulatinamente perdiendo su valor inicial hasta llegar al fin de la vida útil, a tener solo un valor residual muy menguado y casi de desecho. Normalmente, los fabricantes sugieren valores de la vida útil, los cuales son el resultado de estudios estadísticos desarrollados para condiciones ideales con estándares norteamericanos o europeos, sin embargo, las condiciones en las que se explotan son las que en realidad determinan la vida útil de los equipos. (García 2009).

Los resultados arrojados del estudio realizado del equipamiento de transporte en la Mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara permiten determinar la vida útil de estos equipos en las condiciones actuales de explotación. En la tabla No. se muestra el resultado de la vida útil de este equipamiento minero.



**Tabla No.13. Establecimiento de la vida útil del equipamiento de transporte automotor (medios propios).**

| VIDA ÚTIL CON RELACIÓN AL RENDIMIENTO |              |                                                              |                                                     |                                                        |                       |
|---------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------|
| Líneas de equipos                     | Capacidad    | Por el fabricante                                            | Por experiencia de explotación con bajo rendimiento | Con alto rendimiento (con relación a la planificación) | En Labores auxiliares |
| Camión articulado                     | 35 t<br>40 t | 3 años + 2 años de reparación capital<br><br>Total:<br>5años | 5 años                                              | 2 años.                                                | 6 años                |
| Camión Rígido                         | 60 t         | 3 años + 2 años de reparación capital<br><br>Total:<br>5años | 3 años                                              | 2 años                                                 | 4 años                |



**Tabla No.14 Establecimiento de la vida útil del equipamiento de transporte automotor (en Leasing).**

| <b>VIDA ÚTIL CON RELACIÓN AL RENDIMIENTO</b> |           |                                                              |                                                     |                                                         |                       |
|----------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| Líneas de equipos                            | Capacidad | Por el fabricante                                            | Por experiencia de explotación con bajo rendimiento | Con alto rendimiento (con relación a la planificación). | En labores auxiliares |
| Camión articulado                            | 40 t      | 3 años + 2 años de reparación capital<br><br>Total:<br>5años | 7años                                               | 3 años.                                                 | 6 años                |
| Camión Rígido                                | 60 t      | 3 años + 2 años de reparación capital<br><br>Total:<br>5años | -                                                   | -                                                       | -                     |



En la tabla No.14 se muestra el establecimiento de la vida útil de los medios en leasing. En el caso de los camiones rígidos Terex TR60 solo se establece la propuesta por el fabricante ya que estos solo tienen un año de explotación.

En el caso de los camiones articulados Volvo A35C y los Volvo A40D adquiridos entre 1997 y el 2003 continúan siendo utilizados como camiones cisterna por más de 6 años en el riego de los caminos mineros y como pipas de combustible.



## **CAPÍTULO IV. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO.**

El objetivo fundamental de una evaluación del impacto ambiental es cumplir con el papel de diagnosticar o predecir la evaluación del medio, constituyendo una variable inicial, a contemplar desde la fase de toma de decisiones de una acción con posibilidades de ejecución.

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 posteriores

Las actividades desarrolladas por el hombre, en su mayor parte son agresivas para la naturaleza, las mineras revisten de especial interés ya que después de producirse la extracción de los recursos minerales y la transportación de las mismas provocan grandes daños a la naturaleza.

### **4.1 Impacto Ambiental producido por la actividad minera al paisaje.**

El paisaje de la región ofrece un contraste enorme, entre las partes que aún se encuentran vírgenes o poco afectadas que tienen un aspecto paradisíaco, con respecto a las áreas donde se están realizando los trabajos mineros que tienen una superficie irregular de color marrón, que produce un impacto visual desagradable, muy parecido a un paisaje lunar, el que se puede observar desde la ciudad y la carretera, lo que es una razón más para devolverle la vegetación y modelar el terreno.



Dentro de los impactos ambientales producidos por la explotación de los yacimientos lateríticos podemos enumerar los siguientes:

1. Ocupación de grandes extensiones para la extracción de los minerales y para la conformación de los depósitos.
2. Contaminación de aguas subterráneas y sus afluentes.
3. Formación de cárcavas.
4. Derrubio mecánico en los suelos.
5. Inestabilidad de los taludes en caminos y las escombreras.
6. Grandes emisiones de polvo a la atmósfera.

En el desarrollo de las labores mineras como en cualquier mina ocasiona daños al medio, en el yacimiento Punta Gorda entre los comunes se citan:

1. Erosión de los suelos. Se presenta con la formación de cárcavas, surcos, deslizamiento, mayormente por el efecto de las aguas subterráneas y superficiales.
2. Deforestación de las zonas a minar. Eliminación de la capa vegetal para el desarrollo de las labores mineras.
3. Contaminación de las aguas (ríos y costeras).
4. Afectación visual al paisaje.

Medidas de corrección:

- Diseño eficiente de los parámetros en los frentes de extracción y en los depósitos.
- Garantizar la máxima compactación durante la conformación de los depósitos para reducir las áreas expuestas a la erosión.
- Encausar los arrastres de sedimentos que producen las aguas superficiales hasta las piscinas de sedimentación.
- Relleno de las grietas con materiales sueltos como arcilla, grava y rocas para construir una especie de filtro que detenga los sedimentos.



- Construcción de drenajes para evacuar las aguas superficiales.
- Barreras de corrección hidrológicas.
- Estructuras de postes de madera.
- Mallas.
- Aumentar el factor de seguridad.
- Constante riego de agua en los caminos principales y secundarios.

#### **4.2 Protección y conservación de los terrenos durante la actividad minera.**

Para lograr la protección y la conservación de los terrenos durante la actividad minera se pueden emplear numerosos métodos, los que se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- 1. Prevención y/o disminución de la afectación de los terrenos de superficie.**

- 2. Recultivación.**

Dentro del primer grupo se ubican una serie de medidas, tales como:

1. Perfeccionamiento de la tecnología de los trabajos mineros.
2. Ubicación racional de las diferentes obras y construcciones de superficie.
3. Disminución de residuos en la actividad minera y la mayor utilización de los que se producen.
4. Perfeccionamiento del diseño y construcción de las escombreras y los depósitos de cola.
5. Medidas para disminuir la contaminación de los suelos.

En los últimos años se ha mejorado en lo planteado anteriormente y se avanza en este sentido, pero con una deficiencia que se mantiene desde que se inicio el desarrollo minero que hace ineficiente cualquier acción que se tome, la capa vegetal de los suelos no se almacena para ser utilizada posteriormente en la rehabilitación de estos, perdiéndose un ecosistema integro.



## **Recultivación.**

La recultivación del terreno es un conjunto de trabajos orientados a la recuperación de la productividad y valor agrícola de los terrenos afectados y también al mejoramiento de las condiciones del medio ambiente

Para la recultivación de los terrenos afectados por la industria minera del Níquel existen 2 empresas que bajo las condiciones técnicas en que operan cada una, no se realizan los trabajos teniendo en cuenta las normas técnicas en ninguna de las dos etapas, solamente se enmarcan en volúmenes de áreas rehabilitadas que faciliten el cumplimiento de los planes de producción que se hallan trazado y garanticen su cobro de incentivos sin tener en cuenta la calidad que merita el proceso de recultivación de aquellas áreas degradadas por la industria minera y que de ella depende su posterior uso en beneficio de las futuras generaciones.

Muchas veces no se establecen las distancias entre las diferentes variedades de plantas que se cultivan, más bien se rigen por una norma donde se planta una cantidad de árboles por hectáreas sin tener en cuenta las normas técnicas para cada tipo de planta.

Las variedades de plantas que pueden cultivarse en esos terrenos como fuentes de alimentación y son de ciclos cortos y permiten obtener cosechas que garanticen su consumo tanto para la empresa o para un poblado y que además pueden ser una fuente de empleo más para la comunidad luego de ser rehabilitados, no se tiene en cuenta por los organismos rectores del gobierno en nuestro país.



#### **4.3. Afectaciones del transporte automotor en la mina al Medio Ambiente.**

La transportación de los recursos minerales provoca una serie de afectaciones a la naturaleza dentro de las cuales citamos:

1. Durante la transportación de minerales si no se usa la velocidad moderada los camiones levantan una gran cantidad de polvo, que esto conlleva a que se entorpezca la belleza de la naturaleza.
2. No derramar residuos tóxicos en el frente de trabajo, porque esto provocará la contaminación de las aguas superficiales.
3. 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.
4. 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.
5. Las emisiones de dióxido de carbono y monóxido de carbono, dos de los principales contaminantes expulsados por los vehículos a motor, contribuyen al calentamiento global y son producto de la combustión de derivados del petróleo.
6. La presencia de niveles elevados de estos productos hacen que la radiación reflejada quede atrapada en la atmósfera, produciendo un efecto de calentamiento que hace subir lentamente la temperatura de la misma.

Medidas para moderar la contaminación de la naturaleza por causas de la transportación de masa minera.

1. No derramar residuos tóxicos en el suelo que provoquen la contaminación de las aguas.
2. 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.



3. Colocar los guarda polvo a los equipos de transporte.

#### **4.4. Seguridad e higiene del trabajo.**

Durante la transportación de la masa minera existen tres elementos donde se debe de tener en cuenta la seguridad e higiene del trabajo es decir a la hora de realizar la carga de la masa minera, a la hora de transportar el mineral hasta la planta de recepción y la transportación del escombros hasta las escombreras.

##### **Medidas de seguridad para los camiones.**

- No posesionarse dentro del radio de acción de la máquina excavadora.
- Acercarse a cargar solo cuando se esté seguro que el operador que carga lo haya visto y dar señales de tipo visual (luces) o sonoras (claxon).
- Lograr la mayor horizontabilidad del camión a la hora de ejecutar la carga.
- Circular por los caminos a velocidades establecidas.
- No circular paralelo, ni adelantar si el camión no está detenido.
- Depositar el material en los puntos escogidos.
- No abandonar la posición de sentado cuando esté cargando el camión.
- No abandonar el camión en pendientes confiando en los frenos de parqueo.
- No circular siempre por las mismas marcas dejadas por el camión anterior, de manera que se puedan evitar las zanjas profundas.



## CONCLUSIONES

1. El 25% de las averías en los equipos de transporte de masa minera en la operación de los yacimientos de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara es por malas operaciones e incidentes.
2. La disponibilidad técnica de los equipos de transporte de masa minera se afecta por estadía de los equipos en áreas de los talleres por deficiente suministro de piezas de repuesto en un 3.01%.
3. La productividad horaria y la utilización del parque de los equipos de transporte se afecta hasta un 7% por deficiente preparación de los frentes de trabajo para el desarrollo de la minería.
4. La vida útil del equipamiento para las condiciones actuales de explotación con alto rendimiento, en ninguno de los casos se corresponde con la propuesta establecida por el fabricante siendo, en todo los casos menores.



## RECOMENDACIONES

Después de realizado el presente trabajo, se recomienda:

1. Tener en cuenta para la proyección de compra o adquisición de equipos mineros la propuesta de vida útil o alto rendimiento para los equipos de transporte de masa minera en los yacimientos de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara.
2. Actualizar y profundizar el efecto de los servicios técnicos de la contratación en el incremento de la vida útil de los equipos de transporte de masa minera.
3. Que la Unidad Básica Minera de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara tome como punto de partida el estudio realizado para la toma de decisiones con el objetivo de aumentar la vida útil del equipamiento del transporte automotor.
4. Hacer la evaluación de los camiones rígidos marca Terex modelo TR60 para poder establecer la vida útil de los mismos.



## BIBLIOGRAFIA

- 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](http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=0130052007021X0060023)
- 2- Analistas de Noticias, (2010). “ABB Perú inicia programa preventivo de mantenimiento de maquinas eléctricas rotativas”, [en línea], revisada el 14/02/2010, disponible en <http://noticiasmineras.mining.com/2010/01/07/abb-peru-inicia-programa-preventivo-de-mantenimiento-de-maquinas-electricas-rotativas/>
- 3- Angel Mena, Andrés Guilarte, Carlos Paumier, (2003-2005). Informe de la disponibilidad técnica de los equipos adquiridos en el contrato 30021.
- 4- 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](http://www.cat.com/viewpoint)
- 5- Colectivo de autores. Proyecto de reglamento Protección Higiene del Trabajo “Unión Minera Salinera”.1999
- 6- Colectivo de autores. Informes geológicos. Sub - Dirección Mina “Comandante Ernesto Che Guevara” 2005.
- 7- Explotación a cielo abierto. Notas de clase del curso 2003 – 2004.
- 8- Garcia 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.
- 9- Hernández, P. et. All, Transporte minero. Ciudad de la Habana: 1999.
- 10- Informe de Protección e higiene de trabajo. Sub-Dirección de minas “Empresa Cdte. Ernesto Che Guevara”.

*Tesis en opción al título de Ingeniero de Minas*

*Autor: Ariolvis Feirac Cobas*



- 11- Macías, Irma, (2001). "El desgaste abrasivo en los elementos de trabajo de las maquinas agrícolas en Cuba", [en línea], revisada el 13/02/2010, disponible en <http://www.monografias.com/trabajos14/maquinasagricolas/maquinasagricolas.shtml>
- 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](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- Explotación a cielo abierto. Notas de clase del curso 2009 – 2010. ISMM" Dr. Antonio Núñez Jiménez".
- 16- Terex Construction Equipment Online. Disponible en: <http://www.terex.com>
- 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>



# Anexos



## Anexo No.1. Glosario de términos.

Definiciones básicas

**Producción:** es el volumen o peso de material a ser manejado en una operación específica. (P)

Mineral (en unidades de peso)

Estéril (en unidades de volumen)

Las unidades son por el periodo de tiempo que se evalúe.

**Productividad Horaria:** es la relación entre el volumen de masa minera en el tiempo ( $m^3/h$ )

**Disponibilidad:** Por ciento de horas hábiles que el equipo está listo para operar mecánicamente. (%)

**Utilización:** es la porción de tiempo disponible que la máquina está cumpliendo la labor para la cual fue diseñada. (%)

**Capacidad:** es el volumen de material que una máquina puede manejar en cualquier instante de tiempo. (Ton)

**Capacidad de diseño:** (rated capacity) es la capacidad en términos de peso. Importante determinar la densidad del material a cargar. ( $m^3$ )

**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. (Años, meses, hora)

**Leasing:** es un instrumento financiero que permite mediante una serie de pagos mensuales la utilización de un activo determinado. De lo anterior se deduce que la utilización del activo, 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 % para cada una de las partes



**Sistema Contronic:** Sistema de control eléctrico avanzada de las funciones de las máquinas así como información importante de diagnostico.