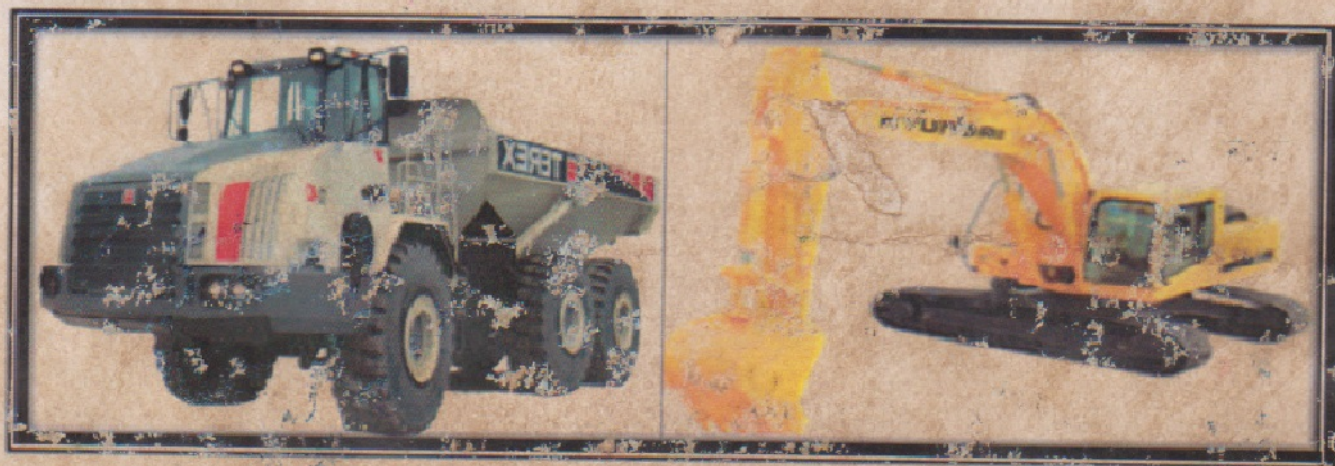




República de Cuba
Ministerio de la educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
"Dr. Antonio Núñez Jiménez"
Facultad de Geología y Minería
Departamento de Minería

Trabajo de Diploma



Tema: Determinación de los Indicadores Técnicos-Económicos e Índice de Explotación de los Camiones Terex TA-40 y las Retroexcavadoras Hyundai R 450 LC-7 del Yacimiento Moa Oriental en la Empresa Moa Nickel S.A, Pedro Sotto Alba.

Autor: Nilton Francisco António Gonçalves
Tutores: Dr. C. Maida Ulloa Carcassés
Esp. Pedro Pérez Irons

Año 49 de la revolución
Curso 2006 - 2007

PENSAMIENTO

Pensamiento.

La sabiduría no brota de una sola fuente... Todas las cosas te revelarán sus secretos solamente si las amas suficiente... Busca la sabiduría dentro de tu propio corazón... Serás hacedor de milagros cuando creas en la magia de tu corazón.

Gautama Chopra.

DEDICATORIA

Dedicatoria.

A la Memoria de mi Padre Francisco Gonçalves.

A la Memoria de mi prima Elsa Isabel.

A la Memoria de mi tía María Brígida.

A mi familia, en especial a mis padres y hermanos por su confianza.

A mis dos sobrinos Nadia y Nilton.

A mi novia Yudelkis Sablón Carmenaty.

A los gobiernos Angolano y Cubano por creer en las nuevas generaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento.

A todas aquellas personas que fielmente me han consignado su confianza, amor y afecto para que se hiciera posible llegar hasta la meta.

A mi familia en general que a pesar de la distancia me han dado todo el apoyo moral e incondicional.

A mis Padres Anita Mutete y António Tuta por su empeño en formarme como profesional.

A mis Hermanos, Kuvango, Vikele, Arleth, Dudu, Geny, Sany, Chiquinho, Vitinho, Rosi, Dé, Isilda, por confiar en mí, espero que sigan mi ejemplo.

A mis tíos Augusto Mutondo y Fátima de Jesús, Sao y Paulina.

A mis primos Cristina, Tony, Dina, Paquita, Honor, Gia, Tania, Palucha, Vadinho, Miranda, Detinha, Lili, Gisa, Nelo, Dadinho.

A mi novia Yudelkis sablón y a mi suegra Idalmis Sablón sin olvidar a mi hermanito Danielito, gracias por todo.

A mis tutores Dr.C. Maida Ulloa Carcassés y Msc. Pedro Pérez Irons por su entrega y dedicación en la realización de este trabajo.

A mis amistades en especial a Tuka, (El vencedor es aquel que se levanta todas las veces que se cae hasta alcanzar su meta), Rapina, Euclides, (Todos confiamos en ti...no nos defraudes) Milton, Power, Muve, Felicia, Lácia, Emilia, (Gracias por creer en mí) Anita, Alvaro, António, Equitania, Licet, Marilaidis, Julia, Lú, Ady, Igor, Armando, Fernando, Jacinto, (No se rindan, que si se puede) Cláudio, Wendy, Cuba, Mario, Titi, Kito, Kuma, Vado, Helio, Vani, Nonó, Elier, Henry, Suly, Wilian, Yanet, yuliet.

A mis dos amigos que juntos luchamos por alcanzar este objetivo, Ivo Tavares y Joaquín Tavares.

A mis compañeros del grupo, (Minas 2002).

A todos los Profesores de la facultad por haber hecho de mí un Ingeniero de Minas en especial a la Msc. Yuneisi Guilarte Matos.

A todo el personal de la Subdirección de mina, Edil, Carlos, Leonardo, en especial al Dr. C Ramón Polanco, Gracias por todo.

A todos muchas gracias.

RESUMEN

Resumen.

El presente trabajo de diploma se basa en la determinación de los Indicadores técnico-económico e Índices de explotación de los Camiones Terex TA-40 y las Retroexcavadoras Hyundai 450 LC-7 del yacimiento Moa Oriental en la Empresa Moa Nickel Pedro Sotto Alba S.A. Con el objetivo de obtener una planificación eficaz aumentar la productividad del desarrollo minero y dar un uso racional de los mismos en el desarrollo minero de la empresa.

El trabajo Está estructurado en tres capítulos; El primer hace referencia sobre las generalidades geológicas del yacimiento de la Mina, en segundo hace referencia a la minería actual de la zona, a las medidas de seguridad y medio ambiente en el tercer capítulo están determinados todos los gastos y costos de los equipos mencionados.

SUMMARY

Summary.

The current Diploma's Paper is based on the determination of the technical-economic Indicators and Indexes of exploitation of the Terex Trucks TA-40 and the Backhoe Hyundai 450 LC-7, located at Oriental Moa. Moa Nickel Joint venture, Pedro Sotto Alba CORP. The main objective is to obtain an effective planning to increase productivity of the mining development and to give a rational use of the same ones at Moa Nickel Joint venture Company Pedro Sotto Alba CORP.

The work is structured in three chapters; The first makes reference about the geological generalities of the location of the Mine, in second he/she makes reference to the current mining area, to the measures of environment safety and in the third chapter are certain expenses and costs of the mentioned Mine equipment.

ÍNDICE

INDICE

	INTRODUCCIÓN.	Pág 1
	CAPITULO I. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL YACIMIENTO.	3
1.1	Introducción.	3
1.2	Situación Geográfica del Yacimiento.	3
1.2.1	Hidrografía.	3
1.2.2	Clima y Vegetación.	3
1.2.3	Orografía de la Localidad y la Red Fluvial.	4
1.2.4	Caracterización Socioeconómica de la Legión.	5
1.2.5	Vías de Comunicación y Fuentes de Abastecimiento de Agua y Energía Eléctrica.	5
1.2.6	Minerales Útiles de la Región.	6
	CAPÍTULO II. ESTADO ACTUAL DE LA MINERÍA	9
2.1	Introducción.	9
2.2	Desarrollo Geológico.	9
2.3	Sistema de Explotación.	11
2.4	Parámetros Fundamentales de Explotación.	12
2.5	Fases de la Minería.	13
	CAPITULO III. CALCULO DE LOS INDICADORES TÉCNICO- ECONÓMICO E ÍNDICES DE EXPLOTACIÓN DE LOS CAMIONES TEREX TA-40 Y LA RETRO HYUNDAI R450 LC.	18
3.1	Introducción	18
3.2	Características Técnicas del Camión Terex TA-40.	19
3.3	Calculo de los Indicadores Técnicos del Camión Terex TA40.	20
3.4	Cálculo de los Indicadores Económicos de los Camiones Terex TA40.	26
3.4.1	Cálculo de los costos horario Camiones Terex TA40.	29
3.5	Retroexcavadoras Hyundai R 450 LC-7.	31
3.6	Cálculo de los indicadores técnicos Cálculo de los costos horario de los diferentes gastos de las Retroexcavadoras	32 37
3.7.1	Hyundai 450 LC-7.	37
	CAPITULO 4. IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN E HIGIENE DEL TRABAJO	41
4.1	Principales Impactos Ambientales Ocasionado por las Labores Mineras.	41
4.2	Medidas preventivas y correctoras para minimizar el impacto ambiental surgido.	44
4.3	Protección e Higiene del Trabajo.	46
4.3.1	Medidas de Seguridad para el Trabajo con Retroexcavadoras.	47
4.3.2	Medidas de Seguridad para el Trabajo con Transporte Automotor.	48
4.3.3	Protección del Personal.	48
	CONCLUSIONES.	50
	RECOMENDACIONES.	51
	BIBLIOGRAFÍAS.	52
	ANEXOS.	53

Introducción.

La minería de la laterita en Cuba figura dentro de los principales renglones de la economía nacional. La extracción de los recursos de la manera más racionalmente posible, es decir, obtener menores costos de producción y las mínimas afectaciones al medio, es responsabilidad de los ingenieros de minas.

La Empresa Moa Nickel S.A. es una empresa mixta Cubano - Canadiense que esta compuesta en su sistema organizativo por una Subdirección de Minas, una Planta Metalúrgica en Cuba (Moa), una Refinería en Canadá y una Exportadora en Las Bahamas, por el nivel alcanzado en su sistema de dirección y gestión empresarial se considera una empresa de excelencia.

El presente trabajo titulado Determinación de los Indicadores Técnico-Económico e Índices de Explotación de los Camiones Terex TA-40 y la Retroexcavadora Hyundai R450 LC-7, tiene como fin la actualización de los ciclos de trabajo de estos equipos mineros que garanticen un aumento productivo de la mina, de manera específica, en el Área 31 y 17 del yacimiento Moa Oriental, se utilizan por primera vez en las condiciones de estos yacimientos.

En Septiembre del año 2005 la Empresa Mixta Pedro Sotto Alba efectuó un contrato de arrendamiento (leasing) con la empresa de origen Canadiense Tokmakjian para la realización de parte del escombreo requerido en la actualidad. El paquete de equipos arrendados incluye 3 retroexcavadoras Hyundai R 450 LC-7, 2 bulldózer similares a los utilizados en la minería, 3 camiones articulados Terex TA-40 de 38 t y un cargador Hyundai de 3 m³. Una de las cláusulas del contrato imposibilita la utilización del equipamiento en otras actividades ajenas al contrato, pero la tercera retroexcavadora excepcionalmente se arrienda aparte, mientras no se necesita para el cumplimiento de los volúmenes pactados.

Los equipos entraron en explotación en el mes de Agosto del mencionado año y como toda técnica nueva no existían en la práctica los resultados de los indicadores técnico-económicos, debido a lo cual se realiza esta investigación.

Por todo lo anterior, surge la necesidad de determinar los principales indicadores técnicos-económicos y de explotación de los camiones Terex TA 40 y la Retroexcavadora Hyundai R450 LC-7 en las condiciones del yacimiento Moa Oriental, que es el **problema** que se aborda en la investigación propuesta.

Con el fin de lograr un incremento productivo así como el autocontrol de la eficiencia y el uso racional de los equipos, el **Objetivo General** de la investigación es la determinación los Índices técnico- económico y de explotación de los Camiones Terex TA 40 y la Retroexcavadora Hyundai R450 LC-7 .

El objetivo caracteriza **el objeto** de la investigación que son los indicadores técnico-económicos y de explotación y **el campo de acción**, los equipos mineros Camiones Terex TA 40 y la Retroexcavadora Hyundai R450 LC-7.

Del objetivo general se derivan los siguientes **Objetivos específicos**:

1. Realizar una búsqueda bibliográfica relacionada con los parámetros técnicos de los equipos investigados.
2. Caracterizar la zona de estudio.
3. Realizar el control en forma de foto-tiempo de los diferentes equipos.
4. Determinar los indicadores técnico-económicos de los equipos

La **Idea a Defender** en este trabajo es, que si se realizan correctamente los cálculos de los indicadores técnicos económicos y productivos de los equipos mineros entonces la empresa contará con una de las herramientas necesaria para elevar su productividad y mejorar su planificación.

En la realización del trabajo se utilizaron métodos teóricos y empíricos de la investigación científica fundamentalmente el análisis-síntesis para el procesamiento de la información disponible, las observaciones directas para la recolección de los datos, métodos estadísticos y matemático para su procesamiento.

La elevación de la productividad del trabajo y la efectividad de la producción depende básicamente del nivel de la técnica, la tecnología y la organización de la producción utilizada, por tal razón el presente trabajo de diploma se basará en la rigurosidad y eficiencia de los datos tomados durante el transcurso de la investigación.

CAPITULO 1

CAPITULO 1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

1.1 Introducción.

En este capítulo se caracteriza brevemente la región desde el punto de vista socioeconómico y se presenta un resumen sobre los trabajos más importantes desarrollados, dirigidos a evaluar los potenciales económicos de sus reservas minerales.

El objeto de estudio del mismo constituyen los rasgos fundamentales de las características geográficas y geológicas del área de estudio, las nociones generales sobre la determinación de dominios geológicos en yacimientos residuales de Níquel y además, las cualidades geológicas, dinámicas e importancia económica de dichos yacimientos. En el desarrollo de este capítulo se describen las principales características geológicas de la asociación ofiolítica, por cuanto constituyen las litologías sobre las que se desarrollan los yacimientos lateríticos.

1.2 Situación Geográfica del Yacimiento.

El yacimiento laterítico denominado Moa Oriental ocupa un área de 16 km² esta localizado en el municipio minero metalúrgico de Moa al nordeste de la provincia de Holguín. Está limitado al Oeste con el Valle del río Moa, al Norte con el poblado de la Veguita, al Sur con el altiplano del alto de la Calinga, y por el Este con el arroyo Los Lirios y el yacimiento Punta Gorda. (Ver anexo No 1).

El centro administrativo de la zona es el pueblo de Moa cuyo desarrollo económico está relacionado con los yacimientos de níquel y que posee una agricultura poco desarrollada y principalmente de autoconsumo en las zonas rurales.

Otros poblados son las barriadas de La Veguita mas cercano al yacimiento y el Reparto Rolo Monterrey, mientras que la zona montañosa está prácticamente deshabitada.

1.2.1 Hidrografía.

En la región se distinguen dos periodos de lluvias. En correspondencia a estos periodos mencionados se manifiesta el régimen de las aguas superficiales, ya que en época de seca disminuye considerablemente el curso de los ríos, convirtiéndose fácilmente en vados, aunque en el periodo de lluvia alcanzan un caudal considerable, provocando en ocasiones la inundación de caminos.

1.2.2 Clima y Vegetación

El clima de la región es subtropical, se caracteriza por la presencia de dos períodos de lluvia (Mayo–Junio y Octubre–Enero) y dos períodos de seca (Febrero–Abril y Julio–Septiembre). Las precipitaciones promedio del año en las partes bajas del relieve oscilan entre 1700 – 1800 mm y las partes montañosas de 2200 - 2300 mm. En las épocas de verano las lluvias ocurren en forma de aguaceros y en invierno se caracteriza por su constancia. El régimen de temperatura para período seco es bastante alto. Las diferencias de temperaturas promedio raras veces sobrepasan de 5 – 6 °C. La temperatura ordinaria para el verano es de 30 - 32 °C y para el invierno de 22 - 26 °C, en las montañas la temperatura es de 5 - 6 °C menor que en la ciudad.

En la zona de estudio se encuentran 5 formaciones vegetales naturales que ocupan alrededor del 90% del área de estudio. Estas formaciones son: Pinar, Pluvivilva, Ombrofilo aluvial, Matorral Xenomorfo espinoso, Matorral xeromorfo subespinoso(Charrascal). Referente a la flora se reportaron un total de 345 especies de las cuales el 92% está en los ecosistemas naturales antes mencionados, 213 son endémicos y representa el 23% de endemismo reportado para el distrito Moa Baracoa. De estas especies endémicas 17 son exclusivas de Moa, 5 en peligro de extinción y 20 vulnerables a la desaparición.

En cuanto a los recursos forestales, el total de bosques alcanza la cifra de 11398.3 ha, de los cuales 11005.5 ha corresponde a bosques naturales y 392.8 ha a bosques en el área de estudio (CESIGMA 2000).

La fauna esta caracterizada por arácnidos, anfibios, aves, mamíferos, de los cuales 104 se reportan como endémicas, 5 en peligro de extinción y 13 vulnerables a desaparecer.

1.2.3 Orografía de la Localidad y la Red Fluvial.

Según las características hidrográficas, la red fluvial de la zona esta orientada en dirección submeridional, y representada principalmente por los ríos Moa, Yagrumaje, Punta gorda y Cayo Guam, los cuales desembarcan en el Océano Atlántico.

En el área del yacimiento se encuentran las estribaciones septentrionales y meridionales orientadas del macizo Moa – Baracoa. Estas cordilleras están separadas unas de otras por los valles de varios ríos, en lo que se destaca el río Moa; la parte meridional representa en si cordilleras frecuentemente en forma de colinas divididas por las corrientes de agua y en la parte central se encuentran espacios limitados por pendientes abruptas de los valles de los ríos. En la parte septentrional del territorio son características las elevaciones con alturas no mayores de 50 – 100 m.

El río Moa que corre en los limites del yacimiento, es la fuente de abastecimiento de agua de las empresas y la población; la velocidad promedio de la corriente de agua esta cerca de 1.5 m/s.

1.2.4 Caracterización Socioeconómica de la Región.

La región es una de las más desarrollada del país desde el punto de vista económico, debido a que cuenta con las plantas procesadoras de níquel Comandante Pedro Sotto Alba y Ernesto Che Guevara que impulsan la industria minero metalúrgica.

Además de los yacimientos lateríticos, existen yacimientos de cromo refractario clasificados como los mayores de su tipo en el territorio nacional distribuido en las cuencas de los ríos Cayo Guam y Yamanigüey, Los gabroides y rocas ultrabásicas presentes en la región se pueden emplear como áridos en la industria de materiales de la construcción.

1.2.5 Vías de Comunicación y Fuentes de Abastecimiento de Agua y Energía Eléctrica.

Las principales vías de comunicación son terraplenes y carreteras, las que comunican al municipio con otras ciudades como Sagua de Tánamo, Baracoa, Guantánamo, etc. Además existe comunicación directa por aire con la cabecera de provincia y la capital del país.

El puerto marítimo posee una capacidad que permite el atraque de barcos con capacidad entre 10000 – 15000 t. El abastecimiento de agua se realiza desde la presa Nuevo Mundo de donde es enviada a la planta Potabilizadora para el consumo y la energía eléctrica utilizada en la región procede de la red nacional proveniente de la Termoeléctrica "Lidio Ramón Pérez" de Félton en el municipio de Mayarí.

1.2.6 Minerales Útiles de la Región.

La presencia de rocas ultrabásicas en la región determina sus minerales útiles principales. En primer lugar podemos citar las menas de hierro, níquel y cobalto asociadas a la corteza de intemperismo de las rocas ultrabásicas.

Los yacimientos de cromitas refractarias, por su importancia, ocupan el segundo lugar. Todos los cuerpos y manifestaciones conocidas de cromita se agrupan en cuerpos minerales, la mayor parte de los cuales se agrupan en las partes marginales de la intrusión ultrabásica.

En menor orden de importancia aparecen manifestaciones de asbesto crisotílico, pobre mineralización de cobre en la zona de los gabroides, fangos coralinos y zeolitas, localizándose importantes manifestaciones de este último en la zona de Farallones de Moa. Los fangos coralinos son utilizados en el proceso industrial de la Empresa Moa Nickel S.A. para neutralizar las soluciones después de lixiviar el Ni. Hasta el momento, no se ha podido detectar otros minerales en cantidades industriales en la región.

La correlación entre los distintos tipos de mena no es constante, en los límites del área de los trabajos de explotación realizados se observan claramente tres aisladas zonas naturales que se controlan, y por lo visto son condicionadas por factores

geomorfológicos, y se distinguen unas de otras por su contenido total de níquel en la corteza de intemperismo. Estas zonas fueron llamadas condicionalmente: Septentrional, Central, y Meridional.

Los suelos Esqueléticos (lithosoles) en las áreas de pendientes inclinadas del yacimiento se distribuyen no uniformes, los cuales presentan, en general, el perfil que se describe en la tabla #3.

Se trata de los suelos de perfil ACD o AD, poco profundos con alto contenido de gravas y fragmentos de la roca madre en superficie, donde hay poca alteración de los minerales primarios. Estos suelos, aparecen en niveles fuertes de pendientes (15° a 35°), rodeando las superficies interfluviales de los ríos Moa, Jicotea y Los Lirios, entre los 150 - 400 m de altitud.

Tabla # 3. Descripción general del perfil del suelo esquelético.

Horizonte	Prof. (cm)	Descripción del perfil.
A	0-5	Abundante sistema radicular, capa vegetal (Ao-Aoo) espesa (mayor que 3 cm) constituida fundamentalmente de hojas descompuestas y semidescompuestas del charrasco y de gramíneas, estructura es arcillosa, color pardo amarillento oscuro, con hue 10 YR $\frac{3}{4}$, no es pegajoso al tacto, no se observan canales de lombrices, no hay caracoles, no reacciona al HCL, tiene algunos fragmentos de serpentinas.
AC	5-20	Poco sistema radicular, sin estructura de los agregados, textura arcillosa, color igual que en A, no es pegajoso al tacto, no hay canales de lombrices, no hay reacción al HCL, tiene abundantes fragmentos de serpentinas.

En general, y como se aprecia en la tabla # 4, los Lithosoles sobre ultrabásicas son suelos algo fértiles, con alta saturación por bases (mayor de 50 %) y alto contenido de

materia orgánica (5.0%), moderada disponibilidad de Nitrógeno total (0.026%) etc. Sin embargo, son suelos muy poco productivos, debido fundamentalmente a la manifestación extrema de algunos factores limitantes para los cultivos agrícolas, tales como la poca profundidad efectiva y pedológica, rocosidad, pedregosidad, intensa erosión y muy baja disponibilidad de Fósforo y Potasio.

Tabla # 4. Análisis de fertilidad promedio del Lithosol sobre serpentinitas.

Hor	Prof (cm)	M.o (%)	N% (total)	%C	C/N	CCB (suelo)	Gr de Satur %	P ₂ O ₅ (asim)	K ₂ O (asim)	Microele (ppm) Zn	Cu	Bo
AC	0-20	5.0	0.206	2.9	14.08	24.34	66.7	1.43	3.02	0.5	4.1	0.08

Donde:

Hor- horizonte.

Prof- profundidad.

M.o- materia orgánica.

C/N- relación carbono – nitrógeno.

CCB- bases de cambio.

Meq/100g- mili equivalente por cada 100 g.

P₂O₅(asim)- fósforo admisible.

K₂O- potasio admisible.

ppm – partes por millón.

Gr de satur – grado de saturación

CAPITULO 2

CAPÍTULO 2. ESTADO ACTUAL DE LA MINERÍA

2.1 Introducción.

El yacimiento Moa Oriental entró en explotación en octubre del año 2000, un mes después de haber comenzado los trabajos de destape. Se caracteriza por tener un relieve suave y ondulado y gradualmente ascendente de norte a sur, hacia el oeste la topografía varía bruscamente hasta cerca del río Moa, mientras el límite hacia el este se caracteriza por pendientes más suaves dirigida hacia el Río Los Lirios, internamente la zona se encuentra formada por diferentes elevaciones y cresta divididas por quebradas.

Por razones climáticas generalmente predominan dos afectaciones fundamentales, la generación de polvo en los periodos secos y la creación de embalses en zonas minadas en los períodos de intensas lluvias, pero ello no constituye un peligro para garantizar la producción ni para la seguridad de las operaciones.

2.2 Desarrollo Geológico.

La geología de la región donde se encuentra ubicado el yacimiento el yacimiento Moa Oriental está dominada por el complejo ofiolítico Moa Baracoa, formado de piso a techo por peridotitas con textura de tectonitas, cúmulos ultramáficos, cumulos máficos, diques de diabasas y secuencias efusivo-sedimentarias. Existen numerosos cuerpos de cromitas, sill de gabros y diques de gabros y de pegmatoides gabroicos localizado en la parte alta de la secuencia mantélica en la zona de transición con los cúmulos. El área del yacimiento está gobernada por perioditas, aunque se piensa que corresponde a una zona de transición Mohorovicic (MTZ).

La mineralización se desarrolla en una corteza laterítica de tipo oxidado, producto al interperismo de rocas perioditas y en menor medida sobre gabros. Aunque en su mayoría se consideran desarrolladas in situ, el yacimiento colindante reporta microfauna marina del neógeno y el cuaternario, e interpretan este yacimiento como redepositado en ambiente de aguas marinas costeras; tal afirmación no está probada, la existencia de la corteza redepositada solo es evidente al norte del depósito (Área 22).

Desde el punto de vista geomorfológico éste es un yacimiento que presenta ondulaciones suaves, coincidiendo esas características con los espesores mayores de la corteza de interperismo. Las zonas de pendiente más bruscas, de más rápido intercambio de las aguas (laderas y confluencias) se caracterizan por una reducción en el perfil litológico de interperismo dándose perfiles estructurales reducidos (sin serpentina) o inestructurales (ocres inestructurales con o sin perdiñones).

Los altos valores de los contenidos de Al y Mg son anómalos en la concesión del yacimiento Moa Oriental, lo que se debe, para el caso del Al, a la destrucción de la estructura de las plagioclasas contenidas en las litologías gabroides y su migración lateral y vertical en el perfil laterítico; los valores anómalos del Mg responden a la migración del metal desde la zona activa del interperismo actual de las ultramafitas. Investigaciones más detalladas permitirán establecer la geoquímica de ambos metales nocivos.

El yacimiento se encuentra explorado y desarrollado en distintas redes de perforaciones, la de 33 x 33 m que se utilizó para calcular la potencia media de perforación, así como los demás parámetros que son: muestras a procesar, muestras para la sedimentación, para los análisis químicos y construcción de caminos y plataformas, además fue necesario la aplicación de una red auxiliar de 16 x 16 m con el objetivo de obtener mayor precisión entre un pozo y otro, el contacto estéril - mineral, para evitar un empobrecimiento del mineral (Figueredo 2004).

Para estimar la calidad del mineral contenido en cada bloque, se utilizó un modelo geológico realizado a partir de la información aportada por las redes de perforación y exploración, se consideró el valor promedio de los elementos útiles (Ni, Co y Fe) y los nocivos al proceso (SiO_2 y Mg.) para toda la masa del bloque, se estimó una red virtual de 3 x 3 m.

El método conlleva a una restimación de las reservas geológicas del yacimiento, ya que pueden aparecer algunas capas de 1 m promedio de potencia en un bloque, que se considere estéril o mineral, cuando por su contenido real pertenezca a la categoría contraria (por ejemplo: la última capa de un metro del bloque contiene $\text{Ni} \geq 1.0 \%$ y el

bloque completo es menor que 1.0%, en este caso el bloque completo se enviara a la escombrera). Este aspecto fue discutido y aprobado por la Oficina Nacional de Recursos Minerales.

2.3 Sistema de Explotación.

El sistema de explotación que se utiliza en este yacimiento prevé la extracción del mineral y los trabajos de destape a través de bancos de 3 m de altura, divididos en bloques de 8 x 8 m mediante la combinación de retroexcavadora – camión (Ver Figura 1).

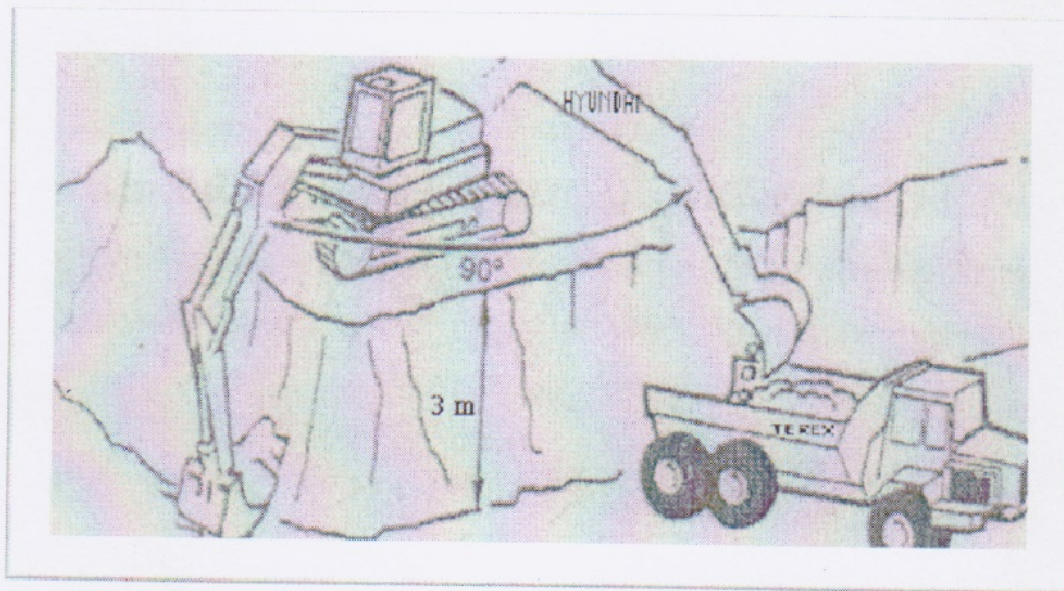


Fig. 1. Sistema de explotación por bancos múltiples de 3m de altura.

El escombreo y la extracción se realizan mediante el desarrollo de bancos múltiples y la exposición de varios frentes a la vez, donde los frentes de excavación se desplazan de este a oeste (o viceversa), mientras que los frentes de trabajo se desplazan generalmente de norte a sur, y el frente de explotación habitualmente de arriba hacia abajo. La carga de los camiones se realiza en el nivel inferior y a 90° con respecto al punto de extracción, en períodos de lluvia y durante la apertura de un nuevo frente se puede realizar a nivel de plataforma.

La apertura de nuevos bancos y frentes de minería se efectúa a través de trincheras longitudinales interiores o exteriores, posteriormente son ampliadas paulatinamente hasta quedar creado o expuesto un nuevo frente.

Por haber una similitud entre los ángulos de inclinación del cuerpo mineral y el de la superficie del terreno natural, la apertura y ejecución de la minería puede ser iniciada y realizada por cualquier horizonte o por varios a la vez, y desarrollarlos lo mismo de arriba hacia abajo que de abajo hacia arriba (Petit 2003). Esto indica que como resultado de la práctica minera siempre debe resultar un solo borde de trabajo, donde el ángulo de inclinación del terreno natural es menor o igual al ángulo del borde de trabajo.

La coincidencia de la inclinación entre el terreno natural y el cuerpo mineral, permite además la ejecución de piscinas de sedimentación sin correr el riesgo de deslizamientos de taludes y construir accesos hasta ellas sin dificultades.

Con este mismo sistema de explotación el control topográfico de la minería desempeña un papel importante a la hora de asegurar la calidad del mineral, ya que se requiere la ubicación espacial precisa de cada bloque primario.

2.4 Parámetros Fundamentales de Explotación.

Para la explotación con Retroexcavadoras, los parámetros fundamentales son:

- *Altura de banco:* La altura de los bancos es siempre constante, de 3 m, tanto para el escombreo como para la extracción, debido a : la Altura del camión, visibilidad apropiada para el operador de la retroexcavadora por la altura del camión, mayor estabilidad del talud, menor pérdida y empobrecimiento en los contactos entre menas.
- *Angulo de talud:* El talud, por su pequeña altura tiene una inclinación generalmente superior a los 85°.

- **Plataforma de trabajo:** Cuando la carga se realiza desde el banco superior el ancho de la plataforma de trabajo debe estar en un rango mínimo de 8 - 12 m. Si la carga se realiza en el mismo nivel de ubicación de la retroexcavadora (a nivel de plataforma) y el camión tiene que retornar a la misma vía para regresar, para lograr que el ángulo de arranque y carga del mineral sea de 90° como máximo, recomiendan que el ancho mínimo de la plataforma sea de 16 m.

2.5 Fases de la Minería.

El ciclo de explotación se puede definir como una sucesión de fase u operaciones básicas aplicadas tanto al material estéril como al mineral. Según las condiciones del proyecto que se esté llevando a cabo, existen otras operaciones auxiliares o de apoyo, cuya misión es hacer que se cumplan con mayor eficiencia las operaciones básicas pertinentes.

Fases básicas:

- Desbroce.
- Escombreo y formación de escombreras.
- Arranque y carga.
- Transporte y almacenamiento.
- Rehabilitación.
- Operaciones auxiliares (la construcción de caminos, drenajes, etc.)

- **Desbroce.**

Esta actividad consiste en arrancar y eliminar toda la superficie vegetal y maleza que cubren la capa ferruginosa (30 cm de espesor), facilitando posteriormente los trabajos de destape (Ver fig. 3).

En los yacimientos lateríticos esta vegetación está representada por Pinos Cubensis o Pinos Mayarí y por varios arbustos o hiervas que ocupan el espacio disponible entre los Pinos (López 2001). Conjuntamente con el desbroce se realiza el arranque de la materia orgánica que se ubica en el depósito construido con este fin, cumpliendo con

la legislación ambiental, para luego ser utilizado en las últimas fases de rehabilitación de zonas.

El desbroce se realiza con **Bulldózer** que apilan la maleza en lugares donde no puedan obstruir los trabajos de destape, construcciones de caminos, etc. La operación se lleva a cabo con cierto desfase con respecto a la minería (Ver Anexo 3).

- **Escombreo**

El escombreo está formado por el destape y formación de escombreras.

El destape consiste en arrancar la capa de los minerales lateríticos níquelíferos considerados fuera de balance, llamado escombros, por no cumplir con los requerimientos en cuanto al contenido de Níquel. Esta operación se considera terminada una vez que llega a la cota del techo del mineral. El sistema de extracción es similar al de la minería (Ver anexo 3). El escombros una vez extraído es transportado hacia las escombreras para su deposición.

- **Arranque y carga.**

Esta fase consiste en extraer el mineral y su carga a los medios de transporte. Estas operaciones (arranque y carga) son realizadas por retroexcavadoras de marca **HYUNDAI 450LC-7** y también se contará de forma auxiliar con un **Bulldózer** para la preparación de la plataforma de carga.

El desarrollo de la minería en el área, se realiza por frentes continuos a través de bancos múltiples; las excavadoras van a moverse de sur a norte y viceversa. Durante el trabajo con la retroexcavadora el talud de explotación tendrá un ángulo de aproximadamente 85 a 90°.

El método de carga utilizado será arranque y carga inferior (Ver Anexo No 3) lo que permitirá una disminución sensible en la duración del ciclo de trabajo de ambos equipos y su operación se hace menos compleja. El movimiento del transporte dentro de los límites del laboreo puede ser cerrado o continuo.

- **Transporte.**

Esta es la actividad que posee en la actualidad una mayor repercusión económica sobre el ciclo de explotación, y que puede considerarse entre el 35 % del costo total, incluso de la inversión en equipos principales. Esta operación se basará en el traslado del escombro de los diferentes bancos hasta las escombreras del área 31 y 17 respectivamente y del mineral hasta la Planta de Pulpa. Para ambos casos se utilizarán los camiones articulados TEREX TA40, que ofrecen ventajas con respecto a los camiones rígidos en las condiciones de estas áreas.

Entre las principales ventajas figuran:

- ✓ Gran maniobrabilidad, facilitada por el sistema articulado.
- ✓ Posibilidad de vencer grandes pendientes.
- ✓ Excelente movilidad en el área de carga y descarga.
- ✓ Pocas exigencias de la vía.
- ✓ Posibilitan la elevación de la productividad de los equipos de carga.
- ✓ Reducida presión sobre el terreno.
- ✓ Buena movilidad extravial, incluso en condiciones adversas.
- ✓ Apenas necesita ayudas de equipos de cadenas en el área de descarga.
- ✓ Potencia de frenado uniforme.
- ✓ Puede trabajar en condiciones climáticas adversas.

- **Operaciones auxiliares.**

- ✓ **Construcción de caminos.**

El diseño de las vías de transporte debe ser tal que las unidades de transporte que se utilicen puedan moverse sin perder el ritmo de la operación en condiciones seguras.

En esta fase se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ Firme.
- ✓ Pendiente.
- ✓ Anchura de la vía.
- ✓ Curva: radios, peraltes y sobreancho.

- ✓ Visibilidad en curvas y cambios de rasante.
- ✓ Convexidad o bombeo.

Los dos primeros parámetros tienen que ver básicamente con el costo de transporte, pero también con la seguridad. La determinación de la pendiente óptima de una vía se realiza a partir de las curvas características de los vehículos, que considera la velocidad y la capacidad de frenado. Los mejores rendimientos y costos conjuntamente con las condiciones de seguridad adecuadas, se obtienen con pendientes menores o iguales a 10%, con una resistencia a la rodadura normal.

Para la proyección de los caminos deben tenerse en cuenta las características del medio de transporte. Para lograr el acceso desde la fábrica hasta el yacimiento, se utilizó parte del camino principal que enlaza la fábrica con la planta de pulpa, parte del camino que va hasta el poblado de la Veguita y un camino proyectado desde este último hasta el área del yacimiento.

Para la explotación del área el acceso se realiza mediante un camino secundario para el traslado del estéril a la escombrera. Su vida útil estará en correspondencia con el tiempo de explotación de la zona, Este camino tiene su conexión con el camino de acceso al área de explotación.

✓ **Drenaje y Control de la Erosión y la Sedimentación.**

Por el efecto desestabilizador que posee el agua, que es además el principal medio de transporte de la contaminación, se diseñará un sistema de drenaje eficaz que impedirá la entrada de agua superficial mediante canales de cintura dispuestos laderas arriba.

En la escombrera se desaloja el agua de lluvia caída sobre la misma impidiendo acumulaciones e infiltraciones, dando una pendiente, plataforma y berma adecuada. Todo el sistema de drenaje se dirige hacia las piscinas o lagunas de sedimentación que se construyeron en el perímetro de las áreas minadas.

Debido a la irregular topografía que presenta el yacimiento, la intensidad de las lluvias en esta zona y a la gran superficie de terreno que será dañada por la minería, se

puede afirmar que existe una elevada potencialidad de arrastre de sedimentos y erosión en esta zona para los próximos años.

Para la realización del diseño se cuenta con las informaciones necesarias, entre ellas:

1. Hidrología – para determinar el diseño de los flujos.
2. Topografía – para determinar las áreas de recolección de agua y localización de los componentes del PCSE.
3. Suelos – para determinar los requerimientos de control de erosión y sedimentación.
4. Vegetación - para la rehabilitación a largo plazo.
5. Control de Sedimentación.
6. Eliminación de partículas mayores de 0.02 mm.
7. Medidas a corto plazo (6-12 meses de vida para el período operacional).
8. Tormentas de 1 en 5 años para el control de sedimentos.
9. Medidas a largo plazo (< 10 años para el período de rehabilitación):
10. Tormentas de 1 en 10 años para el control de sedimentos.
11. Tormentas de 1 en 50 años para la capacidad del aliviadero.

CAPITULO 3

CAPITULO3. DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES TÉCNICO- ECONÓMICO E ÍNDICES DE EXPLOTACIÓN DE LOS CAMIONES TEREX TA-40 Y LA RETROEXCAVADORA HYUNDAI R450 LC.

3.1. Introducción.

En el capítulo aparecen determinados los principales indicadores técnico- económicos y los índices de explotación del objeto de estudio en las áreas 31 y 17 del yacimiento Moa Oriental. Para el cálculo de los indicadores técnico-económicos y los índices de explotación se tuvieron en cuenta los diferentes parámetros que aparecen a continuación.

Tabla No 5. Parámetros de cálculo.

PARÁMETROS INDICADORES TÉCNICOS		u/m
Distancia de tiro	D	Km
Cálculo del tiempo de ciclo de los camiones	Tc	h
Cantidad de cucharas para el llenado de Camión	Nc	-
Carga que lleva el camión	Pc	m ³
Peso del mineral en la cuchara de la excavadora	Pe	m ³
Productividad de explotación	Qh	m ³ /h
Productividad por Turno del Camión	m ³ /turno	m ³ /turno
Numero de viaje por turno	Nvt	-
Productividad del camión en m ³ Km/h	Qm ³ /h	m ³ km/h
Cálculo de los camiones necesario	Nca	-
ÍNDICE DE EXPLOTACIÓN		
Índice de utilización de la capacidad de carga	Kcc	-
Índice de utilización técnica del parque	Kt	-
Índice de aprovechamiento del parque	Kup	-
Disponibilidad mecánica	Dm	%
INDICADORES DE EXPLOTACIÓN		
Gasto por depreciación	Gd	\$
Consumo de combustible	Cco	l
Gasto de combustible	Gc	\$
Gasto del operador	Go	\$/año
Gasto totales	Gt	\$
Costo por metro cúbico de escombro transportado	Cm ³	\$/ m ³
Costo por hora de la depreciación	Chd	\$/h
Costo por hora del seguro	Chs	\$/h
Total de costos fijos por hora	Cfh	\$/h

Costo por hora de los Neumáticos	Chn	\$/h
Costo por hora del combustible	Chc	\$/h
Costo por hora del mantenimiento	Chm	\$/h
Total de costo variable por hora	Cvh	\$/h
Costo por hora del operador	Cho	\$/h
Total de costo por hora de operación del camión	Tc/h	\$/h

Para estos cálculos se realizaron trabajos de normación como mediciones directas y fotografías del día laboral en los diferentes turnos. Se efectuaron un gran número de observaciones de los diferentes indicadores técnicos (tiempo de carga, tiempo de maniobra de carga y descarga, tiempo de viaje cargado y vacío, tiempo de descarga), que después de filtradas quedaron en 320. Además, se tuvo en cuenta las condiciones climáticas, horario de trabajo, experiencia del operador y las condiciones minero-técnicas de la zona. Debido a la cantidad de observaciones existe gran confiabilidad en los resultados obtenidos.

3.2. Características Técnicas de los Camiones Terex TA-40.

El Camión Terex TA-40 está compuesto por partes principales, una motriz y una unidad de carga. Estas partes están unidas entre sí mediante una dirección articulada de accionamiento hidromecánico, reacoplamiento entre las paredes posterior del vehículo y válvula de dirección (ver Anexo No 2). Este sistema está acoplado en paralelo con el sistema de basculación que tiene bombas hidráulicas comunes. Esto permite que la unidad motriz y la de la carga se muevan relacionadas entre sí alrededor de un eje longitudinal. La dirección permite movimientos verticales.

La unidad motriz consta de un motor diesel de seis cilindro en línea, con inyección directa, turboalimentado y con enfriador. La caja de cambios es de tipo planetario y totalmente automática con seis velocidades de avance y dos de retroceso, caja de reenvío y eje propulsor. La cabina está suspendida sobre elementos de goma de bastidor, posee acondicionador de aire y está totalmente insolada, también esta dotada por un sistema de información de las funciones más importante que realiza el

equipo. La unidad de carga consta de bastidor, caja de carga basculante, ejes propulsores delanteros y traseros, unidos mediante una suspensión de bogie.

El camión tiene tracción en las cuatro ruedas y desacoplable en las seis ruedas. El camión Terex TA-40 posee un sistema de freno de servicio de accionamiento totalmente hidráulico, el sistema consta de un circuito para la unidad motriz y otro para la unidad de carga. El freno de estacionamiento es accionado por aire comprimido. La cama está diseñada con piso plano, y es sumamente robusta y resistente y está preparada para calentamiento por escape. Se reduce así el riesgo de que la carga se pegue al fondo.

3.3 Calculo de los Indicadores Técnicos de los Camiones Terex TA-40.

1. Calculo del Tiempo de ciclo del Camión en el Área 31.

$$T_c = T_{mc} + T_{ca} + T_{vc} + T_{md} + T_d + T_{vv}$$

$$T_c = 0.009 + 0.047 + 0.084 + 0.006 + 0.012 + 0.099$$

$$T_c = 0.257h$$

Donde:

T_{mc}- Tiempo de maniobra para la carga.

T_{ca} - Tiempo de carga.

T.v.c - Tiempo de viaje cargado.

T.m.d - Tiempo de maniobra para la descarga.

T_d - Tiempo de descarga.

T_{vv}-Tiempo de viaje vacío.

Después de haberse desarrollado las diferentes mediciones y el cálculo del tiempo de ciclos en las áreas 31 y 17 aparecen resumidos en la tabla # 6. Las variaciones que hay entre ellos.

En el Área 31 el tiempo de ciclo es mayor debido a la distancia de transportación (hasta 1km) y a las grandes pendientes de hasta 10%, que tienen que vencer los camiones, en comparación con el área 17.

Ciclos		Valor		U/M
		Área 31	Área 17	
Tiempo de maniobra de carga	T _{mc}	0,009	0,008	h
Tiempo de carga	T _{ca}	0,047	0,046	h
Tiempo de viaje cargado	T _{vc}	0,084	0,048	h
Tiempo de maniobra de descarga	T _{md}	0,006	0,007	h
Tiempo de descarga	T _d	0,012	0,012	h
Tiempo de viaje vacío	T _{vv}	0,099	0,052	h
Tiempo de ciclo	T _c	0,257	0,173	h

Tabla # 6 Tiempo de ciclo del área 31 y 17.

1. Cálculo de la Productividad de Explotación.

$$Q_h = (P_c * K_u) / T_c$$

$$Q_h = (21,12 * 0.83) / 0.26$$

$$Q_h = 67,42 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

K_u - Coeficiente de utilización del turno; (0.83).

T_c – Tiempo de ciclo; (0,26h).

2. Volumen de escombro que Lleva el Camión.

$$P_c = P_e * N_c$$

$$P_c = 3,52 * 6$$

$$P_c = 21,12 \text{ m}^3$$

3. Volumen del escombro en la Cuchara de la Excavadora.

$$Pe = Vc * Kll$$

$$Pe = 3,2 * 1,1$$

$$Pe = 3,52 \text{ m}^3$$

Donde:

Kll Coeficiente de llenado del cubo; (1,1)

V_c- Volumen que ocupa el mineral en la cuchara de la excavadora; (3,20m³).

P_v- Peso volumétrico; (1,05m³).

K_e- Coeficiente de esponjamiento; (1,27).

4. Cantidad de Cucharas para el Llenado del Camión.

$$Nc = Vc * Pe$$

$$Nc = 21,12/3,52$$

$$Nc = 5,96 \approx 6 \text{ Cubos}$$

Donde:

V_{ca}: Volumen de la cama del Camión (23,3m³).

Pe: Peso del escombro en la Cuchara de la Excavadora.

5. Productividad por Turno del Camión; m³/turno.

$$Qt = Nvt * Pc$$

$$Qt = 39 * 21,12$$

$$Qt = 960 \text{ m}^3/\text{turno}$$

6. Numero de Viajes por Turno.

$$Nvt = \left(\frac{T}{Tc} \right) * Ku$$

$$Nvt = \left(\frac{12}{0,26} \right) * 0,83$$

$$Nvt = 39 \text{ viajes}$$

Donde:

T- Tiempo de duración del turno; (12h).

Tc- Tiempo de ciclo; (0,257).

Distancia de tiro; (0,61Km).

Velocidad cargado; (25Km/h).

Velocidad vacio; (30Km/h).

Índice del consumo del combustible por hora; (31L/h).

7. Cálculo de la Productividad del Camión en m³-km/h.

$$Q_{m^3km/h} = Q_h * D$$

$$Q_{m^3km/h} = 126,56 * 0,61$$

$$Q_{m^3km/h} = 77,20 \text{ m}^3\text{km/h}$$

Donde:

D- Distancia de tiro; (0,61Km).

8. Cálculo del Número de Camiones Necesarios.

$$Nca = Tc/Tca$$

$$Nca = 0,26/0,047$$

$$Nca = 5 \text{ camiones}$$

A continuación aparece reflejado de forma resumida los diferentes indicadores que se ha calculado en función del tiempo de ciclo. Se puede observar que el tiempo de ciclo del área 17 es inferior sin embargo la Qh, Qt, Nvt, y el Nca son superiores debido a la poca distancia de transportación que existe y a que las características del yacimiento son favorables y el poco tráfico existente en esta zona (ver tabla#7).

Indicadores		Área 31	Área 17	U/M
Distancia de tiro	D	0,61	0,27	Km
Tiempo de ciclo de los camiones	Tc	0,257	0,173	H
Productividad de explotación	Qh	126,56	190,23	m ³ /h
Productividad por turno	Qt	671,91	998,15	m ³ /turno
Numero de viajes por turno	Nvt	39	58	-
Productividad del camión en m ³ km/h	Q _{m3km/h}	77,20	22,46	m ³ km/h
Cálculo de los camiones necesario	Nca	5	4	-

Tabla #7. Indicadores de los Camiones Terex TA-40 en las Áreas 31 y 17.

3.4 Cálculo de los Índices de Explotación de los Camiones Terex TA-40.

1. Índice de utilización de la capacidad de carga.

$$K_{cc} = Q_r / Q_n$$

$$K_{cc} = 21,12 / 23,3$$

$$K_{cc} = 0,90$$

Donde:

Q_r- Carga real (21, 12).

Q_n- Nominal por pasaporte (23,3).

2. Índice de utilización técnica del parque.

$$K_t = \frac{H_t}{H_n}$$

$$K_t = \frac{4625,2}{8760}$$

$$K_t = 0,52$$

Donde:

H_t - Horas totales de trabajo en un año; (4625,2 h).

H_n - Horas nominales; (8760 h).

ÍNDICES	TEREX 1	TEREX 2	TEREX 3
Horas totales de trabajo en 1 año	4625,2	4687,6	4613
Horas nominales	8760	8760	8760
Índice de utilización técnica del parque	1	1	1

Tabla # 8. Índices de los Camiones Terex.

3. Índice de Aprovechamiento del Parque.

$$K_{up} = \frac{N_c * n * T}{N_p * 24}$$

$$K_{up} = \frac{3 * 2 * 12}{3 * 24}$$

$$K_{up} = 1$$

Donde:

N_c - números de camiones a trabajar; (3).

n - Número de turnos de trabajo; (2).

N_p - Camiones total de parque; (3).

T - Duración del turno; (12h).

4. Cálculo de la Disponibilidad Mecánica.

$$Dm = (Ht + To) / FTT$$

$$Dm = (4625,2 + 2883,4) / 8760,2$$

$$Dm = 86\%$$

Donde:

H_t- Horas totales de trabajo en un año; (4625,2h).

T_o- Tiempos en otras causas; (2883,4h).

FTT- Fondo del tiempo total; (8760,2h).

3.4 Cálculo de los Indicadores Económicos de los Camiones Terex TA-40.

En este acápite se realizaron los cálculos de los diferentes gastos en el transporte del escombro utilizando los camiones Terex TA40. En estos gastos se incluyen los gastos de depreciación, gastos de salarios, mantenimiento y los gastos de combustible.

Estos cálculos se realizaron con datos reales obtenidos en la Subdirección de Minas de la Empresa Moa Nickel Pedro Sotto Alba S. A.

1. Gasto de Depreciación.

Depreciación es un proceso para asignar de forma sistemática y racional el costo de un bien de capital a lo largo de su período de vida. La depreciación contabiliza la disminución del potencial de utilidad de los activos invertidos, ya sea por la pérdida del valor debido al desgaste físico derivado de utilización habitual del bien. La depreciación acumulada desde el momento de adquisición de un bien se va anotando en la cuenta de balance de la empresa como una adquisición del costo de ese activo, la diferencia se conoce como amortización acumulada o valor contable. En este caso utilizamos el método de la amortización lineal que consiste en aplicar una tasa de depreciación constante para todo el período de vida de los activos.

Gasto por Depreciación.

$$Gd = Pc * Da$$

$$Gd = 413592 * 0,2$$

$$Gd = 82718,4 \$$$

Donde:

P_c- Precio de compra; (413592\$).

D_a- Depreciación anual (20%).

2. Gasto por Combustible.

Para realizar estos cálculos se tuvo en cuenta el consumo real y las horas de trabajo promedio de los camiones en el año 2006.

$$Gc = Cco * P_l$$

$$Gc = 143381,2 * 0,50$$

$$Gc = 71690,6 \$$$

Donde:

P_l- Precio de un litro de combustible; (0,50 \$).

3. Consumo de Combustible.

$$Cco = Ht * Ic$$

$$Cco = 4625,2 * 31$$

$$Cco = 143381,2 l$$

Donde:

H_t- Horas de trabajo promedio anual (4625,2 h).

I_c- Índice de consumo (31l/h).

4. Gasto por Mantenimiento.

Dentro del gasto de mantenimiento están incluidos los gastos de lubricante, fuerza de trabajo, neumáticos. Datos por la cual están asumidos por la dirección mecánica de Thokmakjian.

Gastos por Mantenimiento.

$$G_m = 280000 \text{ \$ / año}$$

5. Gastos del Operador.

$$G_o = G_{sa} + G_{ss}$$

$$G_o = 6156 + 3920.1$$

$$G_o = 10076.1 \text{ \$ / año}$$

Donde:

G_{sa}- Gasto de salario.

G_{ss}- Gasto de la seguridad social.

6. Gasto por el Seguro.

$$G_s = 68000 \text{ \$ / año}$$

7. Gastos Totales.

$$G_t = G_d + G_c + G_m + G_o + G_s$$

$$G_t = 46500,4 + 50526,9 + 20191,86 + 3,09 + 68000$$

$$G_t = 195295,26 \text{ \$ / año}$$

8. Cálculo del Costo por m³ de Escombros Transportados.

$$C_{m^3} = \frac{G_t}{P_a}$$

$$C_{m^3} = \frac{328223,93}{305498}$$

$$C_{m^3} = 1,07 \text{ S/m}^3$$

Donde:

Pa- Producción anual del Terex 1; (305498m³).

3.4.1 Cálculo de los Costos Horario de los Camiones Terex TA-40.**1. Costo por Hora de la Depreciación.**

$$Ch_d = G_d / H_t$$

$$Ch_d = 82718,40 / 4625,2$$

$$Ch_d = 17,88 \text{ S/h}$$

Donde:

Gd- Gasto de depreciación; (\$).

Ht- Horas trabajadas del Terex 1; (4625,2h).

2. Costo por Hora de Seguro.

$$Ch_s = G_s / H_t$$

$$Ch_s = \frac{68000}{4625,2}$$

$$Ch_s = 14,70 \text{ S/h}$$

3. Total de Costos Fijos por Hora.

$$C_{fh} = C_{hd} + C_{hs}$$

$$C_{fh} = 17,88 + 14,70$$

$$C_{fh} = 32,58 \$/h$$

4. Costo por Hora de Combustible.

$$C_{hc} = G_c/H_t$$

$$C_{hc} = 71690,6/4625,2$$

$$C_{hc} = 15,5 \$/h$$

5. Costo por Hora de Mantenimiento.

$$C_{hm} = G_m/H_t$$

$$C_{hm} = 95738,83/4625,2$$

$$C_{hm} = 20,70 \$/h$$

6. Costo por hora de los Neumáticos.

$$C_{hn} = J_n/H_t$$

$$C_{hn} = 21600/4625,2$$

$$C_{hn} = 4,67 \$/h$$

7. Total Costo Variable por Hora.

$$C_{vh} = C_{hc} + C_{hm} + C_{hn}$$

$$C_{vh} = 15,5 + 20,70 + 4,67$$

$$C_{vh} = 40,87 \text{ \$}/h$$

8. Costo por Hora del Operador.

$$C_{ho} = G_o / H_t$$

$$C_{ho} = \frac{10076,1}{4625,2}$$

$$C_{ho} = 2,17 \text{ \$}/h$$

9. Total costo de por hora de operación del camión Terex TA40.

$$T_{c/h} = C_{fh} + C_{vh} + C_{ho}$$

$$T_{c/h} = 32,57 + 40,87 + 2,17$$

$$T_{c/h} = 75,63 \text{ \$}/h$$

Costos		TEREX 1	TEREX 2	TEREX 3
Horas totales promedio anual	Ht	4625,2	4687,6	4613,0
Producción anual	Pa	303498	303828	298376
Consumo de combustible	Cco	143381,2	145315,6	143003,0
Costo por m ³ de escombros transportado	Cm3	1,074	1,048	1,11
Costo por hora de la depreciación	Chd	17,88	17,65	17,88
Costo por hora del seguro	Chs	14,70	14,51	14,74
Total de costos fijos por hora	Cfh	32,59	32,15	32,63
Costo por hora del combustible	Chc	15,5	15,5	15,5
Costo por hora del mantenimiento	Chm	20,70	18,15	21,50
Total de costo variable por hora	Cvh	40,87	33,65	36,99
Costo por hora del operador	Cho	2,18	2,15	2,18
Total de costo por hora de operación del camión	Tc/h	75,63	67,96	71,81

Tabla #9. Resumen de los diferentes costos de los tres camiones Terex.

3.5 Retroexcavadora Hyundai R 450 LC-7

1. Generalidades.

La máquina ha sido diseñada para uso en condiciones tradicionales como equipo de excavación-carga en variadas condiciones.

Si se usa para otras aplicaciones o en ambientes potencialmente peligrosos (atmósfera explosiva, zonas con polvo de amianto) habrá que observar normas especiales de seguridad y equipar la máquina para tales condiciones.

El motor es diesel tipo Cumins QSM11, baja emisión de gases de escapes de 4 tiempos, 6 cilindros, inyección directa y turboalimentado con intercooler.

La cabina tiene construcción de de bastidores portante. Tiene asiento de conducción ergonómico, ventilación, instalación de filtro y un sistema de suspensión computarizada. Está preparada para acondicionador de aire.

2. Estabilidad de la Retroexcavadora.

La estabilidad de las máquinas excavadoras cuando trabajan es sumamente dinámica al mismo tiempo que se ven sometida a fuertes vibraciones. La base de una buena estabilidad está en colocar la máquina en posición horizontal y sobre terreno seguro con buena capacidad portante. Tomar precauciones ante terrenos blandos e irregulares, inclinaciones de terrenos, riesgos de desprendimiento, inclinaciones de terreno, riesgos de desprendimiento, cargas laterales y riesgos análogos.

3.6 Cálculo de los Indicadores Técnicos.

A. Cálculo de la Productividad.

Estas máquinas son capaces de alcanzar una productividad muy alta, la cual depende de los siguientes factores integrantes del esquema de explotación y el marco específico en el que se empleen, entre ellos podemos mencionar:

- Característica del material con el que se trabajará.
- Calificación de los operadores.
- Estado de preparación de los frentes de trabajo.
- Correcta selección del esquema de operaciones.
- Cantidad y capacidad de los caminos que se usan.
- Estado de los caminos de transportación de mineral.
- Correcta observancia del régimen de revisión para diagnóstico y mantenimiento planificados.

1. Productividad Horaria de las Retroexcavadoras Hyundai 450 LC-7.

Una vez obtenidos los tiempos de cada una de las operaciones componente del ciclo de trabajo de las retroexcavadoras por mediciones directas se procedió a la elaboración de los resultados de los mismos conjuntamente con los datos de capacidades geométricas, coeficiente de uso real del equipo para poder determinar las diferentes productividades del equipo.

La productividad horaria se determina mediante la siguiente formulación:

$$Q_{exp} = 3600 * V_c * D * K_{ll} * K_u * K_{ap} / (T_c * K_s)$$

$$Q_{exp} = (3600 * 3,2 * 0,90 * 1,1 * 0,83 * 1) / (21 * 1,35)$$

$$Q_{exp} = 334,82/h$$

Donde:

Tc: Tiempo de ciclo (21); seg

Vc: Capacidad de la cuchara (3,20); m³

D: Disponibilidad del equipamiento (0,90)

Kll: Coeficiente de llenado del cubo de la excavadora (1,1)

Ku: Coeficiente de utilización del equipo (0,83)

Ke: Coeficiente de esponjamiento (1,35)

Kap: Coeficiente de aprovechamiento (1)

δ: Masa volumétrica del mineral seco (1,05); m³/t

2. Productividad por Turno de la Retroexcavadora.

La Productividad por turno de la retroexcavadora se determina mediante la siguiente formula:

$$Q_t = Q_{exp} * T_t$$

$$Q_t = 334,82 * 12$$

$$Q_t = 4017 \text{ m}^3/\text{turno}$$

Donde:

Tt: Duración del turno; h

3. Productividad Diaria.

$$Q_d = Q_t * N_t$$

$$Q_d = 4017 * 2$$

$$Q_d = 8035 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Donde:

Nt: número de turnos

3.7 Cálculo de los Índices de Explotación de las Retroexcavadoras Hyundai 450 LC-7.

1. Índice de utilización de la capacidad de carga.

$$K_{cc} = Q_r / Q_n$$

$$K_{cc} = 45 / 48,2$$

$$K_{cc} = 0,93$$

Donde:

Q_r - Carga real (45t).

Q_n - Nominal por pasaporte (48,2t).

2. Índice de utilización técnica del parque.

$$K_t = \frac{H_t}{H_n}$$

$$K_t = \frac{3259,9}{8760}$$

$$K_t = 0,37$$

Donde:

H_t - Horas totales de trabajo en un año; (3259,9h).

H_n - Horas nominales; (8760h).

3. Índice de Aprovechamiento del Parque.

$$K_{up} = \frac{N_c * n * T}{N_p * 24}$$

$$K_{up} = \frac{2 * 2 * 12}{2 * 24}$$

$$K_{up} = 1$$

Donde:

N_c - Números de camiones a trabajar; (3).

n - Número de turnos de trabajo; (2).

N_p - Camiones total de parque; (3).

T - Duración del turno; (12h).

4. Cálculo de la Disponibilidad Mecánica.

$$D_m = (H_t + T_o) / FTT$$

$$D_m = (3259,8 + 2036,7) / 8760$$

$$D_m = 20\%$$

Donde:

H_t - Horas totales de trabajo en un año; (3259,8h).

T_o - Tiempos en otras causas; (2036,7h).

FTT - Fondo del tiempo total; (26280h).

ÍNDICES	Retro1	Retro 2
Horas totales de trabajo en 1 año	3259,8	3243,4
Horas nominales	8760	8760
Índice de utilización técnica del parque	1	1
Disponibilidad Mecánica	20	19

3.7 Cálculo de los Indicadores Económicos de las Retroexcavadoras Hyundai 450 LC-7.

Cálculo de los Gastos.

1. Gasto por depreciación.

$$G_d = P_c * D_a$$

$$G_d = 232502 * 0,2$$

$$G_d = 46500,4$$

Donde:

P_c - Precio de compra (232502\$).

D_a - Depreciación anual (20%).

2. Gasto por Combustible.

Para realizar estos cálculos se tuvo en cuenta el consumo real, las horas de trabajo promedio de las Retroexcavadora en el año 2006.

$$G_c = C_{co} * P_l$$

$$G_c = 108421 * 0.50$$

$$G_c = 54210,5 \$$$

Donde:

P_l - Precio de un litro de combustible.

3. Consumo de Combustible.

$$Cco = Ht * Ic$$

$$Cco = 3259,8 * 33,26$$

$$Cco = 108421 l$$

Donde:

H_t- Horas de trabajo promedio anual.

I_c- Índice de consumo (33,26 l).

4. Gasto por Mantenimiento.

Dentro del gasto de mantenimiento están incluidos los gastos de lubricante, fuerza de trabajo y neumáticos.

Gasto por Mantenimiento.

$$Gm = 250000 \$$$

5. Gastos del Operador.

$$Go = Gsa + Gss$$

$$Go = 6156 + 3920.1$$

$$Go = 10076.1 \$$$

Donde:

Gsa- Gasto de salario.

Gss- Gasto de la seguridad social.

6. Gasto por el Seguro.

$$Gs = 68000\$$$

7. Gastos Totales.

$$Gt = Gd + Gc + Gm + Go + Gs$$

$$Gt = 46500,4 + 50526,9 + 20191,86 + 10076,1 + 68000$$

$$Gt = 195295,26 \$$$

3.4.1. Cálculo de los costos horario de los diferentes gastos de las Retroexcavadoras Hyundai 450 LC-7.**1. Costo por hora de la Depreciación.**

$$Chd = Gd/Ht$$

$$Chd = 46500,4/3259,8$$

$$Chd = 14,26 \$$$

Donde:

Gd- Gasto de depreciación.

Ht- Horas trabajadas.

2. Costo por Hora de Seguro.

$$Chs = Gs/Ht$$

$$Chs = \frac{68000}{3259,8}$$

$$Chs = 20,86 \$$$

3. Total de Costos Fijos por Hora.

$$C_{fh} = C_{hd} + C_{hs}$$

$$C_{fh} = 14,26 + 20,86$$

$$C_{fh} = 35,12 \$$$

4. Costo por Hora de Combustible.

$$C_{hc} = G_c / H_t$$

$$C_{hc} = 50526,9 / 3259,8$$

$$C_{hc} = 15,5 \$ / h$$

5. Costo por Hora de Mantenimiento.

$$C_{hm} = G_m / H_t$$

$$C_{hm} = 20191,86 / 3259,8$$

$$C_{hm} = 6,19 \$ / h$$

6. Total Costo Variable por Hora.

$$C_{vh} = C_{hc} + C_{hm}$$

$$C_{vh} = 15,5 + 6,19$$

$$C_{vh} = 21,69 \$ / h$$

7. Costo por Hora del Operador.

$$Cho = Go/Ht$$

$$Cho = 10076,10/3259,8$$

$$Cho = 3,09 \$/h$$

8. Total Costo de por Hora de Operación de las Retroexcavadoras Hyundai R 450 LC-7.

$$Tc/h = Cfh + Cvh + Cho$$

$$Tc/h = 35,12 + 21,69 + 3,09$$

$$Tc/h = 59,91 \$/h$$

9. Cálculo del Costo por m³ de Escombros Transportado.

$$Cm^3 = \frac{Gt}{Pa}$$

$$Cm^3 = \frac{195295,26}{446993}$$

$$Cm^3 = 0,44 \$/m^3$$

1. Determinación de la eficiencia y disponibilidad de la combinación excavadora-camión.

$$E_{fo} = F_e * E_{fop} * D_{mec} * E_{fib}$$

$$E_{fo} = 0,85 * 0,95 * 0,93 * 0,90$$

$$E_{fo} = 67,6 \%$$

Donde:

F_e : Factor de eficiencia

E_{fop} : Coeficiente que tiene en cuenta la eficiencia del operador

D_{mec} : Coeficiente que tiene en cuenta la disponibilidad mecánica

E_{fib} : Coeficiente que tiene en cuenta el tráfico de los camiones

E_{fib} :

Parámetros		RETRO 1	RETRO 2	U.M
Horas totales promedio anual	Ht	3259,8	3243,4	h
Producción anual	Pa	446993	460707	m ³
Consumo de combustible	Cco	101053,8	100545,4	L
Costo por hora de la depreciación	Chd	14,26	14,34	\$/h
Costo por hora del seguro	Chs	20,86	20,97	\$/h
Total de costos fijos por hora	Cfh	35,12	35,30	\$/h
Costo por hora del combustible	Chc	15,5	15,5	\$/h
Costo por hora del mantenimiento	Chm	5,11	5,14	\$/h
Total de costo variable por hora	Cvh	21,69	24,69	\$/h
Costo por hora del operador	Cho	3,09	3,11	\$/h
Total de costo por hora de operación de la Retroexcavadora	Tc/h	59,91	63,10	\$/h
Cálculo del Costo por m³ de Escombro Transportado.	Cm³	0,44	0,44	\$/m³

Tabla #11 Resume de los diferentes costos de las Retroexcavadoras Hyundai R 450 LC-7.

CAPITULO 4

CAPITULO 4. IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCION E HIGIENE DEL TRABAJO

4.1. Principales Impactos Ambientales Ocasionado por las Labores Mineras.

Casi toda actividad humana es en menor o mayor grado agresiva para el medio ambiente, y las actividades mineras revisten especial interés ya que luego de realizarse la extracción de los recursos minerales, sino existe una rehabilitación de los terrenos lacerados, la degradación deja sin posibilidades reales de aprovechamiento; el carácter y magnitud de la contaminación de los focos en la zona es variable, este medio circundante se encontrará afectado una vez culminados los trabajos mineros (Pereira 2001).

La extracción y carga es una de la actividades minera que ocasiona afectaciones considerables al medio ambiente debido al movimiento contante del escombros y el tráfico de los camiones por los caminos, razón por la cual se altera el estado natural de la zona.

Como consecuencia de esta actividad, el estéril en la zona prevista de la escombrera, es afectado por la erosión, ya sea eólica o por la acción del agua. La explotación de la fase desde el punto de vista genérico causará una serie de pérdidas y alteraciones a los fundamentales recursos naturales de la zona.

Las afectaciones más frecuentes producidas al Medio Ambiente por estas actividades son:

1. Cambios geomorfológicos.
2. Contaminación de las aguas.
3. Obstrucción y encenagamiento de los arroyos y ríos.
4. Erosión eólica, y contaminación coniótica.
5. Erosión por las aguas.
6. Destrucción de la vegetación.
7. Afectación al paisaje.
8. Pérdida de la biodiversidad.

9. Migración de la fauna.
10. Alteración de las rutinas migratorias.
11. Ocupación del terreno por escombreras.
12. Cambios en el régimen termodinámico de la zona.
13. Cambios en el régimen hidrogeológico de la zona.
14. Aceleración del proceso erosivo general.
15. Inestabilidad de los terrenos.

Estas afectaciones se incrementan cuando estas áreas permanecen mayor cantidad de tiempo sin ser rehabilitada.

Los principales impactos que causará la explotación minera sobre los factores ambientales son:

1. Paisaje

- a) Modificación de la estructura visual del paisaje por la alteración de sus elementos y sus componentes básicos. Esto supone, unido a la introducción de los elementos artificiales discordantes con el entorno, una disminución de la calidad paisajista de la zona.
- b) Modificación y homogeneización de la textura por la eliminación de la vegetación en toda el área de la fase, y contraste cromático muy llamativo dentro del entorno de la explotación.
- c) La apertura de los huecos y la creación de frentes de extracción supone la eliminación de la morfología natural, que es el elemento soporte sobre el que descansa el resto de los elementos del paisaje.
- d) Las escombreras introducen un fuerte contraste discordante en forma y línea (son elementos geométricos artificiales, de gran volumen en lo que dominan las líneas horizontales y los ángulos rectos), y color (contraste cromático entre el escombros y la vegetación del entorno), que hacen que resalten desfavorablemente en la armonía del paisaje.

A pesar de este tipo de impacto tan común a casi todas las explotaciones mineras, en este caso a consecuencia de la cercanía de los núcleos poblacionales y carreteras, las hace más grave por el mayor número de observadores, ya que el receptor del impacto paisajista es el hombre. Por lo que se concluye que las fuentes principales del deterioro ambiental son los frentes de extracción y las escombreras.

Suelo:

- a) La eliminación directa del suelo, su ocupación por la creación de escombreras y la introducción de efectos negativos edáficos (compactación, erosión, acumulación de finos, polvos) suponen la pérdida irreversible de recursos naturales de gran valor y de muy difícil restauración.
- b) Por otro lado la pérdida de suelo condiciona seriamente el establecimiento de la vegetación e influye indirectamente, y de forma negativa en la fauna y en los procesos ecológicos.

Fauna:

- a) Alteración del hábitat de especies.
- b) Afectación de la migración de las especies.
- c) Desplazamiento y extinción de especies endémicas, por pérdida de vegetación.

Vegetación:

- a) Eliminación total o reducción directa o indirecta de la cubierta vegetal. El rigor de la alteración será distinto según el tipo de vegetación (supone una pérdida mayor eliminar un árbol autóctono, sano, que una la repoblación de un pastizal) y la superficie dañada. La eliminación de la vegetación repercute sobre la fauna, los procesos ecológicos, el paisaje y la población humana.

Red de drenaje:

- a) Alteración permanente de los drenajes superficiales a través de la contaminación de las aguas por residuos sólidos y líquidos.
- b) Aumenta el nivel de sedimentos.

c) Alteración del nivel freático.

Atmósfera:

- a) Disminución de la calidad del aire, originada principalmente por las emisiones de polvo y gases generados por las labores de apertura, arranque, creación de escombreras, el tráfico y la no menos importante, construcción de caminos. Indirectamente todas estas emisiones de polvo afectan a las plantas las cuales se ven imposibilitadas de realizar sus funciones metabólicas normales.

Una de las fuentes de deflación y contaminación del aire la constituye la red vial diseminada por todo el yacimiento, debido al intenso tráfico y a la acción del viento en tiempos de seca.

4.2. Medidas preventivas y correctoras para minimizar el impacto ambiental surgido.

1. Tratar que la explotación produzca el menor impacto visual durante su desarrollo, mediante la introducción de la vegetación, el remodelado de la forma del terreno y la construcción de pantallas visuales de ocultación (creación de franjas defensivas de bosques).
2. Acopio de suelo fértil antes de comenzar la explotación (medida preventiva) y la aplicación de fertilizantes al material de relleno y de la escombrera (medida correctora). Esto puede ser una buena alternativa por la pérdida de suelos y sus nutrientes, pero nunca será el terreno rehabilitado como su antecesor.
3. La conformación de un sistema de terrazas para disminuir la erosión y permitir la instalación de una cobertura herbácea que favorezca el progreso de la vegetación.
4. El riego de los caminos de acopio del mineral.

5. La construcción de cunetas de diversión-colección y lagunas de sedimentación en el perímetro de las áreas mineras, y que deben ser mantenidas hasta el total cumplimiento de la rehabilitación (medidas a largo plazo).
6. Las medidas a largo plazo como la sedimentación de cuencas río abajo debe ser sacada de servicio después de establecer la vegetación en superficies recuperadas y después de tener el terreno en condiciones pre-minadas.
7. La atmósfera se purifica de modo natural mediante la sedimentación del polvo, el lavado del aire o con las gotas de lluvias, la disolución de algunos gases y partículas sólidas en las gotas de agua.
8. En los caminos la disminución del polvo es menor cuando la vía está cubierta con una placa de tierra. Si lo está por una placa de hormigón la concentración de polvo en el aire es de $30-100 \text{ ml/m}^3$ y cuando es natural oscila entre $150-350 \text{ ml/m}^3$, obligando a la búsqueda de sustancias que enlacen las partículas de polvo. Para disminuir la cantidad de polvo en los caminos se pueden emplear los siguientes métodos:
 - El riego con soluciones de sales higroscópicas (de calcio y magnesio).
 - La aplicación en la propia cobertura sólida de sustancias como el cloruro de calcio.
 - Riego de agua (la efectividad del método dura entre 30-120min en días de temperaturas altas)
9. Para el desarrollo íntegro de las áreas afectadas resulta ventajoso el sistema de terrazas, especialmente para zonas con pendientes superiores al 20%, lo que aplicado con el avance de la minería permitirá el ahorro de tiempo y dinero, para una posterior dedicación forestal una vez concluida la minería de la fase.

Este sistema permite una rehabilitación de los suelos degradados por la minería, debido a que controla el escurrimiento superficial y controla la erosión de forma efectiva. Para la rehabilitación de las regiones se debe tener en cuenta la selección de

las especies, teniendo en consideración lo siguiente: Resistencias a plagas, adaptación a los cambios y variaciones existentes en el medio, formación de suelos y que fuesen autóctonas, los índices de sinantropismo de los frentes.

10. Para la rehabilitación del paisaje se deben sembrar, por todos los extremos de las áreas minadas, árboles altos (Casuarinas, pino Cubensis), los cuales por su elevada talla realizan el papel de pantalla visual de ocultación (Ver Anexo 12b).

11. Al concluir los trabajos de reforestación se verifica periódicamente las zonas tratadas, velando así que todo vaya según los planes previstos.

4.3. Protección e Higiene del Trabajo.

En la mina de la Moa Nickel S.A. existen medidas de seguridad a cumplir cabalmente en cada puesto de trabajo, las cuales son de estricto cumplimiento para garantizar una buena protección e higiene del trabajo, las que se plasman a continuación:

a) Requisitos en el Puesto de Trabajo.

- Instrucción de seguridad para el puesto de trabajo del operador.
- El operador debe tener los conocimientos básicos acerca de los trabajos a realizar, para ello deben haber recibido las instrucciones generales del trabajo.

I. Operador del Camión Articulado TEREX TA-40.

➤ Antes de iniciar las labores:

1. Comprobar el estado de los sistemas de frenado, dirección, juegos de luces y relojes.
2. Estado del frente de trabajo y sistemas particulares.
3. Limpieza del puesto de trabajo.

➤ Durante las operaciones de trabajo:

1. No posesionarse dentro del radio de acción de la máquina retroexcavadora.
2. Lograr mayor horizontalidad del camión a la hora de ejecutar la carga.
3. Circular por los caminos con las velocidades establecidas.

4. No adelantar ni transitar paralelo a otro vehículo.
5. No depositar la carga directamente contra el talud de las escombreras o contra el borde del nivel inferior.
6. No circular siempre por las mismas marcas dejadas por ese u otro camión, para evitar las zanjas.

II. Operador de la Retroexcavadora HYUNDAI R450 LC-7.

➤ Antes del trabajo:

1. Comprobar el estado de los sistemas de frenado, dirección, juegos de luces y relojes.
2. Estado del frente de trabajo y sistemas particulares.
3. Limpieza del puesto de trabajo.

➤ Durante el trabajo:

1. Las maniobras de retroceso se realizarán con mucho cuidado, apoyándose el operador en los espejos retrovisores.
2. Al detenerse el equipo, el cubo debe estar apoyado en el suelo.
3. No esperar por el próximo camión con el cubo en alto.
4. Asegurarse que el material se expanda por toda la caja del camión.
5. Comprobar los límites de las articulaciones del brazo.

➤ Al finalizar las labores:

1. Realizar una entrega correcta del equipo al operador que lo recibe.
2. Poner en aviso cualquier hecho de relevancia durante el turno y que pueda repetirse en el siguiente.
3. Dejar a la máquina limpia y organizada.
4. Se deben cumplir cabalmente con las medidas contra catástrofes que se llevan a cabo en la (mina) P.S.A.

4.3.1 Medidas de Seguridad para el Trabajo con Retroexcavadoras.

1. Cuando la excavadora esta en operaciones, se prohíbe la presencia de personas en el radio o sector de influencia de la misma.
2. La excavadora debe estar provista de señalización sonora de manera que indique el inicio y fin de cada operación a realizar.
3. Durante el movimiento en pendiente deben contemplarse aquellas medidas que impidan su corrimiento.
4. El movimiento de la excavadora debe hacerse a la señal del jefe de turno o de brigada.
5. Durante el movimiento debe garantizarse el contacto visual o por radio - comunicación entre el operador y el que dirige el movimiento.
6. Las excavadoras deben trabajar sobre plataformas aplanadas y compactas.
7. Los cables de acero que se utilicen en el alza, el arrastre y la guarnición deben corresponderse con los del pasaporte del equipo y revisarse no menos de una vez por semana, y la cantidad de hilos rotos no debe ser mayor del 15% del total de hilo.

4.3.2 Medidas de Seguridad para el Trabajo con Transporte Automotor.

1. La planta y perfil de los caminos deben corresponder a las reglas y normas de construcción vigentes.
2. El ancho de la parte transitable del camino se establece partiendo de las dimensiones del equipo de manera que haya una holgura no menor de 1.5 m entre los automóviles que circulen al encuentro y una distancia no menor de 0.5 m de las ruedas exteriores hasta el borde de la parte transitable del camino.
3. No se permite transportar personas fuera de la cabina.
4. No se permite adelantar a otro vehículo que circule en el mismo sentido.

4.3.3 Protección del Personal.

Es necesario acondicionar al obrero con medios individuales que los protejan de accidentes relacionados con su desplazamiento, equipos y sustancias dañinas.

En la Tabla # 5 se relacionan las partes del obrero que se deben proteger, así como los medios de protección y los requisitos básicos de los mismos.

Tabla # 5. Relación entre el trabajador y los medios que deben usar para su protección.

Parte del cuerpo	Medio protector	Requisito que debe cumplir el medio protector.
Cabeza	Se usan cascos protectores que tienen como objetivo reducir el impacto de objetos que caigan de alturas más o menos elevadas	Resistentes a impactos, al fuego, a la humedad, peso ligero, aislamiento de la electricidad
Oídos	Tapones de oídos, orejeras o casco protector contra ruido	Que atenúe el sonido, que tenga confort y durabilidad que no tengan impactos nocivos sobre la piel que conserven la palabra clara y que sea de fácil manejo.
Ojos y cara	Gafas protectoras, pantallas, viseras, caretas protectoras y espejuelos.	Protección adecuada para el riesgo específico que fue diseñado, comodidad en el uso de los mismos, ajuste perfecto y ninguna interferencia en los movimientos, durabilidad y facilidad de higienización.
Manos y brazos	Guantes, almohadillas, protectores de brazo, mangas y protectores de dedo.	Que estén reforzados para que protejan al trabajador contra llamas, calor y cortaduras.
Tórax	Delantales de piel, de goma sintética y para asido	Deben proteger contra chispas, cortaduras pequeñas y protección contra agua y tierra.
Pies y piernas	Botas corte alto, tobilleras, polainas, almohadillas.	Casquillos de acero para los pies, anticonductivos, antichispas y deben resistir las descargas eléctricas.
Vías respiratorias	Respiradores con filtro para polvo, máscaras con filtro para gases, respiradores con líneas de aire, máscaras con puentes de oxígeno	Deben estar acorde con el elemento contaminante y el puesto de trabajo. No deben ser objetos que impidan que el trabajador realice sus actividades.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

- Con realización de este trabajo se determinaron los indicadores técnicos económicos y productivos de los equipos mineros que permitirá a la empresa contar con una de las herramientas de trabajo para elevar su productividad y mejorar su planificación.
- Teniendo en cuenta el resultado obtenido a través de los Indicadores Minero Técnico y de explotación se considera idóneo.
- Para la combinación Retroexcavadora y camión, no es eficiente, ni productivo ya que un coeficiente de eficiencia y disponibilidad de 67,6%

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES.

- Que se utilicen los resultados de este trabajo por parte de la Subdirección de Minas para el perfeccionamiento de su gestión productiva y en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa en la docencia de pre y posgrado.
- Para la combinación retroexcavadora camión en el área estudiada se recomienda utilizar una retroexcavadora de 6 m³

BIBLIOGRAFÍA

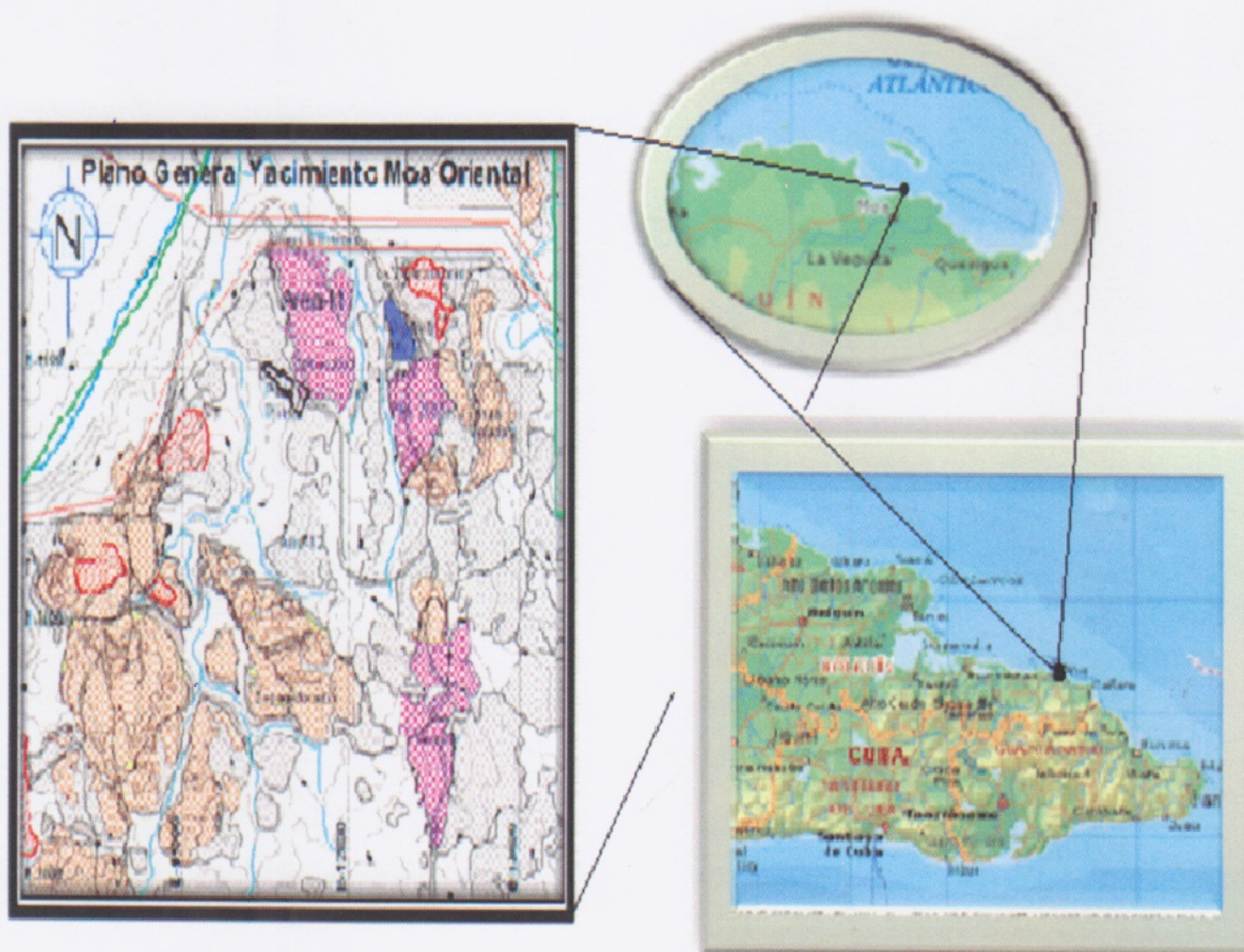
BIBLIOGRAFÍA.

1. COLECTIVO DE AUTORES. *Proyecto de Explotación 2008 - 2012. Mina PSA.* Moa, Abril 2007.
2. BORISOV, S.et al. *Labores mineras.* Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1986.
3. PÉREZ I. Pedro., *Determinación de los Indicadores Técnico Económico del Camión Komatsu HD465.* Tesis de Especialidad, Moa 2004.
4. MARTINS P., Francisco y NOGUEITA S., Sebastiao., *Análisis de los Indicadores Técnico económico y Productivo del Conjunto Escavadoda-Camión utilizado en la Mina Martí de la Empresa del Niquel "Cmdte René Ramos Latour de Nicaro".* Moa 2001.
5. ALOS Q. Solyancy., *Análisis Técnico Económico del Comportamiento de los Camiones Rígidos y Articulados en la Mina de la Empresa Pedro Sotto Alba.* Moa 2002.
6. PEREDA H., Segundo y POLANCO A., Ramón. *Transporte minero*, primera edición: Editorial Felix Varela, La Havana, 1999, 364 páginas.
7. PEREIRA G., Silva. *Diseño de la explotación del sector 10 del yacimiento Moa Oriental.* Moa 2001.
8. PETIT K., Karen N. *Diseño del sistema de explotación del sector #10 del yacimiento Moa Orienta.* Moa 2003.
9. FIGUEREDO H., Yudorquis. *Diseño de la minería del área 10 del yacimiento Moa Orienta.* Moa 2004.
10. CECIGMA. *Estudio del impacto Ambiental, yacimiento Moa Oriental.* Trabajo de evento. Empresa Moa Nickel S.A. Pedro Sotto Alba. 2000.
11. GUILARTE M. Yuneisy. *Diseño del Sistema de Explotación de la Presa de Rechazo Nueva ubicada en la Empresa "Cmdte Pedro Sotto Alba" Moa Nickel S.A.* Tesis de Maestría, Moa. 2006.

ANEXO No 1

ANEXO No 1.

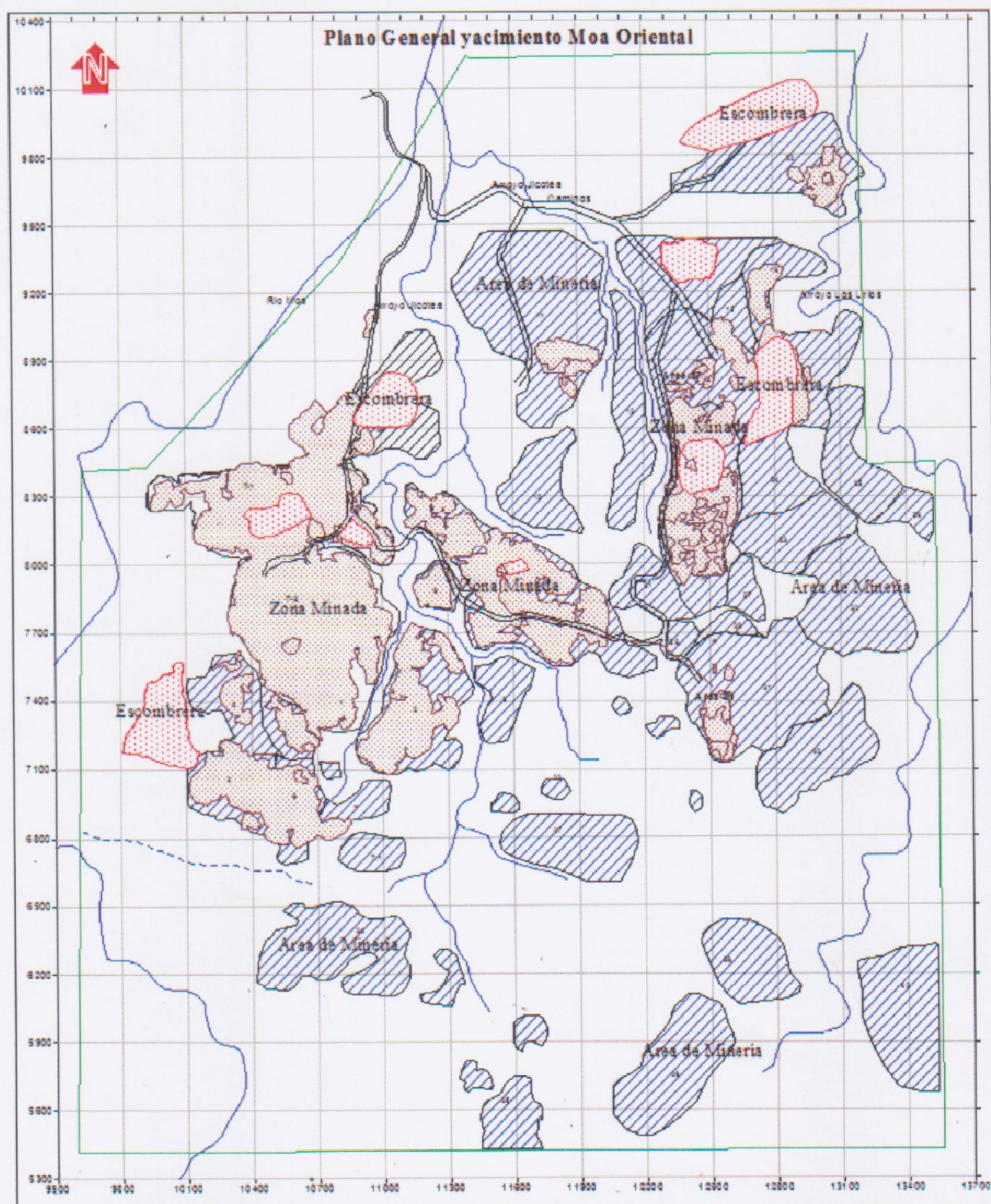
Situación Geográfica del yacimiento Moa Oriental.



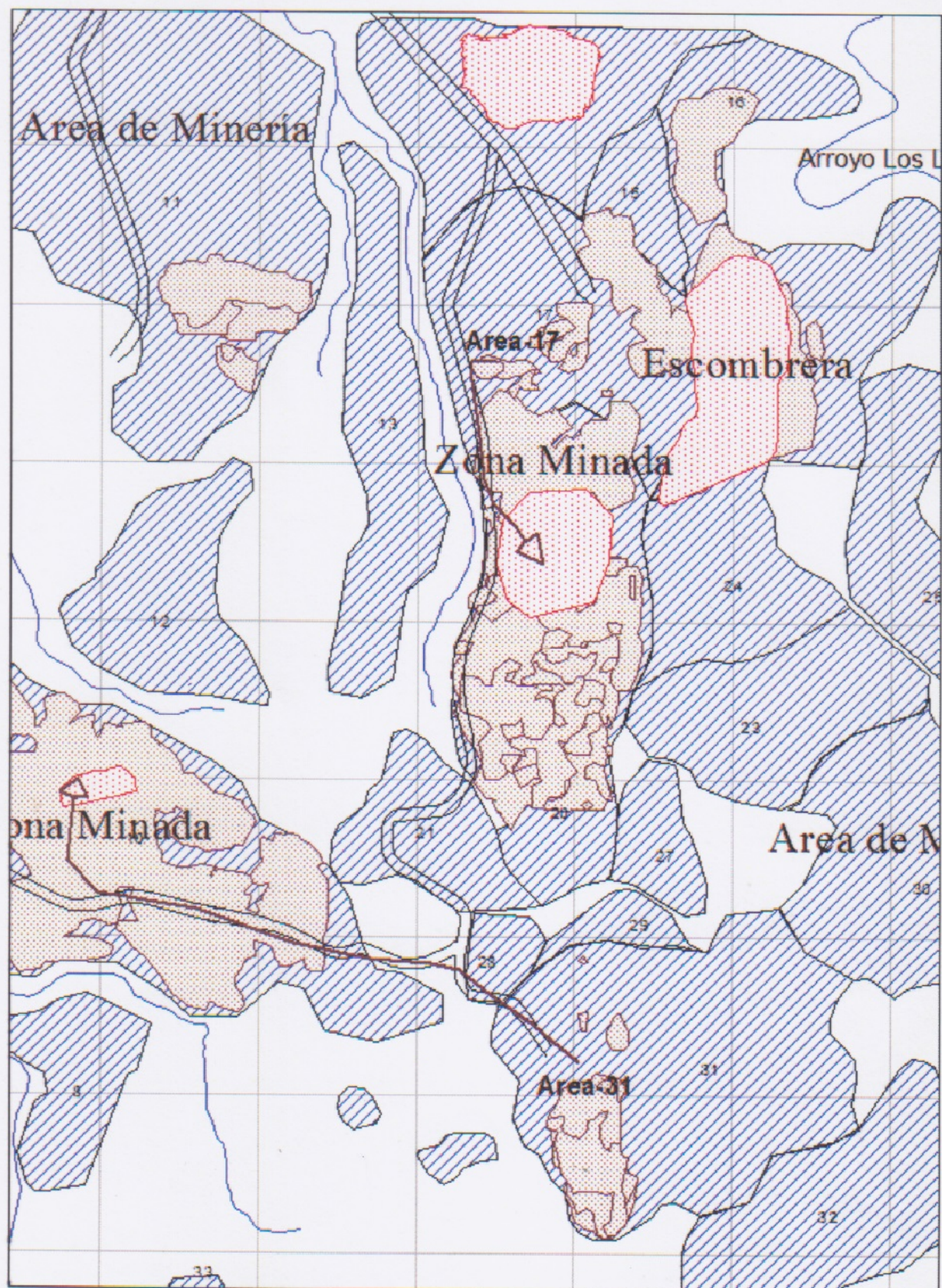
ANEXO No 2

ANEXO No 2.

Plano general de la Mina.



Plano de las escombreras y de las Áreas 31 y 17.



ANEXO No 3

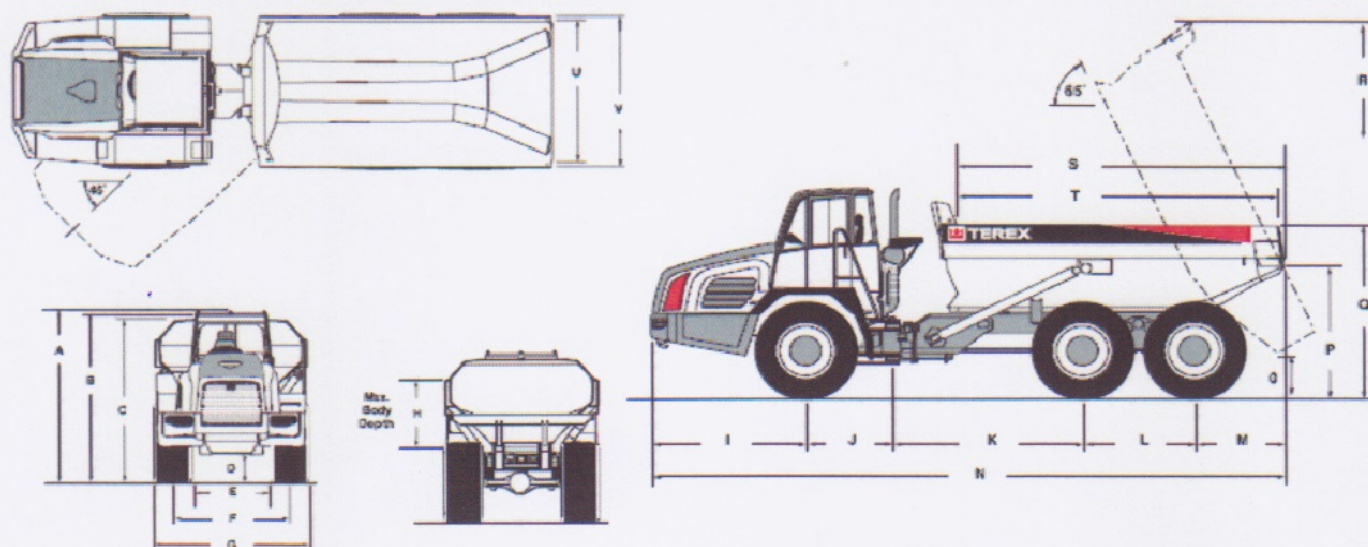
ANEXO No 3. Equipamiento Minero de Moa Oriental.

Dúnper articulado Terex TA-40.



País de fabricación	Inglaterra
Potencia bruta	336 Kw
Capacidad volumétrica	23,3 m ³
Peso neto	38 t
Número de neumáticos	6
Máxima pendiente	12%

Dimensiones:



	TA40		TA40
A	3 942 (12-11)	L	1 950 (6-5)
B	3 740 (12-3)	M	1 781 (5-10)
C	3 548 (11-8)	N	10 944 (35-11)
D	607 (2-0)	O	905 (3-0)
E	1 837 (6-0)	P	2 468 (8-1)
F	2 596 (8-6)	Q	3 140 (10-4)
G	3 356 (11-0)	R	6 926 (22-9)
H	1 494 (4-11)	S	5 658 (18-7)
I	2 914 (9-7)	T	5 570 (18-3)
J	1 310 (4-4)	U	3 131 (10-3)
K	2 990 (9-10)	V	3 315 (10-11)

Retroexcavadoras HYUNDAI PR 450LC7



Modelo del Motor	Cumins QSM11.
Precio de compra	232502 \$
País de fabricación	Korea
Potencia bruta	263 Kw/1900rpm
Peso neto	45,2t
Volumen del cubo	3,20m ³
Longitud	12m
Ancho	3,34m
Alcance máx durante el ataque	7,79m
Longitud de la pluma	11,03m
Velocidad de translación	3,20 a 5,30Km/h

Retroexcavadoras Liebherr R 964 B



- Volumen del cubo: $V_c = 5,2 \text{ m}^3$.
- Dimensiones
 - Largo: 14.3 m
 - Ancho: 5.6 m
 - Altura: 6.3 m
- Longitud de la pluma: $L_p = 8700 \text{ mm}$.
- Ancho del cubo: $A_c = 1600 \text{ mm}$
- Alcance máximo durante el arranque: 7000 mm.
- Peso neto: 65t

Retroexcavadoras Liebherr R 984 B



- Volumen del cubo: $V_c = 6 \text{ m}^3$.
- Dimensiones
 - Largo: 15,5 m
 - Ancho: 5.3 m
 - Altura: 5.4 m
- Longitud de la pluma: $L_p = 8700\text{mm}$.
- Ancho del cubo: $A_c = 2500\text{mm}$
- Alcance máximo durante el arranque: 13,7 m.
- Profundidad máxima: 7.9 m
- Peso neto: 115t

Camión VOLVO BM A40D



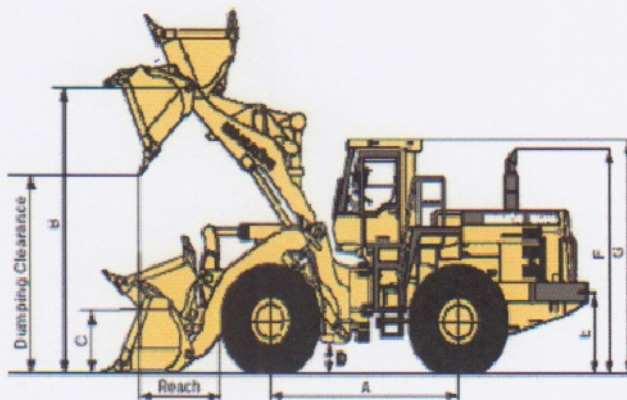
- Capacidad de carga: 37 t
- Volumen de la caja: 22, 5m³.
- Fórmula de ruedas: 6x6
- Potencia del motor: Bruto 313 Kw (426 hp), Neta 309 Kw. (420 hp)
- Tara – 31 270Kg.
- Coeficiente de tara: 0,84.
- Ancho del camión: 3,4m
- Altura del camión en posición normal: 3,74m
- Altura del camión en descarga: 7,38 m
- Angulo de giro de la cabina: 45°
- Longitud del camión: 11,29m

Cargador Frontal KOMATSU WA600

Capacidad de carga: 4,2t

- Volumen de la caja: 6 m³.
- Potencia del motor: Bruto 353 Kw (473 hp), Neta 336 Kw. (450 hp)
- Tara – 31 270Kg.
- Peso neto, 46 t
- Longitud del bulldozer, 11,4m
- Altura normal, 4,2m
- Altura máxima, 5,2 m
- Ancho del cubo, 3,68m
- Alcance máximo, 2,86m
- Profundidad de excavación, 0,5m

Dimeciones



Tires	35/65-33, 24PR (L4)	
Tread	2650 mm	8'8"
Width over tires	3570 mm	11'9"
A Wheelbase	4100 mm	13'5"
B Hinge pin height, maximum height		
Standard boom,	5155 mm	16'11"
Highlift boom	5770 mm	18'11"
Load and carry	4850 mm	15'11"
C Hinge pin height, carry position	670 mm	2'2"
D Ground clearance	495 mm	1'7"
E Hitch height	1295 mm	4'3"
F Overall height, exhaust stack	4125 mm	13'6"
G Overall height, ROPS cab	4250 mm	13'11"

KOMATSU WA600-3



Bulldozer KOMATSU D85EX-15

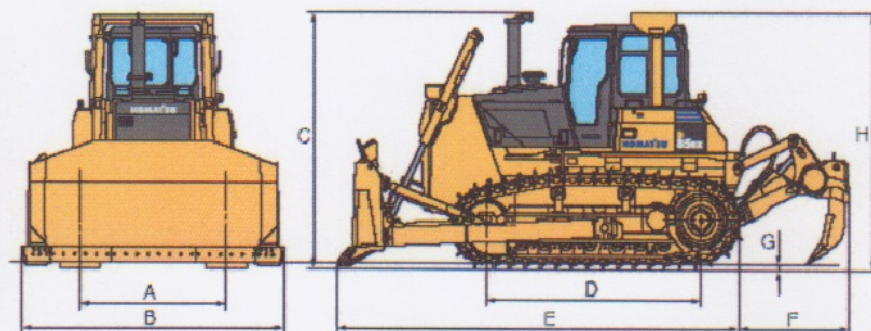
- Largo: 7255 mm.
- Ancho: 2000 mm
- Altura: 3330 mmm
- Potencia: 190 HP
- Datos de la hoja:
- Largo: 3635 mm

Alto: 1580 mm

Profundidad de corte: 540 mm

Corte superficial: 1210 mm

	D85EX-15	D85PX-15
A	2000 mm 6'7"	2250 mm 7'5"
B	3635 mm 11'11"	4365 mm 14'4"
C	3330 mm 10'11"	3330 mm 10'11"
D	3050 mm 10'	3480 mm 11'5"
E	5795 mm 19'	6065 mm 19'11"
F	1460 mm 4'9"	—
G	72 mm 2.8"	72 mm 2.8"
H	3324 mm 10'11"	3324 mm 10'11"



Ground Clearance: 450 mm 1'6"

Dimensions with semi-U dozer and multi-shank ripper (D85EX)



ANEXO No 4.

Esquema de Arranque y Carga.

